

Biología



NIVEL SECUNDARIO PARA ADULTOS

Módulos de Enseñanza Semipresencial



MINISTERIO de
EDUCACIÓN
CIENCIA y TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA de la NACIÓN

Biología



NIVEL SECUNDARIO PARA ADULTOS

Módulos de Enseñanza Semipresencial



MINISTERIO de
EDUCACIÓN
CIENCIA y TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA de la NACIÓN

PRESIDENTE DE LA NACIÓN
Dr. Néstor Kirchner

MINISTRO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Lic. Daniel Filmus

SECRETARIO DE EDUCACIÓN
Lic. Juan Carlos Tedesco

SUBSECRETARIA DE EQUIDAD Y CALIDAD
Lic. Alejandra Birgin

DIRECTORA NACIONAL DE GESTIÓN CURRICULAR Y FORMACIÓN DOCENTE
Lic. Laura Pitman

DIRECTORA NACIONAL DE PROGRAMAS COMPENSATORIOS
Lic. María Eugenia Bernal

COORDINADOR DE EDUCACIÓN DE JÓVENES Y ADULTOS
Prof. Manuel Luis Gómez

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
Ing. Felipe Solá

DIRECTORA GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN
Dra. Adriana Puiggrós

SUBSECRETARIO DE EDUCACIÓN
Ing. Eduardo Dillon

DIRECTORA PROVINCIAL DE ENSEÑANZA
Prof. Graciela De Vita

DIRECTOR DE EDUCACIÓN DE ADULTOS Y FORMACIÓN PROFESIONAL
Prof. Gerardo Bacalini

SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN DE ADULTOS
Prof. Marta Ester Fierro

SUBDIRECTOR DE FORMACIÓN PROFESIONAL
Prof. Edgardo Barceló

Nivel secundario para adultos módulo de enseñanza semipresencial : biología - 1a ed. -
Buenos Aires : Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007.
96 p. ; 21x30 cm.
ISBN 978-950-00-0577-7
1. Educación de Adultos.
CDD 374

ÍNDICE

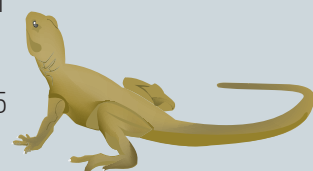


Introducción	5
Objetivos	5
Red de contenidos	6
 Unidad 1: Ecosistemas y comunidades: un estudio relacional ...	11
Introducción	12
Organicemos el espacio	12
El ecosistema: un recorte de la naturaleza	13
El ecosistema en discusión	16
El ecosistema: una herramienta para explicar	18
Una clasificación de ecosistemas	19
Las comunidades	23
Para muestra no basta un botón	24
La distribución de comunidades	25
Las comunidades en el tiempo	31
La biosfera	36
Cinco reinos sin reyes para la biosfera... por ahora	37
 Unidad 2: Estudio de las poblaciones naturales	43
Ecología de las poblaciones	44





Una simulación de selección natural	47
Los cambios en los ambientes	51
Los seres vivos en ambientes cambiantes	52
Temperatura y humedad	53
El nicho y las condiciones ambientales	55
Los recursos del ambiente	55
El nicho y los recursos	58
Las poblaciones en la naturaleza	59
Límites del crecimiento poblacional	62
Ecología de las poblaciones	64
Poblaciones y especies	66
¿Qué hacer entonces?	67
La biodiversidad en la biosfera	68
 Unidad 3: El origen de las especies	 71
Procesos de especiación	72
Antes de la cigota	73
Después de la cigota	74
¿Consecuencia o factor determinante?	76
Modelos para el origen de las especies	77
¿Dónde va la evolución de las especies? Un análisis sobre los modos en que vemos la naturaleza	84
La naturaleza y los métodos	85
Los métodos cambian	88
Los reyes de la clasificación	90
La evolución del hombre	91
 Bibliografía	 95



Introducción

Muchas veces escuchamos que en los medios de comunicación se utilizan expresiones tales como “salvemos a la ecología”, “cuidemos a la ecología” o similares. Así mismo, vemos que se muestra a la naturaleza como un espacio o un escenario donde reina el equilibrio y en el cual todo está en su lugar. En este Módulo proponemos cuestionar estas creencias y avanzar hacia concepciones más amplias y complejas sobre la naturaleza.

Presentaremos conocimientos relacionados con la naturaleza y su historia.

Vamos a mostrar algunas de las principales relaciones que ocurren en los ambientes naturales que nos permitirán comprender la complejidad de la naturaleza y sus cambios a lo largo del tiempo. Para ello, introducimos algunos conceptos para comprender cómo entiende la Biología, en la actualidad, la naturaleza y su dinámica. Por ejemplo, los conceptos de **ecosistema, especie o población** resultan centrales para entender qué pasa y qué ha pasado con los seres vivos y las relaciones que tienen con los ambientes en los que viven. Se trata en definitiva de estudiar los principales contenidos de dos disciplinas consideradas centrales por la Biología actual: la Ecología y la Evolución.

A lo largo de estas páginas encontrará explicaciones, textos informativos y actividades que le permitirán avanzar en el aprendizaje de los temas propuestos.

Será importante que tome notas en su carpeta, haga síntesis, esquemas y además registre dudas para llevar al encuentro con su profesor tutor.

Muchas de las actividades propuestas le permitirán confrontar algunos de los saberes que circulan habitualmente en nuestra vida cotidiana con aquellos conocimientos que la Biología ha construido a través de la investigación.

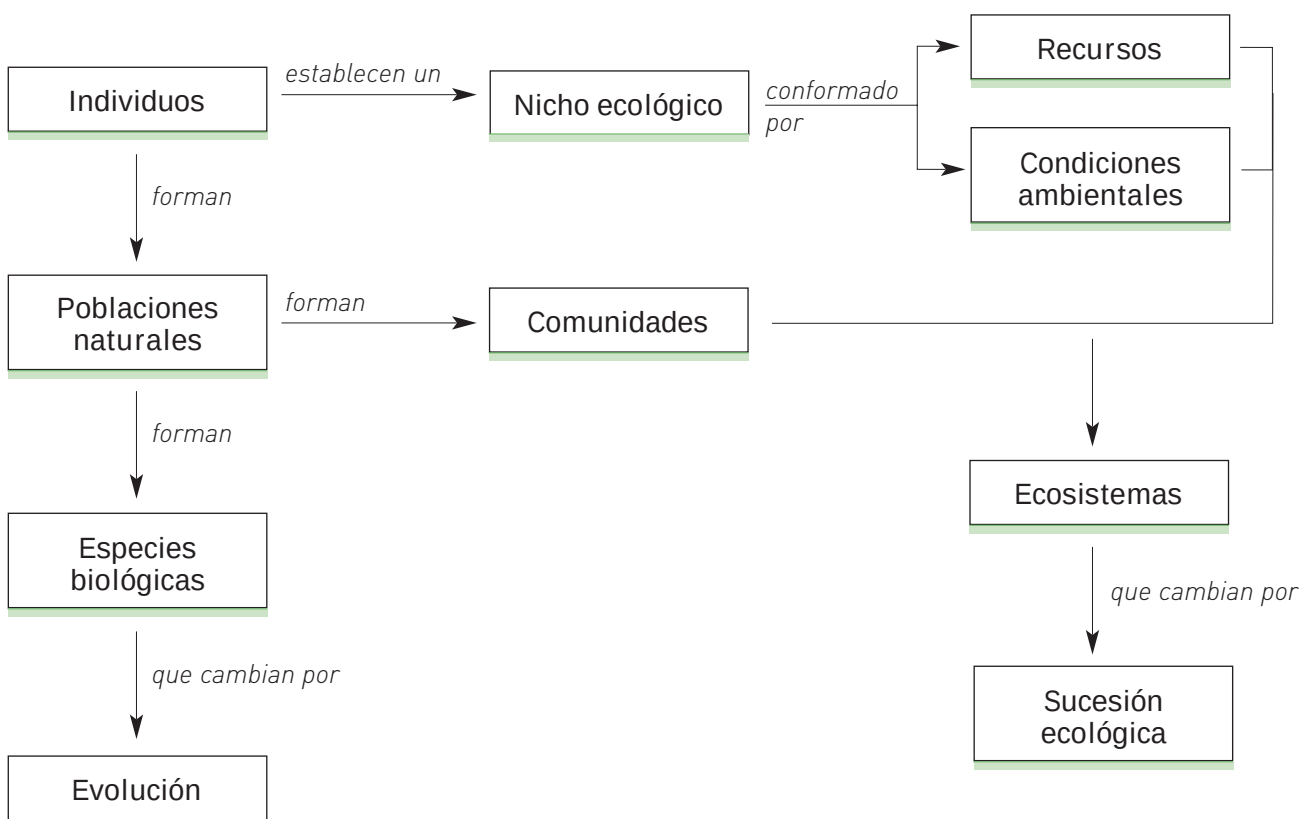
Objetivos

Nos proponemos que a partir del trabajo planteado en este Módulo usted logre:

- Profundizar sus conocimientos sobre las características del saber científico en el campo de las Ciencias Naturales adquiridos hasta aquí y avanzar hacia concepciones más amplias y complejas de la naturaleza.
- Reconocer relaciones de los seres vivos con los recursos y condiciones ambientales.
- Comprender:
 - el carácter dinámico de las comunidades, consideradas como conjuntos de poblaciones en continuo ajuste e interacción entre sí y con el medio ambiente;

- las múltiples relaciones que puede establecer un ser vivo a través del concepto de nicho ecológico.
- Analizar los principales procesos de formación de especies biológicas.
- Interpretar el carácter instrumental e histórico de las clasificaciones naturales.
- Construir un conjunto de conceptos de la Biología -ecosistema, comunidades, especie o población-; confrontando los saberes cotidianos con los conocimientos que aporta la investigación científica.
- Analizar cómo es entendida la naturaleza y su dinámica, en la actualidad, por la Biología.
- Identificar en el concepto de ecosistema, el modo en que la Biología plantea un modelo para el estudio de las relaciones que ocurren entre los elementos vivos de un ambiente y los factores físicos.
- Comprender la importancia de la ecología y la evolución en tanto disciplinas centrales para la Biología actual.

Red de contenidos



Para entrar en tema le proponemos que reflexione sobre algunas creencias habituales sobre los seres vivos.

ACTIVIDAD

1

:| A continuación, responda en su carpeta cada una de las siguientes cuestiones:

- a :| ¿Cree que existen animales buenos y animales malos? ¿Por qué? En caso afirmativo, dé algunos ejemplos y explique.
- b :| ¿Sabe qué quiere decir que un animal es una bestia? Explíquelo con sus palabras.
- c :| De estos animales: ratones, ratas, búhos, comadreja, serpientes, zorros, murciélagos, grillos, lechuzas y águilas, ¿cuáles cree que son más dañinos y por qué?
- d :| Mencione algunos animales que crea que son perjudiciales para el hombre y otros que crea que son beneficiosos. Explique por qué.
- e :| ¿Cree que hay animales que matan por matar? Si responde que sí, dé algún ejemplo.
- f :| ¿Qué es para usted un animal feroz? Dé ejemplos de algunos.
- g :| Cite algún cuento, película o historia en el que aparezca un animal feroz.
- h :| ¿Cree que las ballenas son bestias? ¿Por qué?
- i :| ¿Cree que es necesario proteger a las ballenas? Explique por qué.
- j :| ¿Cree que los lobos son bestias? ¿Por qué?
- k :| ¿Cree que se debería proteger a los lobos? Explique por qué.
- l :| En las historias que conoce en las que aparece un lobo, ¿qué hace el lobo?:
 - ::... Se comporta como un animal que busca comida.
 - ::... Se comporta de forma malvada.
 - ::... A veces se comporta bien y otras mal.
- m :| ¿Dónde ha visto, oído o leído más veces que el lobo es un animal dañino o sanguinario? (Puede elegir más de una opción):
 - ::... En los documentales de televisión.
 - ::... En las películas.
 - ::... Oyendo hablar a otras personas.
 - ::... En algunas historias.
- n :| Imagine que varios lobos están atacando a un jabalí, ¿quién preferiría que ganara en la lucha? Explique por qué.
- ñ :| ¿Cuál es su opinión sobre las “Vaquitas de San Antonio”?

ACTIVIDAD 1

[continuación]

- o :** Si supiera que las “Vaquitas de San Antonio” se comen a otros animales más pequeños llamados pulgones, ¿su opinión sería la misma que antes?
- p :** Las orcas son pequeñas ballenas con dientes que atacan y matan a otras ballenas más grandes, ¿cual es su opinión sobre ellas?
- q :** Si supiera que las orcas se pueden adiestrar en los zoológicos y hacen espectáculos para los niños, semejantes a los de los delfines, ¿su opinión sería la misma que antes?
- r :** Si supiera que los lobos y los ciervos están a punto de desaparecer, ¿cuál le importaría más que desapareciera? Explique por qué.
- s :** Si se encontrara en su casa una cucaracha y un grillo, ¿qué haría con cada uno?
- t :** Mencione lo que piensa de un tiburón y de un delfín.
- u :** Mencione lo que piensa de una babosa y de un caracol.
- v :** Mencione lo que piensa de los mosquitos, garrapatas y piojos.
- w :** ¿Ve alguna función de los mosquitos, garrapatas y piojos dentro de la naturaleza?

Seguramente, una vez resuelto este primer cuestionario, usted tendrá por escrito una serie de ideas sobre algunos animales y situaciones. Estas ideas probablemente tengan relación con su experiencia personal, pero también como decíamos anteriormente, con historias, películas y programas de televisión. Le proponemos que en su carpeta, en no más de 10 renglones realice un resumen de las ideas principales que pueda extraer de las respuestas a las preguntas anteriores.

ACTIVIDAD

2

A continuación, le proponemos una lectura que nos parece muy sugerente sobre un punto de vista poco habitual para pensar la naturaleza.

- :|** Lea con atención el texto de Richard Lewontin y realice las siguientes consignas:
- ::...** Subraye las palabras clave.
 - ::...** Identifique las ideas principales del texto.
 - ::...** Finalmente elabore una síntesis.

[...]

Comprender el hecho de que todo organismo construye su propio ambiente y que no existen ambientes sin organismos tiene una consecuencia política inmediata. El creciente movimiento ambientalista que procura impedir una serie de modificaciones del mundo natural, que en el mejor de los casos, serán

desagradables y, en el peor, catastróficas para la existencia humana, no puede continuar usando el falso grito de guerra: “¡Salvemos el medio ambiente!”. No existe un “ambiente” al que haya que salvar. El mundo habitado por organismos vivos está siendo modificado y reconstruido por las actividades de todos esos organismos, no sólo por las actividades humanas. Ese movimiento tampoco puede continuar marchando con la bandera “¡Salvemos a las especies de la extinción!”. De todas las especies que han existido alguna vez, el 99,99% se han extinguido y todas las especies que existen actualmente algún día se extinguirán. En realidad, todas las formas de vida de la Tierra algún día desaparecerán, si no por otra razón, porque dentro de unos dos mil millones de años el Sol explotará y abrasará la Tierra. Como la vida ha tenido su origen hace más de dos mil millones de años, podemos afirmar con seguridad que en la Tierra la vida está a mitad de camino. Y no existen pruebas del hecho de que los seres vivos se hayan adaptado mejor al mundo de alguna manera. Si bien el tiempo medio de una especie, desde su origen hasta su extinción, ha sido diferente en las varias eras a causa de las glaciaciones, de la deriva de los continentes y de la ocasional caída de meteoros, no ha mostrado ninguna tendencia a aumentar a largo plazo. Tampoco existe base objetiva alguna para sostener la tesis de que las especies están en armonía o en equilibrio las unas con las otras o con el mundo exterior. No podemos impedir que el ambiente se modifique ni que las especies se extingan. Lo que podemos hacer es tratar de influir en la velocidad de extinción y en la dirección del cambio a fin de que la vida resulte más aceptable para los seres humanos. Lo que no podemos hacer es mantener las cosas en la condición actual.

ACTIVIDAD 2

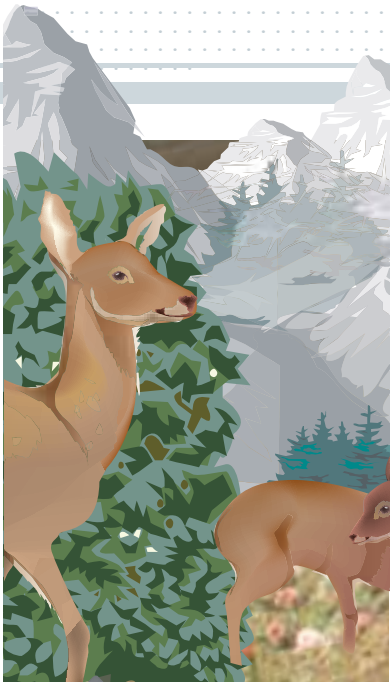
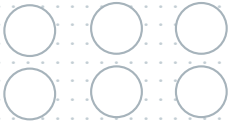
[continuación]

Richard Lewontin es profesor en la Universidad de Harvard y uno de los biólogos más importantes en la actualidad.

- a :| Compare el resumen que elaboró a partir de las respuestas al cuestionario (Actividad 1) con las ideas del texto anterior (Actividad 2).
- b :| Identifique semejanzas y diferencias y marque en la síntesis que elaboró sus acuerdos o diferencias con la postura del autor.

Nuestra intención, como estará pensando, es justamente poner en discusión ideas que tenemos sobre la naturaleza y confrontarlas con otras provenientes de la ciencia, en este caso, la Biología. Comencemos entonces a transitar este recorrido por la naturaleza con nuevas herramientas, con nuevos conceptos para entender qué pasa y qué ha pasado en esta historia, que también es la nuestra.

ACTIVIDAD 3



1

UNIDAD

Ecosistemas y comunidades: un estudio de relaciones



Introducción

Sabemos que todos los seres vivos necesitan, para desarrollar las actividades que los caracterizan, establecer relaciones con otros seres vivos y también con el ambiente físico en que viven. Estas relaciones son variadas y complejas de modo que para describirlas, interpretarlas y evaluarlas se necesitan ciertas técnicas y estrategias de estudio.

Uno de los objetivos que nos proponemos y le proponemos en esta Unidad es que conozca, no sólo las relaciones que tienen los seres vivos entre sí y con el ambiente en que viven, sino también con qué "herramientas" los científicos intentan develar las características de estas relaciones.

¿Cómo se construyen las relaciones entre los seres vivos y de éstos con el ambiente?, ¿qué ocurre con ellas a lo largo del tiempo?, ¿qué significado tiene la biosfera para la ciencia?

Estas son también algunas de las preguntas que se irán respondiendo al estudiar esta Unidad.



Organicemos el espacio

Muchas veces habrá escuchado o estudiado que la Ecología es una ciencia que se ocupa de estudiar las relaciones que tienen los organismos y su ambiente. Claro que estas relaciones no son en todos los casos las mismas. Un determinado ser vivo, no puede vivir en cualquier ambiente y ello está limitado precisamente por el tipo de relaciones que debe establecer con el ambiente.



De ello, trata justamente la **Ecología**: del estudio de las relaciones de los organismos y la totalidad de los factores físicos y biológicos que los afectan o están influidos por ellos.

Los ecólogos, del mismo modo que el resto de los científicos, suponen que es posible construir explicaciones sobre el funcionamiento de la realidad, en este caso de la realidad natural.

La realidad que estudian los ecólogos, es la naturaleza y para ello entre otras actividades, clasifican los fenómenos naturales. Así lo hacen cuando establecen distintas regiones ecológicas, tales como el *desierto*, el *bosque tropical* o la *selva*.

Pero además, los ecólogos quieren explicar y comprender las relaciones de los organismos entre sí y con el ambiente que los rodea.

Debido a la complejidad de las relaciones de los organismos y el ambiente, la **Ecología** utiliza además de las nociones biológicas, conocimientos de otras ciencias para sus estudios. Nociones de la Física, de la Química, de la Matemática, de la Geografía, de la Geología, de la Economía y de la Sociología, forman parte de las "herramientas" empleadas por los ecólogos.

Para llevar a cabo el estudio de cualquier ambiente natural, es necesario entonces, conocer algunas de las "herramientas" de que disponen los ecólogos.

El ecosistema: un recorte de la naturaleza

a:| Elabore una primera definición de ecosistema teniendo en cuenta lo que ha estudiado en otros años de su escolaridad (también puede consultar en algún libro de texto o de divulgación científica en la biblioteca más cercana).

b:| Compare su definición con la de sus compañeros.

c:| ¿Qué semejanzas y qué diferencias encuentra con la siguiente definición?:

"Un ecosistema es la combinación de una comunidad biótica (integrada por los seres vivos) con el ambiente físico (aire, suelo, agua, etc.) en un lugar determinado."

d:| Discuta con su grupo de estudio, o con su profesor tutor y elabore una definición común para el concepto de ecosistema que llamaremos **Definición A**. Así contará con una primera versión de una herramienta necesaria para iniciar el estudio de la relación de los seres vivos con su medio.

ACTIVIDAD 4

a:| Tomando en cuenta la **Definición A**, observe y trate de describir, con el mayor detalle posible, qué elementos encuentra en la imagen de las páginas siguientes:

ACTIVIDAD 5



ACTIVIDAD 5

[continuación]

- b :| La ilustración anterior, ¿corresponde a un ecosistema?
- c :| ¿Reconoce algunas relaciones entre los elementos que ha detallado? ¿Cuáles? Mencione por lo menos cinco.
- d :| Fundamente sus respuestas.

ACTIVIDAD

6

- a :| Analice si las siguientes fotografías corresponden a ecosistemas y en ese caso, qué elementos reconoce.



- b :| ¿Podría dar otros ejemplos de ecosistemas señalando algunos elementos y relaciones presentes en cada uno? Indique por lo menos tres.

El ecosistema en discusión

De acuerdo con la **Definición A**, algunos de los ejemplos que analizó ¿podría no representar un ecosistema?

Si retomamos ahora la **Definición A**, ¿podemos decir que el siguiente recorte de la ilustración de las páginas 14 y 15 corresponde a un ecosistema?



Según informa la definición inicial que presentamos y tal vez así lo refleja la **Definición A** elaborada por usted, el ecosistema comprende los vínculos entre los seres vivos y otros factores del ambiente en un **lugar** determinado.

Pero, ¿quién determina los límites del lugar?, ¿la naturaleza?, ¿el libro de texto?, ¿el maestro?, ¿los ecólogos?, ¿usted y su grupo?

- :| Trate de precisar una posición sobre quién determina los límites del lugar.
- :| Le proponemos que compare ahora, la conclusión anterior con el siguiente comentario de Santiago Olivier, un reconocido ecólogo argentino:

El ecólogo, adecua los límites de los ecosistemas a las necesidades de su trabajo. Por lo tanto pueden considerarse como ecosistemas una isla, un bosque o una parte de él, las aguas litorales o una bahía o un golfo, un campo de pastoreo, una charca de agua de lluvia o un acuario experimental en un laboratorio.

ACTIVIDAD 7

[...]

© Olivier S..
*Ecología y subdesarrollo
 en América latina,*
 Siglo XXI Editores,
 1988, página 32.

→ Un ecólogo argentino

Santiago Olivier es uno de los primeros ecólogos con que contó la Argentina. Se doctoró en el año 1949 con un trabajo en el que analizaba el funcionamiento del ecosistema de la laguna de Chascomús en la Provincia de Buenos Aires.

Fue el primer director del Instituto de Biología Marina de Mar del Plata (creado en 1960), cargo del que fue separado al producirse el golpe de estado de 1966, encabezado por el dictador General Juan Carlos Onganía.

Durante diez años, fue especialista de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) para proyectos de Ecología y en la actualidad es profesor titular de la cátedra de "Ecología y sociedad" en la Universidad Nacional de La Plata.

ACTIVIDAD 8

- :| Tomando en cuenta su opinión respecto de los límites de un ecosistema y también lo que ha leído en el comentario del Dr. Olivier, le proponemos que construya una nueva definición de ecosistema, a la que llamaremos **Definición B**.

El ecosistema: una herramienta para explicar

Arthur Tansley, un ecólogo inglés, fue quien propuso por primera vez en la década del 30, el concepto de *ecosistema*. Con anterioridad a esa fecha, se utilizaban otros conceptos como el de biosistema o microcosmos para designar las relaciones entre seres vivos y ambiente.



El ecosistema o sistema ecológico constituye en realidad un tipo particular de *sistema*.

Ahora bien, ¿qué es un sistema? Un sistema se construye simplificando alguna parte de la realidad mediante la selección de un número determinado de elementos y relaciones. Esta selección nos permite explicar hechos y darles una interpretación.

Así por ejemplo, no resulta ecológicamente correcto decir que el Valle de la Luna (provincia de San Juan) es un ecosistema.

Con mayor rigor, debería decirse que el Valle de la Luna es una estructura natural compleja que puede ser comprendida, imaginada y analizada, con la ayuda de un modelo simplificado de la realidad, que llamamos ecosistema.

Este **modelo "ecosistema"** se utiliza también para explicar "otras realidades". Así lo utilizamos también para estudiar la "laguna de Chascomús", "la selva misionera" y muchos otros.

Una clasificación de ecosistemas

La intervención del hombre en los *ecosistemas naturales* provoca cambios, a menudo tan importantes, que ha llevado a los ecólogos a diferenciar a los ecosistemas naturales de los ecosistemas humanos -también llamados artificiales-.

Existen sobre el planeta bosques vírgenes, desiertos, ríos, lagos y grandes extensiones de océanos que no han sufrido grandes modificaciones en su estructura y funcionamiento por la acción humana. Pero también existen muchos ecosistemas producidos por el trabajo del hombre.

- :| Elabore un resumen de lo estudiado hasta aquí en el que aparezcan los siguientes conceptos: ecosistema, relación, ambiente, seres vivos, modelo y herramienta.

ACTIVIDAD 9

- a:| En el esquema de la página siguiente presentamos un ecosistema hipotético. Trate de vincular los distintos elementos y su relación con la energía.

Ubique en los cuadrados blancos, según corresponda:

LR: luz reflejada

EC: energía calórica

EQ: energía química

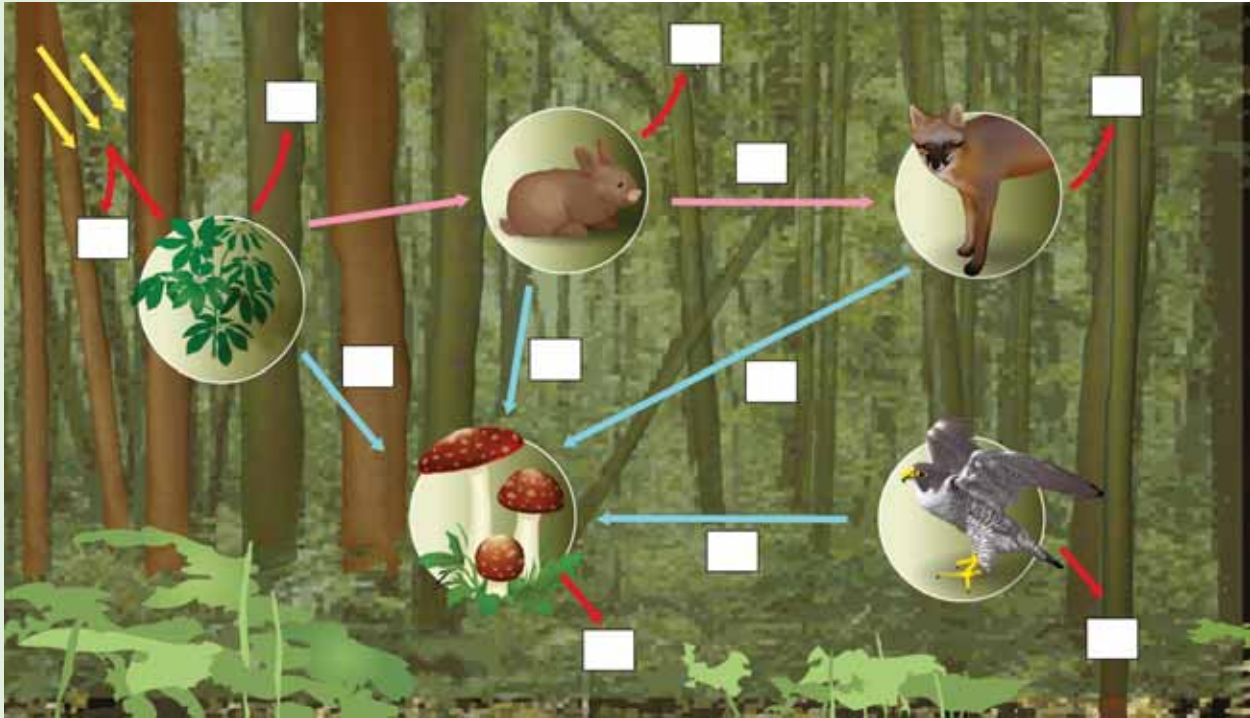
Puede ayudarse con algún texto de la biblioteca.

Ahora bien, ¿esta estructura servirá para explicar un ecosistema humano?

ACTIVIDAD 10

ACTIVIDAD 10
[continuación]

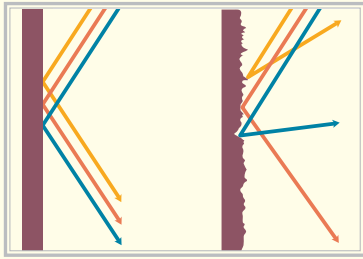
Estructura y funcionamiento del ecosistema



P	productores (organismos autótrofos)	C1	carnívoros primarios (heterótrofos)
ER	energía radiante (solar)	C2	carnívoros secundarios (heterótrofos)
H	herbívoros (organismos heterótrofos)	D	organismos desintegradores

b :| Trate de representar en el siguiente esquema cómo funciona, por ejemplo, un ecosistema urbano (una ciudad).





La luz también rebota

Por ejemplo, la luz que emiten el Sol y las lámparas incandescentes viaja hasta llegar a los objetos. Al chocar con éstos, la luz se desvía en todas direcciones, cuando ello ocurre decimos que la luz ha sido reflejada.

Un caso especial de reflexión de la luz, es el que tiene lugar cuando ésta incide sobre una superficie muy pulida como la de un espejo. En este caso, los rayos al chocar con la superficie del espejo, se desvían en forma muy ordenada y muy precisa. Es por ello que al pararnos frente a un espejo podemos "reconstruir" una imagen idéntica de nuestro cuerpo y nuestra vestimenta.

La circulación de materiales y energía a través de los ecosistemas se manifiesta también en el nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte de los individuos.

Existen ecólogos que estudian el funcionamiento de los organismos y los ajustes que establecen con las condiciones ambientales en las que viven. Así por ejemplo, se puede conocer cómo se ajusta una especie cultivable a las diferentes condiciones de humedad del suelo o cómo varía la calidad de vida de ciertos peces con diferentes condiciones de salinidad del agua en que se desarrollan.

Otros investigadores estudian **poblaciones**, es decir grupos de individuos pertenecientes a una misma especie que viven en un mismo período de tiempo.

Respecto a las poblaciones, se puede analizar, su distribución en cierto territorio, su proporción de sexos, su distribución de edades, la cantidad de nacimientos y/o de muertes, la inmigración y la emigración de la población, etc.





ACTIVIDAD 11

- :| Analice qué utilidad tienen para la sociedad en general estudios como los mencionados en el párrafo anterior. Trate de dar algunos ejemplos.

También hay ecólogos que estudian a grupos de poblaciones, conocidas como **comunidades**, y que se caracterizan por hallarse juntas en un determinado ambiente y en un período de tiempo dado.

Especie

El concepto de **especie** en Biología y en Ecología identifica a diferentes grupos de organismos con algunas características en común.

La característica principal que identifica a los organismos de una misma especie es que *pueden reproducirse entre sí dejando descendientes que sean a su vez también capaces de reproducirse*.

Una característica que también es frecuente entre los organismos de una misma especie es que se parecen bastante entre sí; pero considerar solamente esto para analizar si dos organismos pertenecen o no a la misma especie puede resultar engañoso.

¿Quién podría dudar de que el caballo y el asno son bastante parecidos entre sí? Sin embargo, aún cuando caballo y asno pueden reproducirse entre sí, su descendencia -la mula- es estéril y por lo tanto no puede a su vez reproducirse.

También ranas y sapos son parecidos y hasta comparten habitats, pero ni siquiera se reproducen entre sí. En consecuencia caballos y asnos, ranas y sapos son consideradas cuatro especies diferentes.

Lea atentamente la información que le ofrecemos a continuación, subraye o haga resúmenes. Constituyen aportes fundamentales para avanzar en el tema que nos ocupa.

Las comunidades

Como vimos en el caso de los ecosistemas, para definir (y estudiar) una comunidad también hay que tomar decisiones según los intereses de la investigación.

Por ejemplo, se debe decidir cuán amplia será la comunidad a estudiar. Es decir, cuántas y cuáles serán las poblaciones a estudiar. En el nivel más amplio, de acuerdo con los hábitats de un ecosistema, encontramos, a los biomas -como por ejemplo, el bosque andino-patagónico-.

En este caso, los ecólogos suelen reconocer al clima como el factor abiótico predominante que determina los límites en los que se extiende una determinada vegetación.

A una escala de menor amplitud, por ejemplo en los límites del Parque Nacional Nahuel Huapi, el bioma del bosque andino-patagónico está representado por árboles como el llao llao, el ciprés, el arrayán y otras especies menos abundantes de vegetales.

También los animales y los microorganismos relacionados con estos vegetales, forman parte del bioma andino-patagónico en el Parque Nahuel Huapi.



Es posible limitar aún más la amplitud del estudio de una comunidad. Se puede estudiar solamente a algún grupo particular de organismos, como por ejemplo el de los invertebrados que viven en los agujeros de los troncos de los cipreses, o bien a los microorganismos que viven en el intestino de un ciervo del bosque.

Son las particularidades de cada estudio y los interrogantes propios a resolver los que determinan el nivel apropiado de análisis para llevar adelante la investigación.

¶ Para muestra no basta un botón

Un modo de aproximarnos al estudio de una comunidad consiste simplemente en realizar una lista de las especies existentes en ella. Este procedimiento nos permite comparar las comunidades en función de la riqueza de especies.

En la práctica, a menudo resulta muy difícil determinar cuántas especies hay en toda una comunidad. En cambio sí es posible contar la cantidad de especies observadas en una porción determinada del ecosistema estudiado.

Del mismo modo, considerar en el estudio de comunidades a todos los organismos que viven juntos en una zona, resulta generalmente imposible, por ello, frecuentemente el estudio de la comunidad se limita a algún grupo de aquéllos (árboles, aves, insectos, etc.). También pueden estudiarse grupos de organismos que tengan alguna actividad definida en la comunidad, como por ejemplo los organismos herbívoros presentes en ella. Una vez más el investigador, condicionado por las particularidades de su estudio y por las características del medio, es quien decide cuál es el "recorte" pertinente a efectuar en la comunidad para llevar a cabo su análisis.

¿Cómo se toma una muestra?

Dada la imposibilidad de observar y registrar al conjunto de los elementos presentes en un sistema, los investigadores recurren para sus estudios a la toma de muestras.

Pero... ¿qué es una muestra?



Una muestra es un subconjunto de un conjunto bien definido. Es decir si consideramos al conjunto como el "todo", la muestra es una parte de él.

Cuando los investigadores toman muestras para sus estudios, esperan que éstas sean en alguna medida un "reflejo" del conjunto.

¿Cómo saber si la muestra tomada representa a la totalidad?

Nunca existen garantías absolutas de ello, a menos que conozcamos previamente al conjunto mayor en su totalidad.

Sin embargo, existe un camino posible para tener ciertas garantías respecto a la representatividad de las muestras, cuando desconocemos el conjunto.

Para ello se deben tomar varias muestras y analizar la composición de cada una de ellas. A medida que la composición en las distintas muestras tomadas se repite, podemos inferir que también la composición del conjunto, el "todo", es similar a la reiterada en las muestras analizadas.

Las muestras se toman en general, de una parte o -mejor aún- de varias pequeñas partes del total que se considera en el estudio. Estas partes, constituyen cada una de ellas *una unidad de muestreo* y deben tener un tamaño previamente establecido.

La selección de las unidades de muestreo se realiza frecuentemente al azar.

En el caso de plantas y animales, la unidad de muestreo es generalmente un área reducida conocida como *cuadrado*. Para los organismos que viven dentro del suelo, la unidad suele ser un volumen determinado de tierra, y para los que viven en el agua, un volumen determinado de líquido.

Para inferir la totalidad de organismos presentes en el conjunto, se cuentan los organismos presentes en la muestra y se realiza una regla de tres simple.

En algunos casos, para estimar la cantidad de animales que componen cierta población, existe un método de muestreo denominado "de captura-recaptura".

Esta forma de muestreo, consiste en tomar una muestra al azar de individuos, colocarles una marca identificatoria y liberarlos para que se mezclen nuevamente con el resto.

Tiempo después, se realiza una nueva muestra al azar y se analiza la proporción de individuos recapturados que hay en esta segunda muestra.

Si la cantidad de individuos marcados y recapturados es baja, se puede inferir que la población total es relativamente grande en tamaño.

Por el contrario, cuando la cantidad de marcados recapturados es alta, la población en estudio probablemente es de tamaño relativamente pequeño.



La distribución de comunidades

Entre las características que habitualmente se estudian en las comunidades podemos mencionar:

- la diversidad de especies,
- los límites entre especies competidoras,
- la estructura de la red trófica (alimentaria) y la productividad de la comunidad.

Podemos imaginar que las comunidades están separadas por límites claros, estrictos, y que las especies vecinas no se integran en el mismo espacio que estamos estudiando. Pero, es raro que esto ocurra en la naturaleza.

ACTIVIDAD 12

Si analizamos el límite entre un ambiente terrestre y un ambiente acuático, la separación puede parecernos clara pero sin embargo esta idea es, para la Ecología un tanto irreal. Muchas poblaciones atraviesan a menudo los límites que separan el agua de la tierra.

- :| Reflexione junto con su profesor en el encuentro tutorial sobre ejemplos de poblaciones que presenten esta particularidad.

ACTIVIDAD 13

- :| Le proponemos que inicie el estudio de una comunidad.

Comunidad Verde, (primavera del año 2003)

La comunidad vegetal que estudiaremos está constituida *por árboles, arbustos, hierbas y musgos*.

Los *árboles* son plantas perennes -viven más de dos temporadas- que pueden perder o no las hojas en alguna época del año y que generalmente tienen un solo tallo leñoso (tronco).

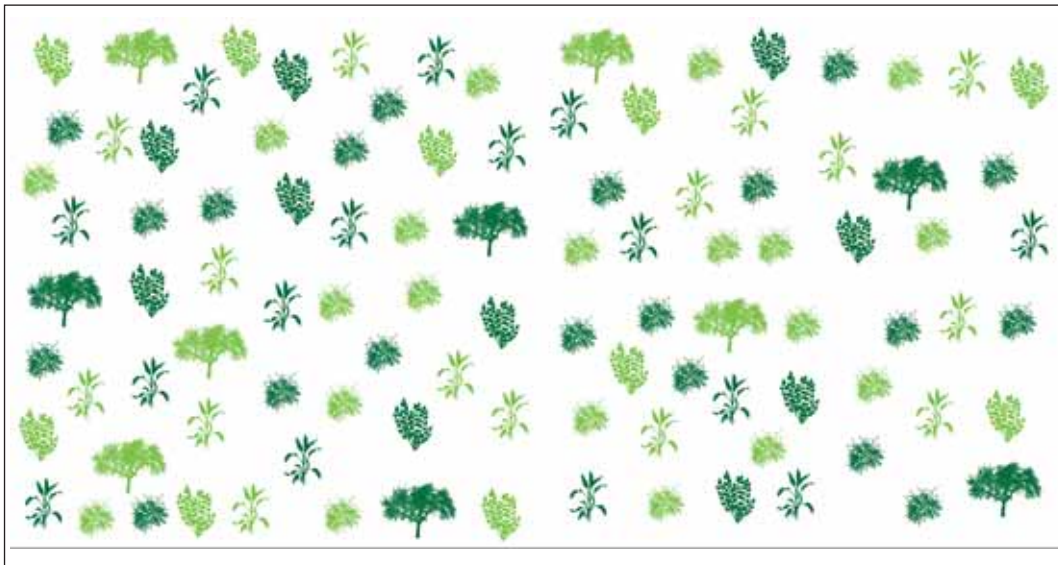
Los *arbustos* también son plantas leñosas perennes pero su estatura es más baja que la de los árboles. Suelen presentar muchos tallos que surgen de una raíz común o de una zona cercana al suelo.

Las *hierbas* son plantas persistentes que carecen de tallo leñoso y que se desarrollan prácticamente a nivel del suelo.

Los *musgos* son plantas que presentan características intermedias entre las algas y las plantas que crecen en tierra. Viven en zonas húmedas y no presentan ni raíces, ni tallos, ni hojas, pero presentan estructuras que funcionan de un modo similar.

A continuación, le presentamos la distribución de la comunidad vegetal a estudiar:

Comunidad Verde, (primavera del año 2003)

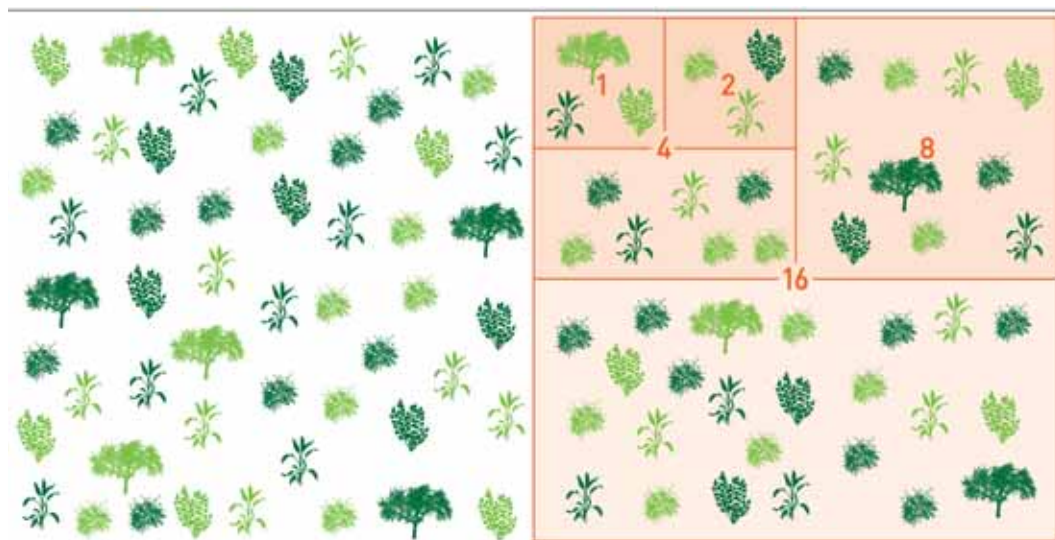
ACTIVIDAD 13
[continuación]

	Árboles	Arbustos	Hierbas	Musgos
Tipo B				
Tipo C				

Dentro de cada grupo existen dos tipos o especies. Uno es de color verde claro y el otro verde oscuro. Al tipo "verde claro" lo identificaremos con la letra "B" -tipo B- e identificaremos con la letra "C" al tipo "verde oscuro" -tipo C-.

Guiaremos los pasos a seguir para realizar el estudio de la *Comunidad verde*.

a :| Para **conocer la composición de la comunidad vegetal** presentada, deberá en primer lugar tomar una muestra. Para ello, le proponemos que utilice el siguiente esquema de análisis:



[continuación]

b :| Para determinar el tamaño de la muestra adecuado al estudio de la *Comunidad Verde*, primero utilizará el cuadrado 1, de modo que debe contar la cantidad de organismos de cada tipo presentes en él. Luego deberá probar con el cuadrado 2 y ver si aparecen nuevos tipos vegetales que no aparecieron en el cuadrado anterior (el 1). Pruebe sucesivamente con los cuadrados 4, 8 y 16, verificando si aparecen nuevos tipos. En este estudio, consideraremos que:

∴ El cuadrado 2: tiene el mismo valor que el cuadrado 1.

∴ El cuadrado 4: tiene un valor 4 veces mayor al del cuadrado 1.

∴ El cuadrado 8: tiene un valor 8 veces mayor al del cuadrado 1.

... El cuadrado 16: tiene un valor 16 veces mayor que el cuadrado 1.

c :| Una vez que haya contado las cantidades correspondientes al cuadrado 1 podrá hacer los cálculos para estimar las cantidades de organismos de cada tipo presentes en los restantes cuadrados aplicando las proporciones señaladas en **b :|**. Vuelque los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 1

[illegible]

a :| A partir de la Tabla 1 responda las siguientes preguntas y registre sus respuestas:

- 1 :| ¿Cuál es el total de individuos registrados en el cuadrado 1?
- 2 :| ¿Cuál es el total de árboles y arbustos registrados en el cuadrado 4?
- 3 :| ¿Cuál es el total de árboles registrados en la comunidad?
- 4 :| ¿Cuál es el total de individuos de la comunidad?
- 5 :| ¿Cuál es el porcentaje total de cada uno de los grupos identificados?
Por ejemplo, ¿qué porcentaje de árboles hay en la comunidad?

b :| Ahora obtenga los siguientes porcentajes y vuelque los resultados en la Tabla 2

- 1 :| ¿Cuál es el porcentaje de cada tipo para el total de los árboles?
- 2 :| ¿Cuál es el porcentaje de cada tipo para el total de los arbustos?
- 3 :| ¿Cuál es el porcentaje de cada tipo para el total de las hierbas?
- 4 :| ¿Cuál es el porcentaje de cada tipo para el total de los musgos?

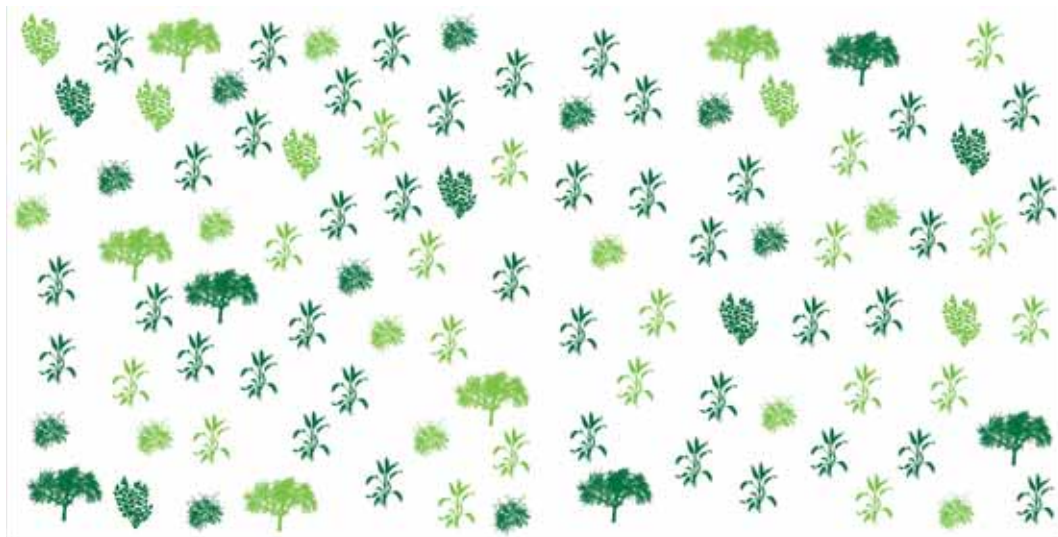
Tabla 2

% por tipos (respecto del total)	Tipo B	Tipo C
% de árboles		
% de arbustos		
% de hierbas		
% de musgos		

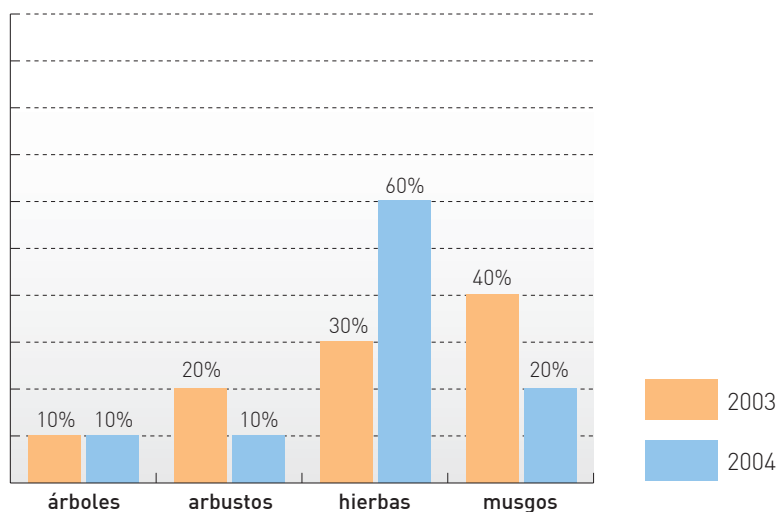
El trabajo realizado le ha permitido conocer la composición de la comunidad vegetal en un momento y en un lugar determinado. Ahora bien, le proponemos que realice el mismo estudio de la comunidad en el mismo lugar pero luego de un año.

Comunidad Verde (primavera del año 2004)

A simple vista resulta que, la composición de la comunidad ha variado de un año a otro.



En el siguiente diagrama se representa la variación de la cantidad de individuos totales de cada grupo presentes en la comunidad en los años considerados (2003-2004).



ACTIVIDAD

15

- ¿Qué ha sucedido con cada tipo en los años considerados?
- Elabore una hipótesis que intente explicar por qué se produjeron los cambios mencionados en el punto **a** :l.
- ¿Cómo se podría revertir la situación de la **Comunidad Verde** analizada en el año 2004?

Los científicos han observado que una comunidad con una alta diversidad biológica, con una gran cantidad de especies interrelacionadas, resulta más estable y resistente a las perturbaciones que una comunidad con baja biodiversidad.

- a:| ¿Qué explicación podría dar de estas observaciones?
- b:| Elabore algunas hipótesis sobre por qué los ecosistemas agrícolas son tan propensos al ataque de plagas.

ACTIVIDAD 16

Las comunidades en el tiempo

La distribución de las especies varía a lo largo del espacio y también del tiempo. Es decir, que las comunidades cambian en su composición a lo largo del tiempo. Este proceso se denomina *sucesión ecológica*.

Algunas especies disminuyen su importancia numérica en determinado período de tiempo y son sustituidas por otras que terminan habitando en el mismo ambiente.

Una forma de sustitución ocurre cuando algunos árboles de un bosque, por ejemplo, se desprenden de sus hojas, o directamente desaparecen por acción humana. Surge entonces un nuevo ambiente (las hojas en el suelo o el terreno sin árboles) que queda a disposición de otros organismos.

También comienza una sustitución en el caso de aquellos terrenos en que no ha habido anteriormente comunidad alguna.

Así ocurre cuando a las dunas de arena recién formadas, libres de toda comunidad, llegan semillas que comienzan a desarrollarse. Posteriormente, al ir cambiando las características del suelo, también irá variando la vegetación.

- :| Volviendo a nuestra *Comunidad Verde* imaginaria; ¿podría afirmar que allí ocurrió una sustitución? En caso afirmativo, ¿de qué tipo?

ACTIVIDAD 17

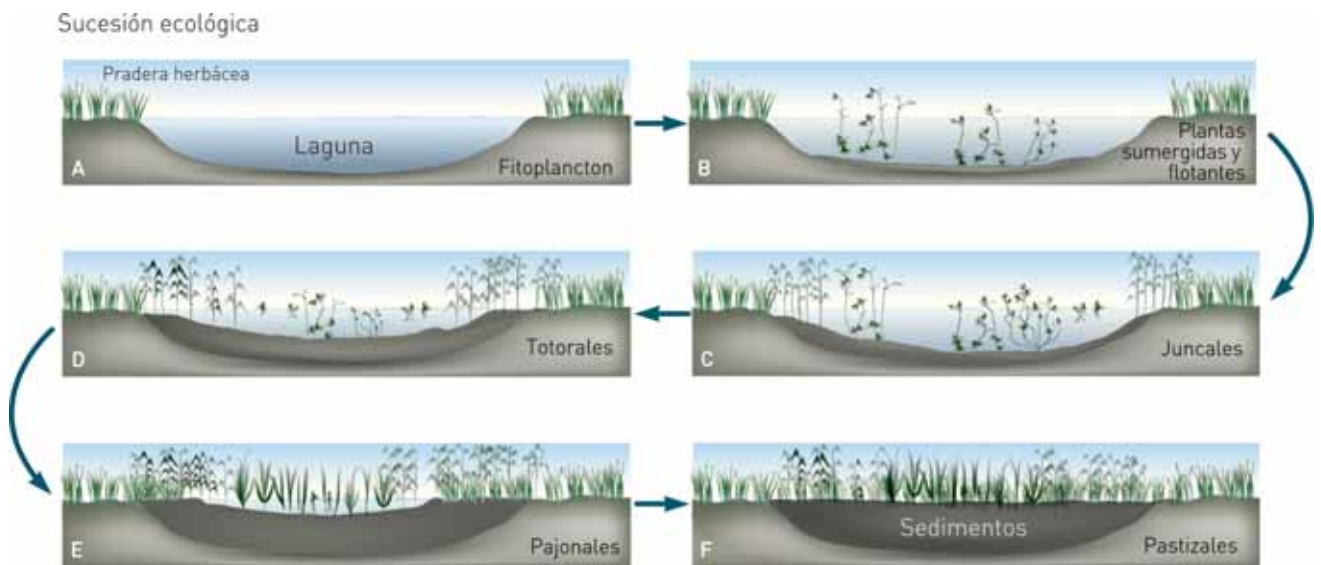
Muchas veces, las sustituciones de comunidades llegan a situaciones de equilibrio en las que la cantidad de individuos que mueren es reemplazada por una cantidad igual de individuos de la misma especie que nacen.

Si esta situación se mantuviera a lo largo del tiempo, se llegaría a un estado de equilibrio, conocido como etapa *clímax* de la comunidad.

Esta etapa puede sufrir perturbaciones, tales como incendios o brucas nevadas. Cuando accidentes como estos ocurren, toda la comunidad sufre una nueva serie de sustituciones sucesivas hasta que tal vez alcance con el paso del tiempo una nueva etapa de estabilidad.

Pero, si consideramos a las comunidades con mayor detenimiento, veremos que aún cuando un bosque o una pradera hayan alcanzado cierta estabilidad, siempre presentaran pequeñas sustituciones.

Por lo tanto, en la práctica no podemos afirmar que las comunidades lleguen en forma definitiva a etapas de estabilidad.



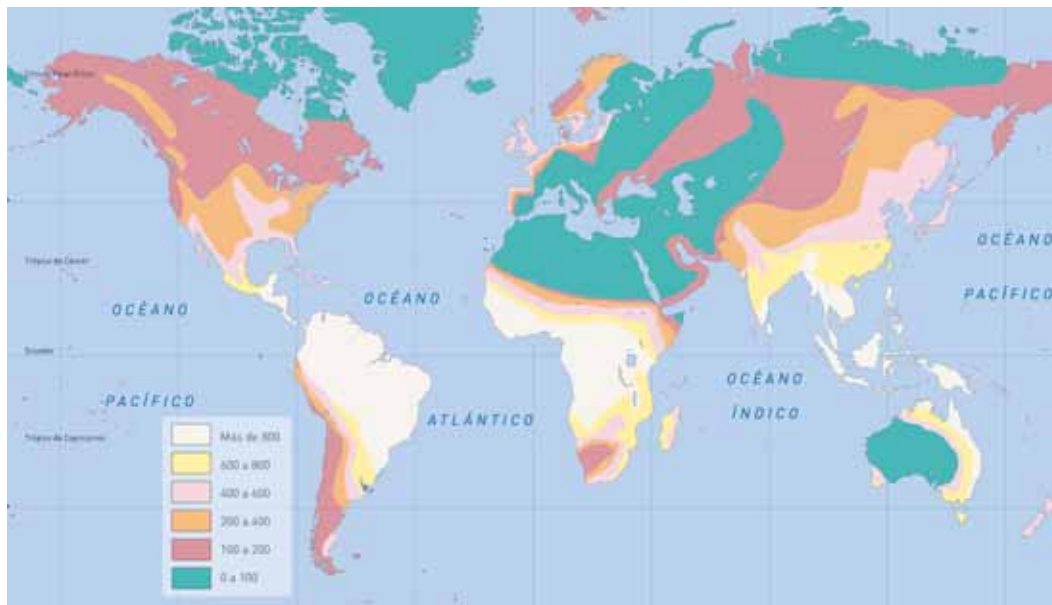
Todos los seres vivos necesitan materia y energía para la construcción de nuevas partes, o para reemplazar otras, o también para las demás actividades que realizan.

A continuación, estudiaremos cómo las comunidades procesan tanto la materia como la energía. Para ello necesitaremos una nueva herramienta, el concepto de **biomasa**.

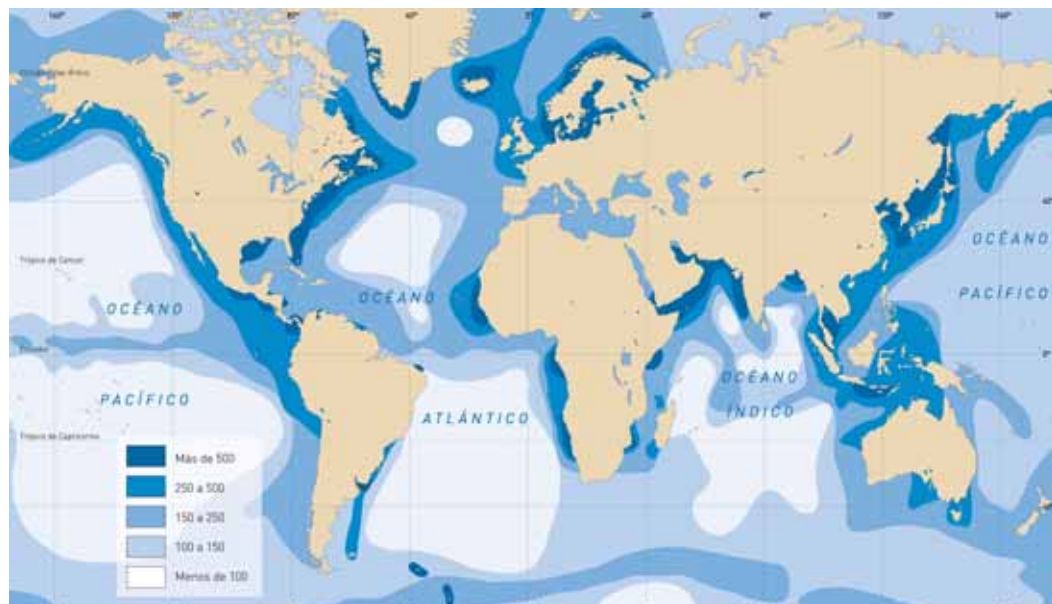
Por biomasa entendemos la masa de organismos por unidad de superficie de terreno (o de volumen en el caso del agua).

La mayor parte de la biomasa de las comunidades está formada casi siempre por plantas, que son sus *productoras primarias* gracias a su capacidad casi exclusiva de fijar CO_2 y sintetizar materia orgánica en la fotosíntesis.

Las algas también son productoras primarias de biomasa, pero según se ha calculado, la cantidad de biomasa que se produce por unidad de área es el doble en las comunidades terrestres que en las acuáticas.



← Productividad primaria neta en ecosistemas terrestres, medida en mg de carbono fijado por m^2 y por día.



← Productividad primaria neta oceánica, medida en mg de carbono fijado por m^2 y por día.

La biomasa incluye los cuerpos enteros de organismos, aún cuando éstos o algunas de sus partes puedan estar muertas. Esta es una característica importante a tener en cuenta pues, por ejemplo en los bosques, las partes muertas de los árboles -durámen y corteza- constituyen la mayor parte de la biomasa.

ACTIVIDAD 18

Asignémosle un peso estimativo por unidad de superficie a cada uno de los diferentes grupos considerados en la comunidad que analizó anteriormente:

Árboles	50 (kg/cm ²)
Arbustos	8 (kg/cm ²)
Hierbas	1 (kg/cm ²)
Musgos	0,1 (kg/cm ²)

a :| Ahora puede calcular, la biomasa de la *Comunidad Verde* para la primavera de cada año. Vuelque los resultados en la Tabla 3.

Para ello, deberá utilizar el cuadrado 1 y calcular el valor de biomasa multiplicando el dato anterior por la cantidad de individuos presentes en el cuadrado.

Tenga en cuenta que el cuadrado 1 ocupa una superficie de 2.6 cm² y que la superficie de los demás cuadrados son múltiplos de este valor.

Tabla 3

	Primavera Año 2003	Primavera Año 2004
Árboles		
Arbustos		
Hierbas		
Musgos		

b :| ¿Podría calcular la biomasa total en cada año?

c :| Elabore una hipótesis que intente explicar los datos obtenidos.

d :| Investigue qué factores podrían influir en la producción de biomasa.

La producción de biomasa no sólo ocurre en los vegetales. Los organismos *heterótrofos* también producen biomasa aunque para fabricarla dependen de los organismos *autótrofos*.

En todos los niveles tróficos de una comunidad se produce biomasa, su cantidad disminuye a medida que pasamos de un nivel trófico a otro: parte de la energía transferida entre los niveles tróficos se pierde sin ser convertida en biomasa.

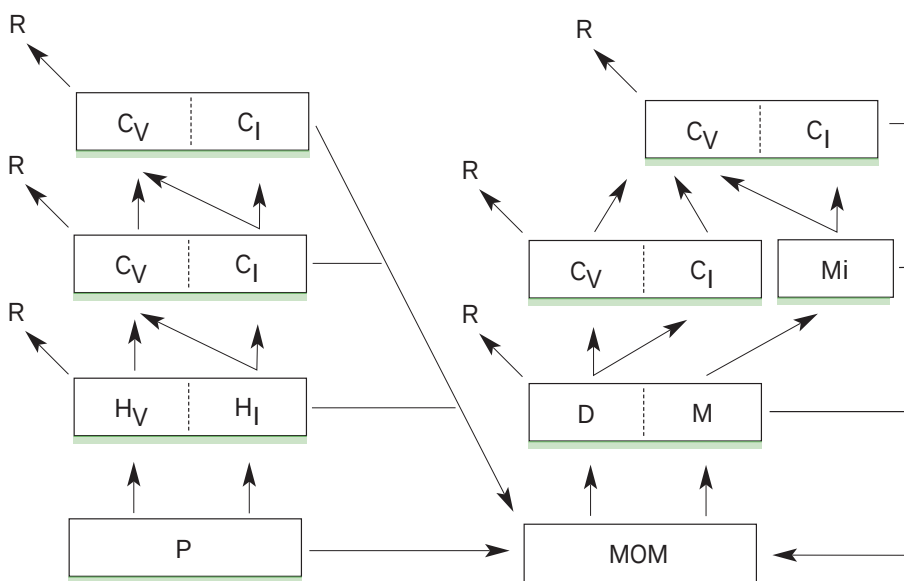
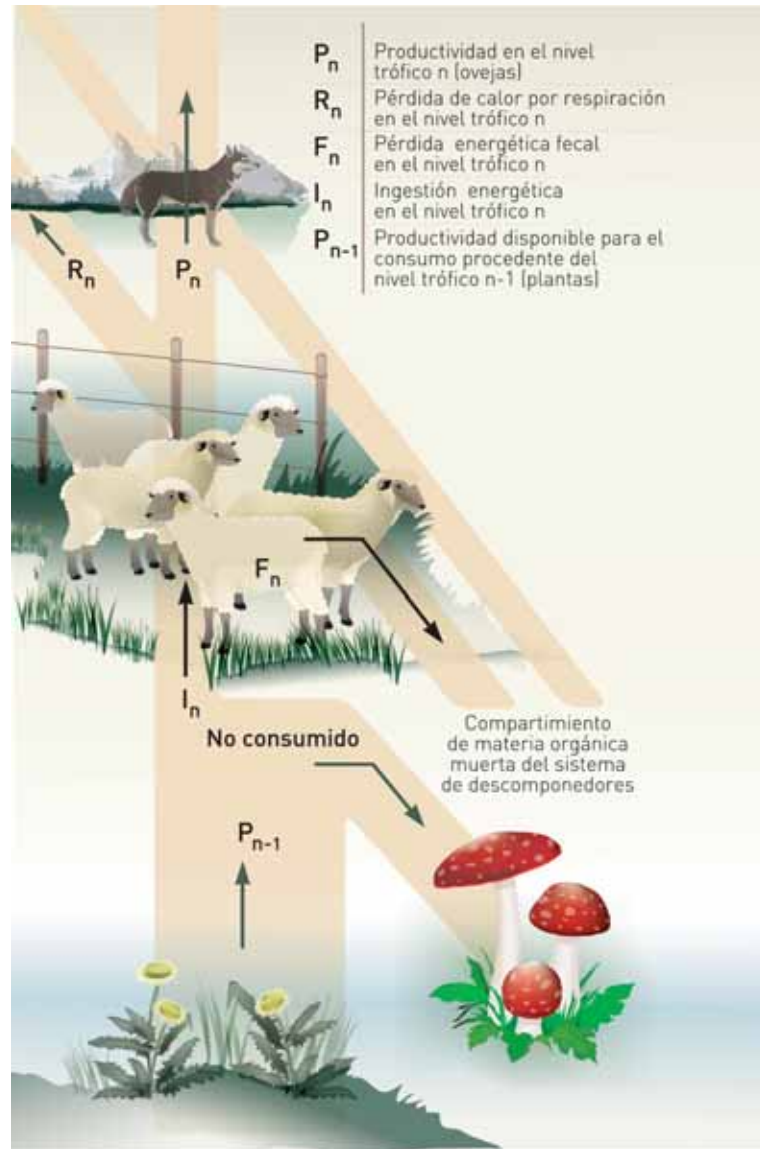
¿Por qué la biomasa de cada nivel trófico es menor que la del anterior? ¿A dónde va a parar la energía que se pierde en cada nivel trófico?

En primer lugar, no toda la biomasa vegetal producida es consumida por los herbívoros. Una gran parte de biomasa vegetal, muere y es utilizada por los *descomponedores* (bacterias, hongos y animales detritívoros).

En segundo lugar, no toda la biomasa vegetal ingerida por los herbívoros es asimilada y queda disponible para ser incorporada por los carnívoros. Una parte se pierde con las heces, pasando también a la comunidad de descomponedores.

Por último, los organismos de cada nivel trófico, degradan alimento durante la respiración y parte de la energía producida en este proceso se pierde en forma de calor.

Si confeccionáramos un modelo general de la estructura trófica y el flujo de energía de una comunidad terrestre tendríamos el siguiente esquema:



C	Carnívoro
D	Detritívoro
M	Microorganismos
Mi	Microbívoro
R	Energía calórica
V	Vertebrado
I	Invertebrado
H	Herbívoro
P	Plantas
MOM	Materia orgánica muerta

ACTIVIDAD 19

:| Le proponemos que teniendo en cuenta el cuadro anterior, confeccione un modelo que represente el flujo de energía y la estructura trófica de la lámina de las páginas 14 y 15.

Para ello, deberá determinar quiénes componen cada nivel trófico y cómo circula la energía en ellos.

La biosfera

Hemos visto que la Ecología estudia los ecosistemas. También sabemos que los límites de todo ecosistema dependen de las características del estudio o investigación que se realice.

Ahora bien podemos preguntarnos ¿cuál es el ecosistema más grande que podemos definir?

ACTIVIDAD 20

:| ¿Cuál es su opinión en relación con la pregunta anterior? Debátalo en el encuentro de tutoría con su profesor y sus compañeros.

En el siglo XIX, el geólogo australiano Eduard Suess, introdujo el concepto de biosfera para designar a la zona de nuestro planeta en la que habitan los seres vivos.

Los límites de biosfera

En el planeta Tierra es posible distinguir algunas partes características que se interponen unas con otras como capas de forma irregular. La litosfera o parte rocosa, la hidrósfera o masa acuosa y la atmósfera esencialmente gaseosa.

Los científicos definen una cuarta capa, constituyente de la Tierra, **la biosfera**. La biosfera en tanto capa de vida se extiende aproximadamente desde unos 10 km de profundidad (en los fondos marinos) hasta unos 14 km sobre el nivel del mar.

El establecimiento de los límites de la biosfera, tiene sus problemas. A cierta altura de la superficie del planeta es posible encontrar formas latentes -esporas- de bacterias y hongos, tal como lo ha demostrado la filtración del aire presente a esas alturas.



¿Qué características tiene la biosfera como capa terrestre que aloja la vida?

En primer término, tiene la particularidad de comprender a porciones de la atmósfera, de la litósfera y de la hidrósfera.

El agua líquida puede estar presente en grandes cantidades y ello es fundamental ya que todos los organismos están compuestos por sustancias químicas complejas dispersas en un medio acuoso.

Además la biosfera está en estrecha comunicación con la atmósfera con la que intercambia gases y tiene como soporte a la litósfera que además le aporta elementos diversos.

En segundo término, recibe un amplio aporte de energía de una fuente externa que es el Sol.

En la actualidad, la energía de la radiación solar entra en los ciclos biológicos casi exclusivamente a través de la producción fotosintética de materia orgánica por los organismos portadores de clorofila, es decir algunas bacterias, algunas algas y las plantas.

Por último, la biosfera no es uniforme y varía tanto a lo largo del espacio como del tiempo. Cada clima y cada paisaje presenta animales y plantas característicos.

|| Cinco reinos sin reyes para la biosfera... por ahora

- :| Lea atentamente este texto y analícelo haciendo esquemas, resúmenes o subrayándolo y poniendo notas al margen.

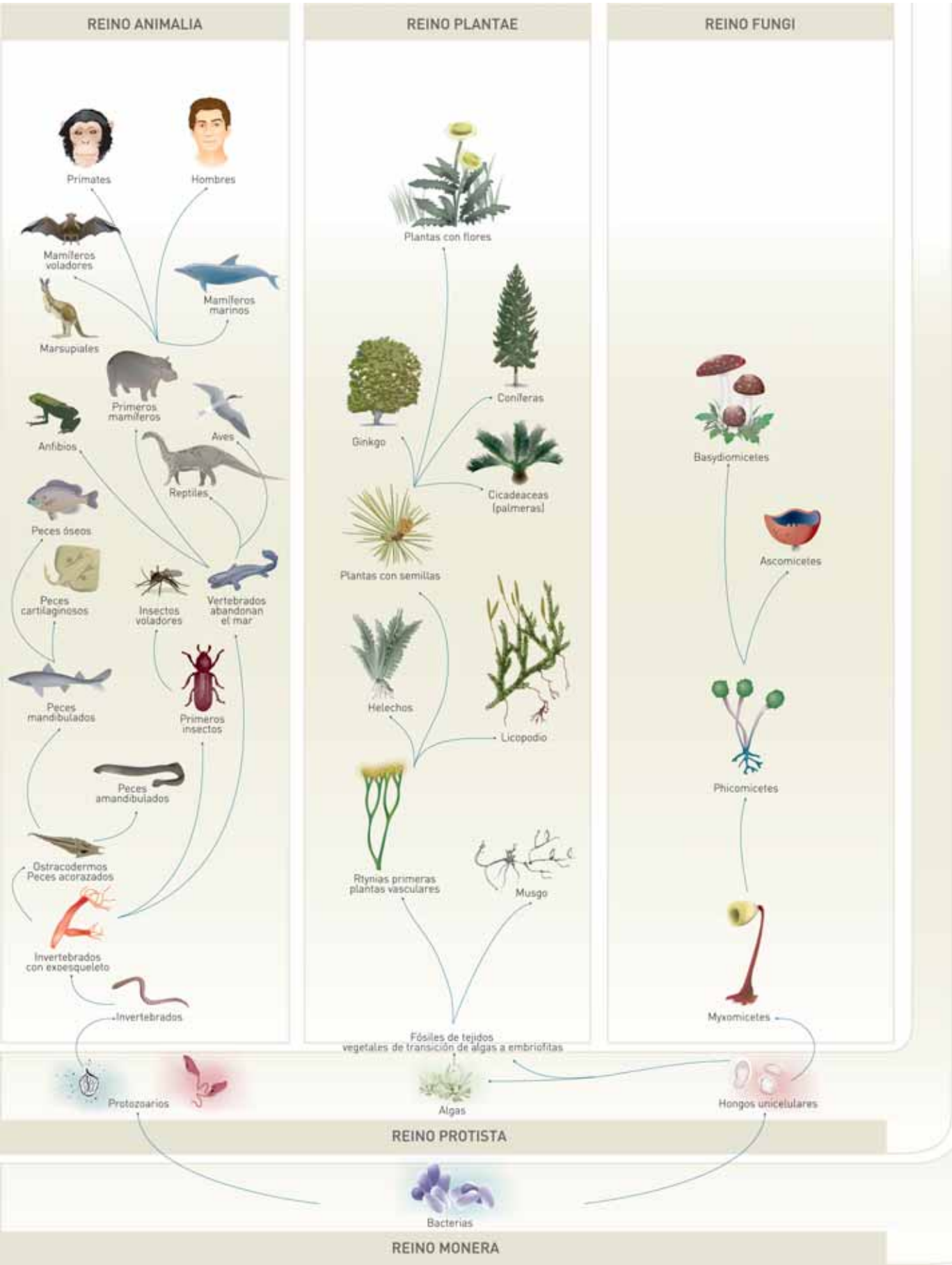
Durante mucho tiempo los hombres de ciencia y las personas en general, consideraban que existían dos reinos en los que se podía dividir el mundo biótico: las plantas y los animales.

Con el desarrollo de instrumentos como los microscopios, que permitieron ver organismos desconocidos, las cosas cambiaron.

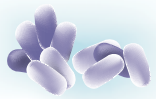
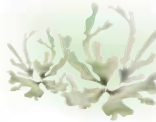
Hace ya más de un siglo, el biólogo alemán Ernst Haeckel, sugirió que se estableciera un tercer reino, *el Protista*. Actualmente se incluyen en este reino a todos los organismos unicelulares con características intermedias entre las plantas y los animales.

Hacia 1969, los hongos fueron clasificados en un reino independiente, al que se llamó *Fungi*. El criterio en que se basó esta decisión fue que ningún hongo realiza fotosíntesis para estar incluido dentro de los vegetales, como era hasta entonces.

Más recientemente, las bacterias y las algas verde-azules, fueron clasificadas en un quinto y último reino denominado *Monera*. Estos organismos tienen algunos mecanismos funcionales que los diferencian de todos los demás organismos conocidos.



En la actualidad, casi todos los biólogos reconocen los cinco reinos mencionados. Podemos resumir las funciones ecológicas de cada reino en el siguiente cuadro:

Reino	Función ecológica
Monera 	Muchos son organismos descomponedores, algunos son autótrofos. Algunos de ellos causan enfermedades y otros son utilizados en procesos industriales biotecnológicos.
Protista 	Algunos son productores de gran importancia, sobre todo en ecosistemas acuáticos, donde forman parte del fitoplancton. Otros, forman el zooplancton, ubicándose en los primeros eslabones de las cadenas tróficas acuáticas.
Fungi 	Son organismos descomponedores, quizá en mayor grado que las bacterias. Algunos, como las levaduras, se utilizan para fabricar alimentos. Otros se utilizan para fabricar medicamentos como los antibióticos.
Plantas 	Representan el 50% de los productores primarios, de toda la biosfera. Son una fuente importante de oxígeno en la atmósfera del planeta.
Animales 	Prácticamente son los únicos consumidores de la biosfera. Algunos son herbívoros, otros carnívoros y también están aquellos que consumen detritos -animales muertos o materia en descomposición-.

ACTIVIDAD

22

- a :| Establezca diferencias y semejanzas entre los conceptos **bioma, biomasa, biosfera**.
- b :| Relacione estos conceptos. Asócielos con otros conceptos que aparecen en el texto.

ACTIVIDAD INTEGRADORA

ACTIVIDAD

23

Le proponemos que junto con sus compañeros eche mano a las "herramientas" estudiadas a lo largo de esta Unidad. Con ellas podrá realizar lo que llamaremos un **Trabajo de exploración ecológica**. Lleve sus avances a la tutoría.

:| **¿Dónde pueden realizar el trabajo?**

Como han visto la localización y determinación de un ecosistema es un atributo de quien lleva a cabo una investigación ecológica. En este caso serán ustedes quienes elijan el ambiente.

Les sugerimos que elijan un ambiente de fácil acceso, así podrán visitarlo cuantas veces crean necesario. Una plaza, algún baldío, y aun el jardín de una escuela, pueden ser lugares apropiados para realizar el trabajo.

:| **Una vez elegido el lugar, deberán construir el ecosistema.**

Para ello fijen los límites del ambiente dentro de los cuales realizarán el estudio. Es decir, deberán responder si analizarán todo el predio o sólo una parte de él. ¿Qué pueden explorar en el ecosistema?

A continuación le proponemos un orden con los pasos de la exploración:

a :| **Enumeración de los elementos y de las relaciones que componen el ecosistema a estudiar.**

¿Cuáles son los componentes abióticos del ecosistema?, ¿Cuáles son los componentes bióticos del mismo? ¿A cuál de los cinco reinos estudiados, pertenecen cada uno de los componentes bióticos presentes en el ecosistema?

Será importante que con los elementos identificados, construyan una lista, lo más completa posible respecto de los componentes del ecosistema. También es posible que reconozcan algunas de las relaciones que se establecen entre algunos elementos identificados. Puede describirlas.

Para esta etapa del trabajo puede ser de gran ayuda, incluso el tomar algunas fotografías de lugar. La observación posterior de éstas, tal vez les permita descubrir componentes y relaciones que no advirtió a primera vista.

b :| Estudio de alguna porción de la comunidad presente en el ecosistema.

Esta etapa del trabajo es la que seguramente, les llevará más tiempo.

Definan qué sector de la comunidad seleccionarán para su estudio.

¿Estudiarán ciertos grupos de vegetales de la comunidad? ¿Cuáles, los de tallo leñoso o las hierbas? ¿Analizarán ciertos grupos animales de la comunidad? ¿Los insectos o los gusanos de la comunidad?

Una vez hecha esta selección, deberán proceder de manera similar a como lo ha hecho al analizar los vegetales de la *Comunidad Verde*.

Para ello, deberán determinar si existen diferentes tipos dentro del grupo estudiado.

Establezcan previamente los criterios que definirán cada "tipo" de organismos. Así podrán luego asignar los individuos identificados a cada uno de los tipos. Previamente, deben establecer los criterios a utilizar para clasificarlos. Por ejemplo, si escogen los árboles de la comunidad como grupo de estudio, podrán identificar los tipos por la forma de las hojas (alargadas, estrelladas, etc.).

Tal vez un dibujo esquemático de las características de los tipos de árboles, les ayude luego para la identificación en el terreno.

c :| La toma y análisis de la muestra.

Una vez establecidos los tipos del grupo escogido para el estudio, deberán tomar una muestra.

Para ello, les sugerimos proceder con el muestreo por cuadrado como lo hicieron en la *Comunidad Verde*.

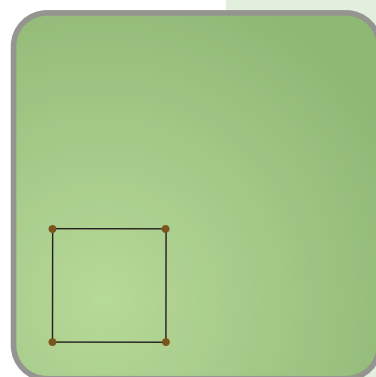
¿Qué dimensiones debe tener el cuadrado?

Para establecerlo es necesario tomar en cuenta las dimensiones de toda el área delimitada, y por ejemplo tomar una muestra que represente aproximadamente el 15 o 20 por ciento de la superficie total.

Por ejemplo, en el caso de una plaza de una manzana, un cuadrado de 15 metros de lado puede ser suficiente para obtener una buena muestra.

Para delimitar el cuadrado en el que tomarán la muestra, pueden ayudarse de un hilo lo bastante largo como para rodearlo por completo y de cuatro estacas que sostendrán el tendido del hilo.

Para tomar la muestra deben proceder de la misma manera que lo hicieron en la actividad de la *Comunidad Verde*. Una vez tomada la muestra, no olviden calcular el porcentaje que representa cada uno de los tipos en el total del grupo estudiado.

ACTIVIDAD 23
[continuación]

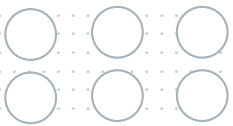
ACTIVIDAD 23
[continuación]**d :| Búsqueda de Información sobre la comunidad estudiada.**

En esta sección, con la ayuda de enciclopedias y visitando bibliotecas, podrán tomar notas sobre las principales características de cada tipo estudiado.

También podrán informarse sobre los requerimientos y necesidades de cada especie.

A partir de la información obtenida podrán tener un panorama respecto a las condiciones ambientales apropiadas para la vida de los organismos analizados y comparar éstas con las condiciones presentes en el ecosistema.

De este modo en el informe final sobre la investigación podrán incluir algunas sugerencias y/o recomendaciones sobre las acciones necesarias para mantener o recuperar las condiciones ambientales apropiadas del área analizada.



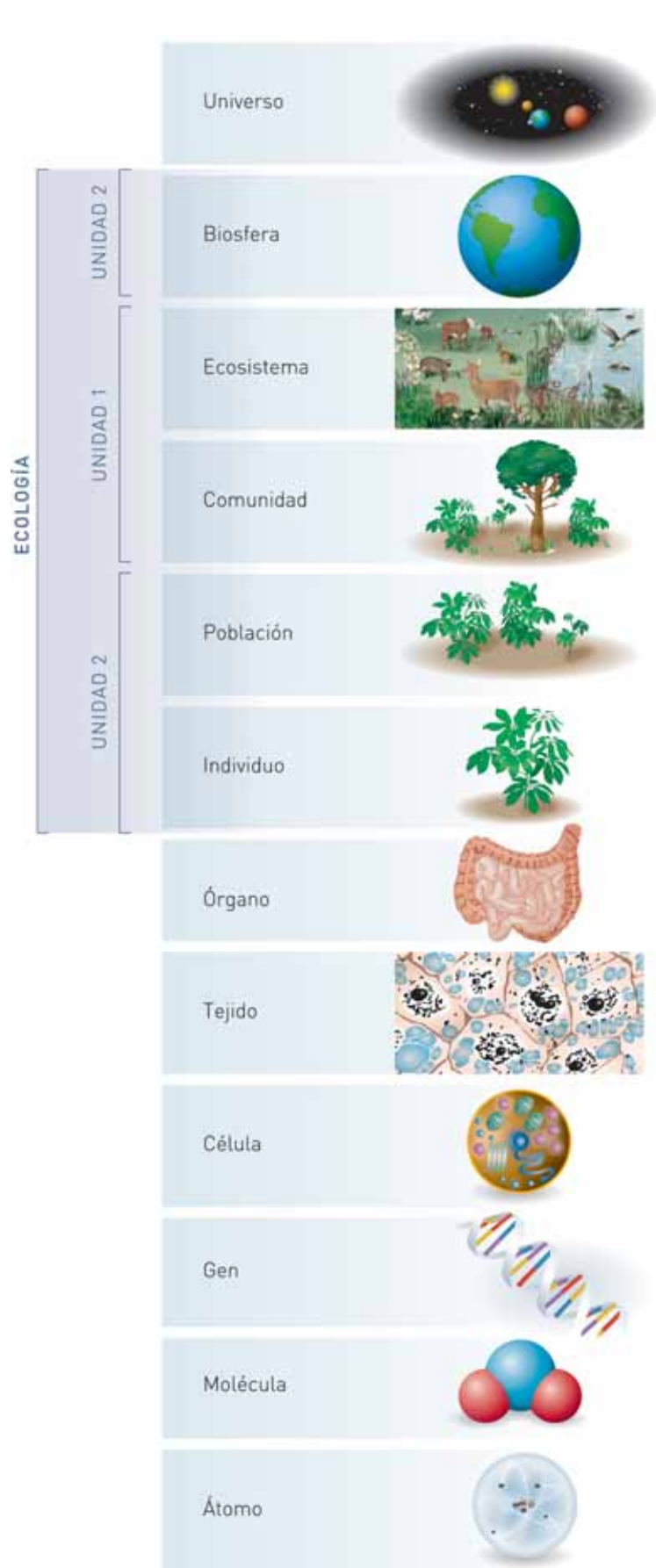
2

UNIDAD

Estudio de
las poblaciones naturales



Ecología de las poblaciones



Vimos en la Unidad anterior que la Ecología estudia las relaciones entre los organismos vivos y su ambiente. Es decir, los ecosistemas constituyen el objeto de estudio de esta ciencia. Pero la Ecología como ciencia posee distintos niveles desde los cuales la realidad natural puede ser analizada. Así, es posible estudiar las relaciones que mantienen los individuos con el medio ambiente que los rodea, o conocer las características de las comunidades de una zona determinada, o bien reconocer los principales procesos biogeoquímicos que ocurren en la biosfera.

En la presente Unidad nos ubicaremos en los niveles que estudian las relaciones de los individuos y las poblaciones con su ambiente.

Una de las características más notables que presenta la relación seres vivos-ambiente, es que la ubicación de un organismo en un determinado ambiente no es arbitraria.

- :| Le proponemos que confeccione una lista de 10 organismos vivos y los respectivos ambientes en los que viven. Le sugerimos que en la lista incluya seres vivos que tengan algún interés para Usted, que le llamen la atención o sobre los que quiera conocer algunas de sus características. A lo largo de la Unidad, iremos analizando algunas características ecológicas de estos organismos.

ACTIVIDAD 24

¿Cómo explica la Ecología la distribución de los organismos? Resulta muy común en muchos textos de Ciencias Naturales utilizar la expresión: *“el organismo x está adaptado al ambiente y...”*, también es muy frecuente indicar las condiciones de vida en que se desarrolla el organismo; así por ejemplo, se suele escribir *“los peces están adaptados a la vida en el agua”*, *“los cactus están adaptados a vivir en desiertos”*, etc.

- :| Decir por ejemplo que un organismo está “adaptado al agua” ¿significa que son los organismos los que se acomodan al ambiente en el que viven? Elabore una breve respuesta.

ACTIVIDAD 25

- :| Lea con atención el siguiente texto:

Paul Kammerer, un biólogo vienés de principios del siglo XX, sostuvo en 1909, haber realizado una serie de experiencias por medio de las cuales probaba la herencia de los caracteres adquiridos por el hábito.

ACTIVIDAD 26

ACTIVIDAD 26

[continuación]

El caso se centró en sus trabajos con el llamado sapo partero, *Alytes obstetricans*, un animal terrestre.

El macho carece del llamado “cepillo copulador”, una serie de callos en las manos y los antebrazos que, durante el acoplamiento en tierra, se adhieren al cuerpo de la hembra.

Pero hay muchas especies de sapos y ranas que se acoplan en el agua para reproducirse y sí poseen estos cepillos. Según un razonamiento bastante habitual en muchas personas, se puede decir que los anfibios acuáticos necesitan de estos cepillos, ya que sin ellos les resultaría difícil realizar el abrazo para la cópula y se resbalarían.

Siguiendo con esta idea, *Alytes* no necesitaría de estos cepillos ya que su reproducción es terrestre.

Kammerer afirmó haber inducido a unos sapos parteros a reproducirse en el agua. Más aún, sostuvo que estos *Alytes* machos que se unían en el agua adquirirían los cepillos copuladores y que este carácter se transmitía a los descendientes.

Investigaciones posteriores revelaron que los trabajos habían sido preparados y jamás se pudo comprobar que el sapo partero adquiriera esos cepillos.

:| Le proponemos que resuelva lo siguiente:

- a :| Explique, basándose en sus conocimientos, por qué el caso anterior no puede ocurrir en la naturaleza.
- b :| Elabore una breve reflexión sobre la posibilidad de que los organismos puedan modificar sus cuerpos por necesidad cuando están en un ambiente.

Para comprender mejor el concepto de adaptación, analizaremos a continuación algunos aspectos señalados ya por Charles Darwin en su teoría sobre la evolución por selección natural. Puede consultar también el Libro 6 de Ciencias Naturales de EGB.

Darwin señala que:

- Los individuos que constituyen una población no son todos idénticos entre sí. Por el contrario, muestran variaciones, a veces muy pequeñas. Estas variaciones pueden estar dadas por el tamaño, la tasa de desarrollo, la respuesta a los cambios de temperatura, entre otras muchas.
- Por lo menos una parte de estas variaciones es hereditaria. En otras palabras, los descendientes reciben los genes de sus progenitores. De manera que al mismo tiempo que presenta variaciones, la descendencia muestra también una tendencia a compartir características con los progenitores.
- Todas las poblaciones tienen la potencialidad de poblar toda la Tierra. Pero tener la capacidad potencial de hacerlo no significa que lo hagan. Más aún, no lo hacen.

- Los distintos individuos dejan un número distinto de descendientes.
- El número de los descendientes que deja un individuo depende, aunque no por completo, de la interacción entre el individuo y el ambiente.
- La selección natural consiste justamente en la reproducción diferencial (distinta) de los individuos dentro de una población. Aquellos organismos que poseen algunas características más favorables para sobrevivir y reproducirse nuevamente son seleccionados positivamente. Los organismos que no poseen tales características casi con seguridad, se extinguirán.

Podemos afirmar entonces que los organismos de una determinada generación están “adaptados” a sus ambientes por las generaciones anteriores. Es decir, las condiciones ambientales del pasado en las que vivieron sus antecesores funcionaron como un “filtro” para las características genéticas de cada grupo.

La palabra “adaptación” no supone de ninguna manera que los organismos tengan la “intención” de acomodarse a un ambiente, ni que puedan llegar a suponer cómo será ese ambiente en el futuro.

Por el contrario, los organismos no están preparados para el futuro y ni siquiera están, a pesar de lo que parezca, completamente adaptados a sus ambientes actuales.

Los organismos que viven en la actualidad son consecuencias del pasado y por lo tanto, tal vez sea más apropiado decir que ellos han sido adaptados (“filtrados”) por sus ambientes.

Una simulación de selección natural

A manera de ejemplo, le proponemos analizar mediante una experiencia sencilla cómo interviene la selección natural sobre una población a lo largo de las generaciones. Intentaremos determinar cómo una característica genética perjudicial disminuye su frecuencia en la población en pocas generaciones.

Supongamos que partimos de una población de individuos AZULES.



Supongamos también que en esta población surge por azar un cambio genético (mutación). Dicho cambio genético hace que los individuos que lo presentan sean de color ROJO.



En nuestra población hipotética aparece pues un individuo de color ROJO. Si esta mutación es dominante y perjudicial (es decir, los individuos ROJOS tienen menos probabilidades de sobrevivir que los individuos AZULES), entonces, un individuo AZUL será genotípicamente **nn**, uno ROJO será **NN** ó **Nn**.

Veamos cómo evoluciona esta población compuesta por cinco individuos AZULES y un mutante ROJO en sólo dos generaciones.

- 1 | Para ello en primer lugar, debemos cruzar por parejas a los distintos individuos. Podemos hacerlo, por ejemplo, comenzando de izquierda a derecha y así cruzaremos a **1** con **2**, a **3** con **4** y a **5** con **6**.

A continuación tire el dado una vez para cada pareja, y el número que salga en cada caso indicará el número de descendientes que esa pareja tendrá.

- 2 | Los hijos de padres AZULES serán sin duda AZULES, ya que: **nn x nn** da descendencia **nn**.

Pero, ¿qué ocurre con los hijos de la pareja formada por un individuo AZUL y otro ROJO? **nn x Nn** dan hijos **Nn** y **nn** (suponemos que el progenitor ROJO es **Nn** debido a que es más probable que la mutación haya ocurrido una vez).

Para ver si los hijos de la tercera pareja son AZULES o ROJOS, tiramos el dado nuevamente una vez para cada uno del total de hijos que le asignó a la pareja. Si sale 1, 3 o 5 (número impar) suponga que son AZULES, y si sale 2, 4 o 6 (número par) suponga que son ROJOS.

Como el resultado de cada tirada es al azar y existe la misma probabilidad de que en una tirada salga un número impar o par, podemos “comparar” este modelo-juego con lo que ocurre en la naturaleza.

Para continuar supongamos que al tirar por primera vez el dado salió un número impar y por lo tanto el individuo es AZUL. En la segunda tirada suponemos que salió un número par y por lo tanto el individuo es ROJO.

Como dijimos, no todos los individuos tienen la misma probabilidad de supervivencia. Recuerde que el color ROJO determina una menor probabilidad de supervivencia.

- 3 | Ahora usaremos nuevamente el dado, pero esta vez para determinar las posibilidades de supervivencia de cada descendiente de las parejas anteriores. Tiramos el dado para cada descendiente de las parejas armadas. Sólo el número 6 indica la muerte de los individuos AZULES. Es decir, que tienen 1/6 de probabilidades de morir. En el caso de los individuos ROJOS, las “reglas del juego” indican que ellos mueren si sale número par. De modo que tienen un 3/6 (1/2) de probabilidades de morir.

- 4 | A continuación, analicemos qué sucede en la segunda generación (F2) de descendientes. Para ello, debemos repetir algunos de los pasos anteriores. Comenzamos de izquierda a derecha como antes, armando las parejas que se cruzarán. Si algún individuo queda aislado, vamos a suponer que no se reproduce. Luego, tiramos una vez el dado para cada pareja y al igual que antes, el número que resulte indicará la cantidad de hijos que tiene.

- 5 |** Ahora usamos el dado nuevamente. La primera tirada indicará si el individuo es AZUL o ROJO. La segunda tirada indicará la posibilidad de supervivencia de cada uno.

Consideremos una tabla posible (usted puede construir una semejante con sus propios resultados).

	Individuos normales (azules) 	Individuos mutantes (rojos) 	Totales
Población inicial	5	1	6
F1	11	1	12
F2	19	2	21

- 6 |** Luego de construir la tabla con las cantidades absolutas de cada tipo de individuos de la población, en las tres generaciones analizadas, construimos una nueva tabla, pero utilizando los valores porcentuales.

En nuestro ejemplo, la tabla sería la siguiente:

	Individuos normales (azules) 	Individuos mutantes (rojos) 	Totales
Población inicial	83,33%	16,67%	100%
F1	90,48%	9,52%	100%
F2	91,66%	8,33%	100%

Se puede observar cómo la frecuencia (en este caso medida en porcentaje) de individuos mutantes ha ido disminuyendo de generación en generación.

¿A qué se debe la disminución? Se trata del efecto de la selección natural que actúa disminuyendo la probabilidad de vida, y por lo tanto de reproducción de los individuos portadores de una mutación perjudicial (en el juego los individuos ROJOS).

- 7 |** Ahora, suponga que la mutación ROJA es muy perjudicial para los individuos que la portan. Es decir, los individuos que la poseen tienen muy pocas probabilidades de sobrevivir.

En el juego de dados, podríamos por ejemplo establecer que:

... Los individuos AZULES (al igual que antes) mueren sólo si sale 6.

... Los individuos ROJOS mueren si sale 2, 3, 4, 5 y 6. Como la mutación es muy perjudicial, los rojos sólo tienen una probabilidad entre 6 (1/6) de sobrevivir.

Recordemos que en la naturaleza también se presentan situaciones en las que los individuos portadores de cierta mutación tienen escasísimas probabilidades de sobrevivir. Cuando así ocurre, los biólogos afirman que existe una gran presión de selección.

Lo que sucede es que la velocidad con la que varían las frecuencias genéticas es muy alta.

ACTIVIDAD 27

∴ Analice la siguiente situación:

Suponga que la mutación es ahora mucho más beneficiosa. Es decir, ante la ocurrencia de un cambio en el ambiente, los individuos ROJOS resultan en las nuevas condiciones mucho mejor adaptados.

¿Qué se debería esperar que ocurra con la frecuencia genética de los mutantes ROJOS?

SÍNTESIS

A modo de síntesis de esta parte, podemos decir que lo que determina la eficacia biológica de un individuo en una población es la contribución que hace a las generaciones futuras. Los individuos más eficaces en una población son los que dejan un mayor número de descendientes, en relación con el número de descendientes de otros individuos (menos eficaces) de la población.

Pero ya vimos qué ocurre si hay un cambio en las condiciones ambientales. La selección natural favorece a los más eficaces entre los individuos reales de una población. Es decir, los favorecidos, son los más eficaces por el momento, o lo que es lo mismo, los que están adaptados por el momento. Si las condiciones se modifican, se modificará la situación de los individuos y otros pueden ser los eficaces.

¿Los seres vivos son perfectos?

Los seres vivos presentan rasgos que les permiten establecer una mejor relación con el ambiente y transmitir esa cualidad a la descendencia.

¿Corren más rápido? ¿Digieren sus alimentos aprovechándolos mejor?

¿Resisten mejor el frío o el calor? ¿Absorben más luz solar?

El proceso de adaptación tiene la capacidad de modificar diseños anatómicos. Pero este proceso de "filtrado" no tiene un poder infinito. No es posible diseñar formas teóricamente óptimas para cualquier situación.

Por ejemplo, no es posible que aparezcan animales con ruedas para correr más rápido y aprovechar mejor la energía.

Los animales no “descubrieron” las articulaciones esféricas, aunque sí podemos encontrar ese modelo en el flagelo de las bacterias.

La selección natural es un proceso histórico, que sólo actúa sobre el material disponible. Muchas veces aparecen “imperfecciones” que resultan montaje de las piezas disponibles en ese organismo en ese momento.

Nuestro mundo no es un lugar óptimo, perfectamente ajustado a las fuerzas de la selección natural. Es un sistema complejo de relaciones.

Los cambios en los ambientes

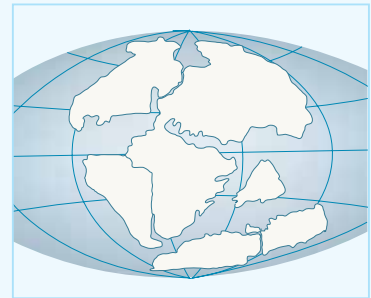
Los acontecimientos del pasado del planeta pueden tener enormes repercusiones para el presente. Los organismos viven y ocupan lugares en el mundo por razones que, por lo general, son accidentes de la historia. A continuación, analizaremos dos cuestiones que tienen especial relevancia para comprender por qué están los diferentes seres vivos en un ambiente.

Por un lado, la curiosa distribución de los organismos en los distintos continentes, aparentemente inexplicable en términos de dispersión a gran distancia, condujo a sugerir la teoría del desplazamiento de los continentes conocida como la Teoría de la Deriva Continental.

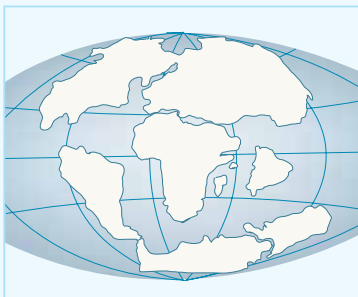
Planeta Tierra en sus comienzos



Fractura



Reorganización

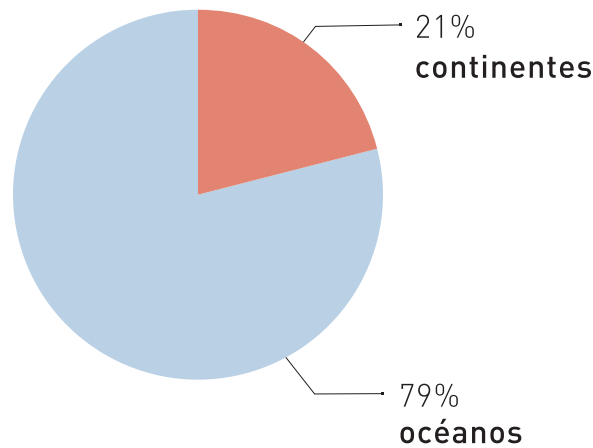


Disposición actual



Por otro lado, los cambios en el clima se han producido en escalas de tiempo más breves que los movimientos de las masas de tierra, y gran parte de la distribución que observamos en la actualidad en las especies representa fases de recuperación respecto a variaciones del clima pasado.

En la actualidad, los océanos cubren 361.000.000 km², lo cual representa el 79% de la superficie terrestre total; los otros 149.000.000 km², el 21% restante, corresponde a los bloques terrestres.



Los seres vivos en ambientes cambiantes

Como vimos, ningún ambiente es constante a lo largo del tiempo, pero algunos son más constantes que otros. En Ecología se pueden distinguir tres categorías de cambio ambiental:

- **Cambios cíclicos:** que siguen un ritmo repetitivo, como los ciclos estacionales, los movimientos de las mareas y los períodos de luz y oscuridad a lo largo del día.
- **Cambios direccionales:** en los que la dirección del cambio se mantiene a lo largo de un período, que puede ser prolongado en relación con la duración de la vida de los organismos que lo experimentan. Por ejemplo, la erosión de una zona costera, el depósito de sedimentos en un estuario y los ciclos de glaciación.
- **Cambios erráticos:** que no muestran un ritmo ni una dirección constante. Por ejemplo, la llegada de grandes lluvias, los huracanes, las tormentas e incendios provocados por rayos, entre otros.

La única forma en que los organismos se ajustan a un ambiente variable es cambiando ellos mismos su propio comportamiento. Existen dos modos principales en que los organismos regulan sus respuestas a las variaciones del ambiente:

- Cambiando en respuesta al cambio ambiental. Por ejemplo, el florecimiento de los cactus con la llegada de la lluvia.

- Utilizando una señal que anticipa ese cambio. Por ejemplo, un mamífero que predice el acortamiento de las horas de luz en la época de frío desarrollando un pelaje espeso.

En un ambiente cualquiera, los seres vivos establecen relaciones con las condiciones y los recursos existentes.

Una **condición ambiental** se define como un factor abiótico que varía en el espacio y en el tiempo y a la que los organismos responden de modo distinto. Ejemplos de condiciones ambientales son: la temperatura, la humedad, el pH, la salinidad, la velocidad de la corriente, la concentración de contaminantes, entre otros. Es decir, las condiciones ambientales no pueden ser ni consumidas ni agotadas por un organismo. Ni tampoco abundan o escasean por la presencia de otro organismo, sólo pueden variar.

A continuación analizaremos algunas condiciones ambientales.

Temperatura y humedad

Popularmente, los seres vivos pueden clasificarse, teniendo en cuenta su relación con la temperatura, en organismos de “sangre caliente” y organismos de “sangre fría”. En Ecología los seres vivos se clasificaban generalmente en homeotermos y poiquilotermos respectivamente. En la actualidad, existe otra clasificación más ajustada:

- **Organismos endotermos:** se trata de aquellos seres vivos que regulan su temperatura corporal mediante la producción de calor dentro de su propio cuerpo. Entre estos organismos se ubican las aves y los mamíferos.
- **Organismos ectotermos:** son los que dependen de fuentes externas de calor. En este grupo se ubican el resto de los animales, las plantas, los hongos y los protistas.

De todos modos, con esta nueva clasificación también quedan muchos organismos que no se pueden ubicar claramente en ninguno de los dos tipos. Por ejemplo, existen diversos reptiles, peces e insectos (como ciertas abejas, mariposas nocturnas y libélulas) que utilizan el calor generado por el propio cuerpo con el fin de regular su temperatura corporal durante períodos limitados. En algunas plantas, el calor metabólico mantiene una temperatura relativamente constante en las flores, como es el caso del *Phylodendron*. Por su parte, existen aves y mamíferos que detienen o disminuyen su capacidad endotérmica cuando las temperaturas son muy extremas.

Muchas veces se considera erróneamente, que los ectotermos son primitivos y los endotermos más evolucionados. Pero tanto unos como otros viven entre temperaturas ambientales que les son óptimas y más allá de esos límites, las estrategias de termorregulación no son suficientes.

ACTIVIDAD 28

- :| Clasifique a los organismos presentados en la Actividad 24 de acuerdo con el modo en que regulan la temperatura.

Se ha transformado en un lugar común decir que los seres vivos dependen enteramente del agua. Los animales terrestres viven en el aire, que tiene una concentración de agua más baja que la de los propios animales. Por ello, todos tienden a perder agua por evaporación y a través de la excreción de productos residuales.

Cuanto mayor sea la humedad relativa ambiente (HRA), menor será la diferencia entre el animal y su ambiente, y menor será también la necesidad del animal de reducir o compensar pérdidas de agua. En los ambientes tanto la HRA como la temperatura y la velocidad del viento, están muy interrelacionadas.

Los organismos cuya distribución se halla más afectada por la humedad son aquellos animales terrestres que si los analizamos por el modo en que controlan su equilibrio hídrico son “acuáticos”. Los anfibios, los isópodos terrestres, los nematodos, las lombrices de tierra y los moluscos están confinados, al menos en sus fases activas (cuando se reproducen), a microambientes en los que la HRA es del 100 por ciento o muy próxima a estos valores.

ACTIVIDAD 29

La mosca

La mosca del vinagre (*Drosophila subobscura*) vive habitualmente en zonas boscosas (de HRA elevada) y sólo esporádicamente se desplaza hacia zonas abiertas (de HRA baja). Al igual que otros insectos, esta mosca tiene un exoesqueleto impermeable, pero pierde agua a través de sus superficies respiratorias. *Drosophila* sólo vuela (actividad en la que gasta mucha energía) en determinados momentos del día: después del amanecer y antes del anochecer. En estos momentos la temperatura es más baja y la HRA más elevada.

- :| ¿Qué pasaría si en cambio *Drosophila* volara en horas del mediodía? Justifique su respuesta.

El nicho y las condiciones ambientales

Luego de haber estudiado algunas relaciones entre los organismos con la temperatura y la humedad, podemos avanzar ahora sobre otra de las principales herramientas teóricas con que cuenta la Ecología. Se trata del concepto de **nicho ecológico**.

Podemos decir que los organismos de cualquier especie sólo pueden sobrevivir, crecer, reproducirse y mantener una población viable, dentro de ciertos límites de temperatura. Decimos en Ecología, que estas temperaturas constituyen el nicho ecológico de la especie en una dimensión de su ambiente, en este caso la temperatura.

También podemos pensar que los organismos de cualquier especie sólo pueden sobrevivir, crecer, reproducirse y mantener una población viable dentro de ciertos límites de humedad. Estos límites de humedad constituyen el nicho ecológico de la especie en la dimensión humedad.

Así, podría estudiarse el nicho ecológico de una especie con relación a otras dimensiones como la salinidad, el pH, las corrientes y los contaminantes, entre otras.



El nicho ecológico puede concebirse entonces como un conjunto de dimensiones dentro de las cuales la especie puede mantener una población viable.

Este concepto es en la actualidad, uno de los pilares del pensamiento ecológico.

Es importante comprender que un nicho ecológico no es algo que se pueda ver. Se trata de un concepto que agrupa a todas las necesidades de un organismo. Es decir, se refiere a la totalidad de condiciones ambientales y de recursos necesarios para que un organismo mantenga una población viable.

Los recursos del ambiente

- a :| Haga un listado de elementos que considera recursos naturales.
- b :| Clasifique los elementos seleccionados de acuerdo a su utilización.
- c :| Identifique aquellos recursos que considere indispensables para la vida.

La palabra “recurso” presenta significados diferentes en la vida cotidiana. Se habla de recursos económicos, técnicos, lingüísticos, naturales, educativos, entre otros. En Ecología utilizamos el concepto de recursos para referirnos a cantidades de elementos diversos que pueden ser reducidos a causa de la actividad del organismo.

ACTIVIDAD

30

Los recursos de los organismos son, principalmente, los materiales con que están constituidos sus cuerpos, la energía que interviene en sus actividades y los lugares o espacios en los que pasan sus ciclos vitales. Se habla entonces de recursos alimenticios, energéticos, etc.

El estudio de los recursos es particularmente importante en Ecología, si consideramos que las diferentes maneras en que un organismo consume algún recurso influye sobre lo que queda disponible para los demás individuos (de la misma o de otra especie).

Analizaremos a continuación la relación que establecen los seres vivos con algunos recursos.

La radiación solar es la única fuente de energía que las plantas verdes pueden utilizar para sus actividades metabólicas. La energía llega hasta una planta ya sea de modo directo o después de haber sido difundida por la atmósfera y reflejada por otros objetos. Las cantidades dependen de la cantidad de polvo existente en el aire y, particularmente, del grosor de la capa de aire que se encuentra entre el Sol y la planta.

Cuando una hoja intercepta energía radiante, esta puede ser reflejada, transmitida o absorbida. Una parte de la energía absorbida puede llegar a los cloroplastos y activar el proceso de fotosíntesis.

La energía radiante convertida durante la fotosíntesis sólo pasa una vez por la Tierra. Esto es exactamente lo contrario de lo que ocurre con un átomo de nitrógeno o carbono, o con una molécula de agua, que pueden girar repetidamente a través de infinitas generaciones de organismos. Es decir, que la radiación solar es un recurso continuo, pero que se aprovecha en forma diferencial. La mayor eficacia de utilización de luz que se ha encontrado en las plantas es de entre el 3 y el 4,5 por ciento y ha sido obtenida en microalgas marinas cultivadas a intensidades bajas. En bosques tropicales, los valores son del 1-3 por ciento y en los bosques templados de 0,6-1,2 por ciento. Si bien estos niveles pueden parecer muy bajos, de ellos depende toda la energética de los ecosistemas.

Ya habrá estudiado en otros Módulos de Ciencias Naturales que tres recursos: la luz, el dióxido de carbono y el agua, intervienen directamente en el proceso de fotosíntesis.

ACTIVIDAD 31

- :| Realice un breve informe sobre las principales características que presentan los procesos de respiración y fotosíntesis.

Otro recurso ambiental es el dióxido de carbono, utilizado en la fotosíntesis es obtenido casi totalmente de la atmósfera. En un ecosistema terrestre, el flujo de CO_2 es ascendente. Se produce principalmente durante la noche, desde el suelo y la vegetación hacia la atmósfera.

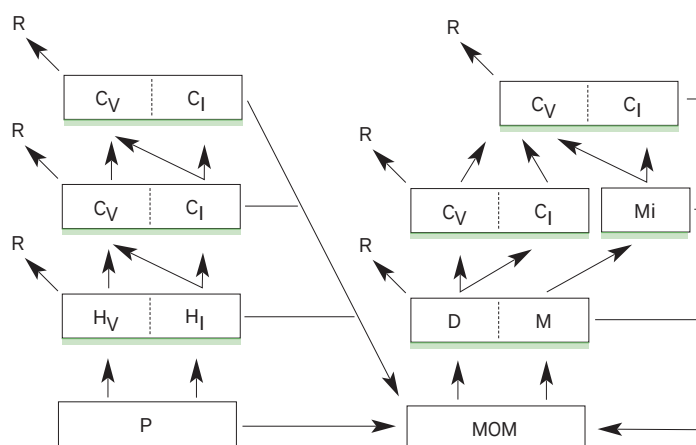
El agua empleada en la fotosíntesis es ínfima comparada con el volumen que pasa a través de la planta en el transcurso de este proceso. Ningún organismo ha desarrollado membranas que permitan el paso de dióxido de carbono impidiendo al mismo tiempo el paso de vapor de agua (la molécula de agua es más pequeña). Así, cualquier planta que obtiene dióxido de carbono de la atmósfera (o lo pierde), perderá agua al mismo tiempo.

Otro recurso es el oxígeno. Sólo algunos organismos procariotas pueden vivir sin oxígeno. Cuando los materiales orgánicos se descomponen en un ambiente acuático, la respiración microbiana impulsa una demanda de oxígeno (DBO) que puede limitar los tipos de animales superiores capaces de persistir en aquel ambiente. A tal punto, que las raíces de muchas plantas no pueden crecer en un suelo saturado en agua.

También los seres vivos constituyen recursos para otros seres vivos. Seguramente habrá estudiado en qué consiste una cadena alimentaria. Siempre se inicia con los llamados “productores”, organismos autótrofos que asimilan recursos inorgánicos, formando paquetes de moléculas orgánicas que se convierten en recursos de los heterótrofos. En cada eslabón de una cadena trófica es posible reconocer tres vías hacia el siguiente nivel:

- **La descomposición:** los cuerpos (o parte de ellos) y los productos residuales se convierten en recursos para los descomponedores.
- **El parasitismo:** el cuerpo es utilizado como recurso estando aún vivo.
- **La depredación:** el organismo o parte de este sirve de alimento para otros.

:| Elabore una descripción del siguiente gráfico. Incluya ejemplos en cada nivel analizado.



C	Carnívoro
D	Detritívoro
M	Microorganismos
Mi	Microbívoro
R	Energía calórica
V	Vertebrado
I	Invertebrado
H	Herbívoros
P	Plantas
MOM	Materia orgánica muerta

Los recursos que utiliza un organismo son diversos. Si pensamos que por ejemplo, cada vegetal necesita un promedio de entre 20 y 30 recursos diferentes para completar su ciclo vital, se puede imaginar que estudiar en detalle la relación de un ser vivo con cada recurso no es un tema sencillo.

Los recursos que utilizan los seres vivos pueden ser clasificados en:

- **Recursos esenciales:** cuando sobre dos recursos, uno es incapaz de sustituir a otro. Por ejemplo, con la luz y CO_2 , la actividad fotosintética puede ser mantenida por la luz dependiendo de los niveles de CO_2 disponibles.
- **Recursos sustituibles:** cuando uno puede reemplazar a otro. Por ejemplo, las semillas de trigo o cebada para la dieta de un pollo de granja, o la cebra y la gacela para la dieta de un león.

III El nicho y los recursos

El espacio vital en el que se desarrolla la vida de un organismo también puede ser considerado un recurso.

Si pensamos que todos los seres vivos ocupan un espacio y en cierto modo compiten por él, el espacio se convierte en un recurso potencialmente limitante cuando el aumento de individuos limita la actividad de quienes lo cohabitan.

Así, los animales llamados territoriales transforman el espacio en un recurso. Si un individuo **A** reduce el nivel de un recurso y el individuo **B** reacciona ante esta reducción, el hábitat se convierte en un recurso. Por ejemplo, es el caso de las lagartijas por los lugares soleados, lugares de anidamiento o escondites.

También ocurre entre las aves y los animales superiores. El nivel de conflicto aparece directamente cuando por ejemplo los individuos **A** y **B** buscan capturar el mismo espacio reaccionando ante la presencia del otro.

Ya vimos que el nicho ecológico comprende el conjunto de las dimensiones que determinan la supervivencia y la posibilidad de reproducirse de una especie determinada. Estas dimensiones comprenden tanto las condiciones como los recursos.

ACTIVIDAD 33

- :| Elabore un breve informe con la descripción del nicho ecológico de alguna de las especies que propuso en la Actividad 24. Incluya en su trabajo por lo menos cinco dimensiones (incluya condiciones y recursos).

Las vueltas de la vida

La mayoría de los museos de historia natural muestran una colección de organismos adultos maduros. Pero la variedad de la naturaleza no puede ser comprendida adecuadamente a partir de ese único momento de la vida de un organismo. Por el contrario, es necesario reconocer todo su recorrido vital. Con esto queremos señalar que el nicho ecológico de un organismo también varía a lo largo de la vida. La selección natural, como vimos, favorece la vida de aquel organismo que está mejor ajustado (no perfectamente adaptado) a las numerosas y variadas exigencias, a menudo conflictivas, que plantea el ambiente.

Señale algunas de las principales modificaciones que sufren a lo largo de la vida los organismos que incluyó en la Actividad 24.

ACTIVIDAD **34**

Las poblaciones en la naturaleza

Comenzamos aquí a estudiar otro de los niveles de organización en Ecología. Ya no se trata de analizar a un individuo en relación con alguna condición o recurso ambiental. Vamos a considerar conjuntos de individuos, es decir poblaciones.



Las **poblaciones** son grupos de organismos pertenecientes a una misma especie que viven en un espacio y un tiempo determinado.

En Ecología existe una ecuación que representa la dinámica de las poblaciones:

Población actual = Población anterior + Nacimientos - Muertes + Inmigración - Emigración

Habitualmente para conocer el número de individuos de una población se realizan censos. Este recuento se puede realizar además teniendo en cuenta variables como la edad, el sexo, el tamaño, etc. El número de individuos, el estudio de las condiciones ambientales y la disposición de los recursos permite conocer con bastante detalle qué pasa en una población.

Pero muchas veces, los censos no resultan sencillos de realizar. Solamente las plantas y los animales inmóviles esperan quietos a ser contados. Los resultados de un censo serán engañosos a menos que la tarea se realice en un espacio amplio y en un período de tiempo prolongado. Todas las poblaciones se hallan en estado de flujo (nacimientos, muertes, llegada de nuevos individuos, emigrantes) por lo que los datos pueden perder valor rápidamente.

Habitualmente, los individuos de una población siguen aproximadamente las siguientes **distribuciones** en un ambiente:

Al azar



Agrupada



Uniforme



La siguiente actividad le permitirá conocer, aproximadamente, el tipo de distribución y estimar el tamaño de una población imaginaria.



- :| Para ello realice una cuadrícula de 2 cm de lado en todo el dibujo anterior. Elija 10 cuadrados al azar y cuente la cantidad de individuos existentes. Si analiza la cantidad de individuos que se observan en cada cuadrado, puede establecer el tipo de distribución de la población.
- :| A continuación, elija un cuadrado al azar, cuente los individuos presentes y multiplique la cantidad por el total de cuadrados del gráfico.

En el caso de los animales, existen además otros métodos para estimar el tamaño de una población. Uno es el llamado método de captura-recaptura, que vimos en la Unidad anterior. Otro método consiste en utilizar un índice de abundancia. Este indicador proporciona información sobre el tamaño relativo de la población. Así, por ejemplo, se puede calcular el número relativo de *Drosophila* registrando diariamente el número de moscas que se acercan a un cebo.

Todos los organismos de la naturaleza se encuentran en los ecosistemas donde los observamos, porque de algún modo se han desplazado hasta ese lugar.

En Ecología, los desplazamientos posibles de los organismos pueden clasificarse en:

- **Migración:** indica los movimientos direccionales en masa de gran número de individuos de una especie, desde una localidad a otra. Un ejemplo típico lo constituyen las aves que cuentan con capacidad de desplazamiento.
- **Dispersión:** consiste en la separación de individuos en distintas direcciones, y puede implicar movimientos activos o pasivos.

La dispersión es una apuesta. Existe siempre la posibilidad de vivir más tiempo en un hábitat ya ocupado que intentar colonizar otro. Se podría decir que un organismo debería dispersarse si la posibilidad de alcanzar un lugar mejor es superior al riesgo de morir durante la dispersión o a la posibilidad de llegar a un hábitat peor. Pero... ¿cómo saberlo?

Algunos organismos no se dispersan en el espacio sino en el tiempo. Hay seres vivos que pasan algún período de su vida en un estado de letargo o latencia, relativamente inactivos. El letargo puede ser profético, cuando comienza antes de la llegada de condiciones adversas o letargo secundario cuando se inicia en respuesta a las condiciones adversas del medio. Los insectos, por ejemplo, viven durante el invierno en forma inactiva. Estos organismos (mayoritarios entre los animales) sufren una detención del proceso de desarrollo y quedan inmóviles. Existen otros animales que tienen formas de dispersión temporal parecidas, como el caso de algunos peces y anfibios que pueden pasar el invierno inmovilizados o sumergidos en el barro. Algo semejante ocurre con las lombrices, que entran en un período de vida aletargada en la estación seca.

ACTIVIDAD 36

:| Clasifique los organismos de la Actividad 24 de acuerdo al tipo de desplazamiento que presentan.

ACTIVIDAD 37

:| Analice los factores que determinan el crecimiento de una población.

III Límites del crecimiento poblacional

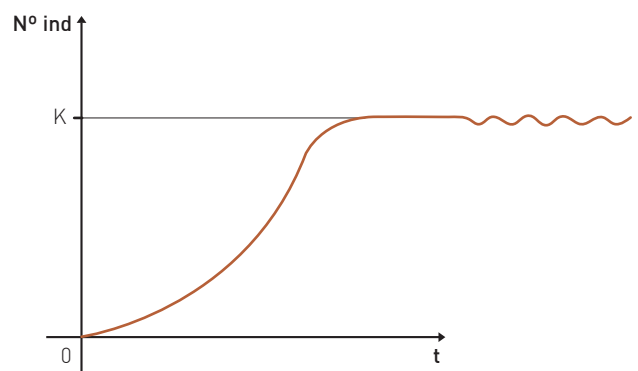
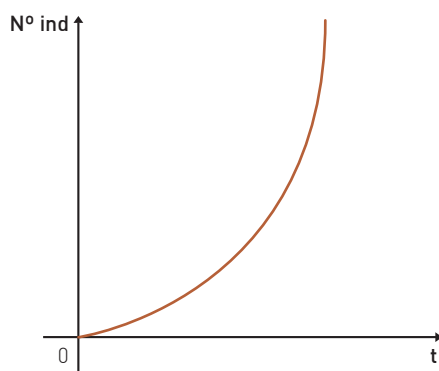
Como vimos, el ambiente ejerce un control sobre la población. Pueden aparecer predadores, parásitos, cambios en el clima, cambios en el espacio, etc. Este control del ambiente sobre una población determina que las poblaciones no puedan crecer indefinidamente.

Cuando en una población ocurren más nacimientos que muertes (y no hay migraciones) se dice que la población presenta un crecimiento vegetativo. Pero como los ambientes (las condiciones y los recursos) no son infinitos, las poblaciones tampoco pueden serlo. Las poblaciones siempre llegan a un límite en su tamaño que no pueden superar. ¿Qué pasa entonces?

Podemos encontrar dos comportamientos diferentes. Uno se caracteriza por el crecimiento acelerado de la población hasta que se agotan los recursos.

Por ejemplo, en las poblaciones de organismos que son plagas de cultivos (insectos), muchos peces, entre otros. Estas poblaciones presentan curvas de crecimiento con forma de “J”, el hábitat es variable o impredecible en el tiempo, y el tamaño corporal de los individuos es generalmente pequeño. Se reproducen rápidamente, dejan muchos descendientes y generalmente lo hacen una única vez en la vida. Se dice en Ecología que se trata de poblaciones “r” (indicando reproducción rápida).

El otro comportamiento corresponde a una población que si bien comienza con un crecimiento similar al anterior, alcanza una fase de estabilización hasta llegar a un valor máximo en el que se mantiene. Estas poblaciones se encuentran alrededor de un valor denominado “K” o capacidad máxima de carga, que representa el número máximo de individuos que puede soportar un ambiente. Tienen la capacidad de reproducirse varias veces en la vida, dejando menos descendientes pero de un tamaño mayor a las poblaciones “r”. Estas poblaciones tienen curvas de crecimiento en forma de “S” (la población oscila alrededor del valor “K”) y el hábitat en el que viven es generalmente constante a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las aves, los mamíferos y muchos árboles.



:| Clasifique los organismos de la Actividad 24 de acuerdo al tipo de población (r o K).

ACTIVIDAD **38**

Durante la primavera, con más luz y temperatura adecuada, las *diatomeas* (algas unicelulares) de una laguna se multiplican muy rápidamente alcanzando su densidad máxima. Luego, la población desciende hasta niveles mucho más bajos con la llegada del invierno, cuando los nutrientes disminuyen.

:| Determine ¿a qué modelo de crecimiento corresponde la población de diatomeas? Fundamente su respuesta.

ACTIVIDAD **39**

Ecología de las poblaciones

Los organismos nacen, crecen, se reproducen, emigran, mueren. Se ven afectados por las condiciones del ambiente y por los recursos que obtienen. Ningún organismo vive aislado. Por lo menos durante una parte de la vida, son miembros de una población. Las poblaciones a su vez, se relacionan unas con otras.

En cualquier situación en que una población interactúa con otra, una de ellas o ambas ven modificadas sus capacidades para crecer, sobrevivir o reproducirse. La interacción de una población con otra también constituye una dimensión del nicho ecológico.

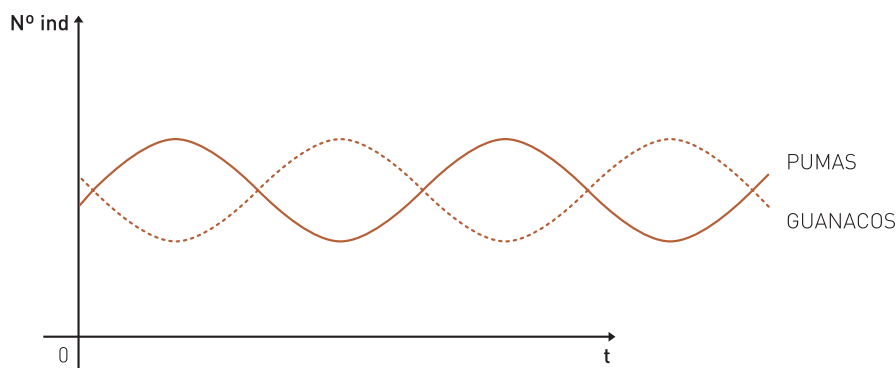
Si una población **A** crece en tamaño luego de la interacción con otra población **B**, los ecólogos afirman que la relación ha sido positiva; en caso contrario será negativa o perjudicial.

A continuación mostramos algunas interrelaciones posibles entre poblaciones:

- **Mutualismo:** consiste en una relación obligatoria. Las poblaciones que intervienen se ven beneficiadas incrementando su tamaño. El ejemplo clásico es el líquen, una estructura constituida por la asociación estrecha entre un hongo, que brinda protección, y un alga, capaz de fabricar materiales orgánicos mediante el proceso de fotosíntesis. Parte de esos materiales son transferidos al hongo contribuyendo a su alimentación.
- **Cooperativismo:** es una relación no obligatoria, que no compromete la supervivencia independiente de las poblaciones involucradas, pero cuando ocurre ambas se benefician. Por ejemplo, se da entre plantas como las acacias y algunas especies como las hormigas que habitan dentro del vegetal. Las hormigas encuentran un hábitat y una fuente de alimentos. A cambio, protegen al vegetal impidiendo que se desarrollen sobre él plantas epifitas (como el clavel del aire) o muchas plagas (pulgonos, orugas, etc.).
- **Comensalismo:** consiste en una relación en la cual una de las poblaciones se ve beneficiada, mientras que para la otra, los resultados son neutros. Un ejemplo lo constituyen las plantas epifitas. Un clavel del aire creciendo sobre un árbol, siempre que el desarrollo de las epifitas no impida que el árbol soporte reciba luz.
- **Competencia:** si un grupo de individuos disputa un recurso limitado se establece una relación de competencia. En ella, ambas poblaciones se ven perjudicadas durante la relación. Es decir, se ve afectada la supervivencia y el crecimiento de la población. El recurso puede ser: el espacio, el agua disponible, los nutrientes, la luz, los alimentos, etc. Por ejemplo, el caso de un cultivo y las malezas asociadas. En general, triunfa la maleza en la competencia debido a su mayor vigor para crecer y su resistencia a los predadores. Así, los agricultores “ayudan” al cultivo mediante el agregado de agroquímicos, tareas de labranza o control de malezas, mediante manejos adecuados o controles biológicos.

- **Depredación:** es la relación más conocida. En ella una población se beneficia (predador) y la otra se perjudica (presa). Puede ocurrir que un organismo coma a otro y lo mate. También un organismo puede tomar parte de una presa que puede crecer de nuevo. En esta relación se incluyen tanto los herbívoros como los carnívoros. Un ejemplo puede ser una gramínea (pasto) y un herbívoro (conejo, vaca, etc.).
- **Parasitismo:** más de la mitad de las especies del planeta son parásitas. Un parásito suele contener recursos de uno o pocos huéspedes y rara vez los mata en forma instantánea. Como ejemplos están las enfermedades parasitarias del ser humano, incluyendo las causadas por todo tipo de microorganismos.

La depredación es una relación perjudicial para una de las poblaciones involucradas. Sin embargo, algunos experimentos de laboratorio han mostrado que puede resultar beneficiosa para ambas (predador y presa) ya que posibilita la coexistencia. En una simulación se realizó una estimación del tamaño de las poblaciones de pumas y guanacos. Se obtuvo el siguiente gráfico:



- :| Analice el gráfico anterior y resuelva:
- :| ¿Las curvas presentadas corroboran la hipótesis de que la relación es beneficiosa para ambas poblaciones? Fundamente su respuesta.
 - :| ¿Qué pasaría con los guanacos si se cazaran todos los pumas? (Incluya en su respuesta efectos de corto y de largo plazo).
 - :| De acuerdo con las curvas presentadas, ¿qué individuos de las presas son depredados? Justifique.
 - :| ¿Qué papel juega el ambiente (condiciones y recursos) en la relativa estabilidad de ambas poblaciones?

.....| Poblaciones y especies

ACTIVIDAD 41

:| En base a sus conocimientos defina las características de una especie.

Vimos que una población es un conjunto de individuos pertenecientes a la misma especie que ocupan un espacio en un tiempo determinado. Ahora bien, ¿qué es una especie?

Es sabido que de los gatos nacen sólo gatos, de los canarios, canarios, de los nogales se obtienen nueces que originarán nuevos nogales y de los perales, peras que darán otros perales.

Cuando decimos que un animal o una planta pertenecen a una especie, todos entendemos lo que queremos decir. Sin embargo, definir el concepto de especie no resulta sencillo. Podemos decir que son de la misma especie los individuos de características muy parecidas entre sí. Pero esto no es suficiente. Hay que hacer más precisiones.

Si decimos que son de la misma especie aquellos individuos de características muy semejantes y capaces de reproducirse entre sí, pareciera, en este caso, una definición más completa. Pero también hay complicaciones.

Sabemos que asnos y caballos pertenecen a especies distintas, y a pesar de ello, pueden reproducirse entre sí.

Entonces deberíamos puntualizar más la definición. Son de la misma especie aquellos individuos de características muy semejantes, capaces de reproducirse entre sí y que originan descendientes fértiles.

Esta es una definición más precisa, pero en algunos casos, también resulta falsa ya que existen individuos provenientes de especies diferentes que resultan fértiles, como ocurre en muchos vegetales como los robles y el diente de león.

Parece entonces, a pesar de las excepciones, que la definición de especie sólo tiene sentido para organismos con reproducción sexual cruzada. Pero la diversidad biológica contiene muchos grupos con reproducción asexual, donde cada ser vivo está aislado reproductivamente de los demás, incluso de los de su propia "población". Así muchas plantas, animales, hongos, protistas y bacterias no pueden ser incluidos en esta definición.

¿Qué hacer entonces?

En nuestra opinión si bien el concepto de especie no resulta útil para agrupar a toda la diversidad biológica existente, constituye una buena herramienta conceptual para comprender muchas relaciones que se establecen entre los organismos que poseen reproducción sexual cruzada. Es decir, se puede emplear, pero sabiendo que la complejidad de la naturaleza no puede ser encasillada en una sola palabra.

- :| Retome los organismos de la Actividad 24 e identifique el tipo de reproducción que presentan.
- :| Con la ayuda de bibliografía busque el nombre científico de cada especie y una breve referencia del significado que tiene esta particular manera en que los científicos las designan.
- :| Elabore un informe con todo el material obtenido a lo largo de esta Unidad.

La historia de las especies

Durante siglos, los hombres observaron, únicamente, que al reproducirse los individuos originaban otros individuos similares. Estas evidencias llevaron a los primeros naturalistas griegos a clasificar la gran diversidad de seres vivos en pocos grupos.

La palabra especie viene del latín species que significa forma, aspecto. Este criterio fue utilizado durante mucho tiempo en la historia de la humanidad.

Aristóteles dividió las plantas, según la altura, en hierbas, arbustos y árboles. A los animales los clasificó en sanguíneos y sin sangre (algo parecido a vertebrados e invertebrados).

Recién en el siglo XVIII, un naturalista sueco, Carl von Linné, logró cierto éxito para organizar en grupos a los seres vivos. En el caso de los vegetales tomó en cuenta las características de las flores y los frutos. A los animales también los clasificó según la forma de reproducción.

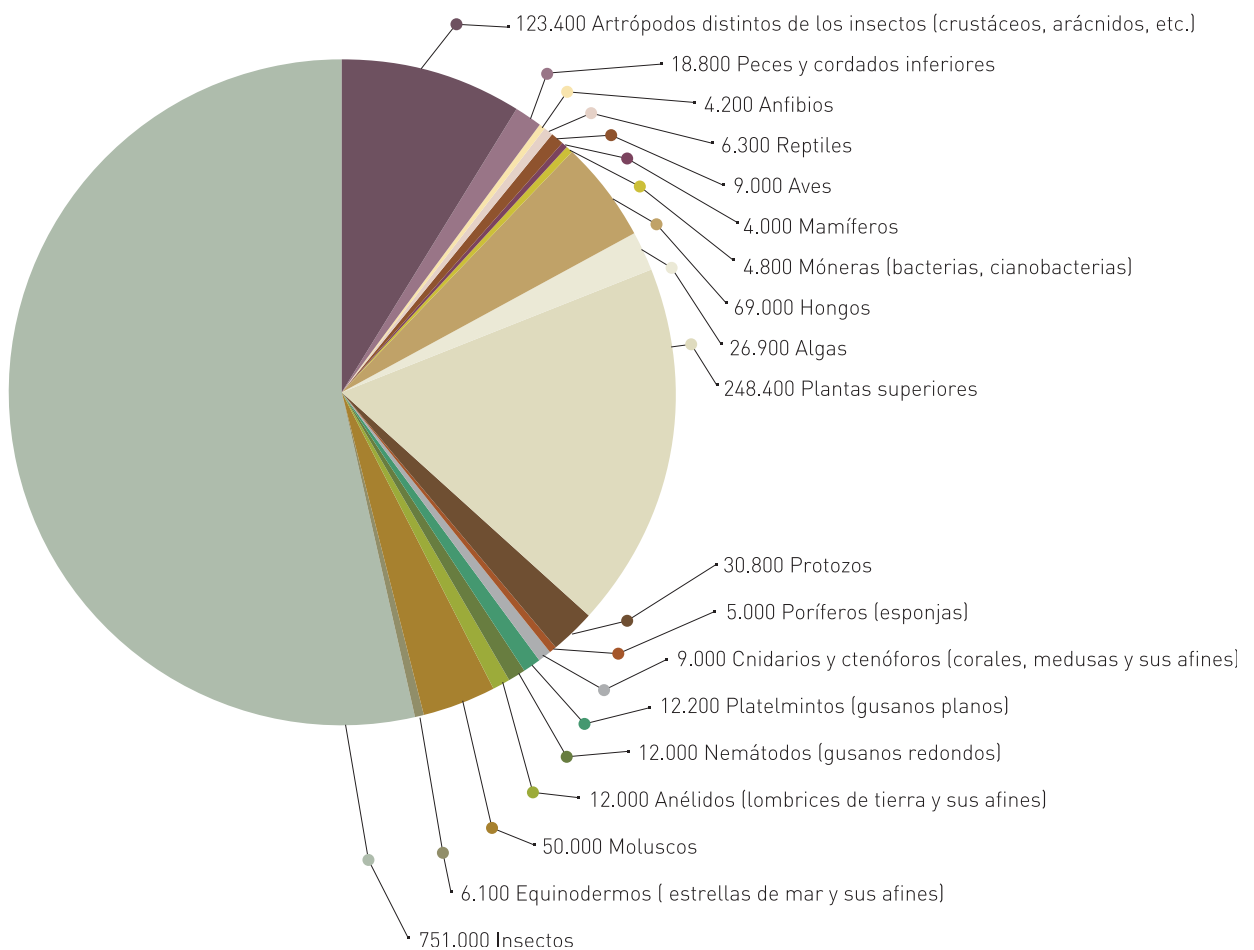
En el siglo XIX, un geólogo inglés, Richard Owen, propuso agrupar a los seres vivos en especies. Sostuvo que una especie es un grupo de seres vivos que se junta y aparea. La definición de especie se ajustó más y terminó describiendo como individuos pertenecientes a la misma especie a aquellos capaces de producir descendientes fértiles. Así, ya no sólo se agrupaban y apareaban sino que la descendencia que se originaba debía ser fértil.

La biodiversidad en la biosfera

En Biología se habla de biodiversidad para describir la variedad de seres vivos y ecosistemas que existen.

El concepto de especie permite agrupar y conocer gran parte de la biodiversidad. En la actualidad existen, conocidas por los científicos, alrededor de 1.400.000 especies:

- 250.000 corresponden a plantas vasculares y musgos (otros cálculos indican que hay más de 700.000);
- 40.000 a vertebrados;
- 750.000 a insectos;
- y el resto corresponde a todos los invertebrados, hongos y microorganismos.



Hay investigadores que estiman que la cantidad de especies existentes supera los 10.000.000, por lo que los biólogos sólo estarían conociendo a un 15 por ciento del total.

- :| Teniendo en cuenta los diferentes datos sobre la biodiversidad existente en la actualidad, elabore alguna explicación provisoria (que retomaremos en la próxima Unidad) sobre los tamaños relativos de cada grupo. Incluya en su informe si identifica a partir de los datos alguna tendencia que indique un aumento en la complejidad de los seres vivos.

ACTIVIDAD 43

ACTIVIDAD INTEGRADORA

- :| Le proponemos la realización de la siguiente experiencia:

Materiales

Cuatro bases de botellas de gaseosa de plástico de dos litros. Sesenta porotos germinados y vermiculita (se consigue en viveros y acuarios).

Método

- ::: Prepare los cuatro recipientes a modo de “bancos de germinación”.
 - ::: Distribuya equitativamente la vermiculita en los cuatro recipientes.
 - ::: Agregue en ellos, 4, 8, 16 y 32 plantines, respectivamente. Observe que todos los plantines tengan igual grado de germinación. Distribúyalos uniformemente dentro de cada recipiente y a una profundidad de tres centímetros.
 - ::: Agregue 80 mililitros de agua a cada recipiente y ubique los mismos en un sitio con condiciones ambientales estables.
- :| A continuación, elabore una hipótesis sobre lo que usted cree que ocurrirá en cada recipiente con los plantines. Escríbala en su carpeta.
- :| Luego de una semana puede comenzar a analizar las relaciones que se establecen entre los individuos. Para ello, extraiga con cuidado las plantas y médalas una a una desde el ápice hasta la raíz. Anote las mediciones, registrando las plantas por recipiente. Para realizar esta tarea puede ayudarse con una tabla similar a la de la página siguiente:

ACTIVIDAD 44

ACTIVIDAD 44
 [continuación]

Medidas plantas recipiente 1	Medidas plantas recipiente 2	Medidas plantas recipiente 3	Medidas plantas recipiente 4
1:	1:	1:	1:
2:	2:	2:	2:
3:	3:	3:	3:
4:	4:	4:	4:
	5:	5:	5:
	6:	6:	6:
	7:	7:	7:
	8:	continuar hasta el 16	continuar hasta el 32

- :| A continuación, deberá analizar los resultados. Elabore un informe para presentar a su profesor tutor. Para hacerlo tenga en cuenta las siguientes cuestiones:
- a :| Revise si la hipótesis elaborada se ha confirmado o no. Formule una explicación.
 - b :| ¿Encuentra alguna característica común en el crecimiento en los diferentes recipientes?
 - c :| ¿Qué condiciones y qué recursos identifica como condicionantes del crecimiento de las plantas?
 - d :| ¿Qué dimensión del nicho ecológico ha sido estudiada en esta experiencia? Incluya un comentario sobre si se trata de una condición ambiental o de un recurso. Fundamente su comentario.



3

UNIDAD

El origen de las especies



Procesos de especiación

Como vimos en la Unidad anterior, las **especies biológicas son poblaciones o conjuntos de poblaciones que comparten un reservorio de genes en común**. Estos genes se encuentran separados de los genes de otras especies debido a que el flujo de genes está imposibilitado por mecanismos de aislamiento reproductivo.



Una primera definición de los mecanismos de aislamiento reproductivo (MARs) fue propuesta por el genetista Theodosius Dobzhansky quien señalaba que la imposibilidad de flujo genético entre poblaciones se da debido a la existencia de barreras ambientales que lo impiden. Es decir, si dos poblaciones de rumiantes habitan en lugares separados, por ejemplo, por una cadena de altas montañas, no podrán encontrarse para reproducirse (aislamiento geográfico).



Posteriormente, otra definición fue dada por el biólogo Ernst Mayr que planteó que los mecanismos de aislamiento reproductivo incluyen solamente todos los impedimentos condicionados genéticamente para el intercambio de genes entre las poblaciones.

ACTIVIDAD 45

- a :| ¿Qué diferencia encuentra entre ambas definiciones?
- b :| ¿Qué razón pudo llevar a Mayr a excluir el aislamiento geográfico de la definición?

Los mecanismos de aislamiento reproductivo abarcan una serie de situaciones diferentes. Los individuos de diferentes especies pueden no llegar a unirse por cuestiones temporales, espaciales, de conducta, entre otras, y así no se produce la cigota. Estos mecanismos se denominan justamente precigóticos.

Por otro lado, existen casos en que se producen apareamientos entre individuos de diferentes especies pero las cigotas no llegan a desarrollarse o los híbridos no llegan al estado adulto. En este caso hablamos de mecanismos postcigóticos.

Presentamos a continuación, una clasificación de los MARs para conocer con más detalle la diversidad biológica y poder empezar a comprender el origen de las especies.

Antes de la cigota

- **Aislamiento ecológico:** ocurre cuando especies emparentadas, que ocupan el mismo territorio, no se aparean porque los individuos ocupan distintos ambientes.
- **Aislamiento temporal:** las especies ocupan el mismo territorio pero no se aparean entre sí porque cada una se reproduce en una época del año diferente, en distintas estaciones.
- **Aislamiento por conducta (etológico):** los miembros de diferentes especies que ocupan el mismo territorio no se aparean porque debido a factores de conducta, no se atraen o incluso se rechazan sexualmente. Entre este tipo de mecanismos se encuentran los patrones de cortejo de muchas especies animales, y también las señales químicas (feromonas) que emiten, por ejemplo, muchos insectos para reconocerse en el momento del cruzamiento.
- **Aislamiento mecánico:** los miembros de distintas especies pueden intentar aparearse pero la transferencia de células sexuales es impedida por diferencias en la forma o en el tamaño de los órganos reproductores.
- **Aislamiento gamético:** las células sexuales de organismos de fecundación externa de diferentes especies no se unen porque poseen distintos mecanismos de atracción química.
- **Aislamiento por incompatibilidad:** los individuos de diferentes especies con fecundación interna pueden aparearse pero la fecundación es impedida porque las gametas no logran mantenerse vivas en el cuerpo de la hembra.

:| Luego de leer la descripción del siguiente experimento, intente responder a las preguntas que se formulan.

Se observó que existían plantas de diente de león en zonas de llanura con características muy diferentes de otras que crecían en las zonas montañosas.

Se quiso averiguar si la variación era de origen genético o ambiental. Para ello se tomó una planta joven de diente de león y se dividió en dos mediante un corte longitudinal. Una de las dos mitades fue transplantada a una zona de alta montaña y la otra se plantó en la llanura. Las plantas se desarrollaron en forma totalmente distinta. La de montaña era pequeña, con escasas hojas y flores diminutas. La de llanura creció con raíces bien desarrolladas, hojas grandes y gran cantidad de hojas.

Las semillas resultantes de ambas plantas, se plantaron en el mismo sitio que habían crecido las progenitoras durante varias generaciones. Se obtuvo siempre el mismo tipo de desarrollo.

ACTIVIDAD 46
 [continuación]

Finalmente, se plantaron semillas de las plantas de montaña en la llanura y viceversa. Las plantas en la llanura se desarrollaron muy bien, mientras que en la montaña fueron mucho más pequeñas.

- a :| ¿Qué cuestión principal se estuvo investigando en este experimento?
- b :| ¿Existe algún tipo de aislamiento reproductor entre las plantas de montaña y de llanura que las hace crecer tan diferentes?
- c :| ¿A qué conclusiones se puede llegar con este experimento?

Después de la cigota

- **Inviabilidad de los híbridos de la primera generación.** Los híbridos de la F1 son eliminados total o parcialmente después de la formación de la cigota (mortalidad cigótica), durante el desarrollo embrionario (mortalidad embrionaria), o en cualquier momento posterior del desarrollo antes de alcanzar la madurez sexual. Por ejemplo, los embriones híbridos de cabra y oveja mueren en las primeras etapas de su desarrollo.
- **Esterilidad genética de los híbridos.** Los híbridos alcanzan a completar su desarrollo y pueden llegar a ser adultos, pero son estériles porque los genes de las dos especies no pueden interactuar durante el desarrollo del híbrido. En la formación de las células sexuales aparecen alteraciones antes, durante o después de la meiosis. Por ejemplo, el híbrido que se forma entre el asno y caballo es la mula. Estos híbridos son viables pero estériles ya que sus gónadas no se desarrollan.
- **Esterilidad cromosómica.** Los híbridos alcanzan a completar su desarrollo y pueden llegar a la madurez pero son estériles porque las diferencias en el número y/o en la estructura de los cromosomas paternos determinan alteraciones en el apareamiento de los cromosomas durante la meiosis que producen gametos aneuploides (variación numérica en cromosomas individuales). Por ejemplo, el rábano común y la col presentan 18 cromosomas en su cariotipo, de modo que ambas plantas producen gametas $2n = 9$. Cuando se cruzan ambas plantas se obtiene un híbrido de 18 cromosomas, pero los dos genomas no son compatibles durante la meiosis y las gametas presentan un número variable de cromosomas (varían entre 6 y 12) en lugar de tener 9. Como resultado no es posible la formación de polen, ni ovocélulas y las plantas híbridas son estériles.
- **Segunda generación híbrida.** Los híbridos de la primera generación llegan a adultos fértiles, pero su descendencia directa o la descendencia producto de cruzamientos con las formas originales presenta una reducción o anulación de la viabilidad o de la fertilidad. Por ejemplo, en vegetales se han observado muchos casos de deterioro de los híbridos.

Entre tres especies de algodón, se forman híbridos viables y fértiles en la primera generación, pero en la segunda los híbridos mueren (ya sea en etapa de semilla o de plántula) o bien producen plantas muy debilitadas.

ACTIVIDAD 47

:| Analice los siguientes casos:

- 1 :| Tres especies tropicales del género *Dendrobium* florecen por un sólo día. Las flores se abren al alba y se marchitan al atardecer. La floración se desencadena frente a ciertos estímulos meteorológicos tales como una tormenta repentina o un pico de temperatura. Los mismos estímulos gatillan la floración en las tres especies, pero el período que transcurre entre el estímulo y la floración es de ocho días en una especie, de nueve en la segunda y de diez en la tercera.
- 2 :| El grupo de mosquitos *Anopheles* incluye varias especies, algunas de las cuales están involucradas en la transmisión de la malaria. Estas especies son indistinguibles por su forma y por eso se tardó mucho en reconocerlas. Sin embargo, nunca se cruzan porque habitan en ambientes muy específicos. Una se desarrolla en aguas salobres, otra en aguas dulces y otra en pequeños charcos.
- 3 :| Dos especies de sapos, *Bufo americano* y *Bufo fowleri*, se reproducen en primavera. Un poco antes lo hace *Bufo fowleri*, pero la temporada reproductiva se superpone algunos días. Ambas especies viven en ambientes distintos. *B. a mericano* vive en bosques, y *B. fowleri* vive entre los pastos. En territorios con poca alteración por la actividad humana, ambas especies nunca se cruzan. Sin embargo, la destrucción de bosques y el uso intensivo de tierras agrícolas ha producido ambientes que son tolerados por las dos especies. Así, se han establecido zonas de contacto en las que se pueden cruzar y producir algunos híbridos viables y fértiles entre ambas.
- 4 :| *Triatoma platensis* y *Triatoma delpontei* son dos especies americanas de vinchucas. Estas dos especies nunca se cruzaban en la naturaleza. La primera parasitaba aves y la segunda solamente se encontraba en nidos de cotorras. Cuando se comenzó con la cría de aves de corral, ambas especies comenzaron a parasitar gallinas y, en este nuevo hábitat se pudieron encontrar y comenzar a producir híbridos viables y fértiles. Estos híbridos que son a su vez interfértiles, constituyen una nueva especie llamada *Triatoma infestans*, que resultó uno de los principales vectores del mal de Chagas-Mazza en seres humanos.

:| Las especies de los casos anteriores, ¿están aisladas reproductivamente? Explique su respuesta señalando los MARs implicados.

¿Consecuencia o factor determinante?

Siguiendo la definición habitual de especie que como vimos en la Unidad anterior, presenta dificultades para aplicarse a la totalidad de los grupos de seres vivos, pudimos ver cómo se establece el aislamiento reproductor entre dos poblaciones.

En la actualidad, muchos biólogos discuten si estos MARs constituyen el factor que desencadena la aparición de nuevas especies o, por el contrario, esta aparición es una consecuencia de la diferenciación producida por la selección natural que puede ocurrir entre dos poblaciones. En esta cuestión, una de las claves es cuánto tiempo hace falta para que se origine una nueva especie. Analicemos algunos ejemplos:

a :| **Aislamiento reproductor como consecuencia.**

Cuando dos poblaciones están separadas por largo tiempo y se diferencian genéticamente, debido a los ajustes que realizan a sus entornos locales, el aislamiento reproductivo puede establecerse como una consecuencia de la divergencia (separación). Ello puede ocurrir debido a que la gran cantidad de diferencias acumuladas en los genomas de los individuos de ambas poblaciones, hacen imposible el cruzamiento y no serán compatibles ni producirán híbridos.

b :| **Aislamiento reproductor como causa.**

En poblaciones pequeñas y aisladas puede ocurrir que los cambios genéticos logren ser fijados rápidamente (proceso conocido como deriva genética). Por ejemplo, si el cambio en los genes que se ha fijado (es decir, incorporado al reservorio genético de la población) es un nuevo reordenamiento cromosómico, un nuevo patrón de apareamiento o un cambio temporal del período reproductivo, puede resultar que la población quede aislada reproductivamente de otras poblaciones de la misma especie. Por lo que en el supuesto caso de que por alguna razón se juntara en algún momento con otra población, la reproducción no sería posible.

En Biología, luego de procesos de este tipo decimos que se ha formado una nueva especie, y como consecuencia de su aislamiento genético, se inicia un proceso de diferenciación. En este caso, el mecanismo de aislamiento reproductor es el punto de partida de la divergencia, no el resultado.

ACTIVIDAD 48

- :| Comente en cuánto tiempo puede ocurrir la especiación en cada uno de los ejemplos anteriores.
- :| Organice toda la información de este punto en un resumen integrador que le permita estudiar luego y sobre todo que le permita identificar sus propias dudas y avances. Consulte con su profesor tutor.

Como vemos, existen ejemplos para las diversas posturas sobre el estudio de la naturaleza. Los biólogos, sin embargo, discuten cuál de estas modalidades es la más representativa ya que de acuerdo al tipo de especiación (gradual o rápida) es posible escribir por lo menos dos versiones de la historia de la vida. Hacia el final de la Unidad retomaremos esta cuestión.

Modelos para el origen de las especies

En Biología Evolutiva se han propuesto muchos modelos para explicar el proceso de especiación, esto es la aparición de nuevas especies. Por lo general, estos desarrollos se han elaborado a partir del estudio de casos concretos particulares. Aunque algunos de estos casos están muy bien determinados, muchas veces no resulta posible generalizar una explicación y aplicarla a otros muchos casos dada la dificultad para establecer las comparaciones.

Como verá, en Biología no hay una única respuesta. La naturaleza es compleja y por lo que sabemos, existen muchas alternativas para el surgimiento de una nueva especie.

De todos modos, contamos con algunos modelos capaces de representar algunas vías posibles que sigue el proceso de especiación.

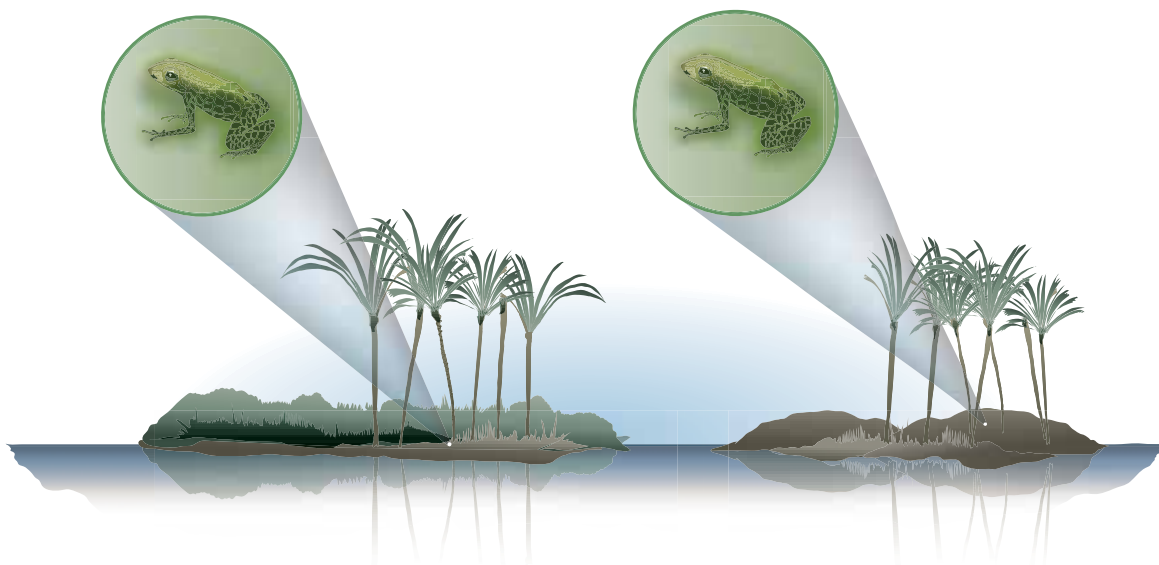
Así, de acuerdo con el modo en que se establecen los MARs, la magnitud de tiempo involucrado en la especiación y el papel de la selección natural en la divergencia, los procesos de especiación pueden ser clasificados en dos categorías centrales:

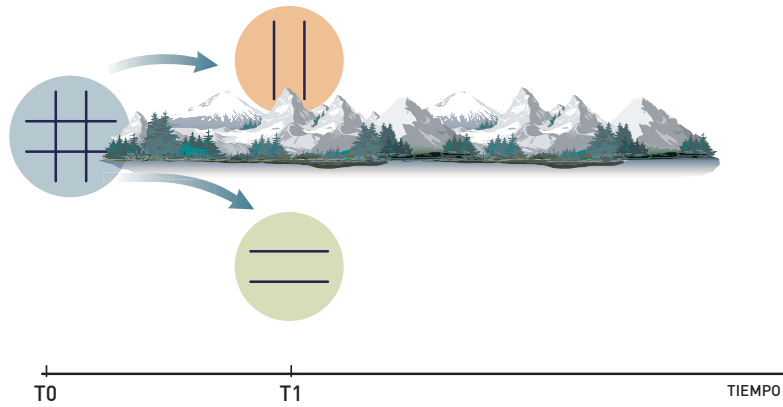
A :| Especiación por divergencia (se corresponde con el caso de “aislamiento reproductor como consecuencia” que hemos visto con anterioridad).

Para comprender este proceso podemos establecer en nuestros ejemplos algunas etapas que conducen al surgimiento de una nueva especie:

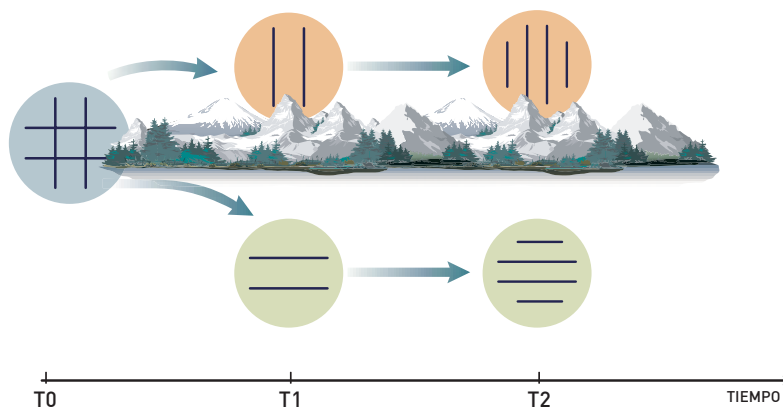
a :| Se forma una barrera geográfica que divide una población original en dos subpoblaciones.

Los individuos que viven a uno y otro lado pueden potencialmente reproducirse, pero la barrera lo impide.

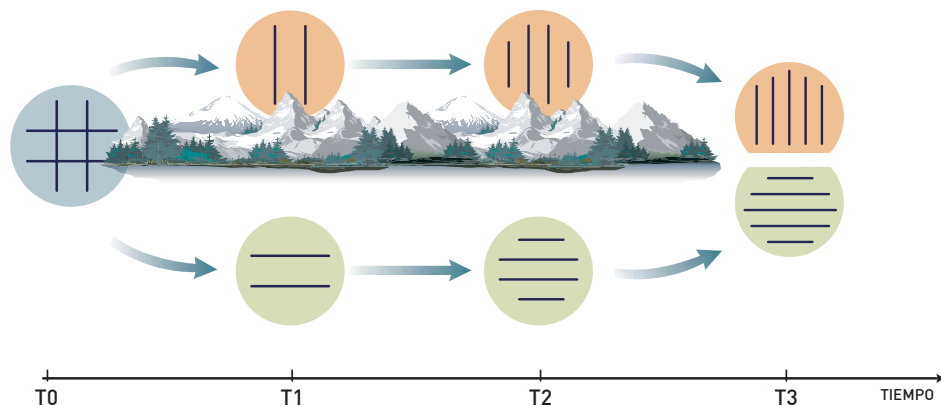




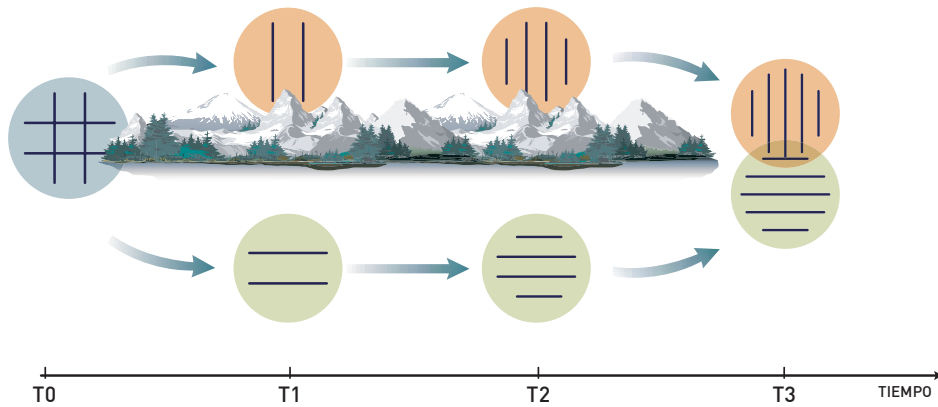
b :| Ante la interrupción del flujo génico, puede ocurrir un proceso de diferenciación genética si los seres vivos, las condiciones y los recursos de ambas subpoblaciones, difieren al menos, ligeramente. Como consecuencia de ello, la selección natural puede actuar de modos diferentes a ambos lados de la barrera y, las subpoblaciones irán divergiendo.



c :| Una vez que transcurre tiempo suficiente como para que las dos poblaciones sean tan diferentes que, aun cuando la barrera desapareciera, los individuos de ambas poblaciones no podrían cruzarse entre sí. En este punto, puede considerarse que las dos poblaciones son dos grupos reproductores distintos, de manera que se han formado dos nuevas especies.

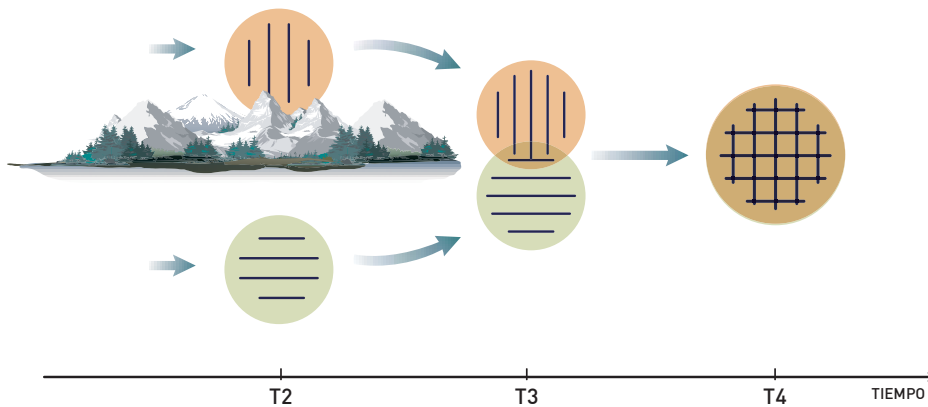


- d :| Puede ocurrir una situación alternativa a la anterior. Si al desaparecer la barrera geográfica, las poblaciones no se han diferenciado lo suficiente y al entrar en contacto producen híbridos.

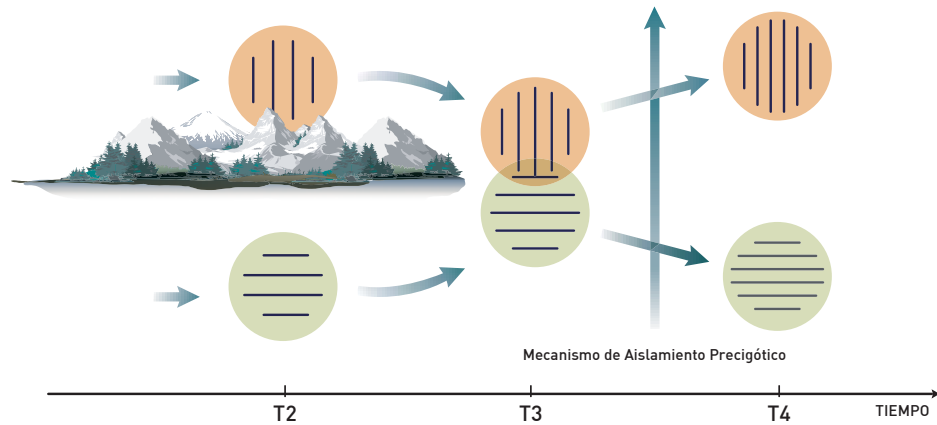


En este caso, el futuro proceso estará dado por las características de los híbridos. En esta situación pueden darse dos alternativas:

- 1 :| Que en las nuevas condiciones, los híbridos resulten más eficaces que los individuos de las poblaciones originales. En este caso, las poblaciones se pueden fusionar y se formará una nueva especie híbrida.

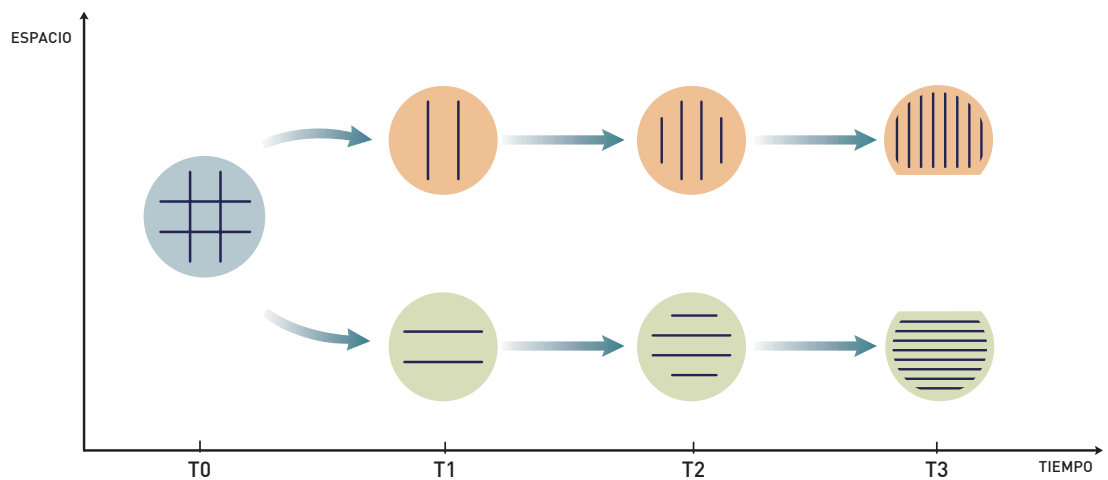


- 2 :| Que los híbridos presenten una desventaja respecto de los individuos de la población original. En este caso, se deduce que, como consecuencia de la divergencia, ya se ha establecido un mecanismo de aislamiento reproductivo postcigótico. Probablemente, la selección natural favorecerá aquellas características vinculadas con el surgimiento de un mecanismo de aislamiento precigótico que impida la formación de híbridos y el proceso de especiación se reforzará hasta completarse.

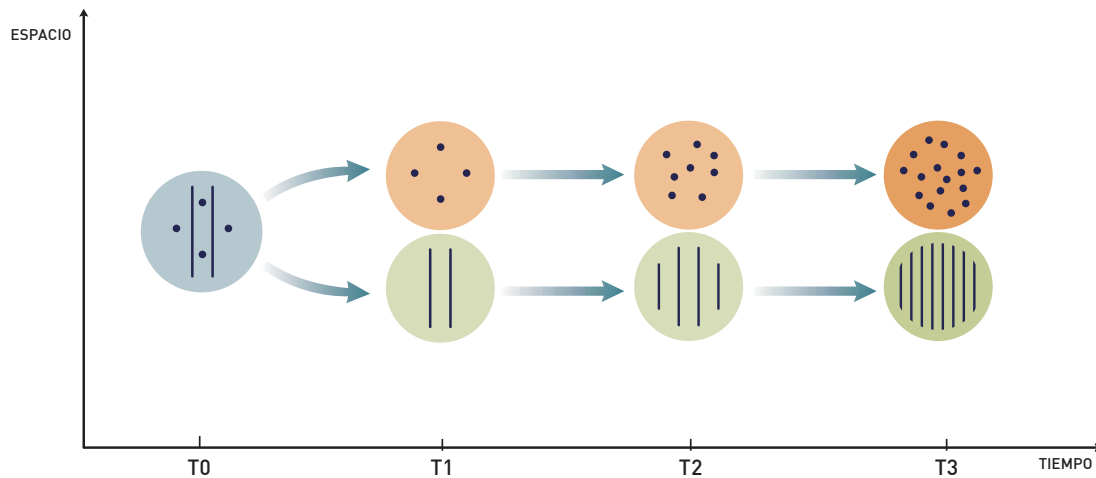


De acuerdo con la distribución geográfica y la intensidad del flujo genético entre las poblaciones involucradas, la especiación por divergencia puede ocurrir con diferentes **modalidades**:

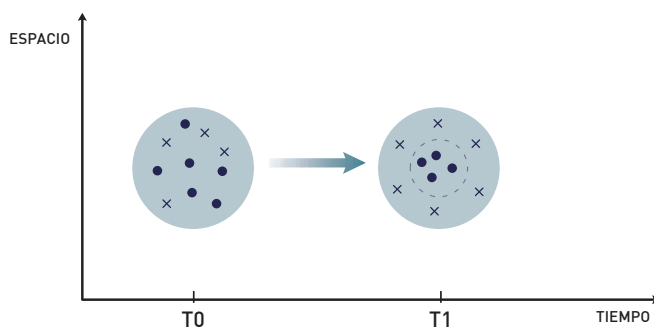
- a :| El caso más frecuente parece ser el analizado anteriormente: dos poblaciones están en territorios separados por una barrera que impide el flujo génico y van divergiendo hasta convertirse en especies diferentes. Este modelo se conoce como *especiación alopátrica*. Por ejemplo, el proceso de especiación de los pájaros pinzones en las Islas Galápagos, constituye un caso típico de especiación alopátrica. El mar es la barrera que impide el flujo genético entre las poblaciones del continente y de las diferentes islas, que se han ido diferenciando hasta constituir 13 especies distintas.



- b :| Otro caso es el de la especiación entre poblaciones vecinas que puede ocurrir sin que se establezca una barrera. La diferenciación se produce si existen diferencias marcadas entre los distintos territorios vecinos. Cuando el proceso de divergencia ocurre entre poblaciones que se encuentran ocupando ambientes contiguos, se trata de *especiación parapatrica*.



c :| También puede suceder que el proceso de especiación ocurra dentro de un mismo territorio. Esto puede darse si en una población existen dos o más formas fenotípicamente distintas para un carácter (polimorfismo). En este caso, los individuos portadores de cada una de las variantes se aparean preferentemente con individuos que también la presentan. Luego de varias generaciones, es posible que las dos formas acumulen diferencias y queden aisladas reproductivamente. Aquí, si bien no existe una barrera geográfica, existe una barrera ecológica (una diferenciación de hábitats dentro de un mismo territorio). Cuando el proceso de especiación ocurre dentro de una misma población se denomina *especiación simpátrica*.



B :| **Especiación cuántica** (que se corresponde con el caso de “aislamiento reproductor como causa”).

Este tipo de especiación ocurre de manera mucho más rápida y abrupta que la divergencia. Comentaremos dos modelos que ilustran este proceso.

a :| **Especiación peripátrica**: en este modelo ocurre que un pequeño número de individuos forma (funda) una nueva población con una particular configuración genética, diferente a la original. Esta situación se puede deber por ejemplo a una fluctuación conocida con el nombre de “cuello de botella”.

Este efecto se produce cuando se verifica una reducción drástica del tamaño de una población, debido a un cambio brusco en el ambiente (biótico o abiótico). Este proceso provoca que los pocos sobrevivientes de la población original no tengan probablemente genes representativos de toda la población. Si estos individuos no se extinguen y logran propagarse, formarán una nueva población cuya composición genética será distinta a la de la población anterior. Es muy frecuente que después de pasar por el “cuello de botella”, la variabilidad se vea muy reducida.



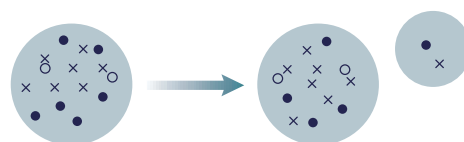
ACTIVIDAD 49

Entre 1820 y 1880, el elefante marino fue objeto de caza indiscriminada en las costas de California y estuvo a punto de extinguirse. Sobrevivieron unos 20 individuos. Un siglo después, en 1984, la especie fue protegida legalmente y llegó a más de 30.000 individuos. Parecía un resultado alentador, pero cuando se estudiaron 125 cachorros se observó que eran homocigotas. Este resultado muestra una pérdida de variabilidad.

:| ¿Qué consecuencias puede tener para la población esta pérdida de variabilidad?

También es posible que ocurra la **especiación peripátrica** si migra y queda aislada una pequeña cantidad de individuos que fundan una nueva población en un área marginal.

Las poblaciones de muchas especies que actualmente viven en islas o también en lagos, aunque hoy tengan miles de integrantes, son descendientes de muy pocos colonizadores que llegaron accidentalmente. En este proceso se funda una nueva población a partir de una pequeña muestra inicial que presenta parte de la diversidad genética original, no toda. Si permanecen aislados mucho tiempo, probablemente originen una nueva especie. Este proceso se designa con el nombre de “efecto fundador”.



ACTIVIDAD 50

Los *Amish* son un grupo religioso de Pennsylvania que vive en una comunidad cerrada, y se hicieron famosos a partir de la película “Testigo en Peligro” con Harrison Ford. En esta población, existe una frecuencia muy alta de un alelo recesivo que en estado homocigota produce una combinación de enanismo con presencia de dedos supernumerarios. Desde que este grupo fue fundado, se registraron 61 casos, casi tantos como en todo el resto de la población mundial. Se calcula que el 13% de los integrantes de la población son portadores de este alelo raro.

La colonia de Amish que desciende de pocos individuos que llegaron a Pennsylvania, tiene actualmente unos 17 mil miembros y se ha mantenido casi aislada desde su llegada.

:| ¿Cómo se podría explicar la alta frecuencia del alelo recesivo raro? ¿Con el tiempo, los Amish podrían constituir una nueva especie, diferente al *Homo sapiens*?

Para responder estas preguntas puede basarse en alguno de los casos de especiación mencionados anteriormente.

En todos estos casos, las nuevas poblaciones son diferentes en sus frecuencias génicas a la población original. Además, por tratarse de poblaciones pequeñas, nuevas variantes génicas podrían fijarse de manera azarosa. Como vemos, un cambio importante en la composición genética puede traer aparejado el aislamiento reproductivo de la nueva población y establecer una nueva especie.

b :| Especiación por poliploidía: en ocasiones se puede producir una duplicación completa del genoma por unión de gametas en las que no se reduce su número cromosómico. De este modo se forman individuos poliploides ($3n$, $4n$, etc.). En estos casos se puede originar una nueva especie ya que los individuos no pueden cruzarse con las poblaciones parentales. Este proceso es un tipo de especiación instantánea que ocurre a partir de un evento único.

En animales, la especiación por poliploidía es rara debido a que se modifica la cantidad de cromosomas que determinan el sexo. Pero existen algunos ejemplos en especies hermafroditas como caracoles, lombrices de tierra y planarias. También en animales con hembras partenogénicas (capaces de producir descendencia viable sin previa fecundación), como ocurre en algunos escarabajos, peces y salamandras.

En plantas, este tipo de especiación parece bastante frecuente. Aparentemente el 50 por ciento de las plantas con flor (angiospermas) son poliploides. En muchos casos, los poliploides difieren fisiológicamente de las especies originales y pueden, por ello, colonizar ambientes con nuevas condiciones y recursos.

ACTIVIDAD

51

La cantidad de nuevas especies que se producen en una determinada unidad de tiempo dentro de un linaje, es decir, la tasa de *especiación* varía mucho entre diferentes grupos de organismos. También varía el tiempo requerido para que ocurra este proceso. Desde un momento (como en la poliploidía) hasta millones de años en procesos de divergencia lenta.

Los factores que se relacionan con una alta tasa de especiación son:

- El ambiente heterogéneo con múltiples barreras.
- Alta capacidad de dispersión de la especie que le permite colonizar amplios territorios.
- Especialización ecológica.
- Fluctuaciones importantes del tamaño de la población.

a :| Elabore una explicación acerca de por qué cada uno de estos factores influye en una especiación intensa.

b :| Si comparamos la aparición de dos especies resultantes, una por especiación divergente y la otra por especiación cuántica, ¿qué semejanzas y qué diferencias podemos encontrar?

¿Dónde va la evolución de las especies? Un análisis sobre los modos en que vemos la naturaleza

A lo largo de los siglos, las personas inclinadas al conocimiento de la naturaleza han intentado describir y clasificar el medio natural. Los primeros sistemas de clasificación u ordenación reflejaban ideas con fuertes influencias providencialistas. Un elemento característico de esta visión está relacionado con la dirección que presentan los acontecimientos de la historia del Universo. La concepción bíblica de la historia supone un sentido y una orientación: hubo una creación y habrá un fin para todas las cosas, pero además el proceso tiene un carácter necesario por reflejar el plan divino.

A fines del siglo XVII y principios del XVIII se empezó a sospechar sobre la posibilidad de que la Tierra no constituyera un medio uniformemente estable. Se introdujo el moderno sistema de clasificación de las especies formando grupos por su "afinidad". Pero rara vez se pensó que tal afinidad implicara descendencia de un ancestro común. Es decir, el proyecto partió del supuesto de que las especies son eternamente fijas y el modelo desarrollado mostraba relaciones inmutables. No era posible pensar en un mundo cambiante.

Cuando los naturalistas del siglo XVIII se enfrentaron a la posibilidad de que las cosas cambiaran con el paso del tiempo, con frecuencia redujeron al mínimo estas

inquietantes consecuencias. A pesar de las clasificaciones en marcha, se consideró que la naturaleza presentaba una continuidad absoluta entre las formas vivas. El principio de continuidad utilizado estaba asociado a la concepción aristotélica de la “gran cadena del ser” e implicaba que no había una división nítida entre los minerales y los seres vivos más simples. El pensamiento mecanicista de entonces, apoyaba esta noción al considerar a plantas y animales como “montajes” complejos de partes materiales. Por lo tanto los animales y las plantas podían ser clasificados de la misma manera que las piedras.

Hasta principios del siglo XX se clasificaban los elementos de la naturaleza en tres reinos: animal, vegetal y mineral. En la actualidad, como vimos, hay consenso en considerar cinco reinos para clasificar la biodiversidad.

Esta visión estática del mundo de fines del siglo XVII y principios del XVIII fue cada vez más cuestionada a medida que se consolidaba el desarrollo de la ciencia.

La naturaleza y los métodos

La *Escala de la Naturaleza* fue mayoritariamente aceptada hasta mediados del siglo XVIII. Podemos decir que con la llegada de Carl von Linneo (1707-1778) un célebre naturalista sueco, esta situación comenzó a cambiar. Mediante la paciente tarea realizada en la confección de su monumental obra llamada el “Sistema Natural” consiguió aclarar algunas incógnitas al clasificar en base a semejanzas la realidad natural. Darwin aclararía algunas otras al establecer la base explicativa del orden natural en una teoría de la transformación evolutiva.



↑ Carl von Linneo (1707-1778).

Linneo desarrolló un sistema de clasificación para todos los organismos (conocido como sistema de nomenclatura binomial, todavía en uso). Entre los nombres que propuso para los seres vivos, podemos destacar al de nuestra propia especie *Homo sapiens* (“Hombre sabio”) que parece referir más a un desafío que a una descripción.

Ahora bien, si Linneo hubiera simplemente reunido y codificado toda la información desorganizada que hacia tiempo se iba acumulando, entonces podríamos decir: ¿y con eso qué?, alguien tenía que acabar haciéndolo. Linneo vivió en el momento oportuno, y tuvo la suerte de poseer la combinación adecuada de rigor y sentido del orden. Pero Linneo no sólo codificó, desenmascaró. Su sistema no sólo reunía, sino que sustituía a un principio de organización (criterio de clasificación) que, hasta entonces se había escapado a la vista.

Linneo produjo conocimiento de la naturaleza a dos niveles:

- En primer lugar, porque designó las especies como unidades básicas y estableció principios para su definición y nomenclatura uniformes y,
- en segundo lugar, porque organizó las especies en un sistema de clasificación más amplio basado más en la búsqueda de “orden natural” que en la preferencia o conveniencia humanas.

El método binomial de Linneo se ha utilizado, desde su *Systema Naturae* (primera edición publicada en 1735, edición definitiva de la taxonomía animal en 1758), como la base oficial para dar nombre a los organismos. Linneo confirió a cada especie un nombre de dos palabras (por ello binomial), que es el identificador único y distintivo de una especie. El primer nombre (que se escribe con mayúscula) representa el género, y puede estar compartido con otras especies estrechamente emparentadas, y el segundo (llamado nombre específico, trivial o común, que empieza con minúscula), es el identificador único y distintivo de una especie. Por ejemplo, perros y lobos residen en el género *Canis*, pero cada uno de ellos ha de tener un nombre trivial distinto para designar a la especie: *Canis familiaris* y *Canis lupus*, respectivamente.

El nombre linneano de las especies no es una descripción, sino un identificador, para seguir la pista y conferir un nombre distintivo a cada entidad natural. Cualquier sistema general basado en millones de objetos únicos ha de utilizar un mecanismo de este tipo, Linneo comprendió finalmente que había producido un principio necesario y fundamental de nomenclatura. Pero fue la definición de las especies que hizo Linneo, y no su mecanismo para darles nombre, lo que produjo el cambio que desenmascaró a la naturaleza. Porque la definición de Linneo rompió el artificio de los sistemas basados en las necesidades de los seres humanos con unidades básicas.

En la práctica, Linneo clasificó sus plantas por la forma, el número y disposición de sus órganos de fructificación (androceo y gineceo). Durante toda su vida, Linneo buscó un *methodus naturalis*, o “método natural”, que captara la disposición natural de los seres vivos en su jerarquía de nombres. Hoy sabemos que no lo consiguió.

Las clasificaciones que estuvimos estudiando hasta ahora son conocidas con el nombre de *hacia abajo* y fue el método de clasificación predominante en los tiempos de apogeo de la botánica medicinal, durante y después del Renacimiento. Su principal propósito era la identificación de diferentes tipos de plantas y animales. En aquella época, el conocimiento de las especies botánicas y zoológicas se encontraba aun en una fase inicial, a pesar de lo cual, ese saber, era imprescindible para identificar correctamente la planta que poseía las propiedades curativas conocidas.

La clasificación hacia abajo, como vemos, procede dividiendo grupos grandes en subgrupos, mediante un método de división utilizado ya por Aristóteles. Los animales pueden tener sangre caliente o no; con esto se obtienen dos clases. A su vez, los animales de sangre caliente pueden tener pelos o plumas, y cada una de

las clases resultantes (mamíferos y aves) se puede subdividir a su vez por el mismo proceso de dicotomía, hasta llegar a la especie concreta a la que pertenece el ejemplar que se quiere clasificar.

- a :| Sintetice los aportes realizados por Linneo.
- b :| A qué se refiere el texto cuando se habla de desenmascarar.
- c :| Trate de establecer semejanzas y diferencias de la propuesta de Linneo con las clasificaciones que se venían desarrollando hasta el momento.

ACTIVIDAD 52

- :| Tome los organismos de la Actividad 24 de la Unidad 2 y realice una clasificación *hacia abajo*, definiendo diferentes criterios.

ACTIVIDAD 53

El principio de clasificación hacia abajo dominó la clasificación hasta finales del siglo XVIII, y se refleja en las claves y clasificaciones propuestas por Linneo. Todavía se utiliza este método en guías de campo y en las claves de muchos estudios, aunque ya no se lo llama “clasificación” sino identificación.

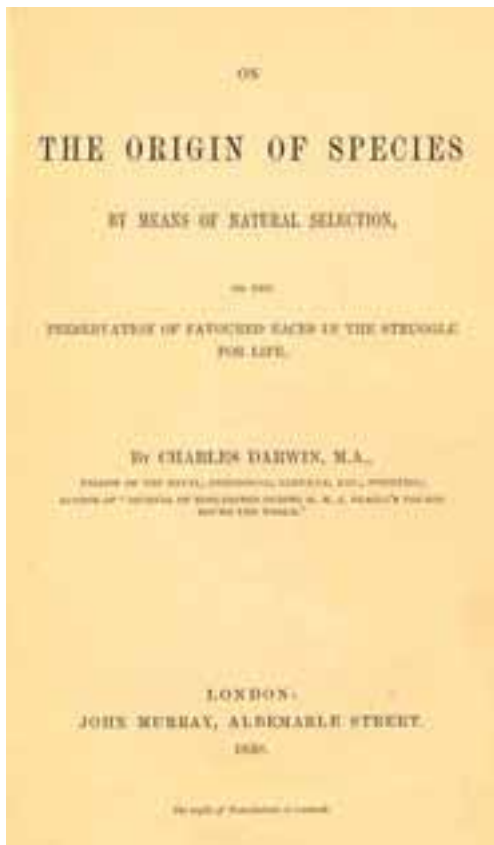
Como es natural, la gente reconocía desde siempre grupos naturales como los peces, los reptiles, los helechos, los musgos y las coníferas. A finales del siglo XVIII hubo algunos intentos de sustituir el sistema de Linneo, por un sistema “más” natural, basado en similitudes y relaciones observadas en los organismos. Pero no se sabía a ciencia cierta cómo determinar dichos criterios.

Con el tiempo, el método de clasificación hacia abajo cayó en desuso. A principios del siglo XIX reaparece una variante: las llamadas clasificaciones con propósito especial. Estas clasificaciones no se basaban en la totalidad de los caracteres de los seres vivos, sino que, en función de su propósito especial, se basaban sólo en unos pocos caracteres, a veces sólo uno. Por ejemplo, atendiendo a su utilidad culinaria, los hongos se podían clasificar en comestibles y no comestibles (o venenosos).

En Ecología todavía se utilizan clasificaciones con propósito especial: por ejemplo, un limnólogo (especialista que estudia ambientes de agua dulce) puede dividir los organismos del plancton en autótrofos, herbívoros, depredadores y detritívoros. Todos estos sistemas tienen un contenido de información mucho menor que el de un sistema de clasificación darwiniano.

Una solución a las dificultades de las clasificaciones linneanas como la cuestión de las relaciones entre los seres vivos y la inclusión de los organismos fósiles, llegaría después. Los lazos naturales entre las especies son conexiones genealógicas (es decir evolutivas) a lo largo de la historia.

Los métodos cambian



En el libro que cambiaría la historia de las Ciencias Naturales, “El origen de las especies”, Darwin demostró que un sistema de clasificación sólido tiene que basarse en dos criterios: la genealogía (la ascendencia común) y el grado de similitud (la cantidad de cambios evolutivos). A las clasificaciones basadas en estos dos criterios se las llama **sistemas de clasificación evolutivos o darwinianos**.

Los filósofos y clasificadores prácticos sabían desde hacía mucho que si existen teorías explicativas (causales) para el agrupamiento de objetos, dichas explicaciones deben tenerse en cuenta al delimitar los grupos. Así por ejemplo, las clasificaciones de las enfermedades humanas utilizadas en el siglo XVIII fueron sustituidas en los siglos XIX y XX por sistemas basados en la etiología (causas) de dichas enfermedades. Y así, las enfermedades se clasificaron en causadas por agentes infecciosos, por defectos genéticos, por el envejecimiento, por falta de cuidados, por sustancias tóxicas o radiaciones nocivas, etc.

Toda clasificación que tiene en cuenta las causas está sometida a estrictas limitaciones que impiden que se transforme en un sistema puramente artificial.

En cuanto Darwin desarrolló su teoría de la ascendencia común, se dio cuenta de que cada grupo natural (o grupo diferenciado de organismos) estaba formado por los descendientes del antepasado común más próximo. Para Darwin, el criterio de la ascendencia no sustituía al criterio de la similitud, sino que más bien ponía limitaciones a los tipos de similitud que se podían aceptar como evidencia de parentesco. En otras palabras, una clasificación darwiniana sólida tiene que basarse en la consideración equilibrada de la genealogía y la similitud (grado de diferencia entre las especies).

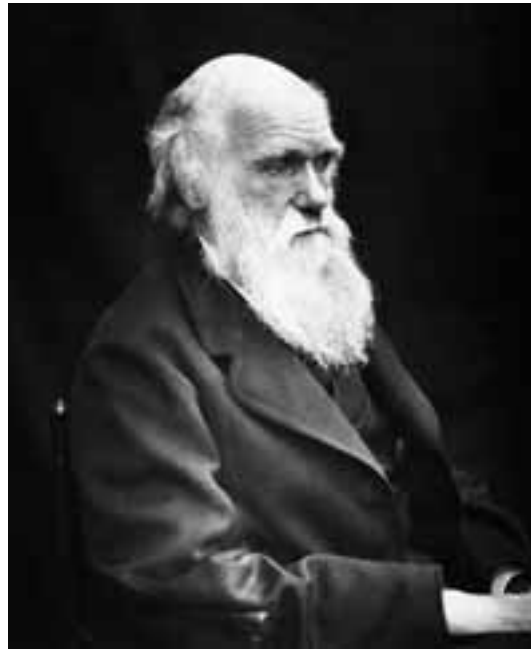
Para entender el papel de la similitud en una clasificación darwiniana, hay que entender el concepto de homología.

La existencia de caracteres homólogos es indicio de parentesco entre especies y grupos superiores. Se consideran homólogas las características de dos o más grupos que derivan del mismo carácter (o de un carácter equivalente) de su antepasado común más próximo.

Ahora bien, no todas las similitudes entre organismos se deben a la homología. Un tipo de cambio evolutivo que puede dar resultados similares es la denominada **convergencia**. Se trata de la adquisición independiente del mismo carácter por linajes sin parentesco evolutivo, como la adquisición de alas por las aves y por los murciélagos.

Hasta 1965, la clasificación darwiniana era el sistema de uso casi universal, y todavía se sigue utilizando mucho. El primer paso del proceso es la delimitación y agrupamiento de especies emparentadas, basándose en la similitud; el segundo paso es la comprobación del origen de dichos grupos y su ordenación genealógica. Este es el único modo de satisfacer los dos criterios de Darwin para una buena clasificación de los organismos.

Como imaginará, estamos lejos de lograr una clasificación “natural” y definitiva. Sospechamos y creemos que a esta altura usted acuerda con nosotros, que ello no es posible. Las clasificaciones, a pesar de Darwin, siguen dependiendo de los criterios que utilicemos y esta cuestión parece lejos de estar superada.



↑ Charles Robert Darwin (1809-1882).

Así, según el criterio elegido se pueden obtener clasificaciones de insectos totalmente diferentes, por ejemplo, basándonos en los caracteres de diferentes fases del ciclo vital (los caracteres de la larva o los del adulto). Al estudiar un grupo de abejas, un equipo de investigadores obtuvo cuatro clasificaciones diferentes ordenando las especies en clases de similitud basadas en los caracteres de 1) las larvas, 2) las pupas, 3) la morfología externa de los adultos y 4) los genitales masculinos. Es decir, invariablemente, cuando un investigador utiliza un nuevo conjunto de caracteres, obtiene una nueva delimitación de grupos o un cambio de nivel.

Muchos grupos están muy bien delimitados y se pueden describir sin ambigüedades y con gran precisión (por ejemplo, las aves o los pingüinos), pero la categoría en la que se sitúan es muchas veces subjetiva y depende del criterio del científico.

Asimismo, la clasificación de los grupos fósiles plantea numerosos problemas y todavía no se ha llegado a un acuerdo al respecto. ¿Cómo deberían tratarse los grupos fósiles que son formas intermedias entre dos grupos vivos?

Esta situación se complica también porque el registro fósil es, en general, demasiado incompleto y no aporta evidencias de la “especie ancestral” de la que derivó un nuevo grupo.

La clasificación darwiniana basada en dos criterios -la genealogía y la similitud- se aceptó de manera casi general desde 1859 hasta mediados del siglo XX. En la actualidad, se han desarrollado algunas alternativas como las clasificaciones llamadas fenética y cladística, basadas en muchos casos en evidencias moleculares, pero tampoco han alcanzado un gran consenso entre los investigadores y siguen siendo fuente de polémicas y discusiones. Por las características que presenta la enseñanza de las clasificaciones naturales en el nivel inicial, estas clasificaciones no serán desarrolladas en el presente curso.

- :| Elabore un resumen de las ideas de Darwin.
- :| Compare las ideas de Darwin con las de Linneo.

Los reyes de la clasificación

Aproximadamente hasta mediados del siglo XIX, los organismos se clasificaban en animales y vegetales (y la naturaleza en general, se ordenaba en tres “reinos” -término que como vemos no resulta muy “natural”-). Todo lo que no fuera claramente un animal se incluía entre los vegetales (el resto de los elementos se incluía en el llamado reino mineral, que posteriormente fue eliminado ya que se busca solamente organizar la diversidad biológica).

Sin embargo, el estudio detallado de los hongos y los microorganismos dejó claro que no tenían mucho que ver con las plantas y que habría que considerarlos como grupos superiores independientes.

La reforma más drástica de la clasificación de los organismos se produjo en los años 30, cuando se comprendió que los monera (procariotas), formados por las bacterias y sus parientes, eran completamente diferentes de todos los demás organismos (eucariotas), que tienen células con núcleo.

Existen varias maneras posibles de clasificar a los eucariontes. Hasta hace poco, por razones de comodidad, se solían combinar todos los eucariontes unicelulares en un solo grupo, los protistas (protista). Aunque los científicos sabían que algunos protistas (los protozoos) se parecían más a los animales, que otros se parecían más a las plantas, y que aún existían otros más parecidos a los hongos, los criterios tradicionales de diagnóstico de animales y plantas (posesión de clorofila, movilidad) no resultaban muy aplicables a este nivel, existía demasiada incertidumbre acerca del parentesco como para mantener la cómoda etiqueta de “protistas”.

Es decir, la diversidad biológica se organiza como vimos en la Unidad 1 en cinco reinos: monera, protista, hongos, vegetales y animales.

Pero las cosas parecen haberse aclarado algo más gracias a nuevas investigaciones, en especial cuando se puso la atención en caracteres que antes se habían pasado por alto (por ejemplo, la presencia de ciertas membranas en las células) y en características moleculares.

Aunque todavía puede resultar cómodo llamar protistas a los eucariontes unicelulares, comentamos que ya no se puede defender el mantenimiento de un grupo oficial llamado protista. Los científicos siguen debatiendo si los “protistas” se deben dividir en tres, cinco o siete reinos.

A modo de cierre (siempre parcial) del estado de la cuestión mostramos el que parece ser el modelo aceptado a comienzos del nuevo milenio. Se trata de un sistema en el cual los organismos se dividen en dos imperios, con sus correspondientes reinos:

Imperio procariontes (moneras)

- reino eubacterias
- reino arquibacterias

Imperio eucariontes

- reino arquizoos
- reino protozoos
- reino cromistas
- reino metafitas (plantas)
- reino fungi (hongos)
- reino metazoos (animales)

Los llamados *Reinos de la Naturaleza* una vez fueron tres, ya en este siglo fueron cinco, hoy parece que son ocho y una pregunta inquietante puede surgir a estas alturas: ¿se han acabado las máscaras en la naturaleza? ¿cuántas quedan aún? ¿o deberemos pensar que debajo de un disfraz se oculta otro y así sucesivamente?

Como tema final para la Unidad le proponemos un trabajo sobre los cambios ocurridos en una especie que parece tener como característica central su conciencia sobre sí misma.

.....| La evolución del hombre

Vimos que el pionero del sistema moderno de clasificación de plantas y animales fue el botánico sueco Karl Linné, recordado en todos los libros como Linneo. En la décima y fundamental edición de su obra clásica *Systema Naturae*, publicada en 1758, enumeró los diversos órdenes que componen la clase mamíferos.

Como buen naturalista del siglo XVIII suponía que los seres humanos debían pertenecer a un orden más alto, de modo que los llamó Primates, término derivado del latín medieval que significa “primero en la lista”.

¿De dónde viene el hombre? ¿Es un animal más? ¿Debe ser considerado, desde el punto de vista biológico, separado del resto de los seres vivos?

¿Cómo ha llegado la especie humana a lo que es actualmente? ¿Desde qué momento de la historia de la Tierra, es posible hablar de la existencia de seres humanos? ¿Qué recorrido evolutivo ha seguido el hombre?

Quizá por influencia de la tradición, los esquemas habituales de la evolución van todos dirigidos (a veces sutilmente, en otros casos en forma grotesca) a reforzar una visión confortable para nosotros: la inevitable superioridad del hombre.

Existen concepciones que muestran cadenas de seres en progreso lineal. A fines del siglo XVIII un médico inglés Charles White en su *Regular Gradation in Man*, articuló toda la diversidad de la vida de los vertebrados en una única secuencia que va desde las aves, pasando por los cocodrilos y perros y más allá de los monos, y asciende por la escala convencional racista de los grupos humanos hasta el modelo caucásico europeo.

Con la aparición de la teoría evolutiva se cuestionaron estas imágenes y se afianzó la idea del origen del hombre a partir de un único grupo primate.



↑ Secuencia habitual y falsa que intenta describir la ocurrencia de evolución progresiva en la historia de la vida.

ACTIVIDAD 55

:| Le proponemos que elabore un texto breve que incluya:

... Su punto de vista sobre las razas.

... ¿Existe racismo en la Argentina?

Razas y ciencia

Las razas humanas no son especies separadas ni divisiones antiguas dentro de una teoría general de la evolución. Para algunos científicos, son subpoblaciones recientes, escasamente diferenciadas, de nuestra especie actual *Homo sapiens*; para otros es una categoría que se utiliza políticamente pero que no tiene realidad biológica alguna.

De todos modos, si se quisiera medir la diferencia genética entre grupos humanos, sería necesario realizar muestras de genes al azar. Algunos estudios realizados, revelan que probablemente más del 90 por ciento de los genes humanos sean comunes a todo el mundo.

Hasta la fecha, y se cree que no será posible (porque muchos investigadores sostienen que el planteo de la existencia de razas es erróneo), no se ha podido detectar ni un solo gen de raza, es decir, un gen que solamente esté presente en un grupo humano y no en otro.

El biólogo Richard Lewontin (el autor del texto del comienzo del Módulo) estudió la variación genética humana y concluyó lo siguiente: “*Si (Dios no lo permita) se produce un holocausto masivo y sólo el pueblo Xhosa del extremo sur de África sobreviviera, la especie humana conservaría más del 80 por ciento de su variación genética*”.

¿Qué pasa entonces? Pasa que los grupos humanos varían espectacularmente en unos cuantos caracteres llamativos (color de la piel, forma del cabello, tipo de ojos, etc.) pero estas diferencias externas nos engañan y nos pueden llevar a pensar que las diferencias en todo el genoma es muy grande. Hoy se sabe que tales diferencias son superficiales.

Las razas pueden variar poco en los caracteres pero los individuos pueden variar mucho entre sí. No podemos menos que imaginar un mundo que trate como seres humanos completos en todos los aspectos absolutamente a todos, hasta a los retrasados mentales más profundos, a pesar de sus evidentes y amplias limitaciones.



↑ A pesar de las diferencias observables, la variación genética es mínima entre diferentes grupos humanos.

ACTIVIDAD 55

[continuación]

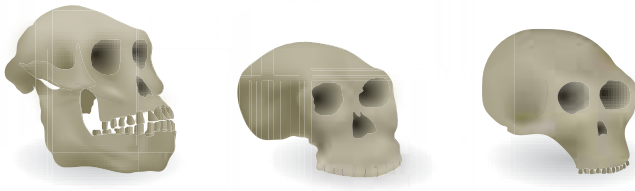
- :| Confronte el texto que elaboró en la actividad anterior, y elabore una conclusión sobre la existencia o no de alguna supuesta raza superior dentro de los seres humanos.

ACTIVIDAD 56

Ahora bien, también nos podríamos preguntar: ¿si los humanos han descendido de un grupo ancestral de primates, cómo es posible que siga habiendo monos en la actualidad?

Vimos que la evolución no es una escalera de progreso de grupos biológicos en la que cada peldaño desaparece al transformarse de cuerpo entero en la siguiente etapa. Es un arbusto y los grupos ancestrales normalmente sobreviven a sus descendientes una vez que éstos se han separado.

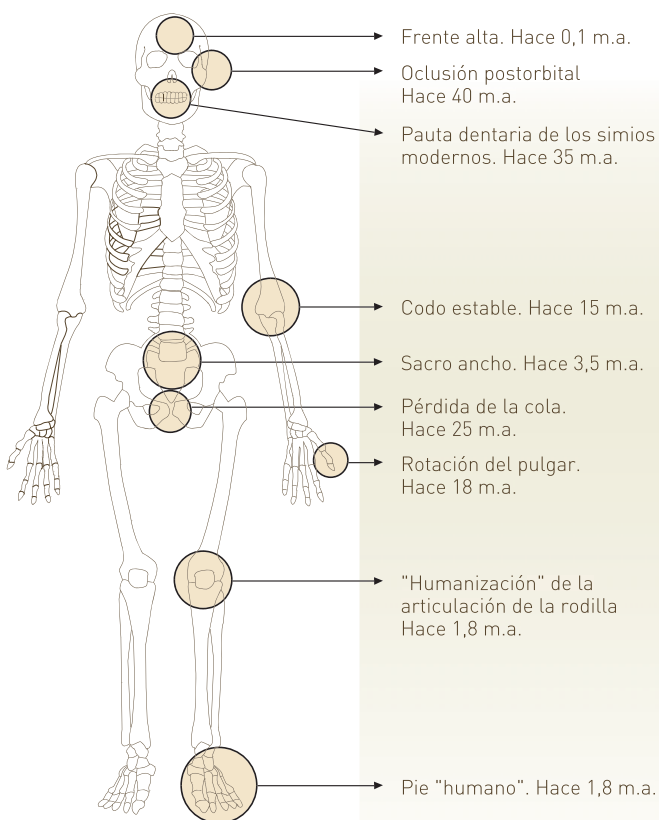
Hay simios de muchas formas y tamaños, sólo una de las líneas lleva a los humanos. Una de las poblaciones de *Australopitecus* se convirtió en *Homo habilis*, otras varias sobrevivieron. Una especie, *Australopitecus robustus*, murió hace menos de un millón de años y vivió en África.



↑ Diferentes cráneos de homínidos anteriores al hombre.

Es decir, la expresión habitual “*el hombre desciende del mono*” resulta una simplificación errónea. La especie humana actual tiene un vínculo bastante lejano con un grupo primate ancestral que originó tanto a los chimpancés como a los gorilas actuales. Y sabemos que las relaciones de parentesco no suponen relaciones de descendencia.

En la actualidad, no existen dudas sobre el hecho de la evolución. Sin embargo, mucha gente, se pregunta si la evolución sigue ocurriendo o se trata de un proceso que ya ha culminado con la aparición del hombre.



Para probar que seguimos evolucionando biológicamente bastaría con mostrar que las condiciones necesarias y suficientes para que ocurra evolución biológica siguen presentes en la especie humana: existe variabilidad genética y actúa la selección natural, pero también actúa la sociedad y la cultura. Si bien en la actualidad las deficiencias hereditarias que pueden ser curadas son muy pocas, algunos científicos sostienen que en el futuro será posible mejorar la constitución genética de la especie humana. Probablemente la evolución humana haya entrado en una etapa donde la influencia de la sociedad, con sus principios éticos, religiosos, la educación y las costumbres, entre otros factores, repercutan e influyan sobre la reproducción diferencial de los seres humanos.

ACTIVIDAD 57

:| Como actividad final, de autoevaluación, le proponemos que elabore un texto argumentativo respondiendo a la siguiente problemática:

- a :| ¿Hasta qué punto los avances culturales (especialmente en medicina) influyen en la acción de la selección natural sobre la especie humana?
- b :| Recorra a sus notas y a sus lecturas para poder realizarlo.

 Bibliografía

A continuación le damos los nombres de algunos libros que podrá consultar en la biblioteca de su escuela, de su centro o de su barrio. Le serán útiles a lo largo de su trabajo con el Módulo para aclarar algunas dudas, realizar otras lecturas, ampliar sus saberes y enriquecer las actividades propuestas. Recorra a su docente tutor o al bibliotecario para que lo ayude en la búsqueda del material que le interese.

-] Cabello, M. y Lope, S. *Evolución*. Madrid, Biblioteca de Recursos Didácticos Alambra, 1986.
-] Eldredge, N. *La vida en la cuerda floja*. Barcelona, Tusquets. 2001.
-] Gould, S.J. *El libro de la vida*. Barcelona, Crítica. 1993.
-] Lewontin, R. *Genes, organismos y ambiente*. Barcelona, Gedisa. 2000.
-] Lewin, R. *Evolución humana*. Barcelona, Salvat. 1994.
-] Patterson, C. *Evolución: la teoría de Darwin hoy*. Barcelona, Fontalba. 1985.
-] Ricklefs, R. E. *Invitación a la ecología*. Buenos Aires, Editorial Médica. 1998.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación

EQUIPO DE EDUCACIÓN DE JÓVENES Y ADULTOS

RESPONSABLE DE LA ARTICULACIÓN DEL PROYECTO	Mirta Leon
LECTURA DE LOS MATERIALES	Pablo Courreges
	Herminia Ferrata
	Mirta Leon
	Esther Levy
	Gabriela Miasnik
	Heliana Rodríguez
	José Romero
	Alejandra Santos

EQUIPO DE PRODUCCIÓN EDITORIAL -DNPC-

COORDINACIÓN GENERAL	Laura Gonzalez
SUB COORDINACIÓN	Verónica Gonzalez
ASISTENCIA DE PRODUCCIÓN	Silvia Corral
DISEÑO DE COLECCIÓN	Clara Batista
ASISTENCIA EN DISEÑO	Mariana Velázquez
	Fernando García Guerra

Biología

COORDINACIÓN	Silvia Corral
ARMADO	Mercedes Mayans
ILUSTRACIONES	Diego Vaisberg
FOTOGRAFÍAS	Charlie Lorenz

El presente material fue elaborado por los Equipos
Técnicos de la Dirección de Educación de Adultos y Formación Profesional
de la Dirección General de Cultura y Educación
de la Provincia de Buenos Aires.

El Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
brindó apoyo financiero para la elaboración de este material
en el marco del Convenio Más y Mejor Trabajo
celebrado con el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires

**Dirección de Educación de Adultos y
Formación Profesional de la Provincia de Buenos Aires**

EQUIPO DE PRODUCCIÓN PEDAGÓGICA

COORDINACIÓN GENERAL	Gerardo Bacalini
COORDINACIÓN DEL PROYECTO	Marta Ester Fierro
COORDINACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	
1RA. ETAPA	Verónica Nespereira
2DA. ETAPA	Beatriz Alen
AUTOR	Antonio Gutierrez
PROCESAMIENTO DIDÁCTICO	Alicia Santana
ASISTENCIA DE PRODUCCIÓN	Florencia Sgandurra
CORRECCIÓN DE ESTILO	Carmen Gargiulo
GESTIÓN	Claudia Schadlein
	Marta Manese
	Cecilia Chavez
	María Teresa Lozada
	Juan Carlos Manoukian

Se agradece la colaboración de los docentes y directivos
de los Centros Educativos de Nivel Secundario de la provincia de Buenos Aires
que revisaron y realizaron aportes a las versiones preliminares de los materiales.



Material de distribución gratuita



MINISTERIO de
EDUCACIÓN
CIENCIA y TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA de la NACIÓN



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura