

Evolución de los seres vivos

Tema 1: Taxonomía



Objetivos

- Clasificar la biodiversidad a partir de observaciones presentes en el entorno.
- Comparar la clasificación de organismos a partir de criterios taxonómicos.
- Inferir cambios en criterios de clasificación de los organismos considerando la disponibilidad de tecnología y avances científicos.
- Aplicar criterios taxonómicos de los niveles de clasificación de los organismos.

1.1 Biodiversidad

La **biodiversidad** o diversidad biológica corresponde a la amplia variedad de seres vivos que se encuentran en el planeta. Esta variedad biológica se manifiesta en relativamente pocos grupos o patrones generales, y es el resultado de las variaciones de sus características en torno a ese patrón.

Para reconocer y ordenar esta diversidad se han agrupado los seres vivos en función de sus patrones compartidos; primero patrones generales conocidos, y luego patrones que sean específicos para cada grupo.

1.2 Clasificación de los organismos

La **taxonomía** surge de la necesidad de ordenar y clasificar a los seres vivos. Se basa en el estudio comparado de las características biológicas de los organismos. La clasificación biológica moderna se basa en el **sistema de clasificación de Linneo**, el que agrupa a los seres vivos en torno a sus características anatómicas. Linneo propuso dos sistemas: el **binominal** y el **jerárquico**.

El sistema binominal es una convención que emplea dos términos en latín para nombrar a las especies, y el sistema jerárquico corresponde a la categoría o taxón que agrupa los patrones comunes en los organismos.

1.3 Filogenia

La **filogenia** es la ciencia que estudia la relación de parentesco que existe entre los grupos o taxa. La información se muestra en un diagrama llamado árbol filogenético que resume la información comparada y analizada.

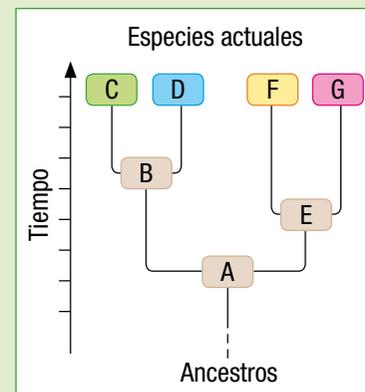
Los **árboles filogenéticos** en sí mismos **son hipótesis, representadas de manera gráfica**, de cómo ocurrieron los cambios en un grupo de organismos. Como toda hipótesis, deben ser puestos a prueba, por lo que los biólogos analizan las formas de los organismos, los patrones de conducta y, desde hace algunos años, también utilizan el material genético (ADN).

1.4 Sistemática

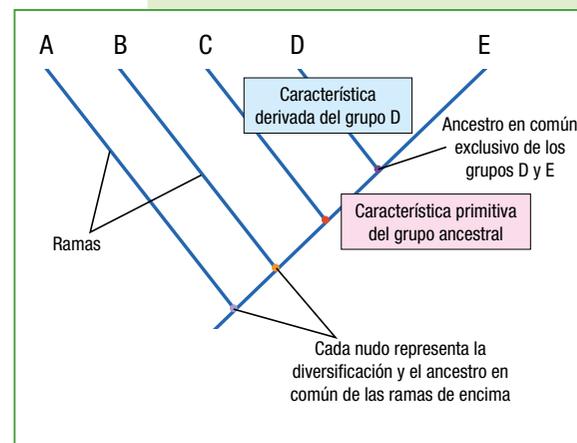
La **sistemática** es una disciplina que estudia todos los tipos de variaciones existentes entre los seres vivos, en los diferentes niveles de organización biológica, con la finalidad de crear sistemas de clasificación de las especies con base en su filogenia.

La **cladística** es un tipo de sistemática que consiste en un método de análisis que construye las filogenias infiriendo relaciones basadas en caracteres compartidos.

Los árboles filogenéticos que construyen los cladistas son llamados cladogramas y representan las relaciones evolutivas entre los grupos.



- ▲ Las especies actuales C y D descienden de B, mientras que F y G de E. El ancestro común es A.



- ▲ Cada terminal de la rama A, B, C y D representa a un grupo o especie. Cada nudo representa una diversificación.

Tema 2: Evidencias evolutivas



Objetivos

- Reconocer zonas de observación y tipos de fósiles considerando fenómenos geológicos ocurridos en Chile.
- Especificar la antigüedad de los fósiles en diferentes estratos de rocas sedimentarias.
- Comparar la anatomía, morfología e información molecular de los organismos para determinar los niveles de parentescos.
- Analizar, a partir de modelos, características de seres vivos según evidencias fósiles.

2.1 Paleontología y registro fósil

El cambio en las especies a lo largo del tiempo se ha estudiado bajo el concepto de **evolución**, el que se entiende como los cambios de un conjunto de individuos a lo largo del tiempo durante varias generaciones. La confirmación de que la vida en el planeta ha experimentado un constante proceso evolutivo se genera a partir de la información que se ha obtenido de la **paleontología**, la **anatomía comparada**, la **embriología**, la **biogeografía** y la **biología molecular**, conocidas como **evidencias evolutivas**.

Una de las principales evidencias de la evolución biológica son los **fósiles**, que corresponden a **restos** o **huellas** de seres vivos que vivieron en el pasado. El registro fósil corresponde a todo lo que se ha descubierto en torno a fósiles.

Los fósiles se encuentran principalmente en **rocas sedimentarias**, las que se forman por la acumulación de sedimentos que se compactan en diferentes **capas** o **estratos**. A través de la distribución de los fósiles en los estratos de las capas sedimentarias es posible determinar la aparición y abundancia de un organismo dominante en una era geológica determinada. Para la formación de un fósil es necesario que se cumplan **condiciones extremadamente favorables** que permitan la preservación del organismo o sus vestigios.

Los **recursos fósiles**, los cuales son utilizados para la producción energética a nivel global, se formaron bajo condiciones excepcionales de presión, temperatura y tiempo de descomposición.

Los **fenómenos geológicos** ocurridos desde el paleozoico, como los plegamientos, los levantamientos y las deformaciones del terreno, dan cuenta del estado y distribución de los fósiles documentados en Chile. La gran mayoría de los fósiles encontrados en Chile están desarticulados y fragmentados; sin embargo, hay algunas zonas del país donde se han encontrado en buen estado.

2.2 Anatomía comparada

La **anatomía comparada** es la ciencia que estudia las semejanzas y las diferencias anatómicas de los organismos con relación a un ancestro en común. Con la ayuda de los fósiles y organismos actuales es posible determinar las funciones y similitudes de las estructuras o sus diferencias.

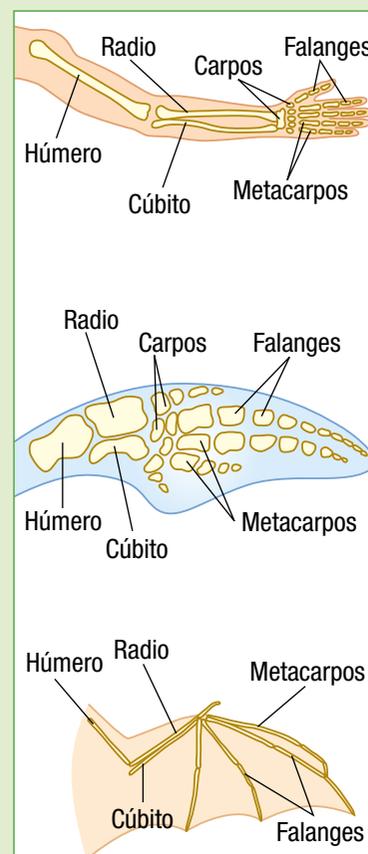
Las **estructuras homólogas** corresponden a estructuras de los organismos que son similares en su forma, pero que no cumplen la misma función. Esto se debe a la existencia de un ancestro común entre los individuos.

Las **estructuras análogas**, también conocidas como homoplásicas, son aquellas que cumplen la misma función, pero sus estructuras anatómicas son diferentes debido a que poseen distintos ancestros comunes.

Las **estructuras vestigiales** son estructuras u órganos que eran funcionales en los antepasados, pero que en la actualidad han perdido sus funciones iniciales.



- ▲ El registro fósil ayuda a determinar la forma, las dimensiones y el tipo de desplazamiento de un dinosaurio.



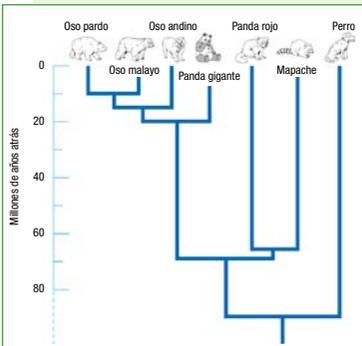
- ▲ El que haya vertebrados que poseen huesos similares significa que presentan un ancestro en común.



▲ Los osos de estos continentes provienen de un ancestro común, pero al separarse los continentes diferentes poblaciones quedaron aisladas, se adaptaron y evolucionaron de manera independiente.



▲ Las etapas iniciales del desarrollo embrionario en vertebrados están reguladas por genes.



▲ Construcción de árbol filogenético con la información homóloga que tienen sus genes.

2.3 Biogeografía

La disciplina biológica actual que estudia la distribución geográfica de los seres vivos y sus causas se conoce como **biogeografía**. Esta ciencia explica la similitud que existe entre las especies actuales y las fósiles de una misma zona y las diferencias con los fósiles de otro lugar.

La **teoría de la deriva continental** describe que las porciones de corteza terrestre fueron cambiando de posición y que no siempre estuvieron dispuestas como ahora. La distribución de las especies depende de factores ambientales actuales, pero también de eventos geológicos pasados.

2.4 Embriología

La **observación y comparación de embriones** de organismos vertebrados llevó a la conclusión de que en sus primeras etapas de desarrollo sus morfologías eran similares. Sin embargo, en etapas posteriores estos organismos se diferencian hasta adoptar su forma adulta.

Los cambios durante el desarrollo embrionario están regulados por genes que se conservan en las especies a lo largo del tiempo, por lo tanto en sus primeras etapas de desarrollo estos genes están activos para todos los organismos; luego pueden ser regulados por otros procesos celulares que desencadenan los cambios morfológicos visibles.

La similitud del desarrollo embrionario en estadios iniciales en vertebrados evidencia, al igual que el registro fósil, la existencia de un ancestro común en estos organismos.

2.5 Biología molecular

Las pruebas de biología molecular consisten en pruebas bioquímicas que se basan en la **comparación** de la **estructura molecular** de diferentes organismos. Cuanto más parecidas sean dos especies a nivel molecular, mayor será el parentesco evolutivo y viceversa.

Actualmente, los métodos más utilizados para comparar organismos se basan en el estudio de las secuencias de ADN de genes específicos y de los aminoácidos de algunas proteínas. Con ellos se han elaborado árboles filogenéticos en los que quedan representadas las relaciones de parentesco entre diversos seres vivos.

Inicialmente los científicos reconstruyeron la historia evolutiva de algunos organismos a partir de la información obtenida de los registros fósiles y de los organismos actuales. Sin embargo, con el desarrollo de las técnicas moleculares se evidenció que algunas especies habían sido clasificadas en clados a los que no pertenecen porque no comparten secuencias proteicas o genéticas similares al ancestro común sugerido. A causa de esta situación, se construyeron nuevas filogenias donde estas especies están en un clado junto a su ancestro común más reciente, ya que concuerdan en gran parte con sus secuencias genéticas.

Tema 3: Teorías evolutivas



Objetivos

- Describir el origen de la vida en la Tierra y sus principales teorías.
- Interpretar evidencias de las teorías evolutivas.
- Analizar la relación entre las investigaciones de Darwin y Wallace con la biología molecular.
- Argumentar la importancia de las evidencias en la validación científica de las teorías evolutivas.

3.1 Origen de la vida

A lo largo de la historia, muchos científicos y filósofos han querido dar respuesta al origen de la vida, por lo que en cada época y cultura se han desarrollado distintos planteamientos. Entre los más destacados, se encuentran los siguientes:

- Teoría de la generación espontánea.
- Teoría de la panspermia.
- Teoría prebiótica.
- Hipótesis de las microesferas proteínoides.
- Mundo del ARN.

Estas teorías explicaban el origen de los seres vivos, pero no las causas de la gran biodiversidad de organismos. Como consecuencia de las nuevas interrogantes nacieron otras corrientes de pensamiento, como el creacionismo, el fijismo, el transformismo y el evolucionismo.



- ▲ La teoría más aceptada del origen de la vida es la prebiótica.

3.2 Teorías fijista y creacionista

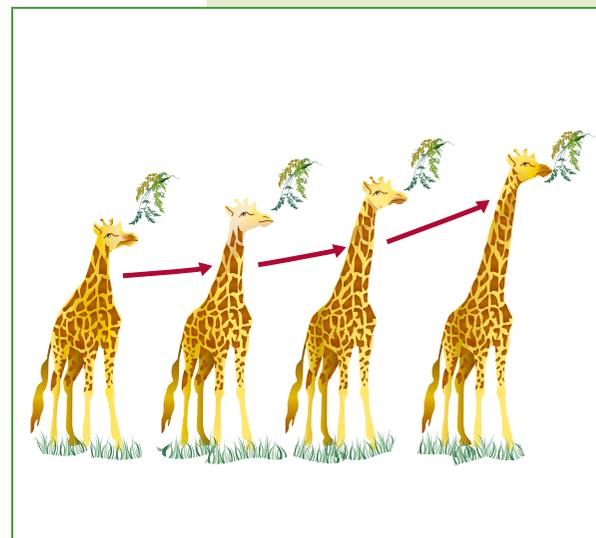
La **teoría fijista** plantea el principio de la inmutabilidad de las especies, es decir, que los seres vivos **no presentan cambios** a lo largo del tiempo. Los mayores representantes del fijismo creían en la generación espontánea. Por otro lado, la **teoría creacionista** postulaba que la biodiversidad de seres vivos era producto de un **ser divino** y que dichos seres vivos **no variaban** su morfología a lo largo del tiempo.

3.3 El transformismo

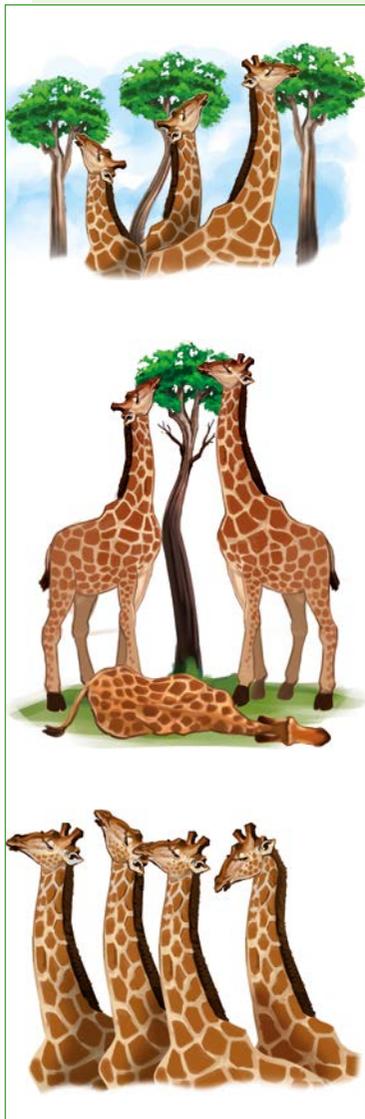
Postula que los individuos **cambian en el transcurso del tiempo**, ya que modifican su apariencia para evolucionar. Se considera la primera explicación de evolución como proceso de cambio. El francés Jean-Baptiste Lamarck fue un destacado exponente de esta teoría, la que fue conocida como **lamarckismo**.

El transformismo indica que los organismos debido a una influencia ambiental y sentimiento interior tienen la necesidad de transformar los órganos empleados, haciéndolos más fuertes para las nuevas necesidades. Esta nueva característica es **heredada a la descendencia**.

Dentro de las críticas realizadas a esta teoría se encuentra la **falta de evidencias** para demostrar que los organismos tienen la capacidad innata de cambio por una fuerza interna y para sustentar que las modificaciones de las características de un organismo pueden ser heredadas en generaciones sucesivas.



- ▲ Según Lamarck, las jirafas tenían un sentimiento interior que provocaba el cambio de los órganos empleados.



▲ Las jirafas que no heredaron el carácter favorable y no poseen adaptaciones para cierto ambiente, desaparecen. Aquellas que poseen el carácter favorable, permanecen en el ambiente.

3.4 El evolucionismo

Charles Darwin junto con Alfred R. Wallace fueron los mayores expositores y defensores de la teoría evolucionista durante el siglo XIX.

En conjunto, estos científicos propusieron la **teoría de la selección natural** o darwinismo, que postula que los organismos de una **población** que poseen características o **adaptaciones favorables** para existir bajo ciertas condiciones ambientales **sobreviven** y los que no las poseen se extinguen. Los principios de la selección natural describen que

- el **ambiente selecciona** a aquellos individuos que alcanzan la madurez y sobreviven a la competencia por los recursos del ambiente, tales como alimento, refugio o pareja; esto es, **sobrevive el más apto**;
- los individuos mejor adaptados tendrán mayores oportunidades de acceder a los recursos del medio, sobrevivirán y tendrán una mayor cantidad de descendientes, por lo que serán más **exitosos en su reproducción**;
- las **variaciones** de los organismos que son **favorables** son transmitidas a sus descendientes;
- la variabilidad en las especies **ocurre al azar** y solo el **ambiente influye selectivamente**; y
- las poblaciones de especies que no se adaptan frente a cambios brutales e inesperados pueden desaparecer en un proceso selectivo llamado **extinción**.

3.5 Teoría sintética de la evolución o neodarwinismo

Integra la teoría de la selección natural de Darwin-Wallace más los conocimientos de **genética**. Esta teoría propone que

- los caracteres son heredados por medio de los **genes**, que contienen la información genética de los organismos.
- los cambios genéticos ocurren al **azar** como causa de la selección natural.
- la selección natural permite que aquellos genes que confieran características más aptas o favorables aumenten su frecuencia en la población. En cambio, los desfavorables, desaparecen.
- la variabilidad genética en las poblaciones es originada por **mutación** y por los procesos de **recombinación genética** en la división celular. La evolución ocurre de manera **gradual**. Por esta razón el proceso que lleva a la aparición de una nueva especie es muy largo.