

1. Darwinismo

La teoría de DARWIN se sustenta sobre cuatro postulados:

- El **mundo no es estático**, sino que evoluciona. Las especies, tal y como refleja el registro fósil, cambian continuamente; se originan unas y se extinguen otras.
- El proceso de cambio es **gradual y continuo**, sin cambios súbitos o saltos discontinuos.
- Los **organismos semejantes están emparentados** y descienden de un antepasado común. Por ejemplo, todos los mamíferos han derivado de una especie ancestral. Este postulado implica que los seres vivos tienen un origen único.
- El cambio evolutivo es el resultado de la **selección natural**.

En resumen, DARWIN afirmó que todos los organismos que habitan en el planeta eran el resultado de un proceso de descendencia con modificaciones sucesivas **-evolución-**, a partir de un antepasado común. El mecanismo que explica cómo se llevan a cabo los cambios evolutivos lo denominó **selección natural**.

La selección natural

La selección natural, según DARWIN, actúa de la siguiente manera:

- **Variabilidad.** En cualquier población, los individuos presentan variaciones producidas al azar. Algunas aumentan la probabilidad de supervivencia y el éxito reproductivo del individuo, y otras lo disminuyen. Estas características deben ser heredables y no producidas por el ambiente para que tengan incidencia en el proceso evolutivo.
- **Lucha por la existencia.** DARWIN observó que el número de individuos de las poblaciones se mantiene constante en el tiempo, si bien, la cantidad de descendientes producidos en cada generación es muy superior al número que alcanza la madurez y es capaz de reproducirse; es decir, nacen más individuos de los que pueden sobrevivir.

La explicación de DARWIN a este hecho es que, entre los organismos de una población, se genera una **lucha por la existencia**, debido a que los recursos son limitados. Como aclaró el propio DARWIN, el término lucha por la existencia, que sugiere una confrontación violenta, debe tomarse en sentido metafórico y debe entenderse como competencia, ya que en muchos casos no implica un enfrentamiento directo entre los implicados.

- **Reproducción diferencial.** Los individuos que tienen variaciones favorables sobreviven y se reproducen con más éxito, por lo que la siguiente generación presenta sus rasgos. Los menos aptos, con alguna característica desventajosa, no alcanzan la madurez o dejan menos descendientes, por lo que sus características van desapareciendo de la población.

El resultado de este proceso es la **adaptación** de los organismos al ambiente. Con el tiempo, la acumulación de modificaciones origina la aparición de nuevas razas y variedades, y, por último, la aparición de **nuevas especies**.

DARWIN no pudo explicar cómo se transmitían los caracteres de una generación a la siguiente, ni cuál es el origen de la variabilidad entre los individuos de una población, por lo que tuvo que aceptar la herencia de los caracteres adquiridos para justificar estos aspectos de su teoría. Tras la aparición de la genética como ciencia, la teoría sintética dio una explicación satisfactoria a estas cuestiones.

2. Neodarwinismo

La teoría sintética de la evolución

La **teoría sintética de la evolución**, también conocida como **neodarwinismo** en sentido amplio, es una «síntesis moderna» resultado de la convergencia de tres disciplinas: la genética de poblaciones, la sistemática y la paleontología que revisaron y enriquecieron desde su óptica la teoría darwiniana. Este enfoque consiste en considerar la herencia de los seres vivos, no en los individuos aislados, sino como miembros de las poblaciones.

El punto fundamental del neodarwinismo sostiene que las variaciones propuestas por DARWIN no son debidas a la acción del medio, sino que son mutaciones aparecidas al azar y escogidas por la selección natural, que es la causa última de la evolución de las especies. Por tanto, la evolución biológica se efectúa por el juego del azar modulado por la selección natural: «el azar y la necesidad», que escribió el Nobel JACQUES MONOD.

Las aportaciones de la genética

Genética mendeliana

El redescubrimiento de las leyes de MENDEL y de la teoría cromosómica de la herencia permitió dar una explicación a la forma de transmisión de los caracteres hereditarios y a las causas de la variabilidad, que se atribuyen a las **mutaciones** y a la **recombinación génica**.

- **Las mutaciones.** Constituyen la fuente primaria de variación. Son cambios en el material genético que pueden afectar a un solo gen (mutaciones génicas), a uno o varios cromosomas (mutaciones cromosómicas) o al conjunto del genoma de un individuo (mutaciones genómicas). En cualquier caso, una mutación puede resultar beneficiosa, perjudicial o neutra para el individuo que la porta.
- **La recombinación** (véase la unidad 4). Genera la aparición de nuevas combinaciones de alelos en los cromosomas de los gametos. La variabilidad producida en las poblaciones es un proceso **aleatorio**, que no está causado por las necesidades de adaptación de los organismos al ambiente. No obstante, la enorme variación existente en los individuos de una población ofrece múltiples soluciones a casi todos los problemas ambientales.

La **adaptación** debe considerarse como los cambios heredables de los caracteres que permiten la adecuación de los seres vivos a las condiciones del medio en el que viven, es decir, permiten su supervivencia. La acumulación de estos cambios adaptativos pueden producir especiación y, por tanto, ser causa de la **evolución** y de la gran variedad de especies, es decir, de la **biodiversidad**.

Genética de poblaciones

Surge en 1937 cuando DOBZHANSKY explicó el proceso evolutivo en términos genéticos y la población pasó a ser el centro de la evolución en lugar de los organismos individuales. Según la genética de poblaciones:

- La **selección natural** interviene variando las **frecuencias génicas** en las poblaciones. Los genotipos que aumentan la probabilidad de que un organismo sobreviva y se reproduzca incrementan sus frecuencias en las siguientes generaciones (las frecuencias de sus alelos serán mayoritarias dentro de la población), debido a que los organismos que portan estas variaciones dejan más descendientes que los que carecen de ellas. Estos genotipos tienen una gran eficacia biológica.
- Las **combinaciones de alelos** (genotipos) que presentan variaciones desfavorables son eliminados de la población, ya que sus portadores dejan menos descendientes (tienen menor eficacia biológica).
- Debido a que el **ambiente es cambiante**, los genotipos que estaban adaptados pueden dejar de estarlo y la selección favorecerá a otros nuevos.
- Como vemos, la selección natural marca el sentido de la evolución, actúa sobre la variabilidad al seleccionar, mediante un mecanismo de reproducción diferencial (la **eficacia biológica**), aquellos genes (alelos) que son útiles como **adaptaciones** de los organismos al ambiente.

Las aportaciones de la sistemática y la biogeografía

Se deben a ERNST MAYR, quien, en 1942, propuso un nuevo modelo de especiación, la **alopátrida**.

La **especiación** se define como el mecanismo de aparición de nuevas especies que provoca que una especie se divida en dos o más nuevas.

Se produce cuando surgen **mecanismos de aislamiento reproductor** entre las poblaciones de una especie, con lo que se interrumpe el intercambio de genes entre ellas.

- Cada población aislada reproductivamente acumula variaciones (debidas a la mutación y la recombinación) sobre las que actúa la selección natural, de modo que ambas poblaciones divergen como consecuencia de su adaptación a las condiciones ambientales locales.
- Con el paso del tiempo, las diferencias acumuladas darán lugar a la aparición de dos especies diferentes, que aunque convivan en el mismo ambiente serán incapaces de reproducirse entre sí (de intercambiar genes) y evolucionarán de forma distinta.

Tipos de especiación

- **Especiación simpátrida.** Es el mecanismo darwiniano y el aceptado mayoritariamente hasta 1942. Se produce cuando una especie, pese a habitar en el **mismo territorio**, se subdivide en dos subpoblaciones debido a mecanismos que impiden su cruzamiento, como tener hábitats diferentes que dificulten el apareamiento, distintas formas de comportamiento durante el cortejo, mecanismos que impiden la cópula o la fecundación, etc.
- **Especiación alopátrida.** Surge cuando una población queda separada por una **barrera geográfica** de los demás miembros de la especie, y se interrumpe el intercambio genético. Este es el mecanismo de especiación más común en los animales. El aislamiento geográfico puede surgir por la aparición de una cadena montañosa, un nuevo curso de agua, etc., o cuando una población emigra a una zona nueva.

Las aportaciones de la Paleontología

Se deben a GEORGE GAYLORD SIMPSON, quien propuso que los cambios evolutivos, según el registro fósil, son graduales, confirmando las ideas de DARWIN. Sus estudios sirvieron para comprobar que la selección natural es un proceso aleatorio, sin ninguna finalidad ni tendencia a la perfección.

El resumen de la Teoría Sintética:

- La unidad evolutiva es la población y no el individuo aislado. La variabilidad en las poblaciones se debe a la mutación y a la recombinación.
- Las condiciones ambientales favorecen que los genotipos mejor adaptados dejen mayor descendencia y, por tanto, prevalezcan sus frecuencias génicas. De esta forma constituyen, poco a poco, el conjunto dominante.
- El proceso evolutivo de transformación de una especie en otra se produce de una forma gradual, según ponen de manifiesto los fósiles.
- El modelo de especiación alopátrida completa el modelo de especiación simpátrida de la teoría darwiniana.

Semejanzas y diferencias entre Darwinismo y teoría sintética.

Semejanzas: El mecanismo de la evolución es la selección natural y es un proceso gradual y continuo.

Diferencias:

1. Darwin desconocía los mecanismos de la herencia biológica, El neodarwinismo nace de la Genética.
2. El darwinismo es del siglo XIX(1859), . El neodarwinismo o Teoría Sintética de la Evolución) es una teoría del siglo pasado(1930-1940).
3. El darwinismo desconoce la genética de poblaciones y la propia existencia de mutaciones genéticas. El neodarwinismo considera la **mutación** la fuente primaria de variabilidad genética en las **poblaciones** .
4. La unidad de evolución darwinista es el individuo. **La unidad de evolución neodarwinista es la población**
5. El neodarwinismo explica **la microevolución** o cambios en las frecuencias alélicas en las poblaciones, que podría desembocar en la **especiación** (formación de nuevas especies a partir de una especie ancestral común) mediante mecanismos de **aislamiento reproductor** por **barreras reproductoras pre- y postcigóticas**. La **macroevolución** es la formación de taxones superiores a la especie (nuevos géneros, familias, órdenes, clases o filos). Según la Teoría Sintética, las únicas diferencias entre micro- y macro-evolución se deben a la diferente escala espacio-temporal.

3. Pruebas de la Evolución

Las **pruebas de la evolución** son las evidencias que permiten ponerla de manifiesto. Ya DARWIN acumuló infinidad de certezas a favor del hecho evolutivo, que han seguido aumentando desde entonces gracias al desarrollo de las distintas disciplinas de la biología. Entre las principales pruebas de la evolución destacan las tradicionales, como la paleontología, la anatomía comparada, la embriología y la biogeografía, y otras más recientes, como las pruebas bioquímicas.

3.1. Pruebas paleontológicas

La paleontología es el estudio de los fósiles y constituye la prueba más directa en apoyo de la evolución. Dos aspectos importantes del estudio de los fósiles son las series filogenéticas y las formas puente o eslabones.

- **Las series filogenéticas.** Son conjuntos de fósiles que, ordenados de más antiguos a más modernos, permiten reconstruir la historia evolutiva de un grupo de seres vivos. En las series filogenéticas se ponen de manifiesto cambios morfológicos en un sentido determinado. Entre las series mejor conocidas destaca la de los équidos, en la que se encuentran los caballos actuales.
- **Las formas puente o eslabones.** Son restos de organismos con características intermedias entre dos grupos de seres vivos. Las formas puente explican la aparición de grandes grupos taxonómicos a partir de un grupo ancestral. Ejemplos de formas intermedias son *Archaeopteryx*, fósil del Jurásico, que presenta caracteres intermedios entre las aves y los reptiles; y *Ichthyostega*, pez del Devónico, con caracteres entre peces y anfibios, que muestra la transición hacia los vertebrados terrestres.

3.2. Pruebas de la anatomía comparada

La anatomía comparada se basa en el estudio de los órganos homólogos y de los órganos análogos.

- **Los órganos homólogos.** Son aquellos que, aunque realicen distinta función, tienen la misma estructura básica y el mismo tipo de desarrollo embrionario, es decir, han tenido un origen evolutivo común. Los órganos homólogos se originan cuando organismos que comparten un antepasado común desarrollan distintas estrategias adaptativas en ambientes distintos. Es decir, surgen por un proceso de **evolución divergente** denominado **radiación adaptativa**. Son órganos homólogos las extremidades anteriores de los vertebrados, que, aunque están adaptados a distintas funciones, básicamente mantienen la misma estructura ósea, como se muestra en el cuadro inferior.
- **Los órganos análogos.** Son los que desempeñan la misma función, pero tienen un origen evolutivo y una estructura básica distintos. Se originan cuando organismos de especies diferentes, que viven en el mismo ambiente, desarrollan adaptaciones similares. Es decir, surgen por un proceso de **evolución convergente** denominado **convergencia adaptativa**. Son órganos análogos el ala del insecto, con respecto a la de un ave o a la de un murciélago; o las patas excavadoras del topo y las del alacrán cebollero.

Otra prueba de la anatomía comparada es la presencia de los **órganos vestigiales** o **atavismos**, que son órganos que no realizan ninguna función, pero que se conservan en los individuos de una especie como recuerdo de su pasado evolutivo. Uno de los atavismos más conocidos, en el ser humano, es el apéndice vermiforme, vestigio sin ninguna función de un órgano que se desarrolla en los mamíferos herbívoros y sirve para almacenar y digerir celulosa con la ayuda de bacterias. Otros órganos vestigiales del ser humano son el pelo en el cuerpo, la muela del juicio o el coxis como resto de la cola.

3.3. Pruebas de la embriología

Los estudios embriológicos ponen de manifiesto que los organismos emparentados evolutivamente presentan similitudes en sus embriones durante algunas etapas de su desarrollo embrionario. Las similitudes en el embrión persisten durante más tiempo cuando el parentesco evolutivo es más cercano. Estos patrones de semejanza muestran que han sido heredados de un antepasado común. Un ejemplo lo constituye el estudio de las fases iniciales de los embriones humanos y de otros vertebrados terrestres, que son casi idénticas. En todos los casos, los embriones presentan aperturas branquiales que desaparecen durante el desarrollo. Este hecho se explica porque los vertebrados terrestres surgieron a partir de un grupo de peces ancestrales, con los que comparten algunas etapas tempranas del desarrollo, que aún se conservan en los peces actuales.

3.4. Pruebas biogeográficas

Se basan en el estudio de la distribución de los seres vivos en las distintas zonas geográficas de la Tierra. El análisis de la distribución de la flora y de la fauna revela que la presencia de las especies no es uniforme en los continentes. Así, zonas geográficas que se separaron hace mucho tiempo presentan más diferencias entre sus especies animales y vegetales que las que se separaron más recientemente. Estas diferencias son debidas a que las especies originales, que quedaron separadas por **barreras geográficas**, han seguido procesos de evolución diferentes bajo la presión selectiva de ambientes distintos. Un ejemplo es el de los marsupiales australianos, desaparecidos prácticamente en el resto del planeta.

3.5. Pruebas bioquímicas

La biología molecular, desarrollada durante la segunda mitad del siglo XX, ha puesto de manifiesto la existencia de antepasados comunes para todos los organismos, dado que:

- Todos los organismos presentan gran **uniformidad en los componentes moleculares**. Desde las bacterias hasta los organismos más complejos tienen su información genética contenida en el ADN, que a su vez está compuesto de los mismos cuatro nucleótidos (A, G, C y T).
- El **código genético**, la clave que permite traducir la información genética contenida en el ADN a secuencias de proteínas, es el mismo en todos los organismos. Además, las proteínas están constituidas básicamente por los mismos veinte aminoácidos.
- Los **procesos metabólicos** básicos son prácticamente idénticos en todas las formas de vida.

Además, la bioquímica permite establecer relaciones de parentesco (**árboles filogenéticos**) entre los seres vivos mediante la comparación de las secuencias de los aminoácidos de una proteína o de los nucleótidos del ADN. Si las similitudes en las secuencias son grandes, las especies estudiadas comparten un antepasado común reciente; y, cuanto mayores son las diferencias, más alejadas se encuentran filogenéticamente.