

## **LA NATURALEZA DE LA EVOLUCIÓN. MECANISMOS Y PRUEBAS. PRINCIPALES TEORÍAS. 4ESO BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA.**

### **Niveles de evolución**

La evolución química investiga sobre cómo pudieron formarse los primeros compuestos orgánicos precursores de las actuales moléculas biológicas. El siguiente escalón corresponde a la evolución precelular, una etapa intermedia, de auto-organización de moléculas prebióticas que dieran lugar a las primeras estructuras biológicas. Finalmente, la evolución biológica, objeto de estudio del presente tema, estudia cómo ha surgido la diversidad de organismos que observamos en la actualidad a partir de las primeras formas elementales, que nos lleva hasta LUCA, comprende el proceso de transformación de unas especies en otras mediante una serie de variaciones a lo largo del tiempo.

### **Principales teorías.**

Los seres vivos se caracterizan por su uniformidad (en cuanto a composición química, organización biológica y mecanismos funcionales) y diversificación (en cuanto a los tipos de organización y formas de vida). Podemos decir que la uniformidad en el origen ha derivado, por una gradual transformación, en la diversificación actual.

Escuela fundada por Anaximandro de Mileto en el siglo VI a.c. desarrolló una teoría de la evolución sorprendentemente similar a los conceptos actuales. Se percató de que los primeros animales habían sido, sin duda, diferentes de los que les rodeaban. Hizo referencias a un tipo de evolucionismo por el que los primeros animales habrían aparecido en el agua para pasar luego a la vida terrestre. Además, supuso que el hombre tenía que haber surgido de especies distintas, puesto que al necesitar una larga crianza, de haber tenido su forma original desde el principio, no hubiera subsistido.

Sin embargo, estos estudios eran prácticamente desconocidos en el momento histórico de los s. XVIII y XIX. Hasta comienzos del siglo XIX, el pensamiento científico, sometido a las influencias religiosas, era **fijista y creacionista**. Ello se debía a la interpretación literal del relato bíblico del Génesis, según el cual todos los seres vivos fueron creados por Dios en su forma definitiva.

Uno de los mayores defensores del fijismo fue **Linneo**, padre de la taxonomía moderna y de la nomenclatura binomial (explicar) que sostenía que las especies permanecían estables desde su creación el sexto día del trabajo de Dios. Paradójicamente, a partir de su concepción estática de la naturaleza, Linneo, al ordenar las especies de acuerdo a sus similitudes, estableció una serie de relaciones de parentesco que dejaban traslucir relaciones evolutivas. Por ejemplo, estableció el parentesco que existe entre las diferentes especies pertenecientes a un mismo género o el existente entre los géneros que constituyen una familia.

Otra de las figuras más relevantes del fijismo fue el francés Georges **Cuvier**. Cuvier es uno de los precursores de la paleontología, y realizó numerosos estudios fósiles. También era un antievolucionista. Sostuvo la **teoría catastrofista** según la cual en cada cataclismo geológico se destruían muchas especies y se creaban otras, o simplemente otras especies se desplazaban a la zona de la catástrofe y la colonizaban. Esto explicaban la presencia de las especies actuales en zonas en las que se habían encontrado restos fósiles de especies inexistentes en el presente.

Según esta teoría el último cataclismo debió coincidir con el diluvio universal. Para él, los fósiles eran restos de especies extinguidas y nunca formas desaparecidas existentes en la actualidad.

Georges Louis Leclerc, conde de **Buffon** (s.XVIII) acepta los cambios evolutivos, pero en sentido inverso: los monos son degeneraciones del hombre, el burro del caballo, etc. Tanto el francés Buffon, que fue de los primeros en proponer la evolución, como el abuelo de Darwin, sugirieron cambios en las especies que se heredan en la descendencia.

Con la publicación de **Principios de Geología** (1830), de sir Charles Lyell, el catastrofismo fue científica y universalmente refutado. Fueron los geólogos en el s.XVIII los que allanaron el camino para el surgir de las ideas evolucionistas. Lyell propone su teoría del uniformismo o actualismo, en la que defiende que los acontecimientos del pasado remoto de la Tierra fueron causados por la acción de fuerzas idénticas a las que operan en la actualidad. De tal afirmación se deduce que si el catastrofismo no es válido para explicar los acontecimientos del presente, tampoco lo es para explicar los acontecimientos del pasado.

Además, se defendió a partir de ese momento que la Tierra era resultado de un lento y progresivo modelado, y que además la Tierra tenía una edad de millones de años, hecho necesario para cualquier teoría evolutiva.

El libro Principios de Geología sirvió de inspiración a Darwin, que lo llevó a bordo del Beagle en su viaje alrededor del mundo.

### **La teoría de Lamarck**

La primera teoría organizada y razonada de la evolución aparece con la publicación de Filosofía Zoológica (1809), de Jean Baptiste Lamarck.

Las ideas de Lamarck se pueden resumir en los siguientes puntos.

- Lamarck consideraba que los organismos más simples surgen con frecuencia por generación espontánea (creencia general en su época).
- Consideraba que en todos los organismos existe un impulso interno que les lleva instintivamente hacia una mayor complejidad.
- Consideraba que los cambios en el ambiente producen nuevas necesidades en los organismos y hacen que estos se vean obligados a utilizar más ciertos órganos o a dejar de hacerlo. Por este uso o desuso se produce la formación, el desarrollo o la debilitación, la atrofia y la desaparición de dichos órganos, lo que causa alteraciones o cambios en la constitución de los organismos. De aquí viene la frase “la función crea el órgano”.
- Estas alteraciones o cambios, adquisiciones o pérdidas, son conservadas por los descendientes, es decir: heredables. Esta hipótesis se conoce como herencia de los caracteres adquiridos.

El ejemplo de las jirafas según Lamarck.

Actualmente nadie cuestiona que Lamarck estableció el “hecho real de la evolución”, pero su teoría acerca de cómo se produce el proceso evolutivo ha sido desautorizada en función de los siguientes argumentos:

- No existe ningún dato que demuestre la tendencia natural hacia la complejidad.
- La hipótesis de la herencia de los caracteres adquiridos no ha podido ser probada. A pesar de los errores, no podemos dejar de remarcar que Lamarck propuso una teoría de la evolución en un momento en el que la idea imperante en el mundo científico era la de la invariabilidad de las especies.

## **La teoría de Darwin**

En 1831, Charles Darwin se embarca en el Beagle, en un viaje de 5 años que le llevaría alrededor del mundo y en el cual tuvo la oportunidad de estudiar multitud de especies tanto animales como vegetales. En su viaje, Darwin fue recogiendo notas que luego publicaría en forma de diario. En ellas se reflejan aquellos hechos que le llamaron especialmente la atención:

- El modo en que las especies distintas, aunque parecidas, se reemplazan ocupando el mismo hábitat, de una región a otra. Por ejemplo: el avestruz americano o ñandú habitaba la Patagonia septentrional y en la Patagonia meridional es sustituida por otra especie distinta pero muy parecida a la primera. También observó como muchas aves del continente americano se parecían sorprendentemente a otras que habitaban regiones similares en las islas británicas.
- El hallazgo, en las formaciones geológicas, de animales fósiles comparables, pero no iguales, a ciertos animales actuales de la misma región. Darwin se preguntó a qué se debía ese parecido entre especies extinguidas y especies vivientes.
- En su vista al archipiélago de las islas Galápagos, Darwin se percató de la existencia de especies diferentes, pero afines. También en las islas Galápagos, la existencia de animales propios del archipiélago, que no se encontraban en otra parte pero que tenían un “aire de familia” con los del continente americano, que estaba a más de 950 km de distancia.

En las islas Galápagos, Darwin se sorprendió al no encontrar mamíferos autóctonos, salvo una especie de ratón. Sin embargo, pudo conseguir quince especies de peces, todas nuevas, así como 26 especies de aves, de las cuales 13 eran pinzones o picogordos. ¿Cómo explicar esta curiosa distribución de especies?

De lectura de **Un ensayo sobre el principio de población**, del economista Thomas Malthus, Darwin adoptó la idea de la lucha por la supervivencia. Malthus presentaba en su obra la desproporción entre el aumento de la población humana y los recursos alimenticios disponibles. De la lucha por los recursos saldrían vencedores los que poseyeran algún tipo de ventaja sobre los demás.

De la lectura de la obra **Los principios de la geología**, de Lyell, Darwin extrae la idea de sucesión y cambio gradual a lo largo de los tiempos geológicos, idea que aplica a los

seres vivos. Recordemos que Lyell se enfrentó a las ideas catastrofistas dominantes en la época proponiendo la hipótesis de una serie de cambios pequeños, graduales y continuos para explicar la historia de una Tierra cuya edad se reconoce cada vez mayor. Hasta 1856, Darwin se limita a acumular datos que confirmaran sus teorías. Entonces, animado por Hooker y Lyell, comienza a escribir su obra definitiva: **El origen de las especies por medio de la selección natural**.

Cuando ya había escrito 10 capítulos, recibe una carta de un joven naturalista Alfred Russel Wallace, procedente de las Molucas (Indonesia). En ese escrito, Wallace le pide que le expusiera su opinión y le ayudara a publicar el manuscrito que acompañaba: en 20 folios estaban reflejadas de un modo muy semejante al suyo, las ideas sobre la evolución.

**Wallace** había llegado a las mismas ideas sobre la selección natural. Inspirado también por el ensayo de Malthus que leyó en las Molucas, cuando estaba convaleciente de unas fiebres. Darwin pidió consejo a Lyell y a Hooker sobre su proceder y llegaron al convencimiento de que lo mejor era una comunicación conjunta. Así pues, el 1 de julio de 1858 se presentaban simultáneamente a la Sociedad Linneana el trabajo de Wallace y un breve resumen de la obra de Darwin.

Darwin se convenció de que no podía demorar la publicación de su manuscrito, y en 13 meses escribió un resumen: El origen de las especies. La obra se esperaba con tanto interés que la primera edición, de 1200 ejemplares, se agotó el mismo día que salió. En su obra se establece el principio de selección natural, deduciendo varios hechos observados y demostrables:

- No todos los miembros de una especie son iguales, existen grandes variaciones individuales.
- Sin presiones ambientales cada especie tiende a multiplicarse en progresión geométrica.
- Bajo las condiciones naturales, el volumen de una población tiende a mantenerse constante debido a la necesaria eliminación de gran número de individuos.
- Existe una lucha por la existencia, y en esa lucha las variaciones más favorables que se manifiesten en los individuos tendrán ventaja competitiva sobre las otras. Sobrevivirán en una proporción mayor y producirán, proporcionalmente, mayor número de hijos. Se irán eliminando gradualmente los individuos con variaciones desfavorables.

### **Neodarwinismo o teoría sintética.**

Fue en los años 30-40 del siglo pasado cuando, tras el descubrimiento de las mutaciones por **Hugo de Vries** y los avances en genética, tanto molecular como mendeliana, se elaboró la llamada **teoría sintética o Neodarwinismo**. Esta teoría se basa en las ideas Darwinistas de variabilidad genética y selección natural, en las leyes de Mendel y aporta las causas de la variabilidad que son la mutación y la recombinación genética. Se puede resumir en los siguientes puntos:

- Los seres vivos presentan una amplia variabilidad genética debida, básicamente, a los fenómenos de mutación.
- Aunque las mutaciones se producen en los individuos, la unidad en la evolución no es el individuo sino la población o grupos de individuos de la misma especie que viven en zonas circunscritas y se cruzan entre sí. La evolución de un determinado tipo de organismo ocurre a lo largo de numerosas generaciones, de manera que los individuos nacen y mueren pero la población mantiene una cierta continuidad.

Cada población queda definida por su “pool” genético o conjunto de genes de todos los individuos de dicha población. Las mutaciones aportan nuevos genes al “pool” de la población y además, en los organismos con reproducción sexual, debido a la meiosis los nuevos genes para un carácter se recombinan con los ya existentes. De esta manera aparecen nuevas combinaciones de genes y nuevos fenotipos, con lo que se incrementa la variabilidad que constituye la materia prima de la evolución.

- Sobre la población variable actúa la selección natural, eliminando a los individuos con genes desfavorables y manteniendo a los que presentan los caracteres más favorables.
- Los individuos que sobreviven son los que se reproducen y transmiten sus genes a la descendencia.

Por tanto, según el neodarwinismo, la evolución consistiría en un cambio progresivo de las frecuencias génicas de la población: a través de sucesivas generaciones, aumenta la proporción de algunos y disminuye la de otros.

Los puntos clave del neodarwinismo son los que siguen:

- Rechazo de la teoría de Lamarck
- La unidad evolutiva es la población
- El conjunto de genotipos de una población es el acervo genético

- La variabilidad en los genotipos se debe a las mutaciones. Las mutaciones más favorables serán seleccionadas y las menos favorables irán desapareciendo
- La evolución es un proceso gradual (muy largo).

Aunque el Neodarwinismo es la teoría que goza actualmente de mayor aceptación, tiene algunos límites: la evolución sería demasiado lenta para poder explicar la actual biodiversidad y no explica la macroevolución, cambios de gran amplitud para dar lugar a nuevos grupos taxonómicos. Se han elaborado otras alternativas que, si bien no constituyen una oposición global a dicha teoría, puntualizan algunos de sus aspectos.

### Otras teorías

**Teoría Neutralista**, según la cual la mayoría de mutaciones ni son beneficiosas ni son perjudiciales, originan genes neutros. Estos genes, dependiendo del azar, pueden ser eliminados o permanecer produciendo variaciones en los individuos, que pueden provocar, si se produce el aislamiento necesario, la aparición de nuevas especies. Por lo tanto, el azar es el responsable de la evolución en mayor medida que la selección natural.

En los años 70 se expuso la **teoría del equilibrio puntuado** según la cual el proceso evolutivo no tiene porqué ser un proceso gradual, sino que en muchas ocasiones se produce a saltos y nuevas especies aparecen y desaparecen de forma rápida y no gradual como sostiene la teoría sintética. Se basa en la falta de formas intermedias en el registro fósil.

S.J. Gould y otros paleontólogos puntualistas afirman que una especie mantiene durante mucho tiempo sus características fundamentales, pero algunas poblaciones, al estar aisladas geográfica y reproductivamente, adquieren por mutaciones debidas al azar, nuevas adaptaciones al medio en el que se encuentran. Si estas nuevas poblaciones se expanden por el biotopo de la población primitiva y las adaptaciones son más eficaces pueden provocar la extinción de la población primitiva y sustituirla por completo. Los períodos de especiación no serían así continuos, sino muy cortos y puntuales frente a grandes períodos sin cambios.

Los fósiles muestran que una especie no cambia sustancialmente a lo largo de su existencia (estasis). Según los autores, cambios bruscos en el medio (catástrofes geológicas, climáticas, extinciones...) producirían evoluciones bruscas. Todo esto contradice a la teoría gradualista.

Finalmente, el **macromutacionismo** afirma que las pequeñas mutaciones, su fijación y la actuación de la selección natural no pueden explicar los grandes cambios evolutivos que han ocurrido en nuestro planeta. Sus defensores proponen macromutaciones como factor principal en el origen de las especies.

### **Genética de poblaciones y factores o mecanismos de evolución**

La evolución biológica es un hecho histórico completamente establecido, pero ¿qué factores son responsables del cambio evolutivo? La evolución es esencialmente un proceso de cambio genético en el tiempo, y la **genética de poblaciones** es la disciplina biológica que suministra los principios teóricos de la evolución. En esta ciencia se parte del supuesto de que los cambios evolutivos a pequeña escala, los que se dan en el seno de las poblaciones de las especies, contienen todos los ingredientes necesarios para explicar toda la evolución, pues la macroevolución, o evolución a gran escala, no sería más que la extrapolación en el espacio y en el tiempo de los procesos básicos que se dan en las poblaciones. Casi todas las especies comprenden una o más poblaciones de individuos que se cruzan entre sí, formando una comunidad de intercambio genético denominada población mendeliana. Esta población es el sustrato básico donde se forja la evolución. En el seno de la población se da el hecho inevitable de que algunos individuos dejan más descendientes que otros. Como el único componente que se transmite de generación en generación es el material genético (los genes), el que un individuo deje más descendientes implica que sus variantes génicas (alelos) estarán más representadas en la siguiente generación.

De este modo, las frecuencias de los distintos alelos cambiarán de una generación a otra, y este cambio será irreversible cuando se considera el conjunto de los genes de la población, pues es muy improbable que se vuelva a una configuración previa en todas las variantes génicas. Por tanto, desde el punto de vista de la población, la evolución es en último término un cambio acumulativo e irreversible de las proporciones de las diferentes variantes de los genes en las poblaciones. ¿Qué procesos hacen que unos alelos cambien en frecuencia de generación en generación? Los agentes que cambian las frecuencias alélicas (o génicas) de las poblaciones, o sea los factores de evolución, son la mutación, la deriva genética, la migración y la selección natural.

**Mutación:** en una población la tasa de mutación espontánea es muy baja, la mutación por si sola no afecta tanto a la evolución, pero proporciona variabilidad genética. Los nuevos alelos son producto de mutaciones.

**Flujo génico:** hay movimientos de genes hacia dentro y hacia afuera de la población. Las frecuencias locales de la población original pueden cambiar en función de los genes de las poblaciones inmigrantes y emigrantes.

**Apareamiento selectivo:** en los procesos reproductivos, el apareamiento no es al azar, sino que se escogen compañeros en función de los fenotipos.

**Deriva genética:** cambio de las frecuencias génicas de una población pequeña debido al azar. Es especialmente importante en la formación de nuevas poblaciones generadas a partir de un número pequeño de individuos. Esto puede ocurrir por el efecto “cuello de botella” en el que se produce una drástica reducción del número de individuos de la población por algún motivo (quedando una población superviviente de individuos atípicos), o por el efecto fundador, pequeña población aislada por algún motivo (se separa del grupo y forma una nueva población en la que las frecuencias génicas pueden variar con respecto a la original).

**La selección natural** es un mecanismo evolutivo por el cual los individuos mejor adaptados al medio ambiente tienen una mayor probabilidad de sobrevivir y, por tanto, de transmitir sus características (genes, alelos o genotipos) a la descendencia. Cuando se dan en una población mutaciones negativas, los individuos que las presentan son eliminados al no poder resistir la acción de los factores ambientales (que les son desfavorables). Las mutaciones ventajosas, por el contrario, sobrevivirán.

**Eficacia biológica:** capacidad de transmitir genes a la descendencia debido a que compite con éxito debido a sus características genotípicas. Permite medir el efecto de la selección natural.

Modalidades de la selección natural según los individuos que sobreviven en cada tipo de selección: estabilizadora, direccional y disruptiva. Ejemplo: usaremos una población imaginaria de escarabajos en la que el color del escarabajo está controlada por muchos genes y varía en una gama que va del verde claro al verde oscuro.

- Estabilizadora: favorece los fenotipos intermedios. Necesita ambientes estables. Es la que han tenido los llamados fósiles vivientes.
- Direccional: favorece a uno de los fenotipos extremos. Ambientes que se van modificando progresivamente o por emigración de las especies a un nuevo ambiente.

- Disruptiva: favorece ambos fenotipos extremos. Ambientes heterogéneos, el. Pinzones de Darwin.

### Mecanismos de especiación

Es evidente que la evolución biótica implica la aparición de nuevas especies a partir de otras preexistentes, proceso que recibe el nombre de especiación y para cuyo estudio resulta necesario establecer qué es una especie

Según esto, el criterio clave para diferenciar dos especies es el aislamiento genético: entre los individuos de una misma especie puede haber intercambio de genes mediante reproducción, lo cual no sucede entre individuos de especies diferentes. Así, por ejemplo, el asno y el caballo pertenecen a especies distintas pues, aunque el resultado del cruce entre ambas es el mulo, éste es estéril, lo que impide el intercambio de información genética. Una especie se puede definir como un conjunto de poblaciones cuyos miembros pueden reproducirse entre sí dando una descendencia fértil, lo cual no ocurre con los miembros de otra especie.

La formación de nuevas especies tiene lugar en una población cuando, además de la mutación y la selección natural, interviene algún factor adicional que conduce al aislamiento reproductor, de manera que se impida el cruce entre diferentes variedades. Según cuál sea la causa, se distinguen dos tipos de especiación: alopátrica y simpátrica.

**Especiación alopátrica:** la causa del aislamiento es una separación geográfica, normalmente debida a barreras geográficas como ríos, mares, desiertos, montañas, etc. Una vez separadas geográficamente, las poblaciones comenzarán a diferenciarse genéticamente (evolución divergente) y, al irse acumulando cada vez más diferencias, según pasa el tiempo, las posibilidades de cruzamiento entre los distintos grupos van siendo cada vez menores. Así, llegará un momento en que, aunque se reúnan los grupos, ya no se producirán cruzamientos entre ellos. Dichos grupos constituyen ya especies diferentes.

**Especiación simpátrica:** Tiene lugar sin separación geográfica. Algunos individuos de una población experimentan variaciones que impiden la reproducción con sus congéneres. Constituyen el inicio de una población genéticamente aislada del resto, que dará lugar a una nueva especie.

Mantenimiento del aislamiento reproductor. Una vez producida la especiación, las nuevas especies pueden convivir sin cruzarse aunque morfológicamente sean muy parecidas. Los mecanismos de aislamiento pueden ser de dos tipos:

- Mecanismos aisladores de preapareamiento por diferencias anatómicas que impidan la cópula, cambios en el comportamiento que influyen en la atracción y reconocimiento de la pareja sexual, diferencias temporales en los períodos reproductores (época de floración, de celo, etc).
- Mecanismos aisladores de postapareamiento: previenen la producción de descendientes fértiles.

## **PRUEBAS EVOLUCIÓN**

La realidad de la evolución biótica se apoya en distintos tipos de pruebas: paleontológicas, anatómicas o morfológicas, embriológicas, biogeográficas y bioquímicas.

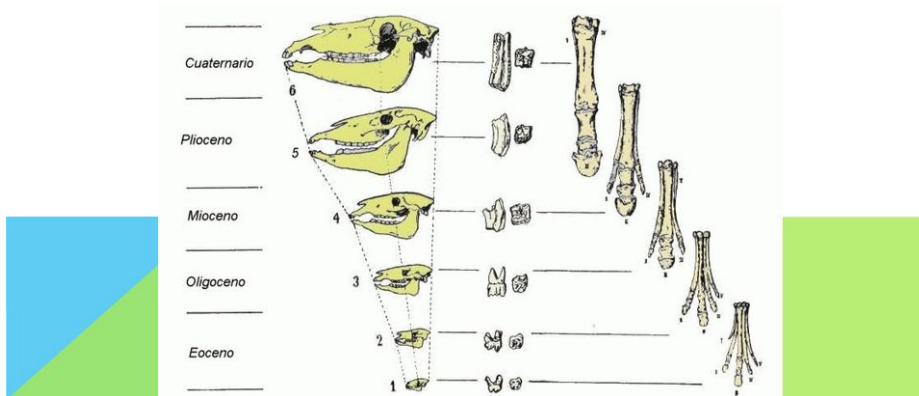
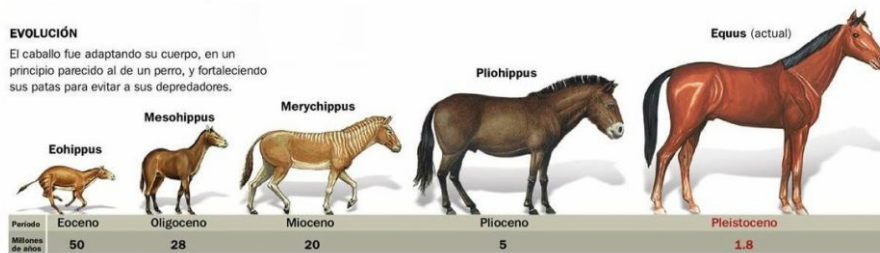
### **Pruebas paleontológicas**

Basadas en el estudio de los fósiles, constituyen una de las evidencias más concluyentes de la existencia, en otras épocas geológicas, de seres vivos diferentes a los actuales. Las evidencias más importantes que aportan son de tres tipos:

- Relación antigüedad-complejidad: en las sucesiones de estratos (de los que podemos conocer su edad relativa) se da una ordenación de organismos fósiles que indica una evolución a lo largo del tiempo, desde formas simples a otras más complejas.
- Series filogenéticas: aunque en el registro fósil suelen existir muchas lagunas, en algunos casos se han encontrado restos que proporcionan una visión completa de las diferentes etapas evolutivas de un determinado grupo zoológico. Permite comprobar que ciertos caracteres anatómicos se van modificando en un sentido determinado con el paso del tiempo. Por ejemplo en la serie filogenética del caballo se puede ver la evolución del número de dedos de la extremidad anterior y del cráneo.
- Formas intermedias: fósiles en los que se reúnen características que presentan en la actualidad dos grupos diferentes de seres vivos, y que demuestran que ambos proceden de un tronco común. El ejemplo más conocido es el de *Archaeopteryx lithographica*, con características de las aves (plumas, alas, cráneo con pico) pero que también presentaba caracteres reptilianos inexistentes en las aves actuales (dientes situados en alveolos por ejemplo). Otro ejemplo es el de los monotremas.

#### EVOLUCIÓN

El caballo fue adaptando su cuerpo, en un principio parecido al de un perro, y fortaleciendo sus patas para evitar a sus depredadores.



#### Las pruebas morfológicas.

Se fundamentan en la morfología o Anatomía Comparada, ciencia que interpreta los órganos mediante su estudio y comparación en diferentes seres, siendo al respecto especialmente importantes los órganos análogos y homólogos y los órganos vestigiales.

Se denominan **órganos análogos** a aquellos que desempeñan la misma función pero que, al tener un origen diferente, poseen una organización totalmente distinta. Ocurre así con las alas de las aves y las de los insectos. Al estar adaptados a la misma función, los órganos análogos suelen parecerse superficialmente entre sí. Este fenómeno recibe el nombre de adaptación convergente.

Los **órganos homólogos** son aquellos que poseen una estructura similar y derivan de los mismos esbozos embrionarios, aunque pueden diferir en su aspecto superficial y poseen funciones diferentes. Un ejemplo ilustrativo son las extremidades de los vertebrados tetrápodos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Todos ellos tienen un origen común, pues derivan de peces ancestrales, y sus extremidades corresponden a un mismo patrón, denominado quiridio, que comprende: brazo o muslo, formado por un solo hueso (húmero o fémur), antebrazo o pierna, con dos huesos paralelos (cúbito-radio/tibia-peroné), mano o pie, formados por varios huesos carpianos o tarsianos, metacarpianos o metatarsianos y falanges (dedos).

La existencia de órganos homólogos se puede explicar considerando que derivan de un modelo básico común, del que se modificaron por adaptación a un determinado tipo de

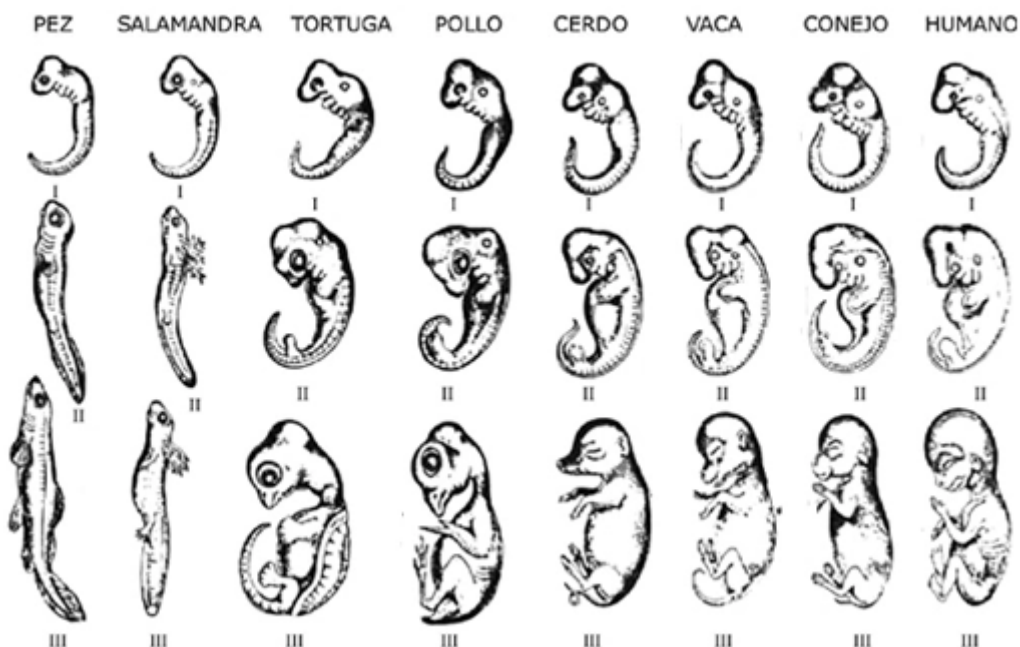
vida. En el caso del quiridio, por adaptación a distintos métodos de locomoción. Este fenómeno, por el que órganos de la misma constitución adquieren formas distintas por adaptación a diferentes géneros de vida, recibe el nombre de adaptación divergente.

Órganos vestigiales o rudimentarios: son piezas atrofiadas, desprovistas de función de tamaño reducido, como los huesos englobados en los tejidos abdominales de las ballenas, restos de las extremidades posteriores, o el apéndice del ser humano, aunque en este caso se sigue investigando sobre su función actual. En cualquier caso, ha perdido su función digestiva primitiva.

### Pruebas embriológicas

Derivan del estudio del desarrollo embrionario de los organismos y refuerzan las pruebas morfológicas al confirmar el origen de muchas homologías.

Los animales adultos de distintas especies pertenecientes al mismo grupo zoológico, tienen un aspecto muy distinto entre sí, pero en las primeras etapas del desarrollo embrionario son extraordinariamente parecidos y los rasgos diferenciales no aparecen hasta bien avanzado el mismo. Por ejemplo, al principio es muy complicado diferenciar un embrión de pez, anfibio, reptil, ave o mamífero. Los embriones presentan rasgos que no existen en los adultos correspondientes, pero si en las formas primitivas del grupo zoológico al que pertenecen.



**Pruebas Biogeográficas.** Basadas en la distribución geográfica de los seres vivos, se ponen de manifiesto especialmente al estudiar la fauna de las islas. Aquellas islas consideradas fragmentos desprendidos de un continente vecino poseen especies de seres

vivos semejantes a las de dicho continente. Si son islas separadas en tiempo muy remotos (Madagascar), o han surgido por algún fenómeno geológico (islas volcánicas), presentan una fauna propia y característica.

### **Pruebas bioquímicas**

Basadas en las semejanzas de las estructuras moleculares en todos los seres vivos. Se pueden comparar ácidos nucleicos (mediante pruebas de secuenciación) o proteínas (mediante pruebas de reacción inmunológica). Cuanto más parecidas sean las moléculas a comparar, mayor será el parentesco filogenético.

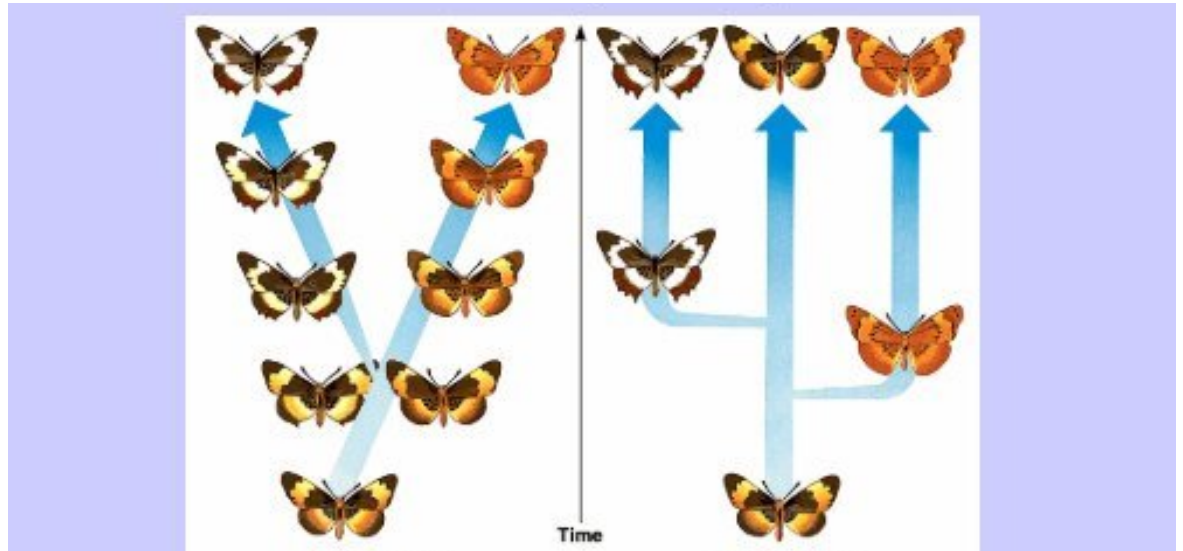
### **ACTIVIDADES**

1. ¿En qué consiste la teoría fijista? ¿Y la creacionista? ¿Están relacionadas?
2. ¿Qué tres niveles se considera si hablamos de evolución? ¿Quién es LUCA?
3. ¿En qué consiste la nomenclatura binomial?
4. Teoría del catastrofismo.
  - a) ¿En qué consiste la teoría catastrofista de Cuvier?
  - b) ¿Por qué crees que “se inventó” esta teoría?
  - c) ¿De qué manera la obra Principios de Geología de Charles Lyell refuta la teoría catastrofista?
  - d) La teoría del catastrofismo, ¿es una teoría evolucionista? Justifica tu respuesta.
5. ¿Podemos decir que Lamarck fue el primero en hablar de evolución? Justifica tu respuesta.
6. Resume las proposiciones de la teoría de Lamarck. Explica cómo pudieron desarrollar un cuello tan largo las jirafas según esta teoría.
7. Resume las proposiciones de la teoría de Darwin. Explica cómo pudieron desarrollar un cuello tan largo las jirafas según esta teoría.
8. ¿En qué obras basó Darwin sus ideas?
9. ¿Cómo crees que reaccionó la sociedad ante la publicación de Darwin: El origen de las especies?
10. ¿Qué experimento llevó a cabo August Weismann en 1880? ¿Qué intentaba probar?
11. Corrige las siguientes frases sobre la Teoría sintética o Neodarwinismo
  - a) La unidad evolutiva es el individuo.
  - b) Las ideas de Lamarck eran acertadas.
  - c) No se conoce el origen de variabilidad genética.

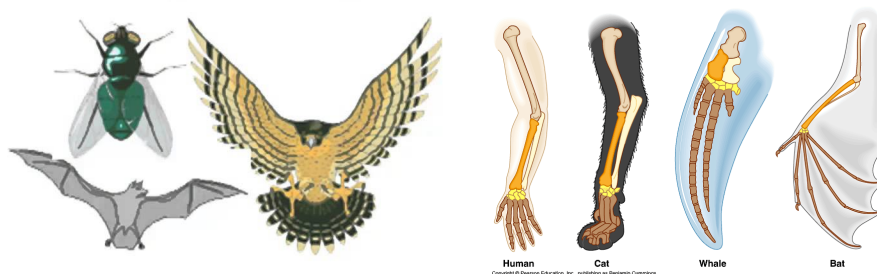
d) La evolución es un proceso rápido que ocurre en pocas generaciones.

12. Nombra y explica las teorías posteriores a la teoría sintética.

13. Observa la siguiente imagen. Cuál se refiere a evolución gradualista y cuál al equilibrio puntado. Justifica tu respuesta.



14. Observa la siguiente imagen. ¿Cuál muestra órganos homólogos y cuál muestra órganos análogos? ¿Cuál muestra una adaptación divergente y cuál una convergente?



15. En qué consisten las pruebas embriológicas de la evolución.

16. Explica la siguiente imagen y a qué tipo de pruebas de la evolución corresponde.

