

ÍNDICE

1. Ideas antiguas sobre el origen de las especies.
2. Primeros evolucionistas.
3. La evolución según Lamarck.
4. Teoría de la evolución de Darwin y Wallace:
 - 4.1. La teoría de la evolución por selección natural.
 - 4.2. La selección artificial.
5. Las pruebas de la evolución.
6. El neodarwinismo.
7. Las teorías más recientes sobre la evolución.
8. Tendencias dominantes en la evolución.
9. La controversia filosófica sobre el carácter azaroso o causal de la evolución.
10. El proceso de hominización:
 - 10.1. Los antepasados del ser humano.
 - 10.2. El proceso de hominización.
 - 10.3. Características específicas del ser humano.
11. Actividades finales de repaso.

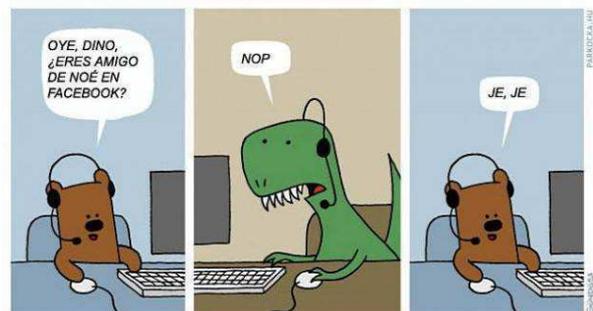
1. Ideas antiguas sobre el origen de las especies.

Al observar la diversidad de la vida, los estudiosos se han preguntado desde siempre por qué existen tantas especies de seres vivos diferentes y cómo se han formado.

El **fijismo** es la teoría que propone que **las especies no cambian**, sino que se mantienen invariables a lo largo del tiempo desde que fueron **creadas por Dios (creacionismo)**. Cada especie animal o vegetal es inmutable, y no es posible ningún cambio en ellas. Los seres vivos son distintos porque han sido creados distintos, y entre ellos no existen relaciones de parentesco. Esta idea ha predominado durante siglos, principalmente porque se apoyaba en la interpretación literal del Génesis u otros libros sagrados. Grandes naturalistas, como el botánico sueco Karl von **Linneo** (s.XVIII), a quien se debe la nomenclatura binomial de las especies hoy vigente, aceptaban sin dudar este modelo.

A medida que las observaciones mejoran y los científicos se liberan del corsé religioso, las ideas cambian. Un problema al que habían de enfrentarse los estudiosos era el de los fósiles y su origen. George **Cuvier** (s.XVIII-XIX) interpretó que los fósiles eran los restos de organismos que habían existido y elaboró la teoría del **catastrofismo**. Según él, a lo largo de la historia de la Tierra sucedieron varias grandes catástrofes que acabaron con la flora y la fauna existentes (habían vivido seres vivos muy diferentes de los actuales) y dieron lugar a la aparición de otras especies de animales y plantas. Un ejemplo de esto fue el Diluvio Universal que se narra en la Biblia, y también desde esta teoría se explicarían hechos como la extinción de los dinosaurios.

Aunque hoy día el fijismo *casi* se ha descartado, grandes científicos defendieron esta concepción, algunos por prejuicios religiosos, otros porque no se conocía ningún mecanismo que explicara la evolución.



2. Primeros evolucionistas.

Las teorías evolucionistas intentan explicar los procesos mediante los que se produce la evolución, es decir, la transformación de unas especies en otras a lo largo del tiempo. Desde siempre han existido hipótesis de este tipo pero hasta el XIX no empiezan a tratarse científicamente.

El primero en sostener el **transformismo** fue Georges Louis Leclerc, conde de **Buffon** (s.XVIII) y en su tesis afirmó que los fósiles procedían de especies extinguidas y que estas no eran eternas ni fijas, sino que habían sufrido transformaciones. No entendía que las especies complejas procediesen de otras más simples, sino que los distintos seres naturales eran formas degeneradas, es decir, que procedían de otros más perfectos.

A pesar de que Buffon fue el primero en sugerir seriamente las ideas evolucionistas de su época, nunca propuso una explicación concreta, como hizo Lamarck. Podemos hablar de una teoría lamarckiana sobre la evolución, pero no podemos decir lo mismo acerca de Buffon, quien tampoco llegó a encarar el dilema que se establece entre la creación especial o divina

y los cambios evolutivos que ocurren en las especies (fue juzgado por la Iglesia y tuvo que retractarse de su teoría). Su respuesta a este problema fue adherirse a la posición que defiende la **generación espontánea** de la vida, que existió también desde siempre, y que supone que los organismos pueden surgir directamente de diferentes tipos de materia inanimada tales como el lodo, la basura o la ropa vieja.

3. La evolución según Lamarck.

Jean-Baptiste de Monet, caballero de **Lamarck** (s.XVII-XIX), fue el primero que se opuso a la inmutabilidad de las especies. El lamarckismo afirma que los seres vivos tienen un impulso interno hacia la perfección y la complejidad, y **se adaptan a los cambios del ambiente** provocando la aparición de órganos nuevos que pasan a sus descendientes. Sostenía que todas las especies evolucionan de forma gradual y continua a lo largo de su existencia. Esta evolución partía desde los organismos más pequeños hasta los animales y plantas más complejos y, por tanto, hasta el ser humano.



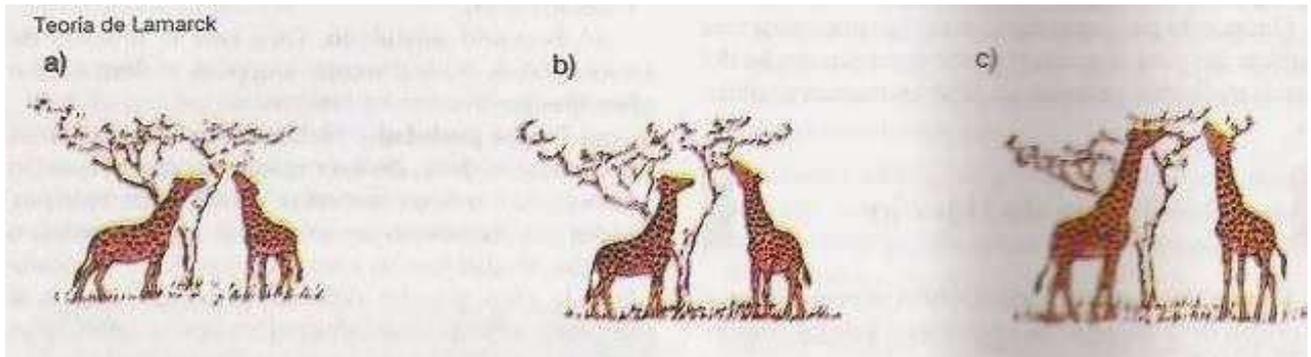
Según Lamarck, hay **2 leyes** que guían el proceso de **adaptación al medio**:

Primera ley: La función crea el órgano. El uso frecuente de un órgano lo fortifica poco a poco mientras el desuso lo hace desaparecer. *“En todo animal que no ha traspasado el término de sus desarrollos, el uso frecuente y sostenido de un órgano cualquiera lo fortifica poco a poco, dándole una potencia proporcionada a la duración de este uso, mientras que el desuso constante de tal órgano le debilita y hasta lo hace desaparecer.”*

Segunda ley: Herencia de los caracteres adquiridos. *“Todo lo que la Naturaleza hizo adquirir o perder a los individuos por la influencia de las circunstancias en que su raza se ha encontrado colocada durante largo tiempo, y consecuentemente por la influencia del empleo predominante de tal órgano, o por la de su desuso, la Naturaleza lo conserva por la generación en los nuevos individuos, con tal de que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos, o a los que han producido estos nuevos individuos”.*

Uno de los ejemplos más conocidos y que en general se usa para explicar el proceso es el de cómo explicaría Lamarck por qué las jirafas tienen el cuello y las patas tan largos:

Una población de jirafas de cuello y patas de longitud normal, acuciada por la falta de forraje por culpa de la sequía, intentó cambiar su dieta por hojas de acacia, que abundaban en las copas de los árboles. Los esfuerzos de estos animales se dirigieron a alargar sus cuellos y sus patas para poder alcanzar las hojas verdes de las acacias. A medida que pasaba el tiempo las hojas accesibles se agotaban y solo quedaban las que estaban a mayor altura. Los cuellos y las patas pudieron crecer algún centímetro en esos animales por el principio de adaptación al medio. Como sus descendientes en la siguiente generación ya nacían con el cuello y las patas un poco más largos, según el principio de herencia de los caracteres adquiridos, estarían mejor adaptados y podrían seguir esforzándose en estirar sus miembros. A medida que pasaba el tiempo y se sucedían las generaciones, estos animales se iban pareciendo más a las jirafas actuales.



La evolución de las jirafas, según la teoría del uso y del desuso.

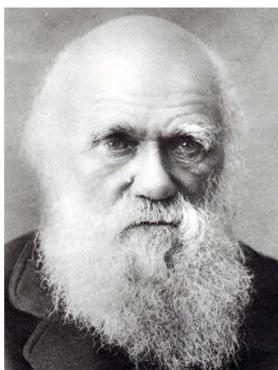
Actividad 1. Lectura y resolución de las siguientes preguntas:

1. Di dos hechos que permitieron a los científicos abandonar las concepciones preevolucionistas.
2. Anota dos hechos que nos permitan hoy día afirmar que la teoría de los caracteres adquiridos no es correcta.

“A principios del siglo XIX comenzaron a forjarse las primeras ideas sobre el cambio en las especies. Específicamente fue Jean Baptiste Lamarck quien en 1809 propuso que los seres vivos están expuestos a una serie de cambios a lo largo del tiempo. En su texto Filosofía Zoológica, Lamarck planteó preguntas que intentaron ser resueltas más adelante: “... de los restos fósiles que se encuentran... un gran número de ellos pertenecen a animales de los cuales no se conocen análogos vivientes y perfectamente semejantes... ¿Pueden estas conchas fósiles pertenecer a especies perdidas? ¿Cómo se habrían perdido si el hombre no ha podido obrar su destrucción? ¿No sería posible, al contrario, que los individuos fósiles de los que se trata pertenecieran a especies todavía existentes, pero que hubiera cambiado dando lugar a las especies vivas que no se parecen a sus vecinas?”.

Lamarck respondió estas preguntas a partir de su teoría de la evolución por la herencia de caracteres adquiridos, mencionando que aquellos caracteres que eran adquiridos durante la vida de un organismo podían ser heredados por sus descendientes y explicando que los seres vivos tienden siempre a una mayor complejidad y perfección regidos por fuerzas divinas. Hoy sabemos que la idea de los caracteres adquiridos no es correcta y que los organismos tampoco tienen un deseo de superación. Aunque Lamarck no llegó a formular una teoría contundente sobre la evolución, su trabajo es sumamente importante, pues propone por primera vez el cambio dentro del mundo vivo y además reúne una gran evidencia en este sentido. Sin embargo, fue Charles Darwin quien años después se encargó de aclarar y proponer mecanismos que desterraron a los mitos de la evolución”.

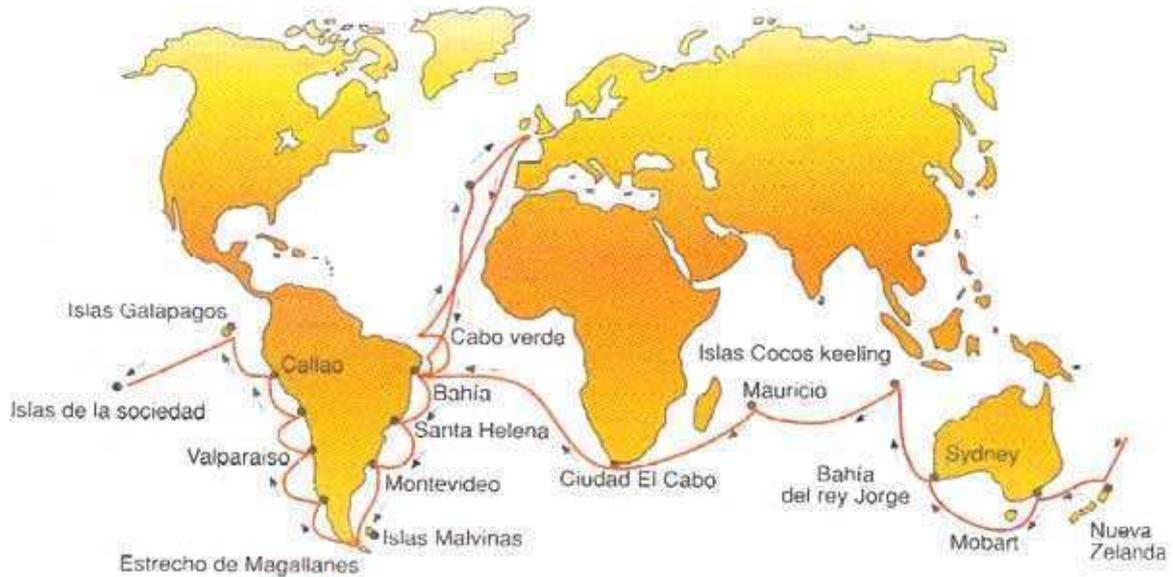
4. Teoría de la evolución de Darwin y Wallace.



Charles Darwin y Alfred Russell Wallace son los **padres de la teoría evolutiva que se acepta actualmente**. Ambos científicos llegaron a las mismas conclusiones por separado.

En 1831, el británico Charles **Darwin** (s.XIX), cuando solo tenía veintidós años, formó parte como naturalista de la expedición científica a bordo del bergantín de la armada británica **Beagle**, que realizó una expedición de cinco años (1831-1836), dando la vuelta al mundo con la finalidad principal de cartografiar las costas de América del Sur. Darwin tuvo ocasión de estudiar y recoger numerosos datos, y coleccionó e investigó numerosos seres vivos nunca vistos por él.

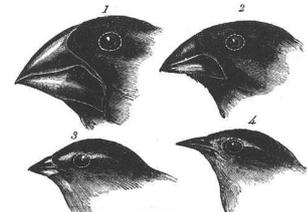
Luego, convenientemente preparados, los enviaba a Londres para su posterior estudio, al que se dedicó el resto de su vida.



Darwin conocía la teoría de Lamarck, pero no encontró en sus observaciones pruebas de la misma. En las **islas Galápagos** encontró numerosas especies de **pinzones** que se diferencian unas de otras por pequeñas variaciones de un rasgo común, el pico.

También dedicó mucho tiempo a observar las **tortugas** gigantes. Descubrió que en cada isla vivía una especie distinta de tortuga. Todas estas especies se diferenciaban entre sí principalmente por la forma del caparazón.

Darwin pensaba que todos los pinzones de las islas **descendían de un antepasado común** y que, con el tiempo, se habían ido formando las especies actuales. Lo mismo debería haber sucedido con las tortugas. Las pequeñas diferencias entre unas y otras especies de tortugas y pinzones habrían aparecido muy lentamente, a lo largo de cientos o miles de años.



Darwin sabía que su teoría evolutiva resultaría muy polémica, por lo que pasó muchos años recopilando datos y elaborando su libro, en el que la expuso con detalle.

Alfred Russell **Wallace**, también británico y más joven que Darwin, viajó por todo el mundo en busca de aves y mariposas para museos y colecciones privadas. Estuvo en la Amazonia, el Sureste Asiático y Australia, y fue allí donde empezó a intuir el proceso que producía la evolución.

Cuando tuvo claro el proceso de la selección natural, escribió una carta a un naturalista prestigioso, ¡nada menos que Charles Darwin! Al recibir esta carta, Darwin adelantó la presentación de sus propias conclusiones, para hacerlo conjuntamente con Wallace.

4.1. La teoría de la evolución por selección natural.

Darwin y Wallace compartieron sus descubrimientos y los presentaron a la Sociedad Linneana de Londres en 1858. Un año más tarde, Darwin publicó su obra **"El origen de las**

especies por selección natural”, en la que explicaba su teoría apoyándola en numerosas observaciones de la naturaleza. En ella no habla del ser humano.

La explicación de Darwin de cómo evolucionaron los organismos le surgió después de leer *“Un Ensayo del Principio de la Población”* (1798), del economista británico Thomas Robert **Malthus**, en el que explicaba cómo las poblaciones humanas mantenían el equilibrio. Malthus argumentaba que ningún incremento en la disponibilidad de la comida para la supervivencia humana básica podría compensar el ritmo geométrico del crecimiento de la población. El equilibrio tenía que ser conseguido por las limitaciones naturales como el hambre y la enfermedad, o por acciones humanas como la guerra. Luego, las guerras, el hambre u otras calamidades, limitan la población.

Rápidamente, Darwin y Wallace se dieron cuenta de que eso mismo debía ocurrir en la naturaleza. Los seres vivos producen más descendientes de los que llegan a adultos. Así pues, es posible que los supervivientes tengan alguna característica que favorezca su supervivencia. Darwin aplicó inmediatamente el razonamiento de Malthus a los animales y a las plantas, y hacia 1838 había elaborado ya un bosquejo de la teoría de la evolución a través de la **selección natural**. Durante las dos décadas siguientes trabajó en su teoría y otros proyectos de historia natural.

La teoría de Darwin-Wallace se basa en tres principios:

- **La elevada capacidad reproductora de los seres vivos.** Observaron que era muy común que las especies produjeran muchos más descendientes de los que presumiblemente llegarán al estado adulto.
- **La variabilidad de la descendencia.** Los descendientes de una pareja no son idénticos. Muchas de las diferencias no tendrían gran importancia, pero otras podrían ser cruciales. La mayor parte se produce al azar y hoy sabemos que es fruto de la combinación de los genes de los progenitores.
- **La actuación del proceso de selección natural.** Entre los miembros de una especie se establece una lucha por la supervivencia, sobre todo si los recursos son escasos por la superpoblación. Solo los mejor adaptados consiguen sobrevivir y reproducirse, y, por tanto, transmiten sus caracteres a la descendencia.

*“Dado que se producen más individuos que los que pueden sobrevivir, tiene que haber en cada caso una lucha por la existencia, ya sea de un individuo con otro de su misma especie o con individuos de especies distintas, ya sea con las condiciones físicas de la vida. Viendo que indudablemente se han presentado variaciones útiles al hombre, ¿puede acaso dudarse de que de la misma manera aparezcan otras que sean útiles a los organismos mismos en su grande y compleja batalla por la vida, en el transcurso de las generaciones? Si esto ocurre, ¿podemos dudar recordando que nacen muchos más individuos de los que acaso pueden sobrevivir y que los individuos que tienen ventaja, por ligera que sea, sobre otros, tendrán más probabilidades de sobrevivir y reproducir su especie? Y al contrario, podemos estar seguros de que toda variación perjudicial por poco que lo sea, será rigurosamente eliminada. Esta conservación de las diferencias y variaciones favorables de los individuos y la destrucción de las que son perjudiciales es lo que yo he llamado **selección natural**”*

¿Cómo explicarían Darwin y Wallace por qué las jirafas tienen el cuello y las patas tan

largos?

En un principio existiría una población de antílopes de cuello y patas de longitud normal. Algunos de ellos, que por azar tenían el cuello y las patas algo más largos, podrían alimentarse de hojas de acacia, lo que les ayudaría a sobrevivir mejor en las épocas de sequía. Actuó la selección natural, que permitió a los mejor adaptados, los más altos, reproducirse. Entre los descendientes abundarían más los individuos altos y, de nuevo, la selección natural seleccionaría a los más altos de entre ellos, pues era más probable que los más bajos murieran de hambre antes de llegar a adultos. De este modo, como en cada generación se reproducían los animales más altos, cada vez los descendientes eran más altos. Al cabo de unos millones de años, la totalidad de los animales eran altos, como las jirafas actuales.

Herencia de los caracteres adquiridos, el mecanismo propuesto por Lamarck



Selección Natural, el mecanismo propuesto por Darwin



4.2. La selección artificial.

Darwin dedica muchas páginas de su libro a hablar de la selección artificial de razas domésticas de animales. Le llamaba la atención qué razas tan diferentes se podían originar a partir de un animal salvaje, y comparó este proceso de cría y transformación con el proceso de la evolución.

Según él, el criador de animales observa una camada, formada por animales parecidos, aunque no iguales. Estudia qué animales poseen alguna característica que le resulta

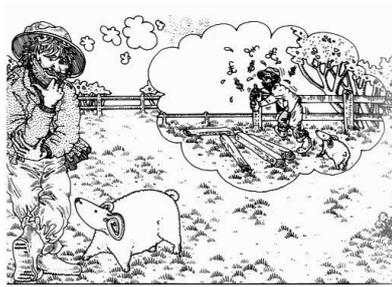
interesante. Luego, a la hora de tener una nueva camada, da prioridad a esos animales para que se reproduzcan. Así, en la siguiente habrá más animales con esa característica. De este modo, seleccionando durante muchos ciclos de cría los progenitores más adecuados, se puede llegar a obtener una nueva raza, distinta de otras.

Seth, el ovejero. Un caso de selección artificial.

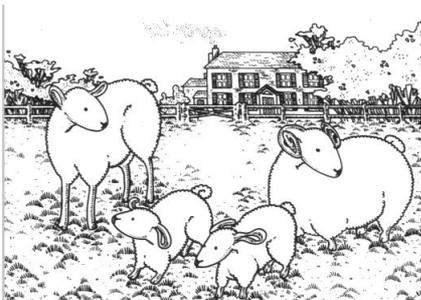
Para explicar cómo una variación que aparece al azar en un solo individuo de una población, vamos a ver el caso concreto de lo ocurrido con un pastor de ovejas, llamado Seth Wright.



1. En 1791, en la granja de este pastor, en Nueva Inglaterra, nació un carnero atípico: tenía las patas cortas y torcidas.



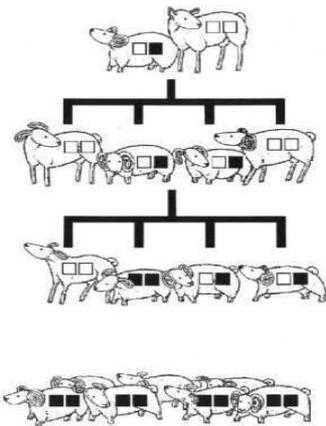
2. Esto hizo pensar a Seth. Lejos de parecer inútiles, si estas patas se podían heredar, él sería capaz de tener un rebaño completo de ovejas con estas patas, no sería necesario poner vallas tan altas alrededor de su granja, gastaría menos tiempo en el cuidado de las ovejas y menos dinero en materiales.



3. Seth utilizó el carnero para criar, y resultó que dos de las crías tenían patas cortas y torcidas.



4. Cruzando a estas dos ovejas, Seth obtuvo un rebaño entero de este tipo.



5. Seth tuvo suerte. La causa de que el carnero tuviera patas cortas era un gen cambiado: una mutación. El carnero transmitió la mutación a algunas crías y, por lo tanto, estas también aparecieron con patas cortas. Al cruzar este tipo de ovejas entre sí, creó finalmente un rebaño completo. Las mutaciones son provocadas por un cambio en la composición química de un gen o en la estructura de un cromosoma y se producen constantemente (de hecho, la mayoría de ellas son silenciosas o neutras y muy pocas resultan perjudiciales o mortales). En este caso, la mutación provocó un cambio evidente.

Actividad 2: Si se piensa un poco, se pueden encontrar muchos casos como este de selección artificial. Explica uno que conozcas o invéntalo.

5. Las pruebas de la evolución.

Hoy en día no se puede entender la ciencia de la biología sin tener en cuenta la teoría de la evolución. Los científicos aceptan la evolución como un hecho porque existen numerosas pruebas que demuestran que se ha producido y, sin duda, sigue aún actuando.

Es difícil, casi imposible, observar *directamente* cómo actúa la evolución. Sin embargo, estudiando los seres vivos, se observan hechos que apuntan, con toda claridad, a la evolución como única causa razonable. Estos hechos se conocen como pruebas de la evolución y se recogen en estos grupos principales:

Pruebas taxonómicas

La taxonomía es la clasificación de los seres vivos a partir de sus *características*. Cada especie de seres vivos se agrupa con otras parecidas en grupos. A su vez, los grupos se unen con otros parecidos, dando lugar a agrupaciones de mayor tamaño, hasta llegar al reino. Este tipo de clasificación surgió antes de que se desarrollara la teoría de evolución; sin embargo, se aprecia claramente que las especies se relacionan unas con otras, como si guardaran entre sí parentesco y compartieran antepasados comunes.

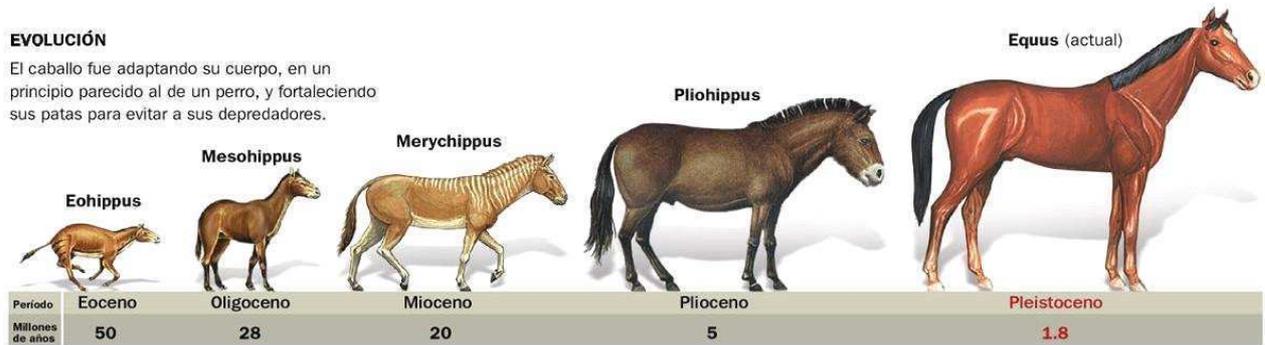
Pruebas paleontológicas

Al estudiar los *fósiles* se observa que los seres vivos que han habitado la Tierra han cambiado y que unas especies han sido sustituidas por otras.

Es difícil encontrar una cadena de fósiles que expliquen perfectamente el proceso evolutivo que lleva hasta una determinada especie actual, pues el registro fósil no es perfecto; sin embargo, disponemos de algunas series continuas que permiten seguir la evolución de alguna especie. Un ejemplo clásico es el registro fósil del caballo, que permite seguir los cambios anatómicos sufridos desde un animal del tamaño de un perro con cuatro dedos en sus patas, hasta el actual, de gran estatura y con un solo dedo en cada pata.

EVOLUCIÓN

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



Otras veces se encuentran fósiles de formas intermedias entre dos grupos de seres vivos. El *Archaeopteryx* es un ave cuyas plumas son perfectamente visibles, pero con dientes en su pico y garras de reptil en sus alas.



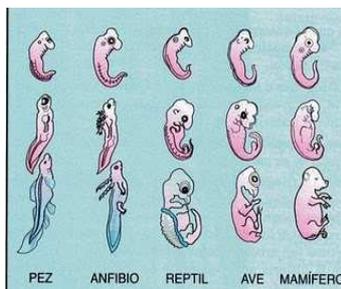
Pruebas biogeográficas

Los monos y simios existen en América, Asia y África, pero no en Australia.

La fauna y la flora de dos regiones son más parecidas cuanto más cercanas están. Esta relación no tendría por qué cumplirse si cada especie se hubiera creado de forma aislada. En cambio, se explica si las especies están relacionadas. Tendrán antepasados comunes y serán parecidas las especies de zonas próximas. Las faunas de América del Sur y de África son diferentes, aunque están relacionadas. Por ejemplo, existen monos en ambos continentes. Se debe a que estos se separaron hace millones de años, por lo que las faunas actuales han evolucionado a partir de esos antepasados comunes.

En cambio, Australia tiene una fauna radicalmente diferente; se debe a que se separó mucho antes, por lo que los antepasados comunes con Sudamérica y África son muy lejanos. En los archipiélagos alejados de los continentes es frecuente encontrar especies de animales propias de cada isla, pero muy relacionadas entre sí. Se debe a que dichas islas fueron colonizadas por una especie inicial que se repartió por todas las islas y que en cada una de ellas dio lugar a una especie diferente.

Pruebas embriológicas

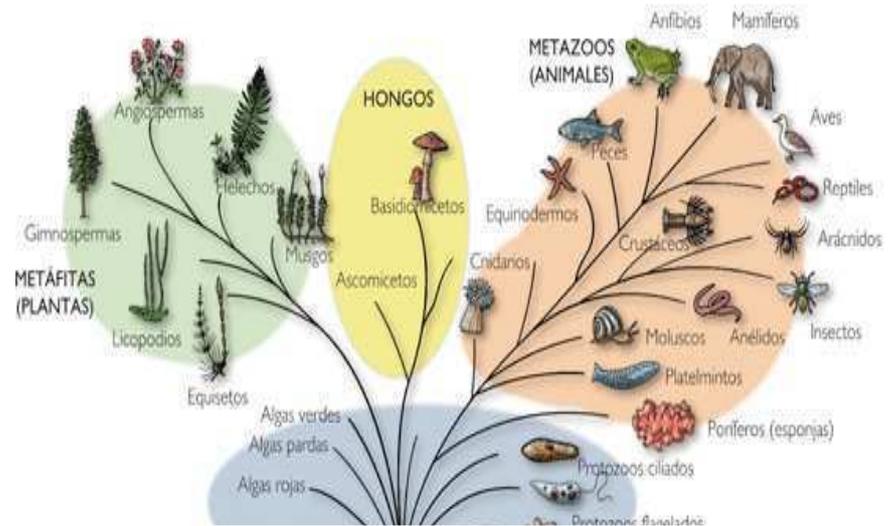


Al estudiar el desarrollo *embrionario* de los animales se descubre que en las fases iniciales existen muchas semejanzas, y más cuanto más próximos son los animales. Por ejemplo, todos los embriones de vertebrados poseen cola y arcos branquiales en las primeras fases del desarrollo embrionario. Más tarde, a medida que avanza el desarrollo, algunos animales conservan estas estructuras mientras que otros las pierden. Parece evidente que los embriones que presentan características similares tienen un antecesor común.

Pruebas bioquímicas

Cuanto más parecidos son dos organismos, más coincidencias existen entre las moléculas que lo forman. Las moléculas que se suelen estudiar son las proteínas y el ADN. Basándose en ellas, se han podido confeccionar árboles filogenéticos entre especies. Estos árboles, en general, confirman las clasificaciones taxonómicas clásicas, aunque también deparan sorpresas.

En el caso de la especie humana, se ha comprobado que el animal con el que tenemos más coincidencias es el chimpancé. Esto no quiere decir que descendamos de este animal, sino que las personas y los chimpancés tenemos un antepasado común.



Actividad 3. Lectura y resolución de las siguientes preguntas:

1. Menciona dos evidencias que inspiraron a Darwin para proponer la idea de que los organismos evolucionan.
2. De acuerdo con la teoría de la evolución propuesta por Darwin, ¿cuáles son los grandes mecanismos que permiten a los organismos evolucionar?
3. ¿Cuál es el papel que juega la selección natural en la propuesta hecha por Darwin?
4. ¿Qué situación no pudo Darwin explicar con su teoría de la evolución por selección natural?

“Una de las principales etapas del viaje de Darwin fue su vista a las islas Galápagos. En estas islas observó que cada una poseía una especie particular de tortugas que los isleños podían reconocer a partir de diferentes formas que presentaban en sus caparazones. También notó que había variaciones en las especies de pinzones que habitaban las islas, ya que cada isla estaba poblada de una especie de pinzón, semejantes entre sí pero que ocupaban nichos ecológicos diferentes alimentándose algunas de insectos, otras de semillas, etc. Sin embargo, aún era muy pronto para que Darwin relacionara las semejanzas entre estas especies con un origen común y sus diferencias con un aislamiento reproductivo y la diferenciación de nichos ecológicos, aunque en este momento es cuando comienzan a originarse en la mente de Darwin las primeras ideas sobre la modificación de las especies y su mecanismo de evolución. Otras observaciones importantes que realizó durante su viaje fueron aquellas relacionadas con la presencia de conchas fósiles en zonas muy alejadas del mar y que guardaban un gran parecido con las conchas actuales que había observado en las costas.

Durante su travesía Darwin recibió por correo en diferentes puertos varios libros. Uno de ellos fue Ensayo sobre el principio de la población, escrito por Thomas Malthus. Este escrito fue básico en la formulación de las ideas de Darwin sobre la selección natural. Estudiando poblaciones humanas Malthus se dio cuenta de que los organismos vivos producen un número mayor de

descendientes de los que pueden sobrevivir por la limitación de recursos, como el alimento o espacio. Por ello, Darwin supuso que debería existir algún mecanismo que regulará las posibilidades de supervivencia y mortalidad de los individuos. Gracias a sus conocimientos sobre la cría de animales domésticos, Darwin fue capaz de relacionar el problema planteado por la sobrepoblación con la variación individual.

Otro aspecto importante en la teoría darwinista es la adaptación. Para Darwin, aquellos organismos con características más adecuadas para desarrollarse en un ambiente particular son los que sobreviven y dejan un número de descendientes, a quienes heredan sus rasgos ventajosos. Esto provoca que la selección natural ajuste gradualmente a los organismos a las exigencias del ambiente en un proceso denominado adaptación. La adaptación es, por lo tanto, una consecuencia de la selección natural y no resultado de la creación divina, como lo proponían los griegos, ni de una voluntad de perfección presente en los organismos, como lo sostenía Lamarck. Tampoco podemos hablar de organismos más o menos adaptados u organismos superiores e inferiores, ya que la propia existencia de cada individuo nos confirma que puede desarrollarse en un ambiente particular estando por lo tanto adaptado a él, y esta adaptación no se incrementa con el tamaño o la complejidad de su estructura y funcionamiento. ¿Por qué? Básicamente porque la evolución es un proceso que no tiene dirección definida, la selección natural no actúa a favor de soluciones particulares; simplemente permite la reproducción de organismos que presentan características que los hace competitivamente más eficientes, esto es independiente de que estas características sean simples o complejas.

Darwin propuso en su teoría de evolución por selección natural que aquellas características que aportaban ventajas a los individuos en términos de reproducción y supervivencia, deberían transmitirse de padres a hijos y de este modo extenderse dentro de la población, para ocasionar los cambios graduales que a largo plazo originarían nuevas especies. Sin embargo, a pesar de que es claro que los hijos se parezcan a sus padres, uno de los grandes problemas de Darwin fue que ignoraba cuál era el mecanismo que permitía la transmisión de caracteres de una generación a otra, por lo que existía una incómoda laguna en su teoría para la que nunca encontró solución convincente”.

6. El neodarwinismo.

La teoría de la evolución por selección natural, aunque fue muy polémica, conquistó adeptos rápidamente entre los científicos de los tiempos de Darwin. No obstante, tenía sus **puntos flacos**. Su solución dará lugar al llamado neodarwinismo.

El problema de los caracteres heredables

La base de la teoría de la evolución es que los organismos heredan de sus progenitores determinadas características y las transmiten a su descendencia. Los organismos con diferentes caracteres tienen distinta probabilidad de supervivencia y reproducción. Por tanto, aquellos organismos que, por sus características, están mejor adaptados a su medio, dejarán más descendientes, que portarán, a su vez, dichos caracteres favorables.



El problema es que no se sabía qué eran esas características diferentes. Durante bastante tiempo no se avanzó en ese camino, por lo que la teoría de la evolución quedó estancada. Cuando, ya en el siglo XX, se redescubrieron las **leyes de la herencia**, propuestas por **Mendel** en 1865 (3 años antes de la publicación del

libro de Darwin), se unieron estos descubrimientos con la teoría de la evolución. Se identificaron los caracteres heredables de Darwin con los **genes**. Así surgió el **neodarwinismo**, también conocido como **teoría sintética**.

Las bases del neodarwinismo

El neodarwinismo se basa, además de en la teoría de Darwin y Wallace, en varios descubrimientos relacionados con el campo de la genética. Así, el holandés Hugo de Vries (1848-1935) introdujo la noción de **mutación**. Una mutación es la aparición repentina y azarosa de una variante aleatoria de un gen particular o de un grupo de genes en algunos individuos de una especie. La mutación cambia la base genética del individuo, es por tanto, hereditaria y puede dar lugar a la aparición de nuevas especies.

A partir de la idea de mutación y de la idea de la selección natural, la Teoría Sintética de la Evolución es la explicación de la evolución que la ciencia acepta actualmente. Se llama "sintética" porque no recurre a un solo mecanismo para explicar la evolución biológica de las especies, sino que recurre a una síntesis o conjunción de varios mecanismos: la selección natural, las mutaciones y la genética de poblaciones. Y también porque se basa en las aportaciones de varias ciencias.

Las mutaciones son cambios al azar que se producen en la composición genética de un individuo. Se originan en los cromosomas, por lo que se pueden transmitir a la descendencia durante la reproducción. Consisten generalmente en que un gen sufre alguna modificación y de ese modo se forma otro gen diferente. Muchas de las mutaciones son perjudiciales, por lo que la selección natural las eliminará. Otras, en cambio, por azar, pueden proporcionar alguna ventaja a sus portadores. En este caso, los individuos con esa mutación dejarán más descendientes que el resto.

Según la teoría sintética, la evolución se produce por dos causas fundamentales:

- **Variabilidad genética.** Dentro de una población existe un gran número de genotipos diferentes. Esta variabilidad se produce al azar, mediante mutaciones y recombinación genética.
- **Selección natural.** Las combinaciones genéticas peor adaptadas al medio se eliminan, mientras que las mejor adaptadas serán más abundantes, porque sus portadores se reproducirán más eficientemente, las transmitirán a su descendencia y aumentará su proporción en la población. Hay que tener en cuenta que el medio es cambiante y la selección natural no siempre actúa del mismo modo. Por tanto, se entiende que lo que hace la selección natural es variar las proporciones de los genes de las poblaciones, y son las poblaciones las que evolucionan. *Aunque la selección natural ejerce su acción sobre los individuos, lo que evoluciona es la población en su conjunto*, al variar su composición genética. Los cambios genéticos se producen lentamente pero de forma continua, y sus efectos se hacen visibles al cabo de largos períodos de tiempo.

En definitiva, las mutaciones genéticas espontáneas o azarosas y la posterior recombinación genética es la causa de la variabilidad hereditaria en una población. **Sobre las mutaciones actúa el mecanismo de la selección natural.** El medio ambiente selecciona para la supervivencia a aquellos individuos portadores de mutaciones genéticas que proporcionan alguna ventaja adaptativa frente a otros individuos que terminarán por extinguirse ya que unos se reproducen y otros no.

Un ejemplo clásico: la mariposa del abedul.

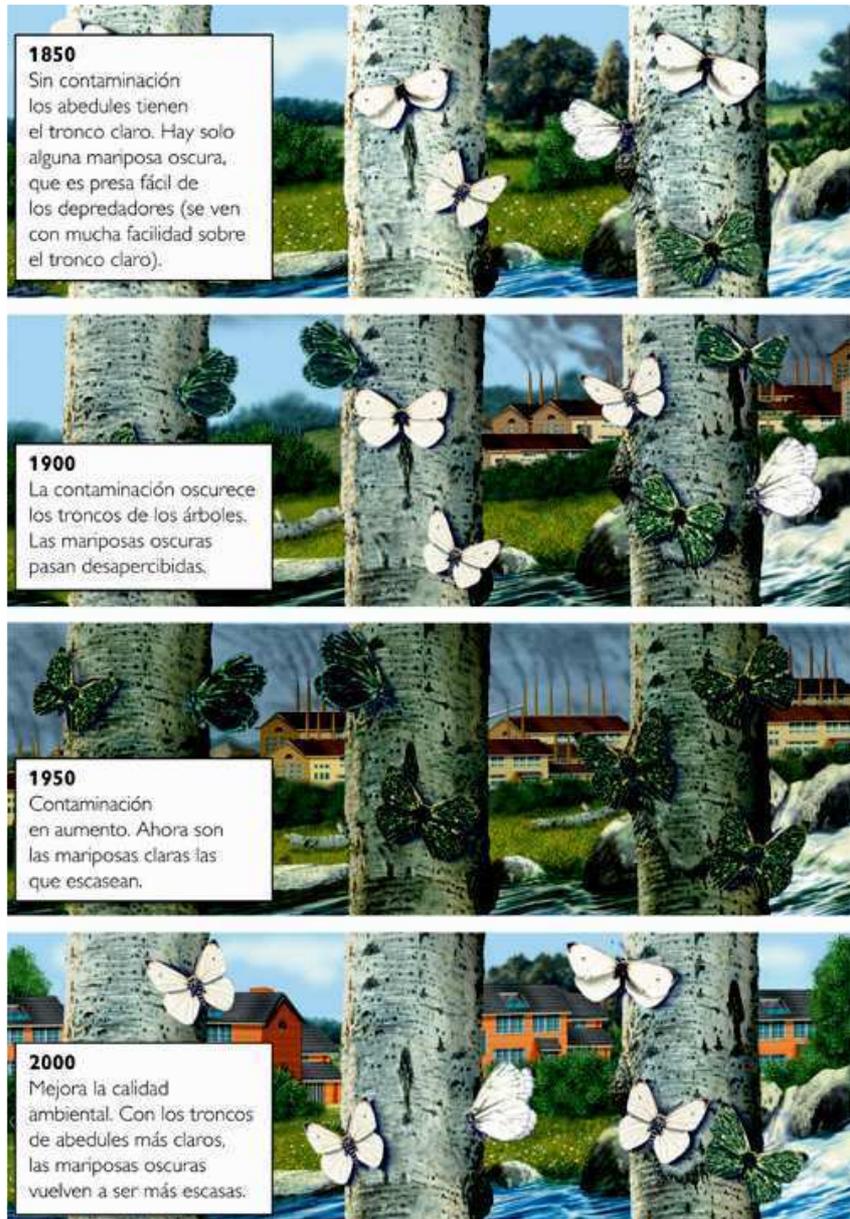
La mariposa del abedul, *Biston betularia*, común en Europa, se posa de día sobre la corteza del abedul, que normalmente está cubierta de líquenes grisáceos. Tiene las alas de color blanco grisáceo, por lo que se confunde fácilmente con la corteza del árbol. Pero a mediados del siglo XIX empezaron a observarse ejemplares de color oscuro. En observaciones realizadas en Manchester, se vio el primer ejemplar oscuro en 1849. En 1895 eran oscuras el 95% del total de mariposas, y en 1898 lo eran el 99%. Se hicieron algunos experimentos y observaciones en el medio para explicar este cambio en la población:

La proporción de mariposas negras era tanto mayor cuanto más extensa era la zona industrial.

Al alimentar a las orugas de mariposas claras con hojas contaminadas con hollín, para ver si era la contaminación lo que provocaba el oscurecimiento, se comprobó que las mariposas seguían siendo claras.

Al utilizar métodos mendelianos clásicos para estudiar cómo se heredaba el color de las alas, se comprobó que los colores se producían por la expresión de dos alelos: uno determinaba el color claro, y otro, el oscuro, Además, el dominante era el que producía la pigmentación oscura.

Al observar la vida de las mariposas en ambientes contaminados de zonas industriales, y en ambientes no contaminados, se vio que los pájaros cazaban las mariposas claras que vivían sobre los árboles cubiertos de hollín en las zonas contaminadas, y las mariposas oscuras cuando cazaban en zonas no contaminadas.



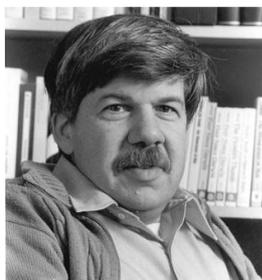
Cuando una mutación se extiende a una población puede dar origen a un cambio evolutivo, pues lo importante para la evolución biológica no es la variación genética que se da en un solo individuo, sino los **cambios que se extienden a una población de individuos** y que puede dar origen a una especie distinta de la originaria (por eso los mecanismos que permiten los cambios en la base genética de una población no son sólo las mutaciones sino otros referidos a la genética de poblaciones como son: la recombinación de genes, la deriva génica y el aislamiento geográfico).

7. Las teorías más recientes sobre la evolución.

Algunos estudiosos de la evolución opinan que el darwinismo no es capaz, al menos por sí sólo, de explicar la evolución. Piensan que la selección natural no es suficiente para explicar la actual biodiversidad.

El equilibrio puntuado

Esta teoría se basa en que en la historia de la Tierra hay grandes períodos en los que las especies, aparentemente, no sufren modificaciones y, en cambio, en otros períodos de corta duración, se producen muchas especies nuevas a partir de las existentes.



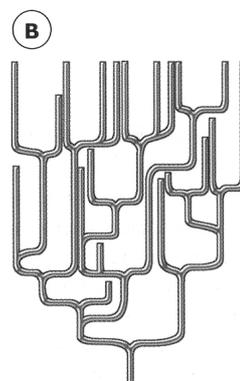
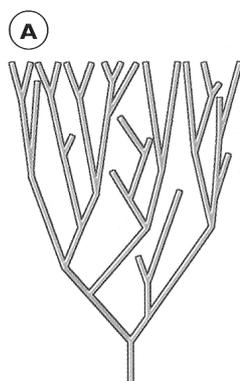
Con la teoría del equilibrio puntuado, **Stephen Jay Gould**, en 1972, cuestiona la teoría neodarwinista, que defiende una evolución gradual y continua en el tiempo, y desarrollaron una teoría basada en las lagunas o saltos del registro fósil. Afirmaron que la ausencia de pasos intermedios en el registro fósil no se debe a que sea incompleto, sino a que, a veces, la evolución avanza rápidamente. Para ellos, **la evolución se produce a saltos**.

Según esta teoría, hay grandes períodos en los que las especies están en equilibrio y no sufren modificaciones. En momentos determinados se producen muchas especies nuevas a partir de las existentes, aparece competencia entre ellas y solo algunas sobreviven. Es decir, **la unidad de selección natural sería la especie, no el individuo**.

No explica por qué ocurre esto, simplemente trata de explicar lo que se observa en el registro fósil. Gould no cuestiona la evolución. Lo que pone en duda es que sea, como propuso Darwin, lenta, gradual y continua; cuestiona, en resumen, el ritmo de la evolución.

NEODARWINISMO FRENTE A EQUILIBRIO PUNTUADO

Así se verían un árbol evolutivo según el neodarwinismo (A) y según el equilibrio puntuado (B). El neodarwinismo propone una evolución gradual y lenta. La teoría del equilibrio puntuado afirma que existen épocas sin cambios (tramos verticales del árbol) y momentos en los que se forman muchas especies.



El gen egoísta

Según esta teoría, propuesta por **Richard Dawkins** en 1976, **los genes son las unidades evolutivas**, los que sufren la selección natural. Los cuerpos de los seres vivos actúan como “máquinas” que los transmiten mediante su reproducción. De algún modo, los seres vivos serían, simplemente, el mecanismo que emplean los genes para perpetuarse a través del tiempo. Los cuerpos de los seres vivos son contenedores de genes, contruidos por los genes mismos. El fin de estos genes es asegurarse su propia existencia y ser transportados de generación en generación. En esencia, según esta teoría, se mantienen aquellos genes que consiguen perdurar en los seres vivos transmitiéndose al mayor número posible de descendientes.

Algunos personajes que contribuyeron a la formulación de la teoría sintética de la evolución

Sewall Wright: (Genetista estadounidense, 1889-1988). En sus investigaciones sobre la evolución afirmaba que el azar matemático, junto con las mutaciones y la selección natural influyen en el cambio evolutivo.

Julian Sorell Huxley: (Biólogo inglés, 1887-1975). Fue uno de los científicos más conocidos de mediados del siglo XX, ya que consiguió renombre por su capacidad para hacer accesibles al público los conceptos científicos en sus escritos en el tema de evolución y crecimiento.

George Gaylord Simpson: (Paleontólogo estadounidense, 1902-1984). Sus métodos estadísticos para rastrear la migración intercontinental de los primeros mamíferos contribuyeron de forma sustancial a la comprensión y consolidación de la teoría evolucionista

Theodosius Dobzhansky: (Genetista y zoólogo estadounidense, 1900-1975). Por medio de sus investigaciones, realizó importantes contribuciones a la genética de poblaciones, realizados fundamentalmente con la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), que le sirvieron de base para su teoría, en la que afirmaba que la evolución de las razas y las especies podía haberse producido a través de la adaptación.

Cuadro resumen

Respuestas no evolucionistas	Fijismo (suelen ir unidas)	Las especies son invariables, no se transforman, han existido así siempre.
	Creacionismo	Son invariables porque así han sido creadas por un ser superior (Dios).
Respuestas evolucionistas	Lamarck	Los individuos se adaptan al medio y esas modificaciones son transmitidas a la descendencia.
	Darwin	El mecanismo de la evolución es la selección natural.
	Teoría sintética de la evolución	La genética explica la aparición de la variabilidad dentro de una misma especie.

Actividad 4. Lectura y resolución de las siguientes preguntas:

1. **Escribe dos similitudes entre la teoría de la evolución por selección natural propuesta por Darwin y la teoría sintética de la evolución.**
2. **De acuerdo con el neodarwinismo, aquí descrito, señala cuáles son los grandes mecanismos que favorecen la evolución en los organismos.**

“La teoría de evolución por la selección natural planteada por Darwin fue capaz de sostenerse y asimilar los nuevos conceptos de la genética y los de otras disciplinas, de tal forma que la propia tarea de la evolución se ha ido modificando y ha integrado nuevos conocimientos para convertirse en la base para la explicación de la biología. Aunque sabemos que en muchos aspectos Darwin no pudo ser lo suficientemente convincente, el cuerpo central de su teoría se mantiene como eje fundamental de la teoría moderna de la evolución o neodarwinista.

El neodarwinismo, al igual que el darwinismo, sostiene la existencia de la selección natural como fuerza evolutiva y resultante de tres hechos básicos: sobrepoblación, variabilidad y herencia. Según los neodarwinistas, el incremento en individuos con caracteres que promueven el éxito en la sobrevivencia y la reproducción, así como la eliminación de aquellos que no la tienen, conduce gradualmente al origen de nuevas especies, en un proceso denominado especiación, del que son parte importante el aislamiento y las modificaciones ambientales.

Sin embargo, el neodarwinismo propone además otros mecanismos para el surgimiento de nuevas especies. Por ejemplo en muchas plantas es muy frecuente la aparición de poliploidías, o individuos con más de un juego de cromosomas, lo que significa que de una generación a otra pueden aparecer mutaciones que son físicas y genéticamente diferentes a sus progenitores. En este caso la aparición de nuevas especies nada tiene que ver con la acumulación gradual de rasgos beneficiosos. Otros mecanismos por el cual pueden aparecer nuevas especies de forma azarosa es la deriva génica, que puede equipararse con lo que en estadísticas se conoce como un error de muestreo.

Es muy importante comprender que la evolución actúa no sólo por selección natural sino también por procesos azarosos, como la deriva génica y las macromutaciones, en donde, a diferencia de la selección natural, las características de los individuos no se ajustan gradualmente a las exigencias del ambiente, sino que son cambios bruscos en la composición de una población o individuo, que si resultan favorables se conservan.

Otro punto importante del neodarwinismo o teoría sintética de la evolución es que, a diferencia de Darwin, quien pensaba en la selección natural como una tajante elección entre organismos “exitosos” y “fracasados”, la selección se considera como una fuerza que moldea a los organismos y solamente puede detectarse a lo largo de muchas generaciones y dentro de poblaciones muy grandes. Asimismo, la selección puede actuar en muchos aspectos de la vida de los organismos, siendo la lucha por la sobrevivencia mucho más amplia que un antílope que corre más rápido que un león o un venado con mayores astas que su oponente”.

8. Tendencias dominantes en la evolución.

Los científicos han establecido ciertas tendencias dominantes en la filogénesis general de las especies (aunque les llamemos leyes, son en realidad tendencias ya que todavía queda

mucho por conocer respecto a la evolución de las especies).

- ✓ Ley de la **diversificación**. El número de especies tiende a aumentar con el paso del tiempo.
- ✓ Ley de la **irreversibilidad**. En el proceso evolutivo no hay vuelta atrás. La evolución de las especies es irreversible. Cualquier característica que se pierde, cualquier especie que se extingue es irrecuperable.
- ✓ Ley de la **ortogénesis**. La evolución filogenética indica que la vida asciende gradualmente a niveles superiores de complejidad y eficacia funcional frente al medio. Cada vez aparecen organismos más adaptados y destrezas más especializadas.
- ✓ Ley de la **cerebración creciente**. La filogénesis tiende al progresivo perfeccionamiento del sistema nervioso y a un aumento del volumen de la masa encefálica.
- ✓ Ley de la **subjectivación**. La creciente cerebración, la complejidad estructural y la eficacia adaptativa determinan una mayor diferenciación entre los individuos de una misma especie, una superior autonomía funcional y un mejor control del medio. El resultado es la emergencia de la consciencia, el pensamiento, el lenguaje y la cultura.

La vida surgió en la Tierra hace 3.800 millones de años. En aquellos tiempos las condiciones del planeta eran muy distintas de las actuales. Después de una larga evolución química, inicia la evolución biológica con la aparición de los primeros organismos que llamamos **procariontes** y que presentaban características muy primitivas, tal como una estructura unicelular.

Muchos de estos organismos se extinguieron, otros se adaptaron al ambiente. Algunos procariontes produjeron oxígeno, y con esto se formó la capa de ozono en la atmósfera. Esta nueva condición ambiental obligó a algunos procariontes para que adquirieran la capacidad de respirar oxígeno. El siguiente paso en la evolución consistió en la aparición de nuevos tipos celulares, más grandes y complejos, llamados **eucariontes**, los que evolucionaron hasta conformar la enorme diversidad biológica que actualmente habita la Tierra.

Los individuos de una especie se hallan separados reproductivamente; es decir, no pueden reproducirse ni intercambiar información hereditaria con individuos de otras especies y, por tanto, evolucionan de manera independiente. El proceso de formación de nuevas especies se denomina **especiación** y se origina cuando existe una barrera biológica que impide el intercambio genético entre individuos de la misma especie. Son ejemplo de estas barreras:

- el **aislamiento geográfico**, cuando los miembros de una especie son separados en dos poblaciones debido a la presencia de una barrera física, de manera que los nuevos ambientes al ejercer distintas presiones dan lugar a diversas adaptaciones, las cuales no son compartidas por las dos poblaciones que al pasar el tiempo ya no pueden reproducirse entre ellas (especiación alopátrica)

- el **aislamiento ecológico**, donde dos poblaciones de una misma especie que ocupan el mismo territorio, viven en hábitats distintos y no tienen contacto una con otra, de manera que los nuevos ambientes al ejercer distintas presiones dan lugar a diversas adaptaciones, las cuales no son compartidas por las dos poblaciones que al pasar el tiempo ya no pueden reproducirse entre ellas (especiación simpátrica).

Se pueden distinguir dos diferentes niveles de evolución de las especies:

- a. **Microevolución**, permite la creación de nuevas especies que se diversifican colonizando nuevas áreas.
- b. **Macroevolución**, todo cambio evolutivo en gran escala, como la formación de grupos taxonómicos.

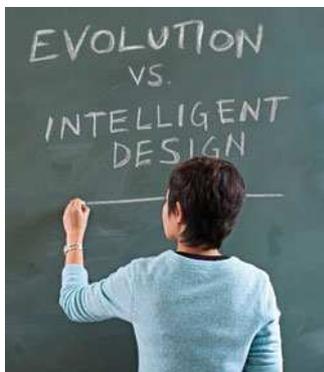
9. La controversia filosófica sobre el carácter azaroso o causal de la evolución.

La evolución de la vida sobre el planeta no es un tema cerrado sino que todavía sigue sujeto a la controversia entre la comunidad científica. En el ámbito de la religión por supuesto que sigue siendo un tema discutido y en cuanto a la filosofía quizá el problema de mayor alcance es el del **carácter teleológico** (finalidad interna) o **azaroso** (ausencia de una dirección determinada) de la filogénesis.

Algunos científicos sostienen que sí podemos observar una **finalidad** en el proceso evolutivo, en la aparición de la vida y de formas cada vez más complejas de vida. Esta teoría se apoya en la aparición y sucesión de los distintos niveles de organización de la materia (físico-químico, biológico, neurológico, psicológico, cognitivo, etc.) y en la dirección de la filogénesis hacia formas cada vez más complejas (leyes de la ortogénesis, cerebración creciente y subjetivación).

Otros científicos, sin embargo, piensan lo contrario: la filogénesis es un proceso completamente **azaroso**, de tal modo que lo mismo que han surgido en la Tierra determinadas especies, entre ellas el ser humano, podrían igualmente haber aparecido otras formas de vida diferentes o simplemente no haber surgido ninguna. La vida es el resultado de un conjunto de circunstancias excepcionales y la mera desaparición o variación de alguna de ellas habría sido suficiente para que la filogénesis no hubiera sido viable.

Esta teoría se apoya, sobre todo, en las exigentes condiciones necesarias para la aparición de la vida y en el carácter azaroso de las mutaciones, que no son respuestas biológicas a las necesidades adaptativas del individuo ante el medio ambiente sino un producto del azar.



Una muestra de la fuerte carga emocional e ideológica que conlleva el problema de la evolución y en relación con la naturaleza finalista o azarosa de la filogénesis es la controversia sobre la hipótesis del **diseño inteligente**. En la línea de los que afirman la existencia de una finalidad en la filogénesis, esta hipótesis sostiene que el origen del Universo, la vida y el ser humano son el resultado de la acción deliberada de un ser inteligente. Sus promotores afirman que el

universo está demasiado bien organizado y nuestro planeta demasiado bien adaptado para los seres vivos como para que sea así por puro azar.

Esta idea, en realidad, representa una **nueva versión del creacionismo**. Cuando el Tribunal Supremo de EEUU anuló en 1987 la obligación de enseñar el creacionismo en las escuelas, los manuales que mantenían las ideas creacionistas sustituyeron las expresiones “creación” y “creador” por “diseño inteligente” y “diseñador inteligente”. La idea se ha propagado entre grupos religiosos fundamentalistas que afirman que considerar al ser humano y sus grandes capacidades racionales un producto casual y azaroso de la evolución es irracional e incluso añaden que la evolución no ha sido demostrada científicamente. En el año 2005 en el estado de Pensilvania en EEUU se declaró anticonstitucional la enseñanza de la hipótesis del diseño inteligente en las escuelas por tratarse de un argumento religioso, reformulación del creacionismo y no una teoría científica. Sin embargo en 2008 algunos candidatos del Partido Republicano de la nación más poderosa del mundo afirmaron públicamente no creer en la evolución. En ese país las encuestas muestran que el 45% de las personas cree que Dios creó a los humanos y que el ser humano no comparte ningún ancestro común con los simios. El 65% propone que el creacionismo se enseñe en las escuelas a la vez que el evolucionismo.



🌐 Actividad 5.

Instrucciones: Coloca en el paréntesis de la izquierda la letra que corresponda a la respuesta correcta.

- | | | |
|--------|---|---------------------------------|
| 1. () | Afirma que la lluvia, el fuego y los terremotos destruyeron a los organismos existentes, y permitieron la creación de otros diferentes después de éstos. | A. Charles Darwin |
| 2. () | Naturalista que planteó un sistema de formas vivientes en constante evolución. | B. Adaptación |
| 3. () | Cambio evolutivos en las especies que suceden durante periodos de tiempo geológico relativamente cortos. | C. Catastrofismo |
| 4. () | Naturalista que manejó el principio del uso y desuso de los órganos. | D. Biodiversidad |
| 5. () | Proceso evolutivo donde los seres vivos desarrollan mecanismos para sobrevivir en su medio. | E. Eucarionte |
| 6. () | Término que significa la suma de todos los genes, de todos los individuos que integran a una comunidad. | F. Paleontología |
| 7. () | Formación de una nueva especie como resultado de un cambio genético producido por una barrera reproductora entre la población cambiada y la población original. | G. Jean Baptiste Lamarck |
| 8. () | Tipo de célula que tiene un núcleo que está limitado | |

- por una membrana.
9. () Número total de especies que habitan en la Tierra.
10. () Ciencia que tiene por objeto de estudio los fósiles, y que permiten conocer la historia de la vida.

- H. Microevolución
- I. Especiación simpátrica
- J. Variabilidad

10. El Proceso de Hominización.

10.1. Los antepasados del ser humano.

Una frase que se suele escuchar, en relación con la teoría evolutiva, es que “el hombre desciende del mono”. Eso no es cierto: no descendemos de ninguna especie de primate que exista hoy, aunque nuestro pariente vivo más cercano es el chimpancé.

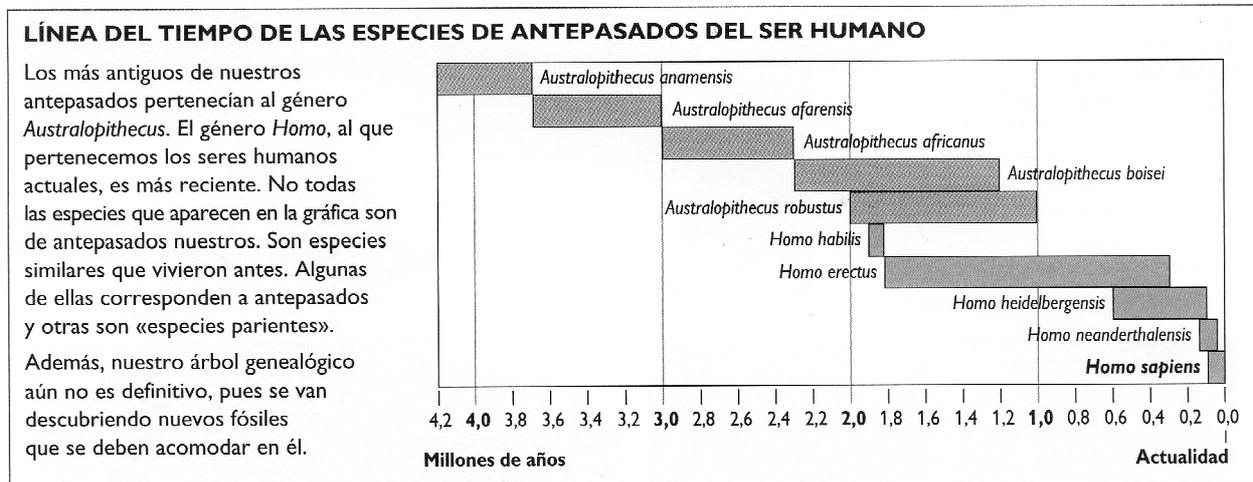
Nuestra especie, *Homo sapiens*, surgió hace solo 100.000 años. Pero los antepasados más remotos de la especie humana vivieron hace unos cuatro millones de años.

La historia de nuestra especie es muy corta, comparada con la de la Tierra. Para comprender este hecho, podemos **suponer que la historia de la Tierra se concentra en 24 horas**. Si se formase la Tierra a las 0:00, las primeras evidencias de vida aparecerían a las 5:15. A las 21:30, el mar estaría lleno de vida. A las 23:00, aparecerían los dinosaurios, que se extinguirían a las 23:42. A las 23:59, surgirían los primeros antepasados de la especie humana, y **1,7 segundos antes de las 24:00, aparecería nuestra especie**.



La línea del tiempo de nuestros antepasados

En la actualidad, la familia de los homínidos engloba a la especie humana y a los simios como el chimpancé, el gorila y el orangután. Pero, en el pasado, han existido otros homínidos y los conocemos solamente por los restos fósiles que hemos encontrado. Los fósiles nos indican cuándo aparecieron y cuándo se extinguieron las especies anteriores parecidas a la nuestra. Así, si representamos en un gráfico estos datos, podemos obtener una línea del tiempo:



10.2. El proceso de hominización.

El proceso de **hominización** es el proceso biológico que ha dado lugar a la aparición de la especie humana. El ser humano es un ser vivo que pertenece al reino animal, al tipo de los cordados (con espina dorsal), a la clase de los mamíferos, al orden de los primates (como todos los monos), a la superfamilia de los hominoideos que incluye dos familias, los grandes simios (chimpancés, gorilas, orangutanes) y la familia de los homínidos.

Dentro de la familia de los **homínidos**, a su vez, se han dado dos géneros: los australopitecos y el género *Homo*, al que pertenece el ser humano. En el género *Homo* se han dado (según los datos de los que disponemos actualmente) seis especies: el *Homo habilis*, *Homo ergaster*, el *Homo erectus*, el *Homo antecessor*, *Homo sapiens* y *Homo sapiens sapiens*, nuestra especie.

La evolución del ser humano **no ha sido lineal**, parece ser una historia muy complicada con multitud de ramificaciones. Dada la escasez de restos fósiles es muy difícil reconstruir nuestro pasado evolutivo, cada nuevo hallazgo fósil arroja nuevos datos y pone en duda las hipótesis previas. La investigación actual demuestra que el ser humano no desciende de ningún organismo actualmente vivo sino que comparte con los simios un antepasado común hoy desconocido. Las técnicas modernas para detectar la proximidad evolutiva de distintas especies aplicadas a los primates muestran un estrecho parentesco entre el ser humano y los grandes monos africanos, lo que confirma la existencia de un antecesor común reciente entre estas especies. Al comparar el cariotipo (conjunto de genes) humano (46 cromosomas) con el del chimpancé (48 cromosomas) se observa una identidad perfecta en 13 cromosomas. Algunos investigadores, dada la escasa distancia genética que nos separa de los chimpancés proponen considerarlos también homínidos.

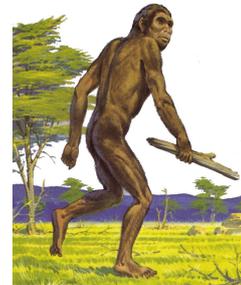
La **antropogénesis**, línea de la filogénesis que conduce a la aparición de la especie humana, incluye tanto el proceso de hominización, de carácter biológico, como el **proceso de humanización**, de carácter cultural. En el análisis que hacemos a continuación de las **etapas de la evolución de la especie humana** nos referimos tanto a los rasgos biológicos como a los culturales.

❖ **Los australopitecos.** Surgieron en África hace unos 4 millones de años. Fueron los primeros homínidos que adoptaron la postura erecta y la marcha erguida (parece que la marcha erguida precedió en un millón de años a la expansión del cerebro). De



aspecto simiesco, tenían una capacidad craneal de unos 400 cm cúbicos y su inteligencia tal vez fue similar a la de los chimpancés actuales. Ligados a ambientes forestales, la crisis climática que acabó con estos ecosistemas en África posiblemente acabó también con ellos. Omnívoros, no conocían ningún tipo de técnica.

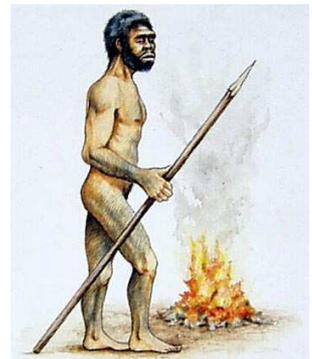
❖ **El *Homo habilis*.** El género homo se asocia con la capacidad de fabricar herramientas y con la conducta social. Su antigüedad es de unos 2,5 millones de años. Su capacidad craneal de unos 700 cm cúbicos. Fue capaz de producir toscas herramientas de piedra. Se protegía en cuevas, se alimentaba de semillas y frutos, ocasionalmente de carne.



❖ ***Homo ergaster*.** Apareció hace unos 1,8 millones de años. Presenta una capacidad craneal de unos 850 cm cúbicos. Conoce la técnica achelense, caza y consume carne habitualmente, coloniza Europa y Asia.



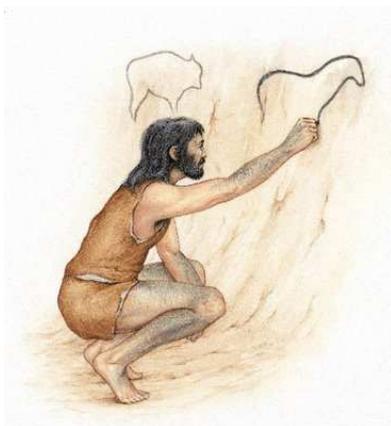
❖ ***Homo erectus*.** Apareció hace aproximadamente 1'6 millones de años. Su capacidad craneal es de unos 900 cm cúbicos. Talló piedras, fabricó hachas y otros utensilios y armas. Fueron cazadores expertos lo que les permitió una dieta carnívora. Dominó el fuego. Se especula con que fue el *Homo erectus* quien inició la transición de los lenguajes naturales, inarticulados, basados en voces y gritos, a los primitivos lenguajes simbólicos y articulados. Este paso se debió de producir por la imposibilidad de los lenguajes naturales de adecuarse a la acumulación cuantitativa de las nuevas necesidades culturales; por ejemplo, la planificación de una actividad tan compleja como la caza organizada.



❖ **Homo antecessor.** Fue descubierto por paleoantropólogos españoles (1976-1994) en los yacimientos de la sierra burgalesa de Atapuerca donde aparecieron restos de los homínidos más antiguos de Europa. Con una antigüedad de unos 1,2 millones de años y una capacidad craneal de unos 1000 cm.



❖ **El Homo sapiens.** Es el llamado **hombre de Neandertal**. Vivió en algunos lugares de Asia y sobre todo en Europa. Apareció hace unos 230.000 años. Esto significa que coexistió con el hombre de Cromagnon, el *Homo sapiens sapiens*, nuestra especie. Se calcula que su capacidad craneal era de unos 1.500 cm cúbicos. El hombre de Neandertal dominó una amplia industria lítica, hachas bifaces, cuchillos muy perfeccionados y raederas. Vivían en refugios naturales que acondicionaron y reconstruyeron con un cierto sentido de la distribución del espacio mediante estancias separadas con funciones distintas. Los paleontólogos han identificado en los yacimientos manifestaciones rituales de carácter funerario, como enterrar los cadáveres boca arriba, lo que implica la existencia de rasgos culturales avanzados. Las causas de su desaparición son un misterio. Coincidieron con el hombre de Cromagnon y se sabe, por los restos antropológicos, que en ocasiones fueron expulsados o exterminados. En otras parece ser que convivieron pacíficamente y aprendieron técnicas del *Homo sapiens sapiens*. Lo cierto es que no se tiene conocimiento de una nueva especie, resultante del cruce de ambas. Su organización social era muy reducida, prácticamente no pasaron de la familia extensa, vivieron en una época de glaciación dura y exigente. Tuvieron que luchar por la supervivencia con el hombre actual, un competidor formidable, tanto que la naturaleza, finalmente, seleccionó a éste para la supervivencia y a aquel para su extinción.



❖ **Homo sapiens sapiens.** Es el llamado **hombre de Cromagnon** y es igual al hombre actual. Surgió hace unos 160.000 años coincidiendo con los último neandertales, tiene, por tanto nuestras mismas características físicas y una capacidad craneal de unos 1.800 cm cúbicos. Posee una industria lítica muy avanzada, fabrica útiles y herramientas de hueso, como agujas para coser vestidos, e instrumentos compuestos con mangos de madera y hojas de piedra.

Descubrieron los metales. Iniciaron la roturación de la tierra mediante técnicas

agrícolas. Sus formas de organización social, familias, tribus, clanes, son mucho más complejas que las de sus predecesores, los neandertales. El *Homo sapiens sapiens* cuenta con numerosas manifestaciones culturales, artísticas y religiosas, como las pinturas rupestres de Altamira y Lascaux.

LOS PRINCIPALES ANTEPASADOS DE LA ESPECIE HUMANA			
Homínidos	Datación	Características	Cómo y dónde vivían
<i>Australopithecus</i> 	4,2-1,0 millones de años	Podían caminar erguidos, aunque no mucho tiempo. Estatura hasta 1,5 m. Su cerebro era pequeño y sus mandíbulas, grandes comparadas con el cráneo.	Se alimentaban de frutos, semillas y raíces. Vivían en África, en la sabana o en bosques abiertos.
<i>Homo habilis</i> 	1,9-1,8 millones de años	También caminaban erguidos. Su cerebro era un poco mayor que el de los <i>Australopithecus</i> , sus mandíbulas grandes en proporción con su cráneo.	Dieta omnívora. Habitaban en la sabana africana. Fabricaban herramientas de piedra muy toscas (guijarros golpeados).
<i>Homo erectus</i> 	1,8 millones de años-300.000 años	Su postura natural era erguida. Su cerebro era bastante mayor que el de <i>Homo habilis</i> , y su mandíbula algo más reducida.	Dieta omnívora. Distribución amplia, habitó zonas cálidas y frías. Dominó el fuego y fabricó herramientas algo más elaboradas.
<i>Homo neanderthalensis</i> 	150.000-30.000 años	Muy parecidos a los seres humanos actuales, aunque con aspecto algo más tosco. Su cerebro era más grande que el nuestro y la mandíbula, más fuerte. Es una especie hermana de la nuestra, con la que coincidió.	Su alimento principal era la carne. Vivió en zonas frías, incluso en la tundra. Fue el primer homínido que enterraba a sus muertos.
<i>Homo sapiens</i> 	100.000 años-actualidad	Ser humano actual.	Omnívoro. Conquistó todos los hábitats terrestres. Primer homínido que realiza manifestaciones artísticas.

10.3. Características específicas del ser humano.

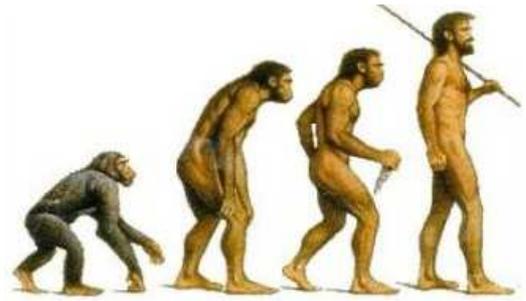
La **hominización** es la adquisición progresiva de las características morfológicas y culturales de la especie humana que la diferencian del resto de los primates, que comienza con la bipedestación y termina con el desarrollo del psiquismo superior.

El psiquismo superior del ser humano está formado por un conjunto de capacidades que posee el cerebro para el procesamiento de la información que nos llega del medio ambiente y para la elaboración de respuestas adecuadas para la adaptación. Son las siguientes: percepción, aprendizaje, memoria, pensamiento, inteligencia y lenguaje.

Las **características** específicas y únicas que nuestra especie ha ido adquiriendo a lo largo del

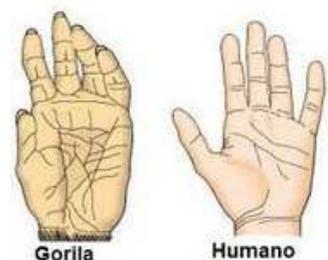
proceso de hominización fueron las siguientes:

- La **bipedestación**: Si bien otros primates como el chimpancé y el gorila también pueden andar sobre sus piernas si lo necesitan, sólo el ser humano hace de la bipedestación su forma habitual de locomoción en la naturaleza. La bipedestación supuso una modificación de todo nuestro esqueleto.



(Algunos ejemplos: especialización de los pies en la función sustentadora y locomotora, estructura de plataforma, pulgar no oponible, dedos laterales no curvados; las extremidades inferiores se alargan y especializan en la sustentación del cuerpo y la marcha; aumento del ángulo de las rodillas; acortamiento y ensanchamiento de la pelvis como soporte del peso del cuerpo; resistencia y flexibilidad de la columna vertebral que se curva ligeramente en forma de doble S y cuya misión consiste en la distribución equilibrada del peso del cuerpo y del cráneo; el cráneo se mantiene verticalmente acortándose la cara, se reduce el tamaño de la mandíbula que pierde su prominencia hacia fuera o **prognatismo**, se reducen los arcos superciliares, el arco dentario se redondea perdiendo la acusada forma de U que tiene en los prehomínidos, los dientes quedan alineados y disminuyen de tamaño permitiendo una mayor movilidad de la lengua que, junto con otros factores, posibilitará la emisión de sonidos; el agujero occipital se sitúa en un plano horizontal respecto a la base del cerebro y no oblicuo como en los simios). Consecuencia muy importante de la bipedestación fue un considerable **aumento del campo visual**; de hecho, el sentido de la vista es en nuestra especie el sistema de información más utilizado. Pero la primera y principal consecuencia de la bipedestación fue la liberación de la mano.

- La **liberación de la mano** de su anterior función locomotora, la existencia de un dedo pulgar oponible y su capacidad de extensión y flexión, hicieron de este órgano un preciso instrumento de prensión y manipulación que, en estrecha asociación con el sistema nervioso central, facilitó la irrupción de la inteligencia práctica o instrumental y permitió la adquisición de técnicas y el desarrollo cultural.

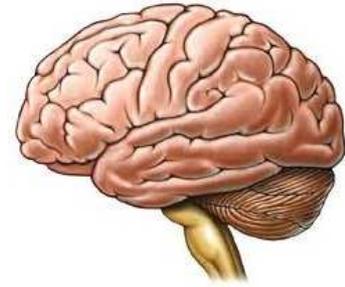


- La **inmadurez biológica** (o **neotenia**) La adquisición del bipedismo y la posición erecta dificultaron el parto de las hembras porque la nueva estructura de la pelvis estrechó el canal del parto, lo que puso en peligro la supervivencia de la especie; las mutaciones genéticas que posibilitaron la expulsión del feto antes de su maduración definitiva resolvieron el problema. El ser humano es, por tanto, una especie que nace inmadura. Su indefensión y su dependencia infantil duran mucho más tiempo que en el resto de las especies, su desarrollo es enormemente pausado de



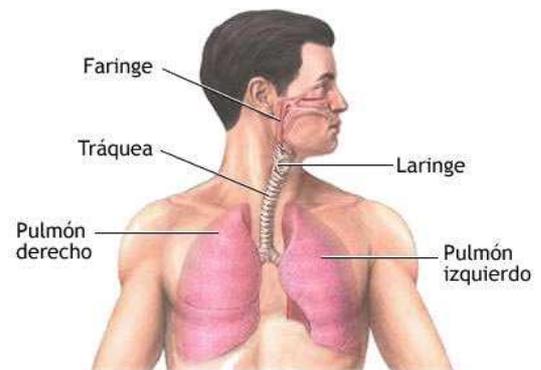
forma que no madura biológicamente hasta los 12-13 años. Un tiempo insólito entre las especies afines. El nacimiento inmaduro de las crías del ser humano posibilita una larga crianza que se realiza a la par que madura el sistema nervioso, lo que facilita enormemente el aprendizaje y la socialización, decisiva en esta etapa.

- El **desarrollo del cerebro**. La proporción en la especie humana entre el peso corporal y el volumen de la masa encefálica es única entre los mamíferos y las especies más próximas en la escala evolutiva, estamos dotados de un cerebro excepcionalmente grande (El índice de encefalización mide la relación entre el tamaño del cuerpo y del cerebro e idealmente es 1. Nuestro índice de encefalización es 7, seguido por el de los cetáceos que es 4). El tamaño del cerebro y su complejidad anatómica y funcional son los elementos clave de la evolución del ser humano ya que se trata de un órgano especializado en el procesamiento de la información: recoge información de los estímulos internos y externos, y elabora respuestas adecuadas a los mismos. El desarrollo del cerebro, además, posibilitó:



- La inhibición de los impulsos primitivos de agresividad y sexualidad que posibilitan la construcción de grupos sociales.
- La aparición del lenguaje como instrumento de comunicación.
- La precisión y control de los movimientos corporales, especialmente la mano, que permitirá la construcción y uso de herramientas.
- La aparición de los procesos cognitivos superiores: inteligencia, pensamiento y lenguaje

- Un **aparato fonador único**. Para la aparición del sofisticado lenguaje humano no sólo se precisa el desarrollo cerebral sino también un aparato fonador adecuado. Parece que ambas condiciones ya están en el género homo, lo cual permitió la fabricación de utensilios y su conducta social. Por contraposición al lenguaje animal (natural, mimético, innato, inarticulado y limitado), el lenguaje humano es convencional, arbitrario, aprendido, articulado y creativo.



(Algunas características del aparato fonador: incluye los labios, los dientes, la lengua, el velo del paladar, las cuerdas vocales, la glotis, la faringe, la laringe y los pulmones. Los sonidos se producen en la laringe con las cuerdas vocales y se modulan en la faringe, en la cavidad nasal y oral. La laringe de los chimpancés, con quienes compartimos el 99% de nuestro acervo genético, se encuentra en la parte alta del cuello dejando poco espacio para la faringe que no puede modular los sonidos, por eso sólo pueden emitir gruñidos y aullidos. Por el contrario, la gran faringe humana, junto con una laringe baja, permite articular gran cantidad de sonidos).

- La **falta de especialización anatómica**. La naturaleza es el reino de los especialistas. Cada especie mantiene un programa vital de adaptación al medio estrechamente dependiente de su especial constitución anatómica. Sin embargo, el ser humano no es un auténtico especialista de la naturaleza. Su anatomía no le permite competir con los auténticos expertos del reino animal. No es el mejor saltador, ni el más veloz, ni el más fuerte. Tampoco es el más resistente, ni el que tiene una vista más aguda o el olfato más sensible. Esta falta de especialización anatómica determinó evolutivamente el **debilitamiento de los instintos**, que fueron sustituidos por una gran capacidad de **aprendizaje** y por la **inteligencia**. Gracias a esto el ser humano pudo adaptarse a medios muy distintos siguiendo distintos programas y estrategias adaptativas, al margen de las rígidas y estereotipadas pautas de conducta instintivas. Esos programas y estrategias adaptativas que el ser humano crea constituyen la **cultura**.
 - **Actividad 6:** Realiza un esquema de los pasos que se han seguido en el proceso de hominización.



11. Actividades finales de repaso.

- **Actividad 1:** Rellena los huecos para completar este texto sobre la naturaleza del hombre. Escribe en los espacios en blanco las palabras adecuadas.

bipedismo cerebración craneal cultural deforestación Hominización
 lenguaje (2) liberación natural pinza sociales técnica.

Del ser humano se puede decir que tiene una doble naturaleza: por un lado, como el resto de animales, es un ser , es decir está sometido a las mismas leyes, y tienes las mismas necesidades que el resto especies. A la vez, sin embargo, el hombre es un ser , pues hay características esenciales del mismo, como pueden ser el o la , que llevan al ser humano a situarse por encima de (o al margen de) las leyes naturales. Ambas dimensiones están profundamente enlazadas. Lo natural produce cambios culturales, y viceversa. Eso se puede comprobar en el proceso de Cuando surgen los primeros homínidos se produjeron una serie de cambios que provocaron todo un proceso adaptativo de consecuencias impensables a priori. El primer gran cambio se produjo a consecuencia de la Los primates se ven obligados a bajar al suelo si es que quieren sobrevivir. Surge así el , una de las características definitorias del ser humano. Como consecuencia de éste, se produce también la de las manos: puesto que éstas no tienen ya como función mantener el equilibrio, pueden dedicarse a tocar y manipular su entorno. Con el paso del tiempo se desarrolló también el efecto Ya no sólo se es capaz de tocar el entorno, sino también de coger objetos y transformarlos. Aquí comienzan ya las implicaciones entre naturaleza y cultura. El efecto pinza posibilita la aparición de la técnica, de la producción de objetos con un fin específico, un rasgo que preconiza o anticipa un desarrollo cultural imparable. Como consecuencia del efecto pinza, aumenta el tamaño de la capacidad y del cerebro mismo, en los que se conoce como En un mundo con una prototécnica, tendrá más posibilidades de supervivencia el animal capaz de recordar cómo se producen las herramientas o incluso de imaginar cómo se podrían producir otras distintas. A partir de esta cerebración, el surgimiento de la primera palabra asociada a alguna situación es cuestión de tiempo. Y, evidentemente, a partir de la palabra surge el , y la posibilidad de mantener relaciones más complejas. Evidentemente todos estos procesos no surgen de la noche a la mañana sino que requieren cientos de miles de años. Como se ve, son los desarrollos naturales los que posibilitan nuevas formas culturales, que a su vez

transforman la naturaleza, siendo el proceso de hominización una de las mejores pruebas de esta doble naturaleza del ser humano de la que hablábamos al principio. Naturaleza y cultura pueden entenderse de un modo múltiple: no sólo como opuestos, sino como dos dimensiones que en el caso del ser humano se complementan.

 **Actividad 2:** Contesta las siguientes cuestiones en los espacios en blanco.

2.1. La evolución filogenética parece indicar que la vida asciende gradualmente a niveles superiores de complejidad y eficacia funcional frente al medio, es decir, a lo largo de la escala evolutiva van apareciendo organismos más adaptados que poseen destrezas más especializadas. Esto es lo que afirma una de las leyes de la evolución, ¿cuál?

2.2. La hipótesis del “Diseño inteligente” ¿afirman la existencia de una finalidad en la evolución o por el contrario sostiene que ésta es un proceso azaroso?

2.3. Completa la siguiente lista: El ser humano es un ser vivo que pertenece al:

- a. reino de los
- b. al tipo de los
- c. a la clase de los
- d. al orden de los
- e. a la superfamilia de los
- f. a la familia de los
- g. al género
- h. y a la especie

2.4. Completa la siguiente lista: Las etapas de la evolución de la especie humana más aceptadas por ahora son:

- a. Australopitecos
- b. *Homo*
- c. *Homo*
- d. *Homo*
- e. *Homo*
- f. *Homo*
- g. *Homo*

2.5. Enumera las características específicas más importantes adquiridas por ser humano a lo largo del proceso evolutivo.

2.6. ¿Está la moderna biología de acuerdo con la afirmación de Lamarck según la cual los caracteres adquiridos se heredan?

2.7. De estas tres afirmaciones, ¿con cuál y por qué estaría de acuerdo la *Teoría del diseño inteligente*?

- a. La evolución es un proceso azaroso
- b. Existe una inteligencia superior que dirige el proceso evolutivo
- c. Las distintas especies han ido surgiendo casualmente

2.8. Explica qué biólogo puede ser el autor del siguiente texto:

“Los cambios que se dan en las circunstancias, significan para los animales, cambios en sus necesidades; éstos significan a su vez cambios en los actos y por consiguiente en los órganos. Estas modificaciones son fijadas por la costumbre y transmitidas por la herencia, constituyéndose así una gradación de especies”

2.9. De estos principios ¿en cuáles se basa la Teoría Sintética de la Evolución?

- a. La heredabilidad de los caracteres adquiridos y la mutación
- b. La Selección Natural y el principio de que la función hace al órgano
- c. La selección Natural y la mutación
- d. La heredabilidad de los caracteres adquiridos y la Selección Natural

2.10. Explica qué biólogo puede ser el autor del siguiente texto:

“Dado que se producen más individuos de los que pueden sobrevivir, tiene que haber en cada caso una lucha por la existencia. Vemos, además, que en la dura batalla por la vida, se producen variaciones útiles en los organismos mismos en el transcurso de generaciones sucesivas. A la conservación de las diferencias y variaciones favorables a los individuos y a la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado yo selección natural”

2.11. ¿Qué dos características son las más llamativas del género homo desde el punto de vista de su comportamiento cultural?

2.12. ¿En qué momento de la evolución del ser humano encontramos signos de una cultura espiritual y simbólica?

2.13. El ser humano posee el proceso de maduración más rápido del reino animal. ¿Dirías que esa afirmación es verdadera o falsa?

2.14. El ser humano sobrevive y se adapta gracias a que con su cerebro ha inventado formas para hacerlo que no dependen del instinto sino de la cultura.
¿Dirías que esa afirmación es verdadera o falsa?

2.15. La mutación que originase una persona albina en África: ¿se perpetuará o desaparecerá?