

TEMA 5. La evolución de los seres vivos

ÍNDICE de CONTENIDOS

1. ¿Qué es la evolución?
2. Parentesco evolutivo y árboles filogenéticos
3. La evolución es un hecho
4. Las teorías evolucionistas
5. El darwinismo en la actualidad
6. ~~La velocidad de la evolución~~
7. ~~Selección natural, adaptación y deriva genética~~
8. ~~Cómo surgen las especies en la naturaleza~~
9. ~~Biodiversidad como resultado del proceso evolutivo~~



José Manuel Huertas Suárez



¿Qué es la evolución?

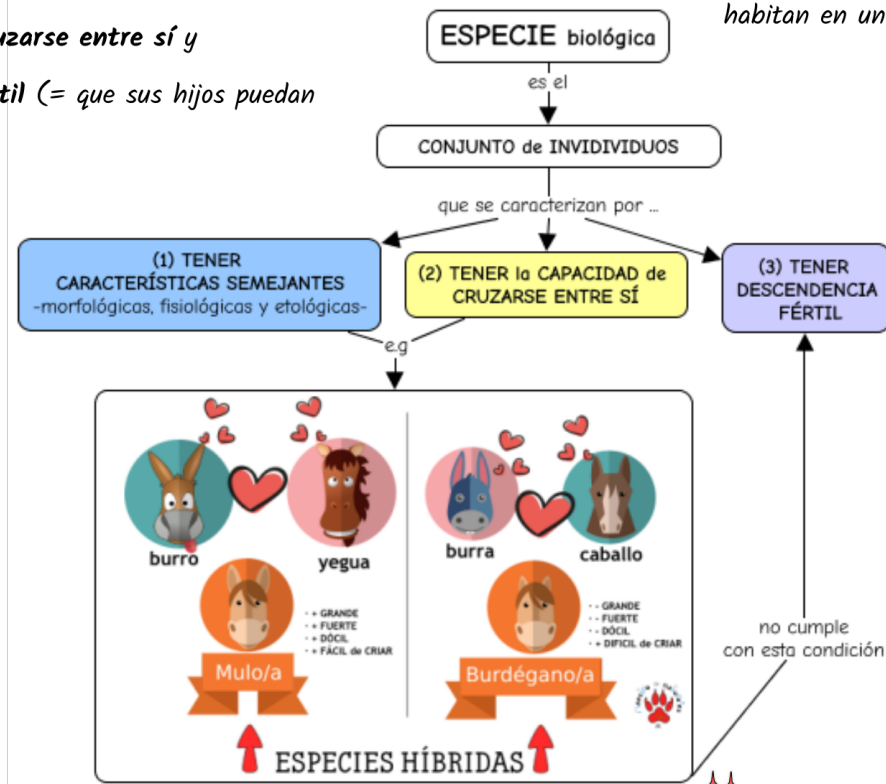
La **evolución biológica** es el conjunto de **cambios** en la forma y en la conducta de las especies a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común.

La **evolución biológica** es el conjunto de **transformaciones** fenotípicas (= características observables) y genotípicas (= genes o material genético) de poblaciones biológicas que han experimentado los seres vivos a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común.

¿Qué es una especie?

La especie es el conjunto de individuos que se caracterizan por tener:

- **características semejantes** (morfológicas, fisiológicas y etológicas)
- **capacidad de cruzarse entre sí y**
- **descendencia fértil** (= que sus hijos puedan tener hijos)



José Manuel Huertas Suárez



CRITERIOS de EVALUACIÓN

- BYG 1.16 Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.
- ByG 1.17 Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.
- ByG 1.18 Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano.
- ByG 1.19 Describir la hominización.

Lo que dibujó JuanMa de 4°C



hace 38.000



hace 28.000

Lo que le borraron a Marta de 4°C



Hoy en día

¿Qué es una población?

Una población es el conjunto de seres vivos de la misma especie que habitan en un lugar determinado.

2 Parentesco evolutivo y árboles filogenéticos

Si volvemos a leer la definición de evolución biológica anterior y nos fijamos en la últimas palabras "... a a partir de un ancestro común", ¿podrías decirme qué significa? La respuesta es sencilla "todos los organismos son descendientes de un ancestro común. (= antepasado)".

2.1 Parentesco evolutivo

El **parentesco evolutivo** es el grado o vínculo de semejanzas o diferencias morfológicas, estructurales y/o genéticas entre dos especies. Así pues, a mayor grado de parentesco, mayores serán las semejanzas y, por tanto, comparten un mismo antecesor común (¡hay un nexo de unión, es decir, hay un vínculo de emparentamiento!). Y a la inversa, a menor grado de parentesco, mayores serán las diferencias y; por tanto, su antecesor común está más alejado.

En resumen, Dos especies están más relacionadas si tienen un ancestro común más reciente y menos relacionadas si tienen un ancestro común menos reciente.

2.2 Árboles filogenéticos

Los **árboles filogenéticos** es la representación gráfica en forma de esquema arborescente del grado del parentesco entre diferentes grupos de especies. En resumen, los árboles filogenéticos nos muestra mediante un dibujo las relaciones entre especies.

Características de los árboles filogenéticos: loba a todos los seres vivos, pasados y presentes.

1) Los árboles filogenéticos son hipótesis, no hechos definitivos. Cuando dibujamos un árbol filogenético, estamos representando nuestra mejor hipótesis sobre cómo evolucionó un conjunto de especies (u otros grupos) a partir de un ancestro común. Estas hipótesis se basan en pruebas evolutivas que veremos en el próximo capítulo " la evolución es un hecho".

2) El árbol de la vida es aquel árbol filogenético que engloba a todos los seres vivos, pasados y presentes.

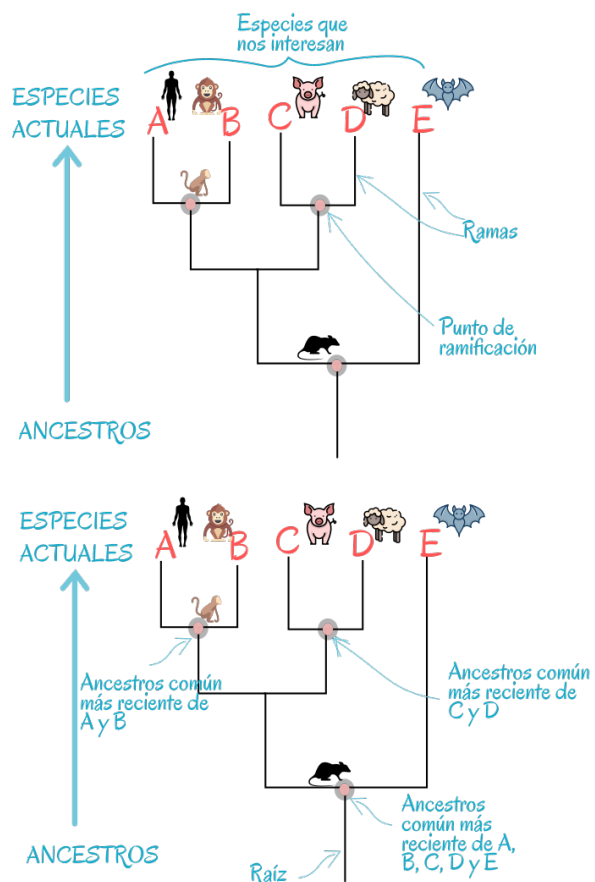
Cómo dibujamos árboles filogenéticos

En un árbol filogenético, las especies o grupos de interés se encuentran en los extremos de las líneas a las que consideramos las ramas del árbol. Por ejemplo, el árbol filogenético siguiente representa las relaciones entre cinco especies A, B, C, D y E, las cuales se ubican en las puntas de las ramas.

Cada punto de ramificación (también llamado nodo interno) representa un evento de divergencia o separación de un grupo en dos grupos descendientes.

En cada punto de ramificación se encuentra el ancestro común más reciente de todos los grupos que descienden de esa ramificación. Por ejemplo, en el punto de ramificación que conduce a las especies A y B, encontraríamos al ancestro común más reciente de esas dos especies. En el punto de ramificación que se encuentra justo por arriba de la raíz del árbol, encontraríamos al ancestro común más reciente de todas las especies en el árbol (A, B, C, D, E).

Cada línea vertical en nuestro árbol representa una serie de ancestros que al final lleva una especie. Por ejemplo, la línea que lleva hacia la especie E representa a los ancestros de la especie desde que divergió de las otras especies en el árbol. De manera similar, la raíz representa una serie de ancestros que conducen hasta el ancestro común más reciente de todas las especies en el árbol.



3 Las pruebas de la evolución

Las **pruebas** de la **evolución** son todos aquellos hechos e indicios en que sustenta la idea de evolución biológica y provienen de muchas áreas diferentes de la ciencia, pero fundamentalmente de la biología y la geología. Cada una de las pruebas de la evolución aporta su grano de arena para confirmar que la evolución es un hecho irrefutable. ¿Cuáles son esas pruebas? Son las pruebas anatómicas, pruebas paleontológicas, pruebas biogeográficas, pruebas embriológicas y pruebas moleculares.

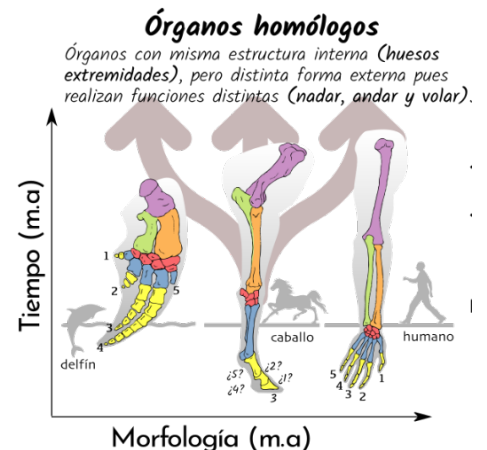
3.1 Pruebas anatómicas (= anatomía comparada)

Las **pruebas anatómicas** (fruto del estudio y comparación de órganos de diferentes especies) nos dice **qué** tipo de relación de parentesco evolutivo hay entre las especies fósiles y **cómo** evolucionaron.

- Del estudio y comparación de **órganos homólogos**, órganos que tienen una misma estructura interna y una forma distinta según la función que desempeña, inferimos dos conclusiones: el grado de parentesco evolutivo y el tipo de evolución

· Grado de parentesco. Los órganos homólogos de especies emparentadas, especies próximas, las semejanzas anatómicas son más visibles; en cambio, en especies alejadas, las semejanzas anatómicas son menos claras. Por ejemplo, las extremidades de los tetrápodos son órganos homólogos pues presentan una misma estructura interna, pero con una forma distinta según la función que realiza (nadar, andar o volar).

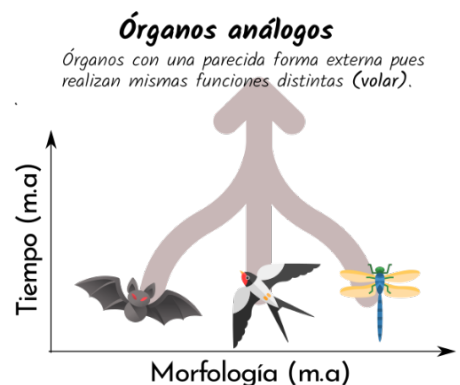
· Tipo de evolución. La presencia de órganos homólogos en especies emparentadas apoya la idea de evolución por **divergencia adaptativa**, según la cual un órgano primitivo modifica su morfología para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales.



- Del estudio y comparación de **órganos análogos**, órganos cuya estructura interna es distinta, pero la forma es parecida pues realizan una misma función, inferimos dos conclusiones: el grado de parentesco evolutivo y el tipo de evolución

· Grado de parentesco. Los órganos análogos de especies distintas, aquellos órganos cuya forma es parecida (pero con una estructura interna distinta), pero realizan una misma función, es una prueba evolutiva pues en especies próximas, las semejanzas anatómicas son más visibles; en cambio, en especies alejadas, las semejanzas anatómicas son menos claras. Por ejemplo, las extremidades de los tetrápodos son órganos homólogos pues presentan una misma estructura interna, pero con una forma distinta según la función que realiza (nadar, andar o volar). Soluciones óptimas distintas

· Tipo de evolución. La presencia de órganos análogos en especies distintas apoya la idea de evolución por **convergencia adaptativa**, según la cual órganos primitivos distintos modifican su morfología para adaptarse a las mismas condiciones ambientales. Soluciones óptimas similares.

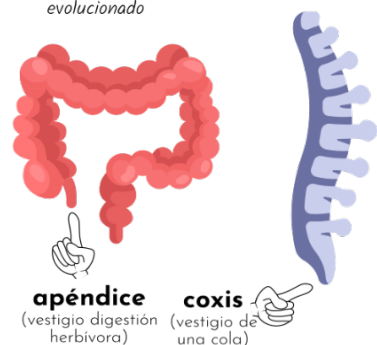


José Manuel Huertas Suárez

- Del estudio y comparación de **órganos vestigiales**, órganos que han perdido su función a medida que la especie ha ido evolucionando, inferimos el grado de parentesco evolutivo y que las especies han ido cambiando como resultado de las adaptaciones evolutivas

· Grado de parentesco. Los órganos vestigiales de una especie, nos dan pistas de su origen evolutivo. Por ejemplo, los seres humanos tienen como órganos vestigiales el apéndice (vestigio de haber sido herbívoros), las muelas del juicio (vestigios de haber sido herbívoros), el cóxis (vestigios de haber tenido cola). Soluciones óptimas distintas

Órganos vestigiales
Órganos que han perdido su función original a medida que la especie ha evolucionado



3.2 Pruebas paleontológicas (= registro fósil)

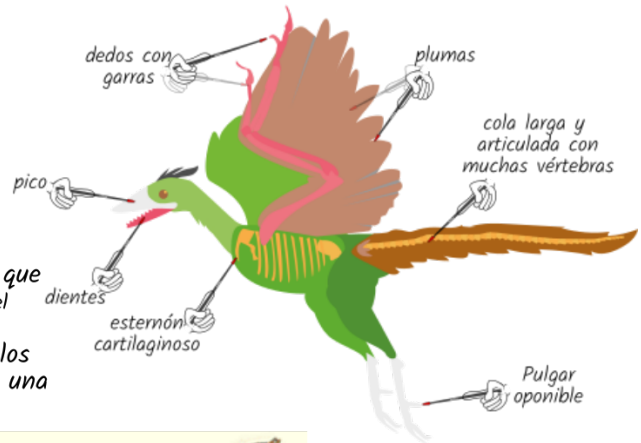
Las **pruebas paleontológicas** (fruto del estudio y comparación de los fósiles) nos dice las especies cambian **cuándo** se produjeron las especies a lo largo del tiempo geológico, **cómo** evolucionaron y **qué** tipo de relación de parentesco evolutivo hay entre las especies fósiles.

Nos interesa el **cómo evolucionaron**. El registro fósil ha demostrado que las especies cambian y cambian de manera progresiva.

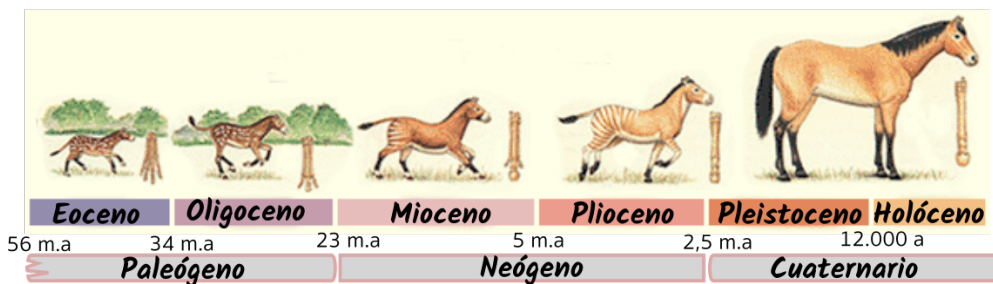
· ¿Por qué sabemos que la especies cambian? Porque en el registro fósil hemos encontrado especies con **formas intermedias** entre dos especies distintas. Por ejemplo, el *Archaeopteryx* [del griego *archaeo*= antiguo y *pteryx* = ala o pluma] es un fósil que posee características intermedias de los reptiles (dientes en el pico y una cola articulada) y de las aves (plumas y alas).

Archaeopteryx,

forma intermedia entre un reptil y un ave



· ¿Cómo cambian especies? En el registro fósil hemos encontrado muchas especies fósiles que muestran **cambios progresivos en una característica**. Por ejemplo, se supone que del *Hyratherium*, (un pequeño mamífero herbívoro que vivió durante el Eoceno, hace cincuenta y cinco millones de años, en América del Norte) descienden todos los équidos posteriores. Al estudiar todos los fósiles de los antecesores de los caballo actuales se observa una tendencia evolutiva a la reducción de dedos.



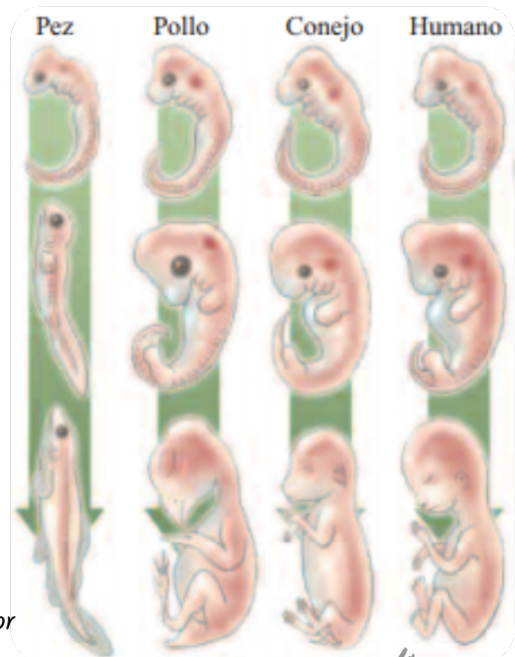
3.3 Pruebas embriológicas (= fetos)

Las **pruebas embriológicas** (fruto del estudio y comparación entre embriones de especies distintas) nos dice **qué** tipo de relación de parentesco evolutivo hay entre las especies cuando comparamos sus embriones en sus distintos estadios entre sí.

Aquellas especies que muestran mayores semejanzas en las fases de desarrollo tienen un mayor parentesco evolutivo; es decir, cuanto más alto sea el parecido entre embriones, mayor será el grado de parentesco entre dos especies. Y a la inversa, aquellas especies que muestran mayores diferencias en las fases de desarrollo, tienen un menor parentesco evolutivo; es decir, cuanto mayores sean diferencias entre embriones, menor será el grado de parentesco entre dos especies.

Se ha comprobado que los embriones de especies distintas comienzan pareciéndose mucho y van diferenciándose cada vez más a medida que el embrión se va desarrollando, cuanto más tarde en aparecer las diferencias mayor será el parentesco evolutivo; y al revés. Por ejemplo, todos los embriones de vertebrados (incluyendo a los humanos) comienzan pareciéndose mucho entre sí (todos tienen cola, hendiduras branquiales y faríngeas) y van diferenciándose en fases más tardías (las hendiduras branquiales se transforman en branquias en los peces, pero el resto de vertebrados en pulmones).

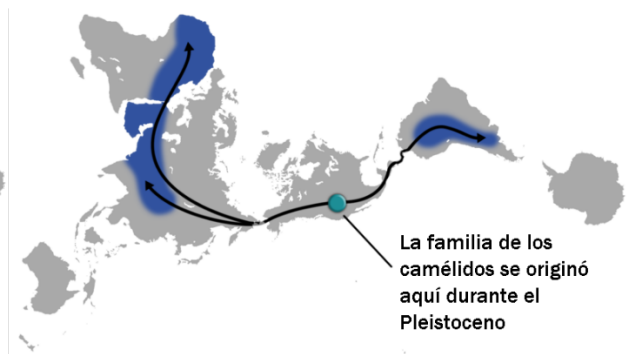
Esto pone de manifiesto que los vertebrados tienen un antecesor común y que mamíferos, anfibios, reptiles y aves provienen de los peces. Todo lo dicho lo resume Haeckel diciendo que "el desarrollo embrionario (ontogenia) refleja el desarrollo evolutivo (filogenia)". ¿Por qué en la frase anterior aparece el verbo "refleja" y no el verbo "es igual que"? Porque el desarrollo embrionario está influenciado por el factor ambiente



3.4 Pruebas biogeográficas (= ubicación seres vivos en el planeta)

Las **pruebas biogeográficas** (fruto del estudio y comparación de la ubicación de los seres vivos en el planeta) revela que hubo un ancestro común, **dónde** pudo vivir ese ancestro común y dan pista de **cómo** nace evolucionó.

- Hay especies similares (comparten semejanzas morfológicas) en continentes hoy separados, pero unidos en el pasado. Por ejemplo, la llama de América del Sur, el dromedario de África y el camello de Asia. Esto sugiere un ancestro común.
- La especies de un mismo género se diferencia más cuanto más lejos o más aisladas viven. Por ejemplo, el Lince ibérico es muy distinto al lince euroasiático. Podemos inferir dónde pudo vivir el ancestro común de las especies y cómo evolucionó



3.5 Pruebas moleculares

Las **pruebas moleculares** (fruto del estudio y comparación entre mismo tipo de moléculas de especies distintas) nos dice **qué** tipo de relación de parentesco evolutivo hay entre las especies cuando comparamos sus moléculas entre sí.

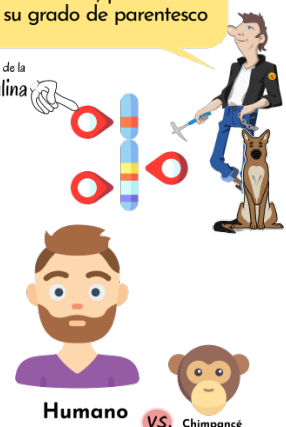
Así pues, el número de diferencias en las cadenas de ADN o de proteínas es directamente proporcional a la distancia de parentesco evolutivo que existen entre las especies correspondientes. Dicho de otra manera, cuanto más parecido entre moléculas, mayor será el grado de parentesco evolutivo; mientras que, cuanto menos parecido entre moléculas, menor será el grado de parentesco evolutivo. Por ejemplo, si nos fijamos en la secuencia de nucleótidos que forma un gen que codifica la hormona insulina en tres especies distintas (humanos, chimpancés y pollos), podemos determinar su grado de parentesco. Cuanto más parecido haya entre secuencias de nucleótidos de ADN, mayor será el grado de parentesco evolutivo; y al revés, cuanto más diferencias haya en el ADN, más distante será la relación entre ellas.

Si nos fijamos en el gen de la insulina (genes homólogos) de dos o más especies distintas, podemos determinar su grado de parentesco evolutivo

gen de la insulina

T	G	A	A	C	G	G	A	G	A	G	A	C	G	T	T	A	C	
A	G	C	A	A	C	G	T	G	T	C	A	G	C	T	G	A	A	A
G	A	T	G	G	G	C	G	T	A	G	A	C	G	C	A	C	G	T
A	G	C	G	G	A	G	A	A	C	G	G	T	T	T	A	G	A	
T	C	A	A	A	T	G	A	A	G	T	G	T	T	T	A	G	A	
G	A	T	T	T	C	C	T	C	A	A	G	T	T	T	C	A		

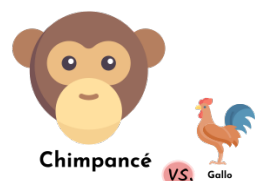
Secuencia de nucleótidos del gen de la insulina en humanos comparada con la del chimpancé, donde hay 18 nucleótidos distintos.



Humano VS. Chimpancé

T	G	A	A	T	G	G	A	G	A	G	A	A	T	T	A	C		
A	G	C	A	A	T	T	T	A	T	C	A	A	C	T	G	A	A	A
T	A	T	A	G	G	T	G	T	A	G	A	C	A	C	A	T	G	T
A	G	C	A	G	T	G	G	A	A	C	T	G	T	T	T	A	G	A
T	C	A	A	A	T	T	A	A	G	T	A	T	T	T	A	G	A	
G	A	T	T	T	C	C	T	C	A	A	T	T	T	C	A			

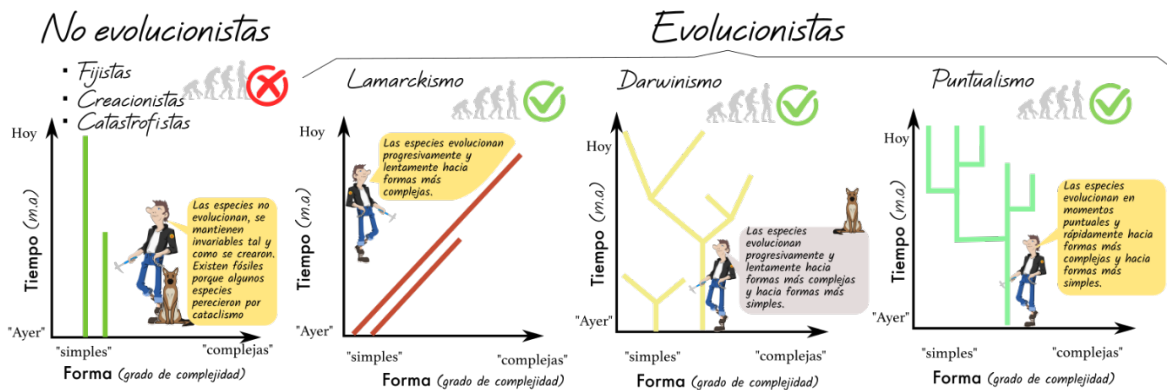
Secuencia de nucleótidos del gen de la insulina en chimpancés comparada con la del gallo, donde hay 2 nucleótidos distintos.



Chimpancé VS. Gallo

4 Las teorías evolucionistas

Recordemos la definición de evolución. "La evolución biológica es el conjunto de **cambios** en la forma y en la conducta de las especies a lo largo de las generaciones, a partir de un ancestro común." La palabra clave de la definición anterior es "cambios". Pues bien, antiguamente había dos bandos: los no evolucionistas (que estaban a favor de la idea de que las especies no cambian a lo largo de tiempo) y los evolucionistas (que estaban a favor de la idea de que las especies sí cambian a lo largo de tiempo).



4.1 Teorías no evolucionistas (no existen cambios)

Las teorías no evolucionistas defienden que las especies son inalterables, es decir, que han no sufrido cambios a lo largo del tiempo.

A lo largo de la historia se han sucedido distintas teorías no evolucionistas que en orden cronológico son las que a continuación se despañan. Toda teoría no evolucionista debe explicar la causa de la evolución y no quedarse en el efecto que es la propia evolución.

Fijistas

La teoría fijista defiende que las especies se han mantenido siempre y tal cual las conocemos en la actualidad, invariables, sin experimentar ningún cambio a lo largo del tiempo.

Creacionistas

La teoría creacionista defiende que las especies inalterables, pues Dios las creó así y así se han mantenido a lo largo del tiempo.

Catastrofistas

La teoría catastrofista defienden que las especies son inalterables y que la presencia de fósiles de animales extintos se debe a catástrofes naturales.

No evolucionistas



4.2 Teorías evolucionistas (sí existen cambios)

Las teorías evolucionistas defienden que las especies son alterables, es decir, que han sufrido cambios a lo largo del tiempo.

A lo largo de la historia se han sucedido distintas teorías que en orden cronológico son las que a continuación se despañan. Toda teoría evolucionista debe explicar la causa de la evolución y no quedarse en el efecto que es la propia evolución.

Lamarckismo

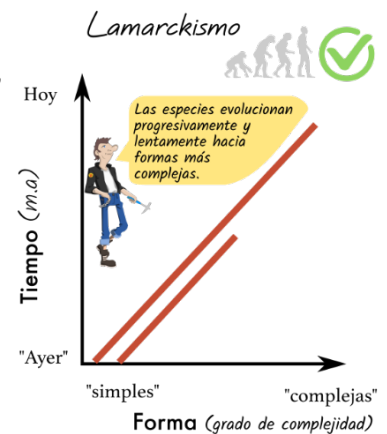
La teoría lamarckista defienden que las especies son alterables, es decir, que han sufrido cambios progresivos y lentos hacia formas complejas a lo largo del tiempo. El mecanismo de transformación se debe a los caracteres adquiridos.

Lamarckismo

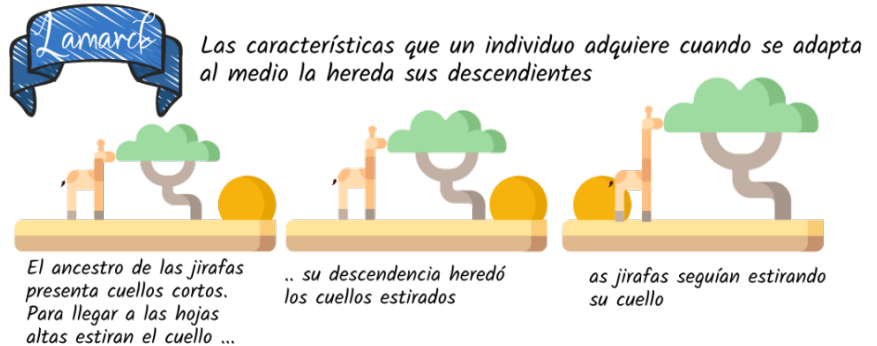
La **teoría lamarckista** defienden que las especies son alterables, es decir, que han sufrido cambios progresivos y lentos hacia formas complejas a lo largo del tiempo.

El lamarckismo se basa en varios principios que son:

- La **transformación** de una especie en otras es **fruto de la naturaleza** y no de un creador
- Los seres vivos evolucionan desde la formas simples a las más complejas (la tendencia hacia la complejidad). Así que, a lo largo de generaciones, los sucesivos descendientes de un mismo linaje son progresivamente mejores.
- Los órganos se desarrollan con el uso, y todo órgano que no se usa se elimina de manera gradual o se atrofia ("**Ley del uso-desuso**").
- Las **variaciones** obtenidas mediante el uso o desuso de los órganos pueden pasar a la descendencia; es decir, son **heredables** ("la herencia de los caracteres adquiridos"). Según Lamarck, una pareja que vaya todos los días al gimnasio y se "ponga cachas" y deciden tener un hijo, el hijo "saldrá cachas" sin ir al gimnasio.



Esta idea se ilustra con la evolución del cuello de la jirafa. (1) En el entorno donde vivían el antecesor de las jirafas sufrió una sequía, (2) las jirafas necesitan comer de las ramas más altas para sobrevivir, por lo que estiran los cuellos; (3) el esfuerzo repetido de estirar el cuello va alargando la longitud de sus vértebras y (4) gracias al esfuerzo de las repetidas generaciones, las jirafas tendrán el cuello largo. Según la teoría de Lamarck, las primeras jirafas, al estirar continuamente su cuello por la forma de conseguir el alimento, llegaban a alargarlo, engendrando posteriormente descendientes con el cuello un poco más largo.



¿En qué acertó esta teoría? Introdujo el concepto de adaptación como mecanismo potencial de los seres vivos para resistir variaciones del medio en el que viven.

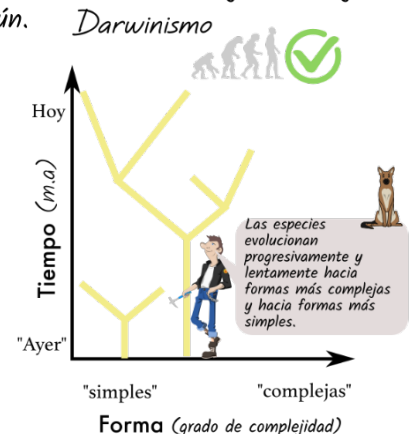
¿En qué fallaba esta teoría? La comunidad científica aplicada el método científico (observación → pregunta → hipótesis → experimentación → teoría) y su teoría no soportaba la comprobación experimental.

Darwinismo

La **teoría darwinista** defienden que las especies son alterables, es decir, que han sufrido cambios graduales y muy lentos a lo largo del tiempo y que todas las especies tienen un antecesor común.

El darwinismo se basa en varios principios que son:

- La **transformación** de una especie en otras es **fruto de la naturaleza** y no de un creador
- Los seres vivos evolucionan gradualmente (no necesariamente a mejor como Lamarck proponía) y muy lentamente (son necesario miles de años para que se originen nuevas especies).
- Las especies están emparentadas, aunque en grados distintos, y en último término, todas las especies tienen su origen común en un remoto antepasado común único. Propuso que la historia evolutiva de las formas de vida es como un árbol ramificado con muchos niveles, en el que todas las especies pueden remontarse a un antiguo antepasado común
- El mecanismo de evolución es la selección natural, según la cual la naturaleza selecciona/ escoge los caracteres que confieren una ventaja adaptativa a los individuos que los portan, permitiendo su reproducción y su transmisión a la siguiente generación.



Esta idea se ilustra con la evolución del cuello de la jirafa. (1) En el entorno donde vivían el antecesor de las jirafas sufrió una sequía, (2) las jirafas necesitan comer de las ramas más altas para sobrevivir, por lo que



¿En qué acertó esta teoría? En todo.

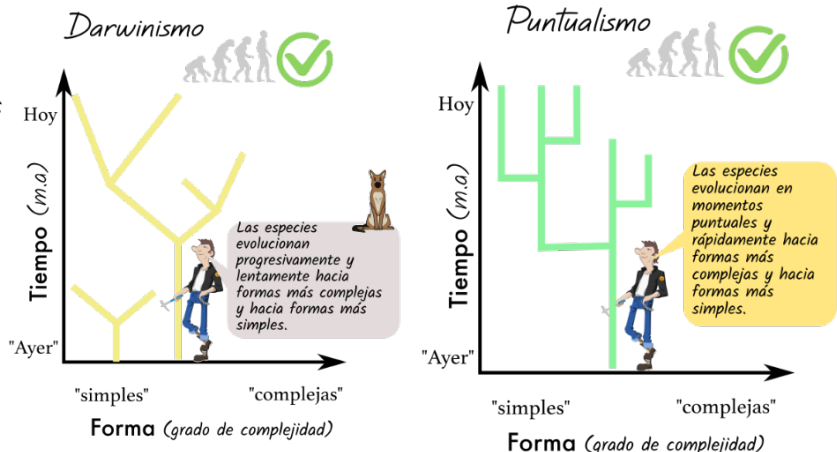
¿En qué fallaba esta teoría, los dilemas de Darwin? (1) No supo explicar a qué se debían las diferencias de los caracteres entre los individuos de una población (vamos, no supo responder a esta pregunta ¿por qué había jirafas con el cuello largo y otras con el cuello corto?). (2) En el registro fósil faltan muchos eslabones perdidos (= formas intermedias, salvo Archaeopteryx) que den fuerza al gradualismo.

El darwinismo en la actualidad

La **teoría neodarwinista** es una corrección y ampliación a las ideas de Darwin- Wallace.

El neodarwinismo aporta las ideas que Darwin-Wallace no sabían y son:

- El descubrimiento de: (1) las leyes de Mendel, (2) que los genes se encuentran en el cromosoma y (3) los procesos de mitosis y meiosis permitió explicar cómo se heredan las diferencias de los caracteres de los individuos.
- La velocidad de la evolución puede ser lenta (idea defendida por los gradualistas que sugieren que los cambios son graduales y lentos), rápido (idea defendida por los saltacionistas donde los cambios súbitos y rápidos, sin que existan cambios graduales lentos) o irregular (idea defendida por los saltacionistas extremos que proponen épocas de cambios graduales y lentos con otras época de cambios bruscos y rápidos)



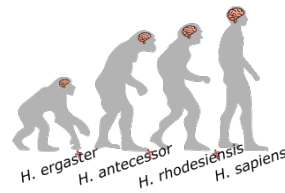
- El descubrimiento de la mutación, recombinación genética durante la meiosis y combinación aleatoria de un óvulo con un espermatozoide permitió saber cuáles son las causas de las variaciones de los caracteres heredables.
- La genética de las poblaciones establece que (1) las unidades de la evolución son las poblaciones de organismos y no los individuos, es decir, para que haya evolución tiene que haber un cambio en el acervo genético de la población; es decir, un cambio en la frecuencia alélica y genotípica de la población; (2) en las poblaciones hay variabilidad alélica -algunos alelos recesivos quedan enmascarados en los fenotipos con genotipo heterocigótico-; (3) explica de forma matemática el cambio evolutivo; (4) explica cuáles son los mecanismos de la evolución: mutación, apareamiento no aleatorio, flujo genético, tamaño poblacional finito (deriva génica) y la selección natural y (5) pone énfasis en la selección natural porque es el único mecanismo que puede cambiar las frecuencias de los alelos y genotipos para hacer que la población se adapte mejor a su medio ambiente



6 Cómo surgen las especies en la naturaleza (= especiación)

Una población original de individuos de una especie se transforma de forma gradual a lo largo del tiempo, quedando aislada reproductivamente. Según la causa del aislamiento distinguimos distintos tipos de especiación gradual: especiación alopátrica (de allos: otra, y patra: patria). Cuando una población de una especie se divide en dos subpoblaciones debido a una barrera geográfica, como una montaña, masas de agua, desiertos, glaciación, etc. En las diferentes subpoblaciones, las mutaciones y la deriva genética no son las mismas y si, además, las condiciones ambientales son diferentes, las adaptaciones también lo serán. Al cabo de miles de años presentarán tantas diferencias que aunque se volvieran a poner en contacto no serían capaces de dar descendientes diferentes. Por ejemplo, cuando una especie coloniza una isla. especiación simpátrica (de sym: misma, y patra: patria). Cuando los individuos de una población no se pueden reproducir debido a una barrera biológica que reciben el nombre de mecanismo de aislamiento reproductivo y pueden ser precigóticos, los que impiden la formación de cigotos, o postcigóticos, que impiden la inviabilidad del cigoto o la esterilidad de los híbridos.

7 Proceso de hominización



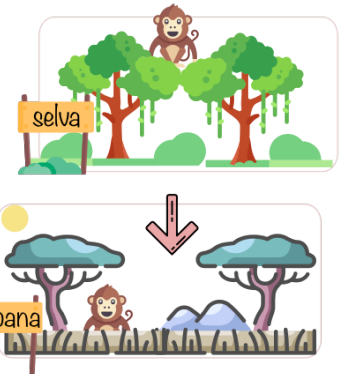
La **hominización** es el proceso de evolución biológica de la especie humana desde sus ancestros hasta la actualidad. La hominización se produjo gracias a cambios anatómicos y etológico, los cuales se debieron a la bipedación, el aumento de la capacidad craneal y la diversificación de la dieta.

7.1 Todo comenzó con la bipedación

Todo comenzó cuando un grupo de prosimios pasaron de la postura cuadrúpeda a la bípeda (= modo de andar o mantenerse erguido sobre las extremidades posteriores). ¿A qué se debió?

Todo comenzó cuando un grupo de prosimios pasaron de la postura cuadrúpeda a la bípeda (= modo de andar o mantenerse erguido sobre las extremidades posteriores). ¿A qué se debió? En África hace 6 m.a, hubo un cambio climático severo que transformó los bosques en sabana. Esto hizo que los prosimios tuvieran que bajarse de los árboles y desplazarse hasta otros árboles para alimentarse, al hacerlo, tenían que erguirse para sortear los matorrales y la alta hierba que les estorbaba para ver donde estaban esos árboles y los posibles depredadores (aumenta el campo de visión).

Al convertirnos en bípedos (= pasar de caminar a 4 patas a hacerlo a dos patas), las manos se dedicaron a manipular objetos, fabricar herramientas, transportar y coger alimentos. Esto desencadenó otros cambios o modificaciones como



BIPEDISMO

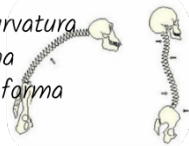
LIBERACIÓN de las MANOS

CAMBIOS ANATÓMICOS

CAMBIOS FISIOLÓGICOS

CAMBIOS ETOLÓGICOS

(1) Doble curvatura de la columna vertebral en forma de "S"



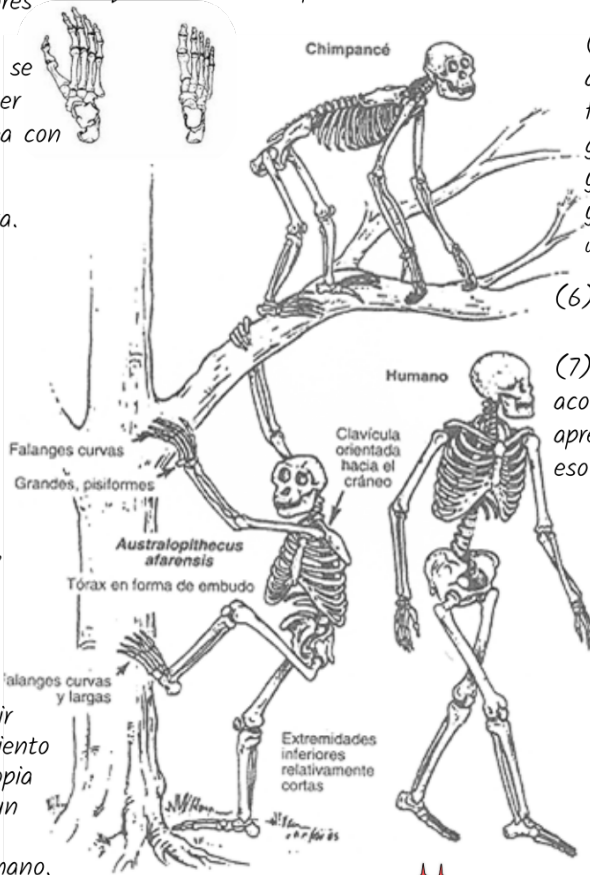
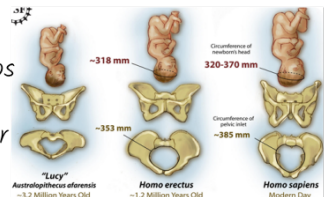
(3) Las extremidades inferiores se alargan y dejan de estar flexionadas, los dedos del pie se acortan y el pulgar deja de ser oponible, se alarga y se alinea con los demás dedos.



(5) Diversificación en la dieta. Pasamos de ser veganos a omnívoros, esto provocó un aumento de tamaño en el cuerpo (el tamaño de los organismos está determinado por la cantidad de alimento disponible). Alimentarse de crustáceos, moluscos, ranas, peces y huevos de ave, dotaba al cerebro una fuente de ácidos grasos y minerales (como yodo, hierro, zinc, ácidos grasos omega-3, hierro, yodo, zinc y selenio).

(8) Adquisición del lenguaje articulado: permitió transmitir cómo hacer cosas, el pensamiento abstracto y se asocia a la propia inteligencia. El lenguaje fue un instrumento perfecto para la evolución cultural del ser humano.

(2) La pelvis se ensancha, se acorta y se robustece, lo cual permite una mayor sujeción de los músculos glúteos, necesarios para caminar erguido. Ensanche la pelvis permite para poder dar a luz a bebé con una cabeza de 4 veces superior al primer homo que caminaba de pie.



(4) Las extremidades superiores se acortan en relación con las piernas, lo que facilita la carrera. La mano se hace más grande, las falanges pierden su curvatura y los dedos se alargan (sobre todo el pulgar) y la palma de la mano se reduce (permite un agarre fuerte y con precisión).

(6) Aumento de la capacidad craneal

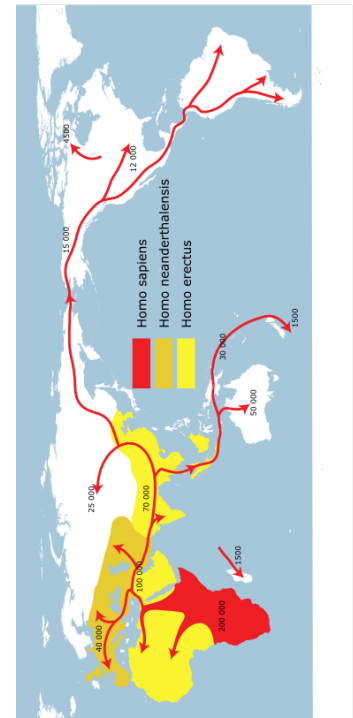
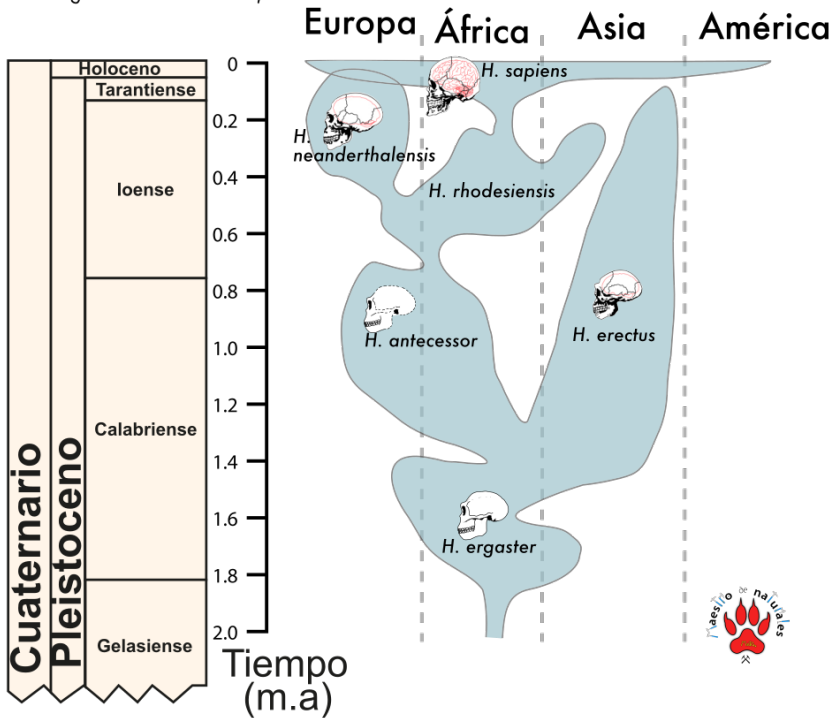
(7) Acortamiento de la mandíbula (se acortó, porque la boca no hace funciones aprensoras (= apretar con fuerza), pues de eso ahora se encarga las manos).

(9) El vello corporal disminuyó drásticamente, reduciéndose al cabello de la cabeza (que, de forma excepcional, crece sin límite) y al vello de otras zonas que se desarrolla desde la pubertad como caracteres sexuales secundarios (vello púbico, axilas, barba). Expone menos superficie corporal al sol. Permite caminar en horas de más calor, y reduce la sudoración (ahorro de agua).



7.2 Antepasados del Homo sapiens

El registro fósil ha permitido hacernos una idea de cuáles son nuestros ancestros



7.3 Expansión del Homo sapiens

El Homo sapiens comenzó su expansión en el Valle del Rift de África hace 200.000 años.

