



Unidad: Evolución biológica. Guía de trabajo N° 3: “Evidencias de la evolución”

Objetivos de esta guía:

1.- Conocer y definir cada una de las evidencias que apoyan el proceso evolutivo mediante selección natural.

Resumiendo las guías anteriores podemos decir que la **evolución** es un proceso de cambio a partir del cual se forman nuevas especies basadas en las preexistentes. Gracias a la evolución podemos entender el desarrollo de nuevas formas de vida que ha dado lugar a tan amplia diversidad; la razón por la que existen semejanzas y diferencias entre los seres que viven actualmente y los que ya desaparecieron, y las relaciones que presentan los organismos.

La vida en la Tierra se remonta a hace más o menos 3.500 millones de años y durante todo este tiempo ha experimentado cambios continuos. La teoría de la evolución sostiene que los organismos sufren cambios biológicos a través de las generaciones.

Como hemos visto, Darwin elaboró su teoría a partir de la observación de las especies en los diferentes ambientes y también a partir del estudio de fósiles. Desde entonces, los diversos científicos que han estudiado la evolución han tenido que encontrar pruebas que justificasen sus teorías.

Las principales pruebas de la evolución con las que contamos actualmente son el registro fósil, la anatomía comparada, los estudios de embriología comparada, los estudios de comparación de ADN y la biogeografía.

La evolución está sostenida por diferentes pruebas que se conocen como las evidencias de evolución, que se van a analizar a continuación.

Pruebas de la Evolución.

Darwin ya apuntó que las especies no son entidades fijas, sino que están sometidas a un continuo cambio que es la evolución. Los datos aportados por él y las nuevas evidencias que la ciencia ha encontrado constituyen lo que se denomina pruebas de la evolución.

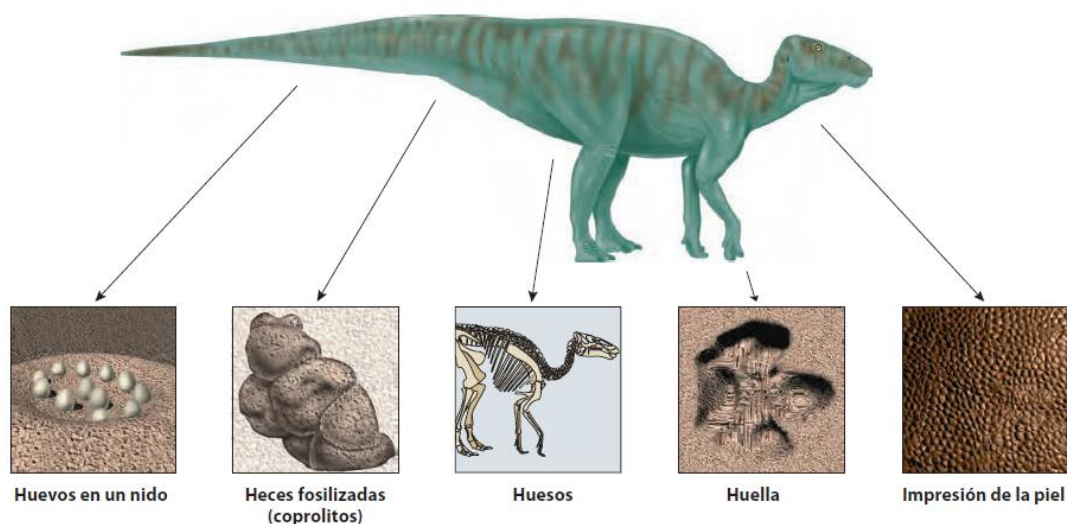
Pruebas paleontológicas.

El **estudio de los fósiles** ha permitido conocer las características de especies que dejaron de existir por uno de los siguientes motivos:

Su hábitat cambió, y como no estaban bien adaptadas al nuevo hábitat, se extinguieron.

Evolucionaron y dieron lugar a otras especies.

Los restos fósiles constituyen una evidencia directa de las adaptaciones evolutivas. Se usan para construir modelos del organismo y de su hábitat, así como para descubrir sus relaciones evolutivas con otras líneas anteriores o posteriores. La palabra fósil deriva del latín *fossilis*, que significa "aquello que es excavado". Se considera fósil a cualquier resto que revele la existencia de vida en el pasado



Diferentes tipos de fósiles.

Los fósiles pueden ser partes duras del organismo que se han conservado al paso del tiempo: huesos, conchas, dientes, semillas, madera, piel o huevos; o bien, cualquier huella o señal que el ser haya dejado: moldes y vaciados, huellas de pisadas, impresiones, etcétera.

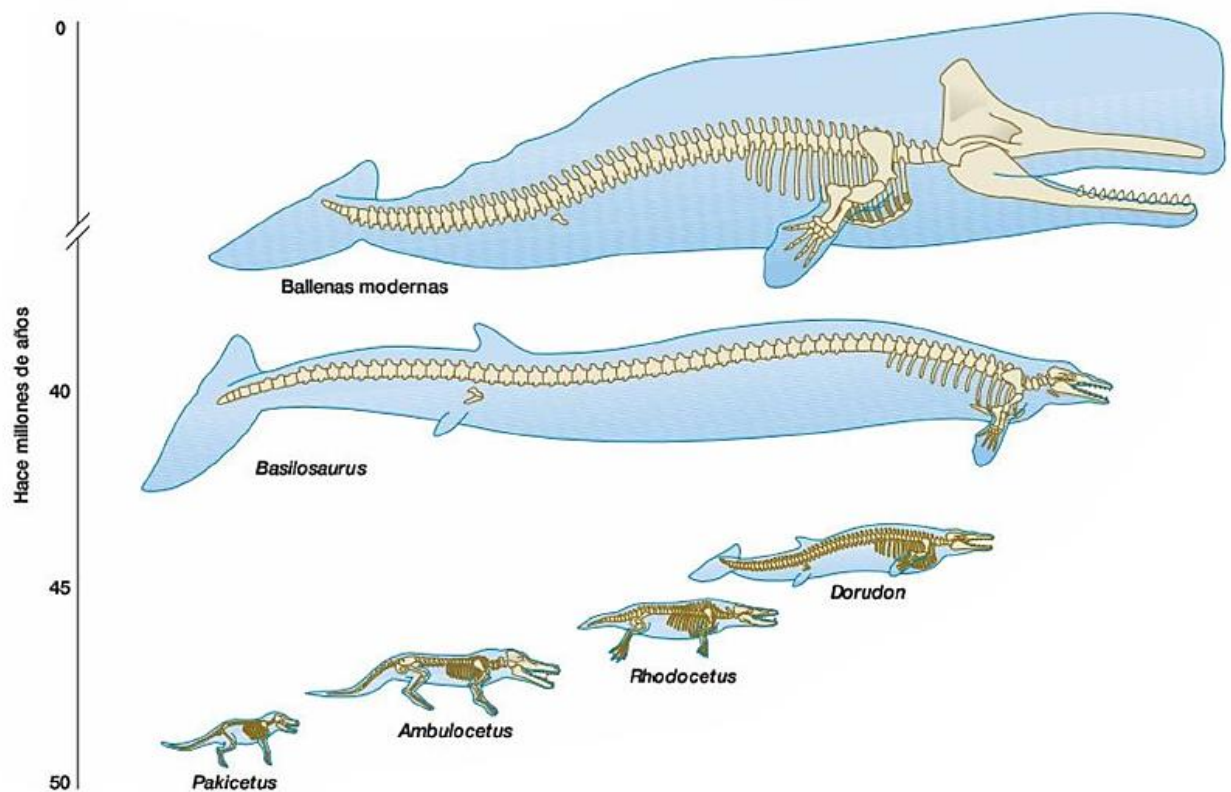
El **registro fósil** es una importante fuente de información para entender los cambios evolutivos de muchas especies, pero presenta ciertos problemas a la hora de interpretarlos:

Registro incompleto: para que se forme un fósil se tienen que dar unas condiciones muy específicas. Ello supone que no disponemos de fósiles de todas las especies que han existido y, por tanto, hay huecos en la interpretación de la evolución de muchas especies.

Dificultad en la datación: Es muy importante datar un fósil para poder situarlo dentro de la historia evolutiva de una especie, pero no siempre es fácil hacerlo.

Históricamente se ha utilizado la datación estratigráfica, basada en los estratos geológicos. Actualmente, también se utilizan métodos fisicoquímicos, como la datación por carbono 14.

Tipo de restos fósiles: Debido a las características del proceso de fosilización, mayoritariamente solo se conservan restos óseos, ya que raramente fosilizan las partes blandas de los organismos.



La evolución de la ballena

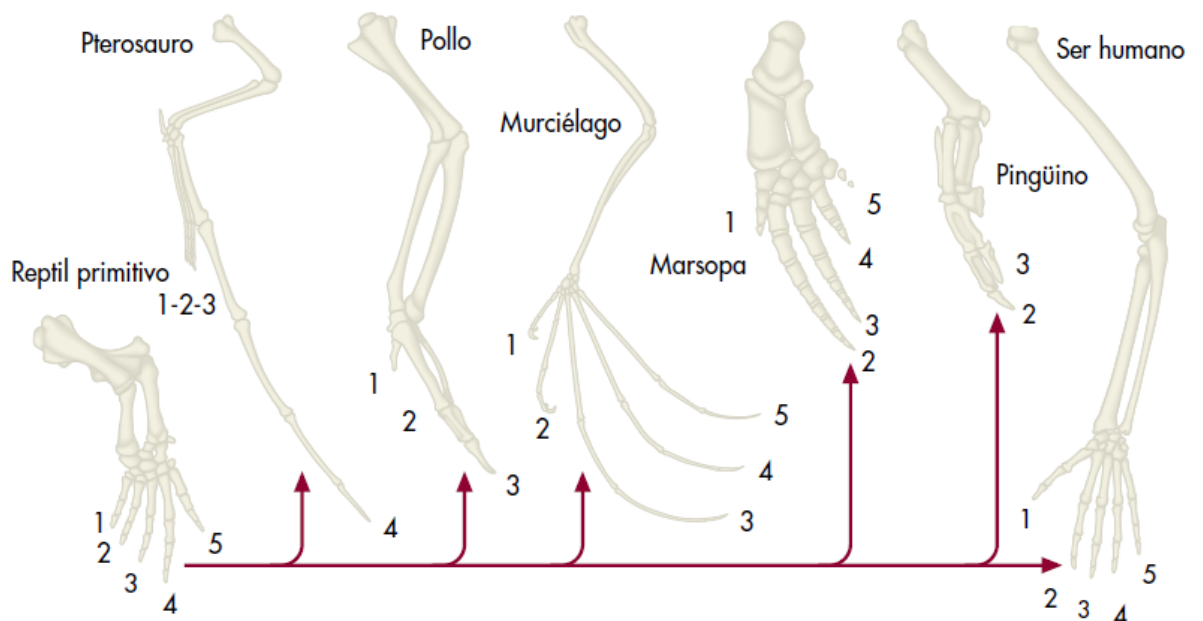
En los últimos 50 millones de años, las ballenas han evolucionado: de ser animales terrestres de cuatro patas se convirtieron en remadores semi acuáticos, luego en nadadores acuáticos con patas traseras encogidas, hasta llegar a convertirse en habitantes del océano con el cuerpo liso que las caracteriza en la actualidad.

Los fósiles de los antepasados de las ballenas modernas ilustran las etapas en la evolución de una especie acuática a partir de antepasados terrestres. Series de fósiles pertenecientes a jirafas, elefantes, caballos y moluscos también muestran una evolución de sus estructuras corporales con el transcurso del tiempo. Estas **series de fósiles** sugieren que las nuevas especies evolucionaron a partir de especies preexistentes y tomaron su lugar.

La anatomía comparada.

Se basan en la comparación de órganos entre especies diferentes.

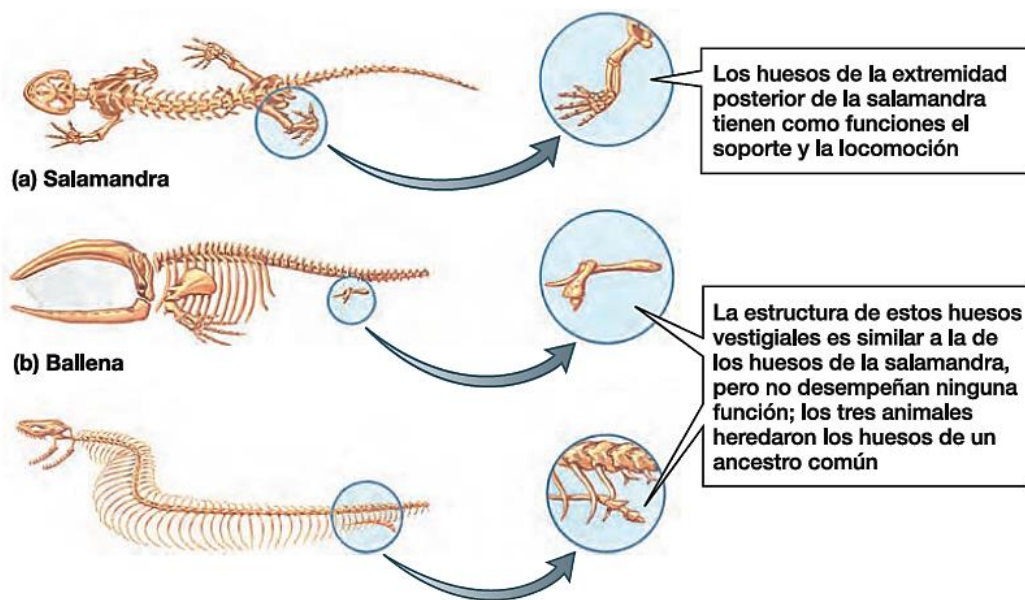
Los **órganos homólogos** son aquellos que tienen un mismo origen embriológico pero cuya forma y función puede variar. Esto significa que comparten un antepasado común del cual heredaron la estructura del órgano. Un ejemplo de órgano homólogo está entre las extremidades anteriores de un ave y las de un mamífero. Es una prueba de **evolución divergente** (ocurre cuando distintos órganos de animales presentan una estructura semejante u homóloga, aunque la función de dichos órganos sea distinta en cada especie para adaptarse al ambiente en el que habitan).



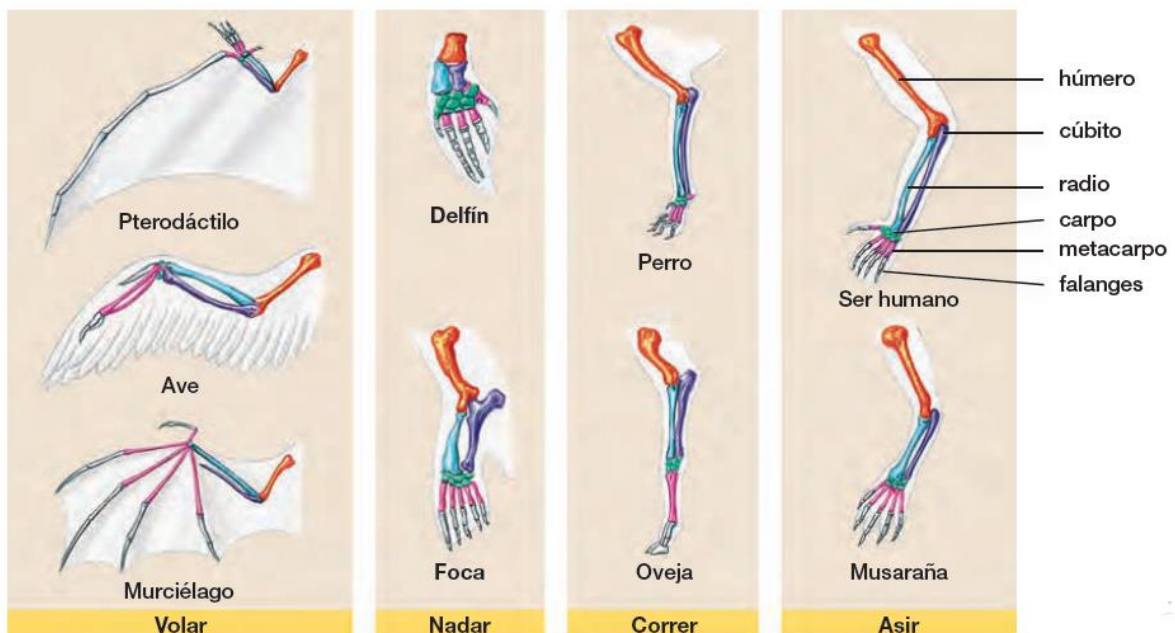
En la figura apreciamos extremidades anteriores de algunos vertebrados, en ellas los números señalan los huesos de dedos homólogos como prueba de una evolución divergente.

Los **órganos análogos** son aquellos que tienen diferente origen embrionario pero realizan la misma función. Los órganos análogos son una prueba de la adaptación del grupo de especies al medio donde viven. Las aletas de una ballena y un pez óseo son órganos análogos, otro ejemplo de **evolución convergente** (cuando diferentes especies que comparten un mismo medio natural acaban adaptándose a formas de vida similares) está en las alas de las aves e insectos que les permiten volar.

Otro ejemplo es la presencia de **órganos vestigiales** del latín *vestigium*, huella o traza que no presentan ninguna función actual aparente pero que probablemente fueron importantes en un organismo precedente. Esto ocurre con las muelas del juicio humano o el cóccix del ser humano, que es el final de la columna vertebral y carece de función, pero que en muchos mamíferos se prolonga para formar la cola.



En la imagen observamos que la ballena (b) y la boa constrictor (c) conservan estructuras vestigiales, que, sin embargo, son funcionales en la salamandra (a).



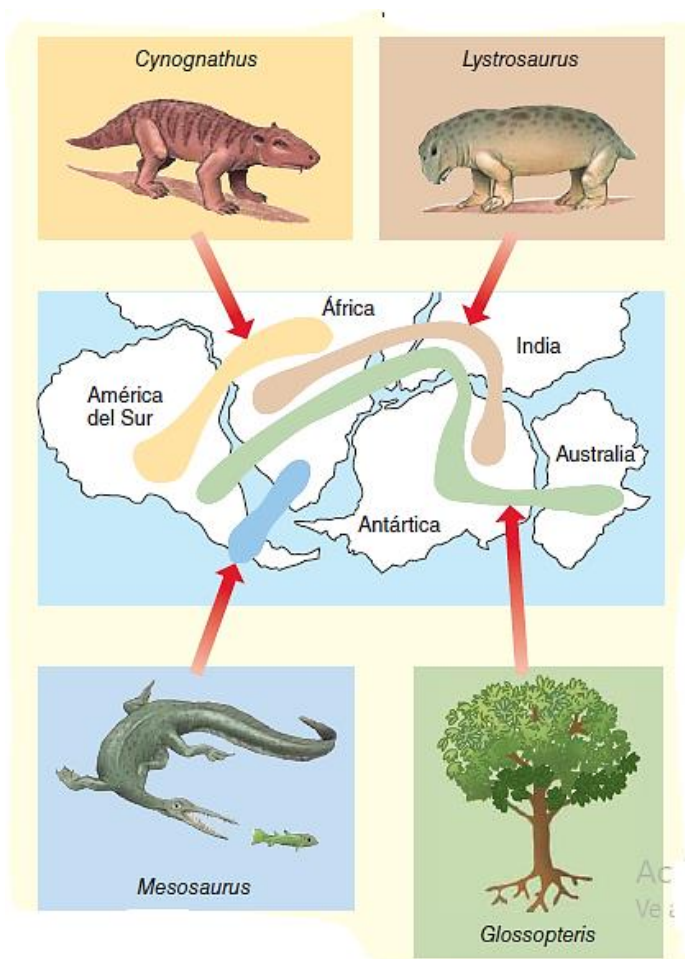
Las estructuras homólogas presentan la misma anatomía básica y el mismo patrón de desarrollo embrionario, aunque puedan servir a diferentes funciones en cada especie.

Pruebas biogeográficas.

La **biogeografía** es la parte de la biología que estudia la distribución geográfica de las diferentes especies.

Frecuentemente, se han estudiado grupos de especies muy parecidas que viven en entornos cercanos, pero aislados entre sí. De su estudio se puede deducir que las diferencias entre estas especies son fruto de las sucesivas adaptaciones que los individuos han ido haciendo a los nuevos hábitats a partir de una única especie antecesora.

Estas pruebas se basan en la distribución geográfica de las especies y se observa que cuanto más alejadas o más aisladas se encuentren dos zonas, más diferencias presentarán su fauna y su flora. Darwin observó que en las islas Galápagos existía una misma especie de pájaros llamados pinzones que presentaban características muy diversas según la isla que habían colonizado; estos cambios dentro de una misma especie sólo se pueden explicar por medio de la evolución. De esta distribución dedujo que los cambios evolutivos se pudieron suceder como resultado de la adaptación a cada nuevo ambiente.



El conocimiento de que los continentes estuvieron unidos en alguna época explica la distribución única de ciertas plantas y animales fósiles.

El **Cynognathus** era un reptil carnívoro encontrado en rocas del Triásico en América del Sur y África.

El **Lystrosaurus** era un reptil herbívoro encontrado en rocas del Triásico en África, India y Antártica.

El **Mesosaurus** era un reptil de agua dulce encontrado en rocas del Pérmico en América del Sur y África.

Glossopteris era un árbol que producía semillas encontrado en rocas del Pérmico en América del Sur, África, India, Antártica y Australia.

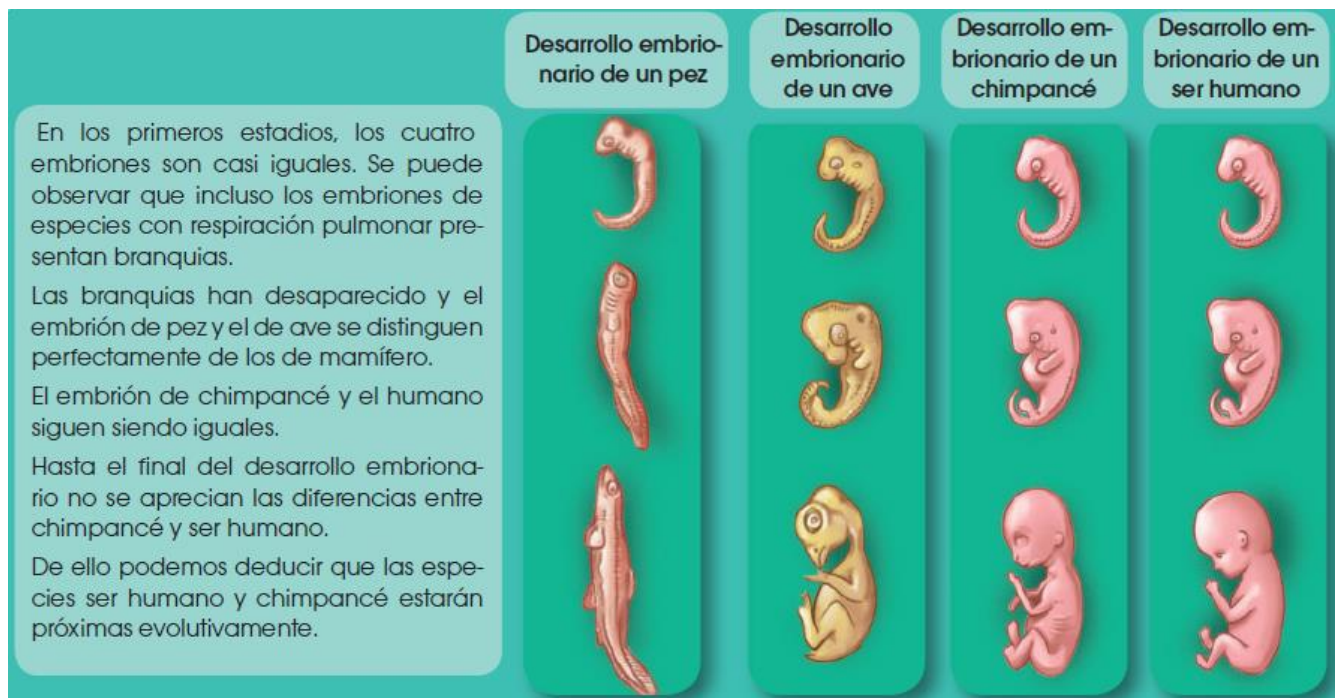
Distribución de fósiles en continentes que estuvieron unidos durante los períodos Pérmico Triásico (hace 286 a 213 millones de años)

La embriología comparada.

En los animales con reproducción sexual, desde la fecundación hasta el nacimiento del nuevo individuo, el embrión va sufriendo una serie de cambios. La modalidad de la biología que se encarga del estudio de esos cambios es la embriología.

Si comparamos el desarrollo de los embriones de diferentes especies de vertebrados, observaremos que en los primeros estadios los embriones son casi idénticos entre sí. Las diferencias se van acentuando según avanza el desarrollo embrionario.

Cuanto más tiempo tardan en diferenciarse los embriones de dos especies, más próximas evolutivamente estarán estas dos especies. Observemos el desarrollo embrionario de varias especies: un pez, un ave y dos mamíferos (el ser humano y el chimpancé).

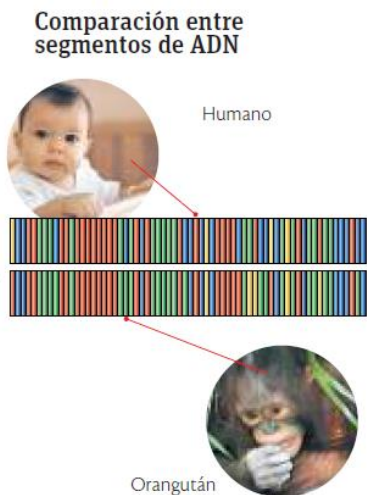


Evidencias moleculares: La comparación de segmentos de ADN.

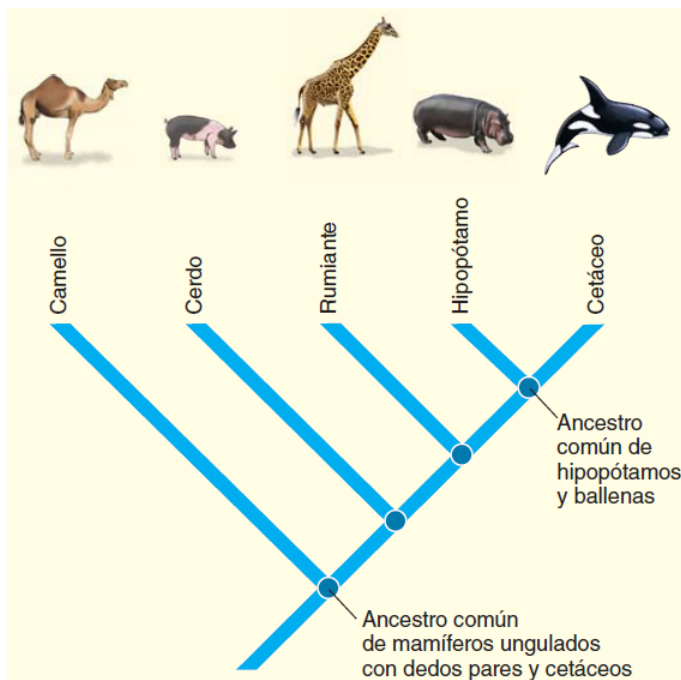
La **biología molecular** es una disciplina reciente que se desarrolló a partir de la mitad del siglo XX, tras la propuesta del modelo de doble hélice del ADN. Esta disciplina aporta las pruebas más concluyentes a favor de la evolución biológica. Comparar secuencias de ADN de dos especies o secuencias de aminoácidos de las proteínas resulta un buen método para determinar su parentesco. Cuantas más diferencias se detecten, más lejos en el tiempo se encontrará su ancestro común.

Esta evidencia molecular es de gran importancia en la actualidad para formular diagramas de clasificación de las especies:

las comparaciones de segmentos de ADN permiten construir filogenias basadas en la clasificación natural de las especies, es decir, que atienden al parentesco evolutivo que hay entre ellas. La genómica es la rama que se encarga de comparar segmentos de ADN entre especies para establecer el porcentaje de similitud y, con ello, relaciones de parentesco entre las especies; esto permite reconstruir la historia evolutiva de los grupos de organismos.



En la imagen se comparan segmentos de ADN de seres humanos y orangutanes. Los colores muestran segmentos que coinciden en las dos especies



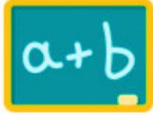
Este diagrama de ramificación, llamado **cladograma**, muestra relaciones evolutivas hipotéticas. Los organismos que se presentan aquí comparten un ancestro común.

Cladograma de ballenas y sus parientes vivos más cercanos.

Las diferencias en secuencias de ADN entre mamíferos seleccionados sugiere que los mamíferos ungulados, como los hipopótamos y las jirafas, son los parientes vivos más cercanos de las ballenas.

El hipopótamo probablemente es el pariente vivo más cercano de las ballenas y otros cetáceos.

Los nodos (círculos) representan puntos de ramificación donde una especie se divide en dos o más linajes. (Los rumiantes son mamíferos como las vacas, ovejas y jirafas que tienen un estómago de múltiples cámaras y mastican material vegetal regurgitado para hacerlo más digerible).



Actividades.

1.- Responda brevemente.

a.- ¿Qué es un fósil?

b.- ¿A qué corresponden las series de fósiles mencionadas en el texto? ¿qué información podemos obtener de ellas?

c.- ¿A qué nos referimos cuando decimos que dos órganos responden a una evolución divergente? ¿A qué tipo de órgano nos podríamos referir?

d.- ¿Qué es un órgano vestigial?

e.- ¿Por qué la biogeografía es una evidencia de la evolución biológica?

2.- Observa la siguiente imagen y responde las preguntas.



¿Qué función cumplen las estructuras que se presentan en la imagen?

A pesar de las diferencias que presentan estas extremidades, la constitución de todas ellas es muy similar. ¿Cómo pueden entonces explicarse las diferencias que presentan?

¿Son estos órganos homólogos o análogos?