



COLEGIO DE BACHILLERES

BIOLOGÍA II

FASCÍCULO 7. EVOLUCIÓN

**Autores: Euridia Patricia Ortega Macías
Hortensia Silvia Plata Barrios**

**Colaboradores**

Blanca Cruz Guerrero

Asesoría Pedagógica

Amalia España Zamudio

Revisión de Contenido

David Torres Sumoza

Diseño Editorial

Leonel Bello Cuevas

Javier Darío Cruz Ortiz

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CUESTIONAMIENTO GUÍA

- 1. DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO EVOLUCIÓN**
- 2. EVOLUCIONISTAS**
- 3. PRUEBAS DE LA EVOLUCIÓN**
- 4. SÍNTESIS MODERNA DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN**
- 5. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA ESPECIE HUMANA**
- 6. EVOLUCIÓN CULTURAL**

RECAPITULACIÓN

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

INTRODUCCIÓN

A través del estudio de los diferentes niveles de organización de la materia viva, has podido observar que ésta adopta formas y estructuras muy variadas, lo cual pone de manifiesto la existencia de una gran diversidad de seres con un arreglo estructural muy particular en cada caso, pero a la vez una serie de características que nos permiten identificar a todos ellos como organismos biológicos.

También has aprendido que los seres vivos se han desarrollado a través del tiempo, es decir, tienen una historia natural que muestra que los organismos tienen orígenes comunes, que algunos de ellos persisten, o que han ido cambiando paulatinamente y otros más se han extinguido. Todo esto hace pensar que la vida se encuentra en constante cambio, evoluciona. Entendiendo por evolución la serie de cambios en las características de los seres vivos, las cuales ocurren en varias generaciones a través del tiempo y tienen una estrecha relación con el ambiente en el que los organismos se desarrollan.

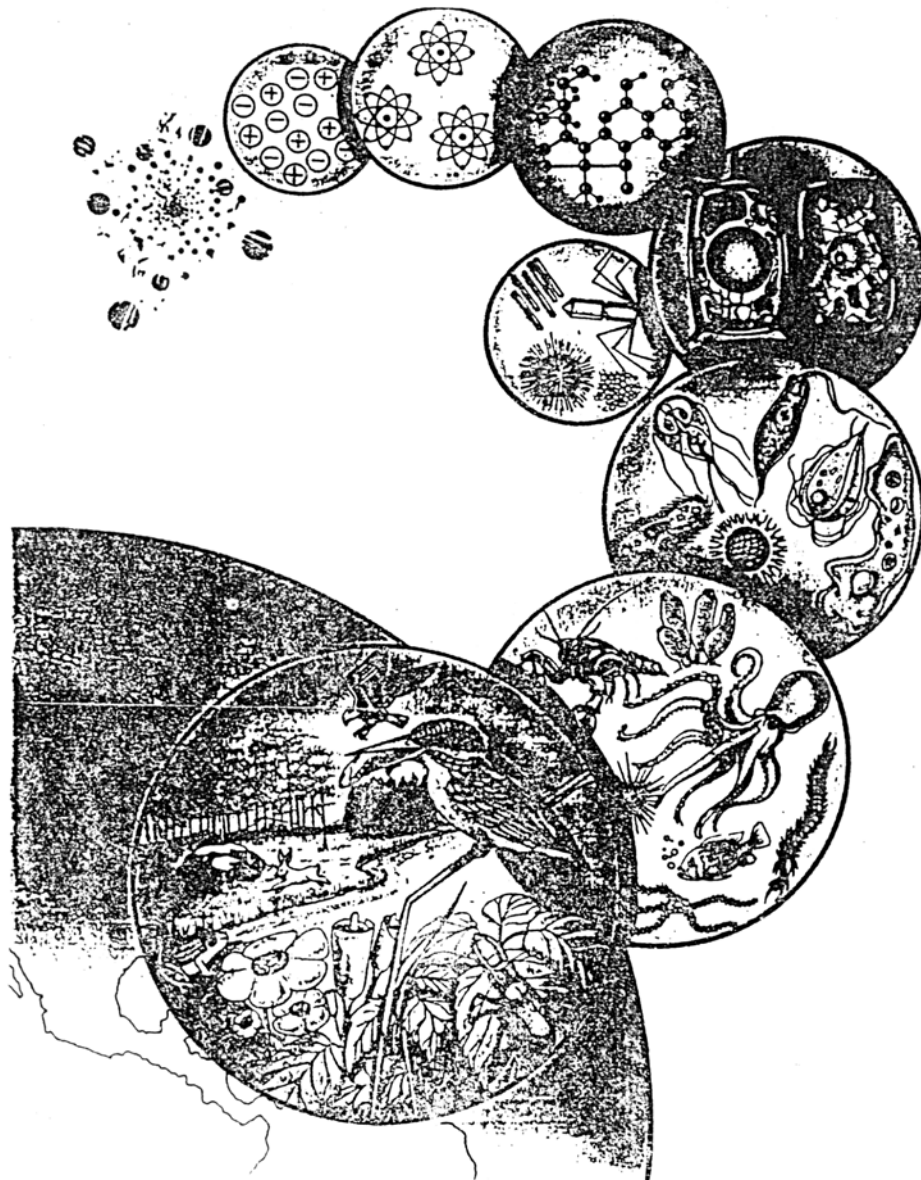


Figura 1. Niveles de organización de la materia. Tomado de: González Peña A., Trillas. México, 1991.

En Biología, el proceso de evolución es uno de los temas más importantes en la explicación del fenómeno de la vida, ya que se constituye como un concepto integrador del saber biológico, debido a que se nutre y sintetiza los conocimientos generados por las diversas ramas de esta ciencia pero además, es parte del proceso mismo del desarrollo de la materia en el universo en sus diferentes niveles de organización. El “descubrimiento” de este proceso también ha tenido su propia trayectoria en el desarrollo de las ideas evolucionistas y sus antecedentes en el saber humano influido por el momento histórico social de cada época.

En Biología I estudiaste lo relacionado con la evolución cósmica y molecular de la materia hasta el origen mismo de la vida, así como la evolución biológica u orgánica en el primer nivel de organización: el celular y consecuentemente en los organismos unicelulares.

En este fascículo se desarrollarán contenidos relativos a las teorías que tratan de explicar el proceso de evolución biológica en sus niveles “superiores” de tal manera que seas capaz de identificar los mecanismos evolutivos propuestos por dichas teorías, para explicar las causas de la diversidad biológica actual.



Figura 2. Diversidad biológica.

CUESTIONAMIENTO GUÍA

Cuando asistes a una excursión escolar o familiar, ya sea al bosque, a la playa, un acuario, un zoológico o simplemente das un paseo por el parque ¿Has observado que tipos de plantas y animales viven en estos sitios? ¿Cuántos logras reconocer? ¿Son diferentes? ¿Son diferentes o semejantes los organismos de uno y otro lugar? ¿A qué atribuyes esto? ¿Te has preguntado cuántos organismos diferentes existen sobre la Tierra? ¿Cómo se originaron ¿y si ¿Son esas las únicas formas biológicas que han existido siempre?

El estudio de la biología te puede ayudar a dar respuesta a ésta y otras preguntas al reconocer el proceso evolutivo de la vida, analizando las diferentes teorías o hipótesis que el ser humano se ha planteado para explicar los fenómenos naturales que ocurren en su entorno.

Ahora bien, ¿Cuándo se planteó el ser humano por primera vez estos cuestionamientos? ¿Cuáles han sido las explicaciones que ha dado a los diferentes fenómenos naturales a través de la historia de la humanidad? ¿Qué relación existe entre la forma de explicar los fenómenos y los valores morales y religiosos así como la organización política y económica de las sociedades en sus diferentes momentos históricos?

Existen otras muchas preguntas que nos podemos plantear ante este interesante tema de la evolución; por ejemplo respecto al ser humano ¿Cuál ha sido su proceso evolutivo? ¿En que se diferencia del resto de las especies?

Finalmente ¿Las explicaciones que actualmente existen para dar cuenta del proceso evolutivo son definitivas, infalibles?

Asimismo, te proporciona una fase introductoria referente al desarrollo del pensamiento evolucionista, por tal motivo, se plantean las ideas generales que orientaron durante diferentes épocas la forma en que el ser humano se explicaba el origen de las especies, hasta llegar al pensamiento darwinista y posteriormente el neodarwinismo.

El proceso evolutivo es un principio fundamental en el estudio de la Biología, pues permite dar cuenta del comportamiento general de los seres vivos, de su origen, así como de las causas probables que lo generan.

Te invitamos a que te introduzcas en esta fascinante área biológica, la que sin duda te ayudará a resolver algunas dudas que tengas al respecto y te generará otras que provoquen la necesidad de que sigas cultivando tus conocimientos sobre Biología.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

La evolución es un tema muy complejo, donde las ideas que se tienen de ella no siempre son acertadas y en ocasiones resultan incompletas.

A continuación te presentamos algunas afirmaciones, coloca dentro del paréntesis una F si la consideras falso o una V en caso de ser verdadero.

1. La evolución es un proceso que produce seres cada vez mejores. ()
2. La adaptación es el resultado de la evolución. ()
3. Las mutaciones son cambios heredables benéficos. ()
4. La selección natural produce mutaciones en los organismos. ()
5. Comer pan y agua te produce lombrices. ()
6. Las necesidades de los seres vivos les provocan cambios en sus funciones y en su forma. ()
7. El hombre desciende de los monos como el chimpancé y el gorila. ()
8. Los organismos dirigen los cambios de su cuerpo para adaptarse al medio ambiente. ()
9. Lamarck fue el primero en proponer una teoría de la evolución. ()
10. La teoría de Darwin es la más moderna. ()
11. Cuando una persona se corta un dedo sus hijos heredan esta Característica. ()

Cuando hayas terminado de leer la información que a continuación se desarrolla vuelve a leer las afirmaciones anteriores y en caso necesario corrige tu respuesta.

1. DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO DE EVOLUCIÓN

Las ideas más antiguas sobre el origen de la naturaleza y sus pobladores, se ubica con los egipcios y sumerio-babilonios, quienes daban una explicación del mundo basada en los libros sagrados, es decir, de tipo creacionista.

Los profetas hebreos establecieron la unidad moral del ser humano, considerando también a un Dios creador, eterno y único. Retomaron algunas ideas de los sumerio-babilonios en torno al origen del mundo y del diluvio universal, mismo que se ve reflejado en el relato bíblico de la creación, que perdura a través del cristianismo.



Figura 3. Representación de la creación en el siglo XV.

Por su parte los griegos, son los primeros en dar una explicación racional de la naturaleza. Conciben en este orden de ideas que el hombre construye su propio destino, descartando la posibilidad creacionista y determinista del desarrollo del ser humano.

Es entonces con los griegos que se introduce el carácter científico del saber, dando lugar al mismo tiempo el desarrollo de los grandes sabios individuales, contra el conocimiento colectivo de las civilizaciones anteriores.

Aún cuando las culturas griega y hebrea fueron contemporáneas, permanecieron ignoradas una de otra, aisladas, por la falta de formas de comunicación.

Los primeros filósofos griegos, procedentes de Mileto, en Jonia explicaron el origen de los fenómenos naturales a partir de sus observaciones, planteándose como meta encontrar las causas de los mismos.

De ellos sobresalen Tales de Mileto, Anaxímenes y Anaximandro, quienes conciben al Cosmos como algo sujeto a cambios continuos. Sin embargo, no son evolucionistas, ya que este cambio según su propia concepción es cíclico, en perpetua repetición. Si bien algunos, como Anaximandro, Heráclito y Empédocles trataron de explicar racionalmente el origen del hombre y de los animales, otros, por ejemplo Parménides, concebían el ser como algo inmutable, lo que constituye la base del FIJISMO, o INMUTABILIDAD DE LAS ESPECIES, idea que se mantiene hasta el siglo XIX cuando se conforman las bases de la Teoría de la Evolución.

De acuerdo con el Fijismo, se tiene una visión del mundo estático, la cual es apoyada por Aristóteles y Platón.



Figura 4. Aristóteles.

Aristóteles aún cuando se le considera **fijista**, realizó un estudio y ordenación de algunas especies de animales, utilizó la anatomía animal comparada y siguió una secuencia que va de las formas más sencillas a aquellas más complejas. La obra de Aristóteles con sus limitaciones y errores, influyó profundamente en el pensamiento universal por mucho tiempo.

A la caída de Grecia, en manos del Imperio Romano, sucumbió consecuentemente la cultura helénica y con ella el conocimiento científico desarrollado en esa época, que permaneció estático por varios siglos.

Posteriormente, en la Edad media, con la invasión de los bárbaros al Imperio Romano, éste se dividió en dos zonas cuyo avance fue divergente. El oriente se mantuvo por más de un milenio con ideas conservadoras, manteniendo la literatura antigua a través de la cultura bizantina, sin crear nada nuevo. Los últimos sabios de esta zona se trasladaron al Occidente cuando ocurrió la invasión turca.

En el Occidente se formaron varios estados ocupados por diversas tribus de bárbaros, donde la cultura antigua fue prácticamente eliminada, no quedando mas que la iglesia como el lazo de unión entre los hombres y actuando como fuerza cultural unificadora, de tal suerte que la idea cristiana de la vida ubicó a la Teología como la ciencia suprema durante muchos siglos, descuidándose el saber científico, racional.

Con la expansión del cristianismo, las ideas sobre el origen del mundo contenidas en la Biblia alcanzaron resonancia universal, cuya base está dada primordialmente por la dimensión ética del hombre en relación con la existencia de un Dios creador y eterno; por tanto toda explicación de los fenómenos naturales es a partir de la creación divina. Además la imagen fijista del génesis bíblico coincidía con las ideas platónicas y aristotélicas precedentes, lo que contribuyó a mantener tanto tiempo la idea del cristianismo

Sin embargo, hubo algunos clérigos, entre ellos San Agustín que compartía algunas ideas sobre la evolución cósmica y biológica como antecedentes a la creación del ser humano, pero a diferencia del verdadero evolucionismo, concibe que en la sucesión de organismos no necesariamente descienden unos de otros. Por tal motivo tampoco se le puede considerar evolucionista.

Con base en lo anterior nos podemos dar cuenta que la ciencia en la Edad Media permaneció prácticamente “olvidada”, la cultura y la actividad científica se refugió en los monasterios y es hasta el siglo XIII cuando se puede hablar de un ligero avance, toda vez que se crean las universidades en la zona occidental y se rebasa así la cultura árabe.

Entre los sabios destacados de este siglo se encuentra San Alberto Magno, (1206-1280) quién compilo una gran cantidad de información así como otra generada de observaciones directas de la naturaleza. Alberto Magno fue un fiel admirador de Aristóteles, y preparó el terreno para las aportaciones de Santo Tomás de Aquino.

El trabajo de Alberto Magno se constituyó como la fuente de conocimiento de la mayoría de los sabios medievales, quienes se caracterizaron por dar mucha mayor importancia a los documentos que a los hechos, es decir, no se preocupaban por observar directamente los fenómenos.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. Completa el siguiente cuadro con la información correspondiente.

Filósofos	Época Histórica	Principales ideas sobre el Origen de la Vida	Posición
Tales de Mileto			
Parménides		Los seres vivos son inmutables	
Aristóteles			Fijista
Alberto Magno	Edad Media		

2. ¿Porqué se habla de filósofos y no de biólogos o evolucionistas?

Así se mantuvo el conocimiento científico hasta el Renacimiento, época marcada por dos grandes acontecimientos: se reinstauraron conocimientos de la antigüedad clásica y se establecieron las bases para nuevas y originales investigaciones. Por ejemplo, en el campo de la Historia Natural se introdujo el arte al naturalismo, ya que se hizo indispensable la observación directa de las especies en la naturaleza. Por otro lado se inició una labor de difusión de la cultura a través de la publicación de enciclopedias, la exploración de nuevos territorios, la creación de museos, jardines botánicos, la introducción en las universidades de estudios anatómicos –en este campo destacan las obras de Leonardo Da Vinci y Andres Vesalio-. Con todo esto se conforma una idea más real y amplia de la naturaleza basada en su observación directa.

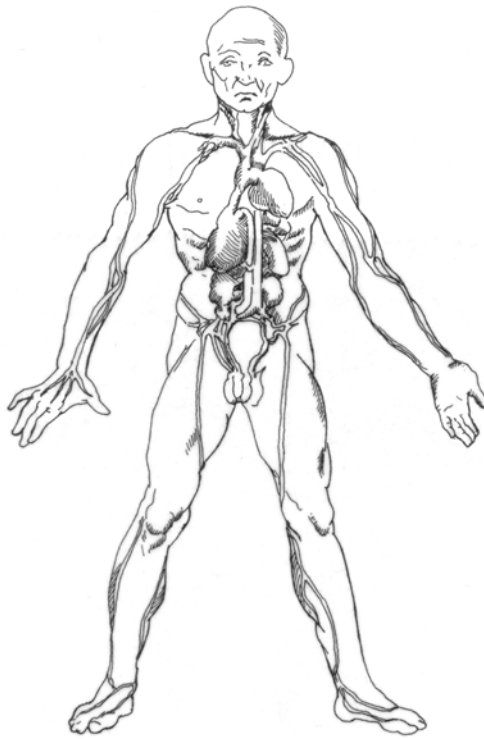


Figura 5. El sistema cardiovascular según Leonardo Da Vinci.

El descubrimiento de América proporcionó nuevos datos sobre la flora y la fauna, detectándose así los primeros problemas de distribución geográfica de las especies o biogeografía, al no coincidir las evidencias vivas con las explicaciones creacionistas y fijistas de las sagradas escrituras.

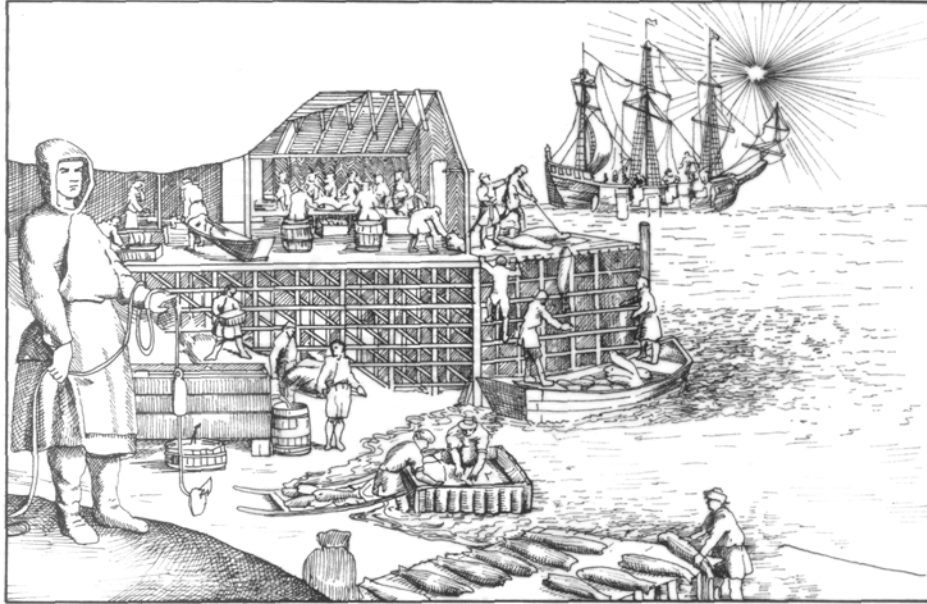


Figura 6. Expediciones y descubrimientos de diferentes zonas geográficas.

Esta serie de problemas tuvo una fuerte influencia en el desarrollo de la Teoría de la Evolución, paralelamente con la interpretación de los fósiles, ya que estos representan los “documentos” históricos del proceso evolutivo.

Si bien la existencia de los fósiles ha intrigado desde la antigüedad al ser humano, su origen estuvo basado en el Diluvio Universal, o como formas imperfectas por influencia de los astros. En el siglo XV Da Vinci y Bernardo Palissy los interpreta adecuadamente, al considerarlos formas de vida extintas, sin embargo no se toma en cuenta su aportación en ese momento.

El pensamiento científico se amplía considerablemente durante el siglo XVII, destacan Bacon y Descartes en Filosofía, Harvey en Biología, Galileo y Kepler en Física y Astronomía.

Existe pues un verdadero despliegue de la ciencia en la mayoría de sus campos, se genera o desarrolla su metodología y algunos instrumentos que facilitan el avance científico, tales como el microscopio, el telescopio, el reloj de péndulo, el barómetro, el termómetro, etc. Estos aparatos permitieron hacer estudios no sólo cualitativos sino comparativos y cuantitativos.

También es en este siglo cuando se generan las academias de ciencias y sociedades científicas, sitios en los que se reunían los sabios, cuyo propósito central era el de compartir sus experiencias y avances en los trabajos realizados. Contaban con el apoyo económico de monarcas y grupos de personas adineradas. Se estableció una fuerte difusión gracias a la publicación periódica de revistas.

Ejemplo de estas sociedades son las Academias de Linney, fundadas en 1603 por Federico Cesi, la Academia des Sciences (1688) fundada en Francia por Luis XIV y el ministro Colbert, y la Royal Society de Londres, en 1660.

Uno de los campos de estudio con mayor auge y apoyo financiero fue el de la Sistemática, debido a las expediciones a nuevos lugares; se estableció el concepto de especie y se elaboraron los sistemas de clasificación, donde destacan John Ray y Linneo. Carlos Linneo de origen sueco (1707 – 1778), propuso un sistema de clasificación y nomenclatura en su obra "Sistema Naturae" (1735), cuya décima edición se amplió a dos tomos (1758), un verdadero catálogo razonado de las especies animales, distribuidas en clases, órdenes y géneros. En cuanto a la nomenclatura el nombre está dado en latín y conformado por el género y la especie. A este sistema se le conoce como binomial, vigente a la fecha.

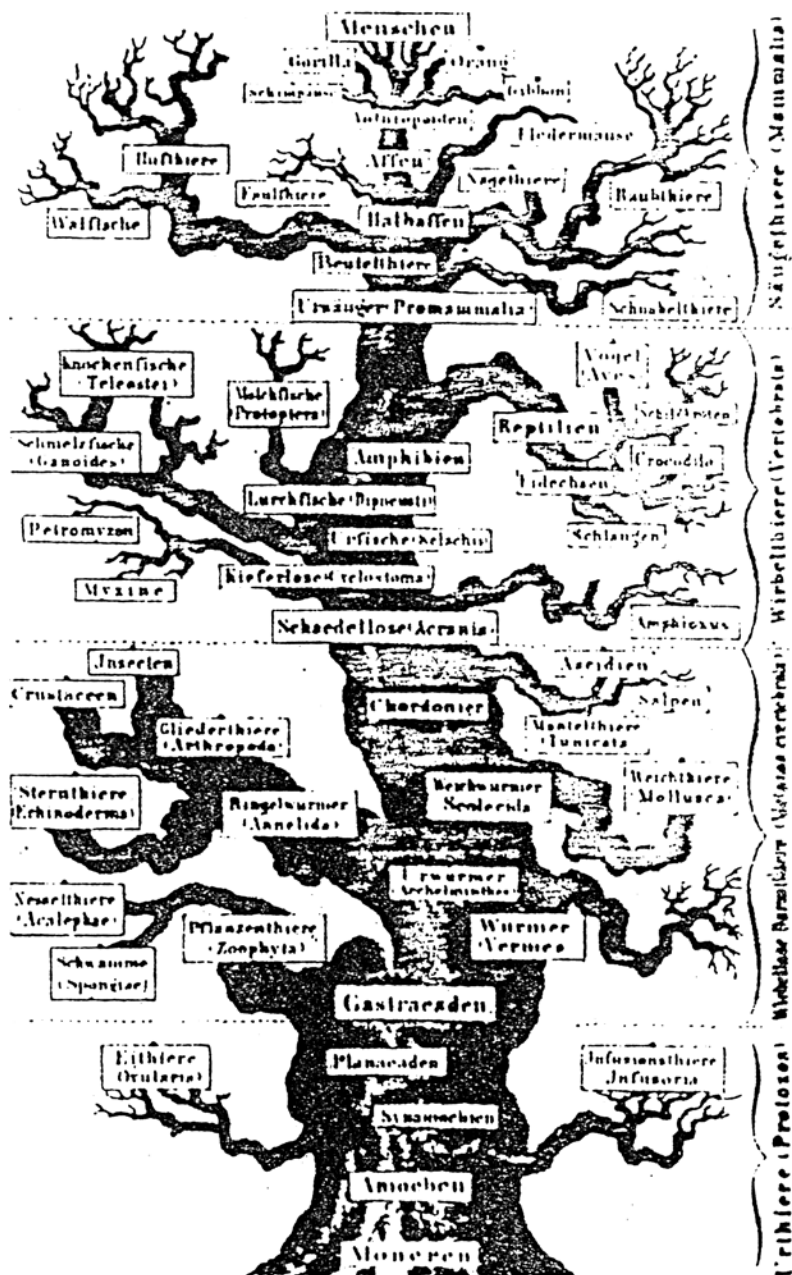


Figura 7. Árbol filogenético del reino animal. (Según Haeckel).

Linneo fue un fijista convencido de la inmutabilidad de las especies, aún cuando su método de clasificación ponía de manifiesto lo contrario, al evidenciar las relaciones y diferencias filogenéticas entre grupos de organismos.

La ventaja que proporciona el sistema desarrollado por Linneo es el orden que establece para la inmensa variedad de seres existentes. Coloca cada especie en un sitio particularmente adecuado mostrando las semejanzas con otros. Utiliza tanto la Anatomía como la Fisiología como criterios de ordenamiento.

A partir de este esquema surge la idea de origen de las especies a través de ancestros comunes, donde una rama se divide y origina a otras, sin embargo, Linneo negó rotundamente esto y se resistió a buscar otro tipo de explicación que no fuera el Creacionismo y la inmutabilidad de las especies; esto lo reitera en su obra *Philosophia Botánica* (1751) y la *Scala Naturae*, apoyada por Leibnitz y Robinet y Bonnet, donde se considera una escala de organismos que van de las formas más sencillas a las más complejas, existiendo una idea de continuismo, más que de evolución, pues no considera el tiempo y por lo tanto el aspecto de las líneas filogenéticas se anula.

Aún con esta situación el sistema de Linneo resultó ser más poderoso que él mismo, y el pensamiento que las especies semejantes se desarrollan de ancestros comunes persistió y facilitó la apertura hacia las teorías evolutivas.

¿De que manera el trabajo de Linneo genera el pensamiento evolucionista?

En párrafos anteriores se mencionó que la inmutabilidad de las especies se sostuvo por mucho tiempo debido a que nadie había visto lo contrario; si existían cambios eran tan leves y el tiempo tan corto que no se percibía la formación de una nueva especie en la historia conocida. Se requería de mucho tiempo, varios miles o cientos de miles de años para ello, y en la época de Linneo y 50 años después, el tiempo se calculaba desde la creación divina que plantea la Biblia, la cual establece que la edad de las especies es de aproximadamente 7000 años tiempo por demás insuficiente para observar la formación de nuevas especies.

En este momento histórico, se hacían aseveraciones muy aventuradas, tal es el caso de James Ussher (1650), quien consideraba que el mundo con todas sus criaturas fue generado “el 18 de julio de 4004 a. De C. A las 9:00 hrs.”.

Poco a poco se fueron encontrando evidencias de que el mundo no podía haber sido creado con toda esa variedad de características en unos cuantos miles de años.

En 1785, James Hutton, naturalista escocés, publica su teoría sobre el Principio de Uniformidad de la Tierra, considerado como el nacimiento de la Geología. En esta teoría Hutton describe la manera como se transformaron las rocas, los cambios que sufren a través del tiempo, la formación de los estratos sedimentarios, etc., concluyendo que los procesos que modifican a la Tierra actualmente son los mismos que actuaron en el pasado, lo cual implica que los procesos naturales actúan de modo uniforme a través del tiempo.

A partir de esto, centra su interés en calcular la edad de la Tierra considerando para ello la velocidad de la formación de los estratos y la salinidad de los océanos. Los cálculos resultantes son muy variables, sin embargo, ponen de manifiesto que la edad de la Tierra es mucho mayor de que se creía y que abarca varios millones de años.

Sin embargo el poder eclesiástico es muy fuerte y las ideas huttonianas no son apoyadas por la sociedad científica.

Paralelamente se inicia el redescubrimiento de los restos fósiles y con ello un punto de vista alternativo para calcular la edad de la Tierra, al relacionar ciertos fósiles presentes con cada estrato de la corteza terrestre, llegándose a la conclusión de que eran formas de vida extintas.

Los seguidores de la Biblia los consideraban como formas imperfectas de la creación, sin darles mayor importancia, esto hizo que la Paleontología se ubicara como verdadera ciencia hasta 1791.

Entre los primeros paleontólogos se encuentra Guillermo Smith, -el cual observa la correspondencia entre estratos y tipos de fósiles- y George Cuvier (1769 – 1832), quien al iniciar el siglo XIX descubre los restos fósiles de antiguos reptiles y con ello los fundamentos estratégicos y paleontológicos básicos para comprender el hecho evolutivo.

También a través de estos estudios vuelve a manifestarse la tendencia progresiva en la organización de las especies más recientes respecto de las más antiguas. Cuvier se dedica a comparar las especies animales e introduce la noción de phylum, dando mayor consistencia al sistema de clasificación linneana, al ubicar fósiles dentro de las categorías establecidas por Linneo.

Cuvier, aún cuando puede ubicarse como precursor del evolucionismo, no es evolucionista, ya que explica sus observaciones a través de la teoría de las Catástrofes Sucesivas, en la cual sostenía que todas las especies existentes en el pasado habían sido destruidas por una catástrofe que afectó simultáneamente a todo el mundo, tras ella había vuelto a surgir la vida pero con formas vegetales y animales diferentes, lo que se repetía continuamente, siendo el diluvio universal la última de la que se tenía conocimiento.

Esta teoría fue utilizada para explicar el origen de los diferentes estratos, así como el predominio de ciertos vegetales y animales asociados a ellos, sin embargo mantiene los rasgos creacionistas fijistas propios de la época.

Posteriormente Carlos Lyell, restablece la polémica, al publicar en 1830 un texto sobre Principios de la Geología, en el que recopila una buena cantidad de pruebas a favor de la teoría huttoniana, eliminando con ello las Catástrofes de Cuvier. El mejor argumento fue que a través del tiempo se han mantenido algunos organismos y otros han desaparecido, pero que la vida nunca ha tenido un fin, con lo que se reconoce la enorme edad de la Tierra y los fósiles como testimonio de ello.

En este momento las condiciones van generando un ambiente propicio para el desarrollo de las teorías evolucionistas o transformistas, que tratan de explicar el hecho evolutivo interpretado como el desarrollo de la vida de formas sencillas a formas cada vez más complejas.

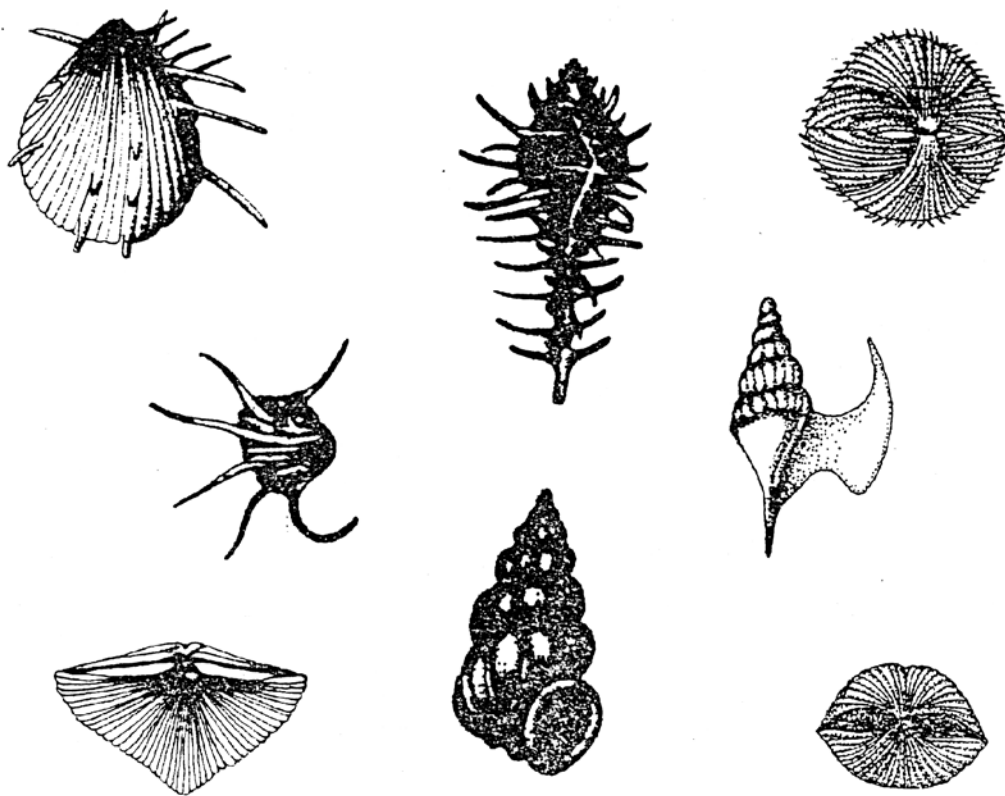


Figura 8. Conchas fósiles. Argumentos de Lamarck contra el catastrofismo.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Contesta brevemente lo que se te pide.

1. ¿Cómo se caracteriza el Renacimiento y en qué siglos se desarrolla?

2. ¿Cuáles son los avances más importantes en el conocimiento biológico de esta época?

3. ¿Por qué a pesar de la clasificación de Linneo evidenciaba de cierta manera la evolución de las especies, el se asumía como fijista?

4. ¿Cuáles son las principales aportaciones de Linneo en relación con la idea de la evolución de las especies?

5. ¿Cómo se relaciona la Geología con la teoría de la evolución de las especies y cuáles son sus primeras aportaciones?

2. EVOLUCIONISTAS

JUAN Bautista Monet caballero de Lamarck (1744 – 1829), se considera el primer evolucionista al proporcionar una hipótesis transformista basada en el estudio y perfeccionamiento del sistema de clasificación animal. Esto le hizo pensar que los seres cambian conforme avanza la clasificación. Lamarck no coincidía con Cuvier, afirmaba que la vida no fue creada, que las plantas y los animales han cambiado, que en la naturaleza han existido seres sencillos que gradualmente y a lo largo del tiempo se han ido modificando hasta constituir formas cada vez más complejas, formando una larga cadena evolutiva, cuyos huecos se deben a carencia de información y no a catástrofes como pensaba Cuvier.

Estos planteamientos hechos hace casi dos siglos por Lamarck están aún vigentes, sin embargo se ha observado que es incorrecto el mecanismo que utiliza para explicar la evolución.

En su “Filosofía Zoológica” Lamarck asegura que los diversos lugares del mundo se diferencian por su clima, su ubicación geográfica y su composición florística y faunística, lo cual es fácilmente observable al viajar; pero lo que no es notable, es que también los lugares están sujetos a cambios que ocurren lentamente y que se requieren varios millones de años para ello, por lo tanto es imperceptible y ello hace pensar que el ambiente es estático.

Paralelamente el naturalista francés George Bufón, propone una teoría sobre las adaptaciones de los seres vivos a partir de las exigencias del ambiente lo que provocaba el perfeccionamiento de sus estructuras. Posteriormente Lamarck indagaba más sobre estas adaptaciones, ordena la información y da mayor claridad a las ideas preliminares de Bufón, concluyendo que los seres adaptan sus órganos en función de las características particulares de cada ambiente.



Figura 9. Lamarck atribuye a la *influencia del ambiente la variedad* que se observa en muchas *especies animales*. Los perros constituyen un buen ejemplo de su afirmación.

Lamarck reconocía que aparte de la evolución era adaptativa, que la diversidad biológica se puede explicar considerando que la Tierra es muy antigua y que la evolución es un proceso de lenta transformación de las especies, lo que representa a través de la escala de seres en cuya cúspide se encuentra el ser humano. Sin embargo cree que las especies menores tales como los gusanos, se originan por Generación Espontánea, es decir, a partir de materia orgánica en putrefacción. (Esta teoría fue descartada después de la invención del microscopio y de los experimentos de Redi, Spalanzani y Pasteur, cada uno en diferente época) Lamarck propone dos leyes para explicar los cambios de las especies:

- el uso y desuso de los órganos.
- la herencia de los caracteres adquiridos.

Cabe hacer notar que esta última ley, no fue realmente introducida por Lamarck, aún cuando es por lo que más se recuerda, sino que se trataba de un principio aceptado sin mayor discusión durante esa época. El mismo Darwin asumió que el uso y desuso de órganos podría reflejarse en la siguiente generación.

La herencia de los caracteres adquiridos fue desechada hasta el fin del siglo XVIII, cuando Augusto Weismann demostró su improbabilidad, a través de un experimento con varias generaciones de ratones a los que les cortaba la cola, observó que los nuevos críos, siempre nacían con cola.

La primera ley lamarckiana establece el uso frecuente de un órgano lo hace más fuerte y grande, mientras que lo contrario lo debilita y por lo tanto tiende a desaparecer.

La segunda afirma que los cambios pequeños y graduales son transmitidos de una generación a la siguiente.

¿Cómo se producen estos cambios?

Según Lamarck, los organismos “tienen el deseo interno” de que se produzcan los cambios, esto es, considera que tienen un sentimiento interno, sobre todo aquellos organismos con un sistema nervioso complejo, del cual emanan las emociones interiores dotándoles de una fuerza que les permite efectuar los movimientos y las acciones que requieren sus necesidades. Este sentimiento activa los músculos y éstos el fluido nervioso.

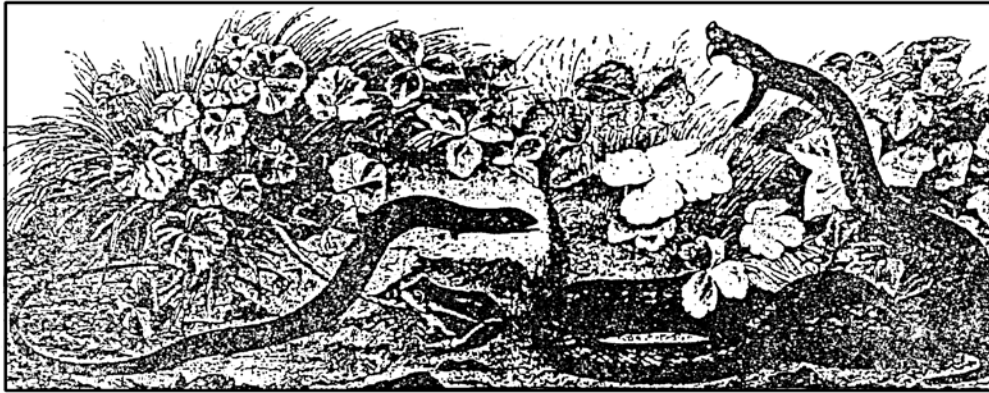


Figura 10. El sentimiento interior, explica Lamarck, actúa por inteligencia, por instinto, satisfaciendo las necesidades del ser vivo.

Los organismos, desde esta perspectiva, creaban los órganos de acuerdo con las necesidades o problemas que tienen que resolver en el medio en que se desarrollan.

Lo anterior actualmente parece imposible, sin embargo tuvieron que pasar 200 años para conocer los mecanismos que explican los cambios y ello con ciertas reservas, ya que en la actualidad no son totalmente definitivos y los avances científicos siguen proporcionando nuevas formas de explicar o complementar las explicaciones del proceso evolutivo.

Aún con sus limitaciones y errores, la teoría lamarckiana, tiene el mérito de eliminar los razonamientos sobrenaturales, mencionando una serie de causas naturales que pretenden explicar el origen; la diversidad y la evolución de las especies, y aunque sus trabajos tanto en Botánica como en Zoología fueron muchos, Lamarck no gozó de buena fortuna, sin embargo, el siguiente evolucionista Carlos Darwin, retoma, 50 años después, dos de las contribuciones de Lamarck, en la teoría de la evolución por Selección Natural.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

De acuerdo con las leyes de la evolución propuestas con Lamarck subraya la respuesta correcta.

1. Si un animal vive en una caverna sus ojos son:
a) Pequeños. b) Saltones. c) Grandes. D) Pedunculados.
2. La falta de patas en la serpiente se debe a:
a) El uso intenso de ellas. b) El desuso de ellas. C) El uso cotidiano de ellas.
3. Todas las características fenotípicas que un organismo adquiere durante su vida, por ejemplo la amputación de un miembro:
a) No se heredan a la prole. b) No modifican el genotipo. c) Se regeneran en el organismo afectado. d) Se heredan a los descendientes.

Carlos Roberto Darwin, nació en Shrewbury, Inglaterra el 12 de febrero de 1809, provenía de una familia acomodada, su padre fue un eminente médico y su abuelo Erasmo Darwin un sobresaliente naturalista; fijista.



Figura 11. Carlos Roberto Darwin (1809 – 1882).

Siguiendo la tradición familiar Carlos Darwin orientó sus estudios hacia la medicina, sin embargo poco después de haberse iniciado en este campo, tomó los servicios clericales, graduándose en 1831. Se integró al Christ College de Cambridge, donde establece amistad con el botánico John Stevens Henlos, quien lo recomienda para realizar una expedición a Sudamérica.

El 27 de diciembre de 1831, zarpó de Davenport, el navío inglés “Beagle” rumbo a Cabo verde, con el propósito de hacer los mapas de las costas de América del Sur y de las islas del Pacífico. Durante la expedición Darwin tuvo la oportunidad de recabar información y algunas pruebas de los cambios que sufren las especies de diferentes lugares, lo cual le facilitó llegar a las conclusiones de la Teoría de la Evolución por Selección Natural.

Darwin tuvo la oportunidad de recorrer las selvas brasileñas, lo mismo que el árido territorio de Argentina, en la inhóspita Tierra del Fuego, así como las altas montañas de la cordillera de los Andes. Finalmente el “Beagle” estuvo en las islas Galápagos, frente al Ecuador.

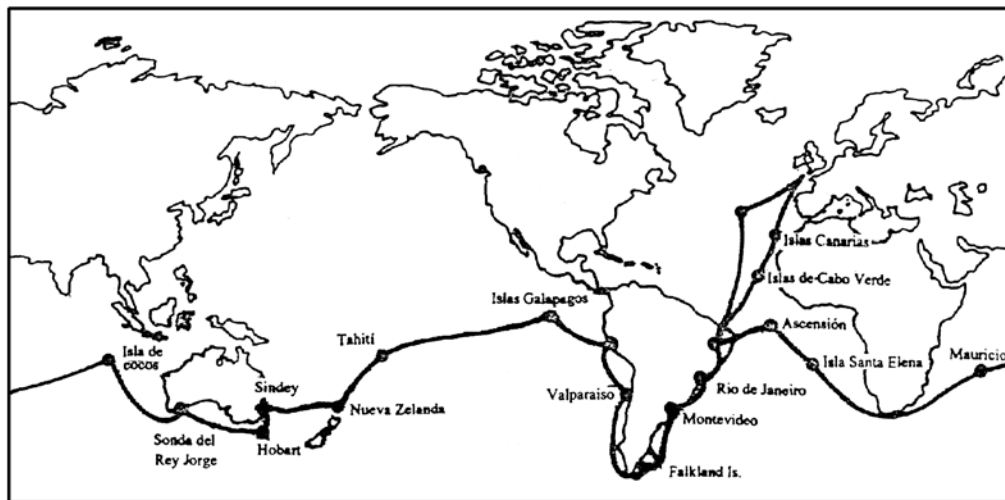


Figura 12 Viaje del “Beagle”.

En este último lugar Darwin estudió ampliamente el caso de las aves llamadas pinzones y las tortugas galápagos, animales que se pueden considerar exclusivos de estas islas.

Todo esto le permitió, por un lado maravillarse de la gran variedad de organismos y por otro ir construyendo una explicación científica para dichas variaciones y particulares formas de vida basadas en la selección natural, a través de la cual Darwin explicaba que en las poblaciones existe una gran variación en los caracteres de los individuos que conforman una población. Esta variabilidad –decía Darwin- es heredable y confiere a los seres que la poseen mayor adaptación al medio, de esta manera sobreviven a la competencia, la existencia que impone el medio ante la carencia de alimento y espacio, es decir, son seleccionados por la naturaleza.

Darwin aprovechó muy bien su viaje por Sudamérica gracias a los conocimientos de geología y a las aportaciones que en este campo le proporcionó Carlos Lyell. Esto le facilitó la comprensión de la presencia de los restos fósiles, así como la variedad de flora y fauna que observaba. Apreciaba los cambios en el medio y en la diversificación de especies en cada sitio que visitaba.

Cinco años después, en 1836, cuando regresó de la expedición, la lectura del ensayo de Thomas Malthus sobre el comportamiento de la población humana, le aclaró algunas dudas y le dio la pauta para plantear la teoría evolutiva.

El ensayo de Malthus trata sobre el aumento de la población humana y su relación con la producción de alimentos, en él explica que mientras la población aumenta siguiendo una progresión geométrica, los alimentos son producidos en una progresión aritmética, esta diferencia provoca una "lucha por la supervivencia", donde obviamente sólo los más aptos y competitivos logran sobrevivir.

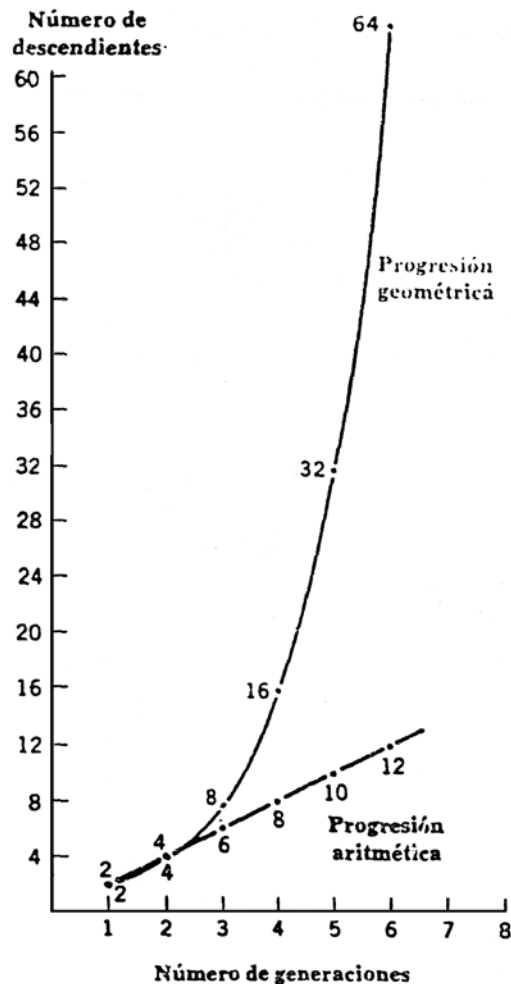


Figura 13.

Darwin aplica las conclusiones de Malthus a sus observaciones en torno a la diversificación de las especies, como una fuerte competencia por el alimento, o lucha por la vida, donde aquellos organismos más aptos son seleccionados por el medio, eliminando a los demás.

Darwin fue madurando sus ideas y siguió recabando pruebas por décadas más. La decisión de publicar su teoría, surge cuando Alfredo Wallace otro naturalista inglés, envía a Darwin un ensayo titulado “Acerca de la tendencia de las variedades a separarse indefinidamente del tipo original”, solicitándole que lo revise y envíe a la Sociedad Científica Linneana de Londres. Este ensayo contenía las ideas generales de su investigación, por tal motivo presionado por Lyell tuvo que presentar un resumen de su trabajo, el cual fue leído simultáneamente con el de Wallace en 1858. Después de un año dió a conocer sus reflexiones completas a través de la publicación de su libro “El origen de las especies por medio de la Selección Natural o preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida”. La última publicación se hizo en 1872.



Figura 14. Alfred Russal Wallace.

Basándose en la coincidencia entre las investigaciones de Wallace y Darwin, actualmente la teoría evolucionista por Selección Natural se conoce también como teoría Darwin – Wallace, sin embargo existen algunos contemporáneos que consideran que las evidencias y el análisis críticos sobre los fenómenos evolutivos se deben a Darwin.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

La idea de la teoría de Darwin – Wallace, se basa en cuatro principios, dos de ellos recuperan o retoman las aportaciones hechas por Lamarck y las otras dos son originales; léelos con atención y subraya los que fueron originales de Lemarck.

1. El mundo no es estático, cambia continuamente.
2. El proceso evolutivo es gradual y continuo.
3. Los organismos semejantes tienen un origen común.
4. El cambio se realiza por medio de la Selección Natural.

¿Cómo se pueden explicar los principios de la teoría Darwin – Wallace?

1. El mundo es cambiante.

Los estratos geológicos revelan que existen diferencias entre los organismos actuales y los que vivieron en otro tiempo, esto a partir de las evidencias fósiles, y que tales diferencias son mayores entre más alejado esté un estrato de otro, lo que implica mayor tiempo de separación entre un grupo y otro.

La Biogeografía también revela la diversificación de especies al colonizar y distribuirse estas en diferentes ambientes.

En estas dos dimensiones –vertical y horizontal- se evidencia tanto la extinción como el origen de las especies. Darwin al respecto hace la aclaración, de que desafortunadamente no se han conservado fósiles de todas las especies que han existido, debido a las propias características del proceso de fosilización y a los cambios geológicos de la corteza terrestre.

2. Es un proceso gradual y continuo.

La paleontología, aún cuando no presenta un registro fósil completo, permite corroborar que el proceso evolutivo es gradual y continuo, lo que puede observarse en las diferencias entre unos organismos y otros en las diferentes eras geológicas.

3. Origen común.

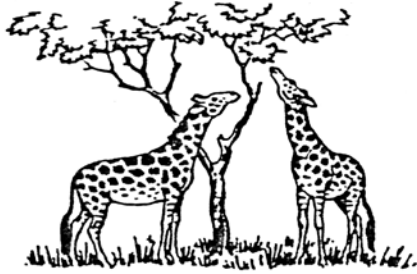
Mientras Lamarck consideraba a la evolución de las especies como líneas paralelas, Darwin argumentaba que eran divergentes y que partían de un centro u origen común.

Observo que las especies de Cabo Verde y la flora y fauna africanas son semejantes en cuanto a la estructuración, aún cuando realizan funciones diferentes (Órganos Homólogos). Existen también semejanzas entre el desarrollo embrionario de las diferentes especies. Todo esto lo llevo a concluir que los seres tienen un ancestro común.

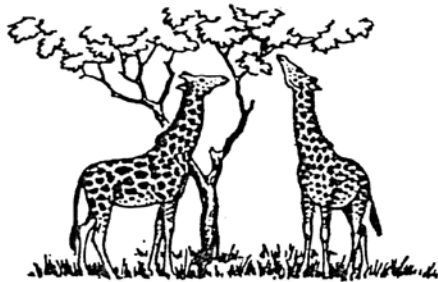
4. La “clave” del proceso evolutivo es la Selección Natural, y no la fuerza “interna” lamarckiana del perfeccionismo. Darwin intuía la existencia de la variación genética, pero desconocía que implicaciones así como los mecanismos que la causaban. (En este momento histórico ya Mendel había realizado sus experimentos sobre cruce de chícharos, sin embargo se desconocía su trabajo por parte de Darwin).

Mientras Lamarck consideraba que las especies cambian por un deseo interno ante las variaciones del medio, Darwin y Wallace lo explica por la selección natural. Es conveniente mencionar que el trabajo de Lamarck tiene un sentido vertical, ya que sus estudios eran sobre la escala de las especies en relación con las eras geológicas, mientras que el de Darwin – Wallace buscaban una explicación a la diversidad de especies en las diferentes zonas geográficas.

Teoría de Lamarck



Una población de jirafas ancestrales de cuello corto sufre el efecto de frecuentes esfuerzos en el alargamiento del cuello por alcanzar el follaje verde de los árboles de la sabana.

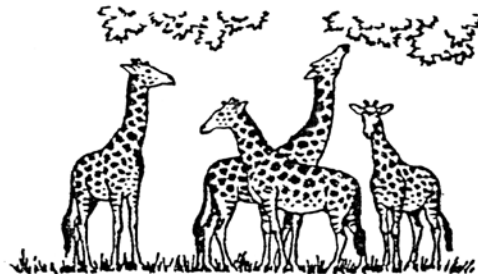


Como resultado de los esfuerzos realizados, los descendientes tienen cuellos cada vez más largos, que continúan alargándose como consecuencia de nuevos esfuerzos.

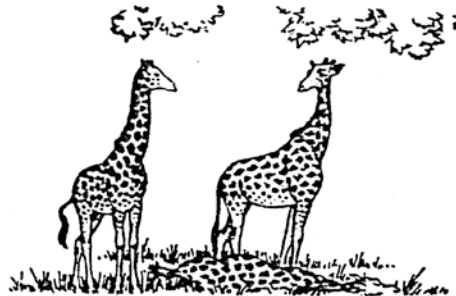


El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles ha dado jirafas con cuello largo.

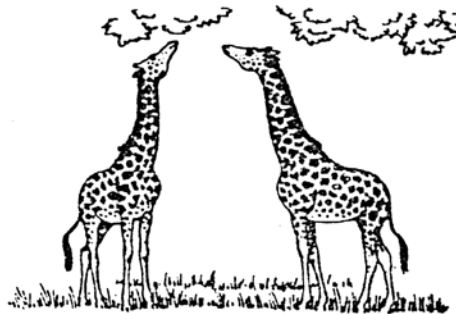
Teoría de Darwin



La población de jirafas ancestrales muestran una variación en la longitud del cuello.



La selección natural hace que sobrevivan sólo aquellos individuos con cuellos largos, que pueden alimentarse más fácilmente.



La selección natural ha ocasionado que sólo sobrevivan las jirafas con cuello largo.

Concluyendo la teoría de Darwin y Wallace tiene como base tres observaciones y dos conclusiones derivadas de ella:

- “Cuando no existen presiones ambientales, es decir, en condiciones ideales, las poblaciones tienden a crecer en forma geométrica”.

- “En condiciones normales, donde existen variaciones e interacciones con el ambiente, las poblaciones se mantienen constantes por largos períodos de tiempo”.

De lo anterior se concluye que no todos los óvulos y los espermatozoides formarán cigotos y seres adultos con capacidad reproductiva, ya que existe una selección de aquellos individuos de una especie cuyas características les facilitan la supervivencia en un ambiente determinado.

- “Existe una gran variedad individual entre los organismos que conforman una especie”.

Esta variación permite que actúe la Selección Natural, y sobrevivan aquellos organismos cuyas variaciones les otorgan “ventajas” respecto a los que no las poseen. Manteniéndose por varias generaciones.

Como se puede observar tanto Darwin como Wallace consideran que el ambiente es la principal causa de la evolución, ya que iría eliminando aquellos seres con variaciones desfavorables y conservando a través de la reproducción (por ello algunos autores hablan de reproducción diferencial) aquellos que presentan variaciones ventajosas en relación con un ambiente determinado. Esto provocaría que después de varias generaciones sólo existieran las variantes más adaptadas, habiéndose alejado consecuentemente del tipo ancestral, y dando como resultado la formación de nuevas especies.

Como la mayoría de las teorías, la de Darwin – Wallace, presenta algunas deficiencias, por ejemplo, no explican cuál es la fuente de las variaciones individuales y como se originan éstas. También Darwin recurría a la herencia de los caracteres adquiridos para explicar esto.

Esta diferencia vino a resolverse 30 años después con el descubrimiento del trabajo de Gregorio Mendel sobre los mecanismos de transmisión de los factores hereditarios.

Otra deficiencia del darwinismo, era la explicación sobre la selección natural, ya que se decía; si este proceso se limita a conservar o a eliminar las variaciones que ya existen en los individuos de una especie.

¿Cómo es que se puede crear algo nuevo?

La selección natural fue mal interpretada, ya que generalmente se le asociaba con la “lucha por la existencia”, “la supervivencia del más apto” concibiéndole por tanto una fuerza destructiva y generando dos problemas,

1. Se ignoraba el carácter creador propuesto por el darwinismo.
2. Las afirmaciones equivocadas fueron aceptadas por la mayoría de la población como lo “último en la evolución”.

Después de más de un siglo, se ha llegado a comprender el papel real de la selección natural, entendida como un proceso de reproducción diferencial, que nada tiene que ver con “lucha”, o “más aptos”.

Si bien ni Lamarck, ni Darwin o Wallace, lograron identificar las fuentes de la variación así como su generación, si proporcionaron las bases para desarrollar y tratar de explicar el proceso evolutivo, cuyas deficiencias se han ido eliminando poco a poco con el avance científico y las aportaciones de numerosos investigadores, que se resumen en la Síntesis Moderna de la Evolución o Neodarwinismo. En ellos han participado especialistas en genética, fisiología, bioquímica, paleontología, etc., como son Dobzansky, Mayr, Morgan y Simpson, entre otros.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Observa las siguientes figuras y lee con atención la explicación de cada uno.



16.1

Los rumiantes, guiados por su sentimiento interior, desarrollaron cuernos que les permiten luchar con otros machos de su especie.

16.2

Las especies en que sólo un macho se aparea con todas las hembras de su grupo son un buen ejemplo de la forma en que opera la selección natural. En efecto, sólo el macho más apto (más fuerte, más rápido o más combativo), logrará imponerse a los demás y ganará, por una temporada, el privilegio de servir a las hembras de su rebaño o manada, propagando así sus genes.

¿Qué naturalistas sostenían cada una de las afirmaciones anteriores?

16.1 _____

16.2 _____

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

En la teoría de la evolución de los seres vivos la más antigua se atribuye a *un ser divino*, esta teoría se conoce como *creacionista* como consecuencia de ésta, aparece la teoría *fijista* entre cuyos adeptos se encontraba Linneo. En ella se considera que los seres vivos no cambian, *son inmutables*. Esta teoría se sostuvo hasta el siglo XIX, cuando la idea de la transformación de las especies fue generada en la mente de algunos naturalistas, dando lugar a la corriente *evolucionista*. El primero en aportar algunos elementos sobre el cambio de las especies a través del tiempo fue *Lamarck*, quien consideraba que la evolución es un proceso gradual y continuo que implica largos periodos de tiempo. La forma como explicó los cambios fue a partir del uso y desuso de los órganos y la herencia de los caracteres adquiridos. La primera “ley” lamarckiana considera que cada uno de los órganos de un ser se desarrollan a partir del uso que éste hace de aquellos por un deseo interno y ante las necesidades que le impone el ambiente. En tanto que la segunda explica que todos los cambios que sufren los organismos en vida y que afectan su apariencia (fenotipo) se heredan de una generación a las siguientes. Sin embargo con el tiempo y nuevas investigaciones, particularmente las de Darwin y Wallace se observó que las ideas de Lamarck con relación a la herencia de los caracteres adquiridos no son sostenibles, ya que los seres sólo pueden transmitir a su descendencia aquellas características que se encuentran “registradas” en su lote de genes, es decir, en su genotipo.

Posteriormente, ya en el siglo XIX, Darwin y Wallace proponen la teoría de *la evolución por Selección Natural* la cual tiene como base tres observaciones y dos conclusiones que se derivan de ellas.

- Las poblaciones tienden a crear exponencialmente cuando no tienen presiones ambientales.
- En circunstancias normales de interacción de las poblaciones con su medio y con otros seres su número se mantiene más o menos constante por largos periodos de tiempo.
- Al interior de una población existe una gran variabilidad.
- El ambiente actúa seleccionando aquellas variantes que favorecen la supervivencia de las especies.

Considerando la teoría propuesta por Darwin y Wallace el papel de la selección natural es realizada por medio ambiente el cual elimina a los organismos con variaciones desfavorables con relación al ambiente que ocupan, poco a poco y conforme se van acumulando variaciones se originan nuevas especies.

Una de las limitaciones de la teoría de la evolución de Darwin y Wallace fue que no explica ni los mecanismos de transmisión de las variaciones ni las causas de ellas, aún cuando de manera paralela Mendel descubrió algunas explicaciones sobre los mecanismos de la herencia, pero que Darwin no llegó a conocer en vida.

3. PRUEBAS DE LA EVOLUCIÓN

Es un asunto conocido que la idea evolucionista ha sido aceptada a través de la acumulación de las muchas evidencias que conforman tal proceso, algunas de ellas las proporciona la Paleontología.

- ¿Qué es y a qué se dedica la Paleontología?

La paleontología es una rama de la Biología que ha proporcionado ayuda a la Teoría Evolutiva. Su significado etimológico nos habla del “estudio de los seres antiguos”, pero en un sentido más práctico puede decirse que se hace cargo de estudiar a los seres orgánicos que vivieron en épocas pasadas sobre la Tierra, y los que actualmente reciben el nombre de fósiles. Esta ciencia trata de abarcar todos los aspectos posibles de esos organismos desde sus estructuras hasta las relaciones que tuvieron entre sí y con su ambiente, por lo que ahora a esta ciencia se le denomina PALEOBIOLOGÍA.

Han sido considerados como fósiles, individuos completos, parte de ellos, sus huellas o restos orgánicos, que de alguna forma lograron preservarse y llegar hasta la época actual en la que han podido ser estudiados.

- ¿Cómo se formaron los fósiles?

Se ha observado, que algunas veces cuando un organismo o parte de él, quedo sepultado y se mantuvo, antes de su descomposición llegó a sufrir un proceso de fosilización.

La mayor parte de los fósiles se han preservado en rocas sedimentarias aunque también hay otros ambientes de depósito como se verá más adelante, y de esa forma se han conservado por periodos muy largos de tiempo.

Generalmente, cuando un organismo muere, su cuerpo se destruye rápidamente a causa de agentes mecánicos y la acción de bacterias y hongos, hasta su completa degradación y reintegración molecular al sustrato. Pero en algunos casos ocurrió, que el organismo o una parte de él quedó protegido por un material y se aisló del ambiente y la acción de los microorganismos, por lo que el proceso de desintegración no ocurrió y entonces pudo conservarse. Es importante aclarar, que usualmente se consideran fósiles a aquellos que tienen una edad mínima aproximada de 10000 años.

Se conoce diversos tipos de fosilización: la petrificación, los moldes, los vaciados, las impresiones, las inclusiones y las huellas de materiales orgánicos. Cuando las partes duras de un organismo, como sus conchas o esqueletos cayeron en un ambiente en el que hubo intercambio de sustancias químicas, entre la estructura orgánica y el medio, se dice que ocurrió una petrificación.

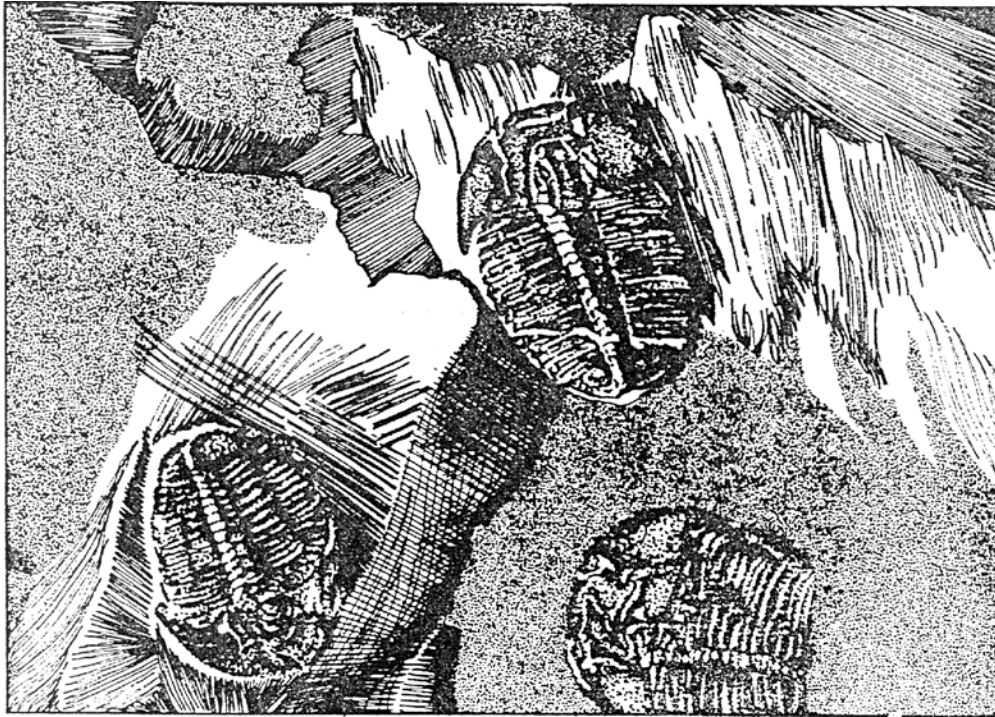


Figura 15. Fósiles petrificados de una especie ya extinguida *Trilobites*.

En cambio si el proceso sucedió porque alguna estructura o el individuo se “empotro” en un medio que lo fue disolviendo pero se marcó el hueco, se formaron *moldes naturales*; en caso de que tal hueco se hubiera rellenado con un material duro como el curzo, entonces se habría formado un vaciado natural; si el objeto de este proceso era muy delgado y por lo tanto el molde resultante no es muy profundo, recibe el nombre de *impronta*, es el caso de algunas hojas.

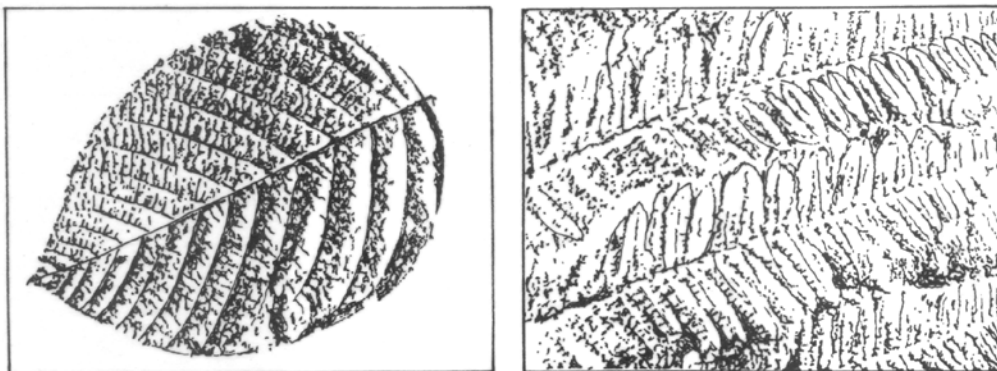


Figura 16 Improntas de hojas de plantas procedentes del Jurásico (izq.) y del Mioceno (der.).

Otro tipo de fosilización ocurrió cuando pequeños insectos y esporas fueron cubiertos casualmente por alguna resina vegetal, la que al pasar el tiempo, se transformó en ámbar y los cuerpos ahí atrapados, se conservaron tal como eran. Estas son las *Inclusiones*.

Algunos excrementos de animales también se fosilizaron, constituyendo a los *coprolitos*. También se conoce el caso de organismos que se han incluido en el hielo y conservado hasta nuestros días, tal es el caso de algunos mamuts, en los que aún se han encontrado restos vegetales de los que se alimentaba el animal en el momento de su congelación.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Lee con atención el siguiente párrafo y contesta las preguntas:

Recientemente se habla del “hombre de Tirol”, el cual fue encontrado congelado en los alpes en la frontera italo-austriaca, el que conservaba incluso sus ropas de piel, algunas puntas de flechas de pedernal en su carcaj y escasas provisiones, Se le ha calculado una edad aproximada de 5200 años.

- El hombre de Tirol, ¿puede considerarse un verdadero fósil?
- ¿Por qué?

A los fósiles se les considera como pruebas directas de la Evolución, y su estudio está relacionado con la Geología, de este nexo nacen algunas inferencias, tales como:

- Los estratos más profundos de la tierra son más antiguos, por lo que los fósiles depositados en ellos serán más primitivos, de la misma forma que los encontrados en capas más superficiales, son considerados más recientes.
- Los animales que se encuentran en los estratos, indican condiciones de temperatura, presión, humedad, etc., y por lo tanto puede saberse en qué parámetros ambientales se desenvolvían los organismos, cuyos fósiles aparecieron en dichos estratos.
- Existen algunos fósiles llamados *guías* o *indicadores*, a los que se les ha podido determinar su edad aproximada, gracias a la utilización de métodos radiactivos, que nos permiten establecer la datación de los estratos en que se encuentran y de otros fósiles ahí presentes.

Tal es el caso de un grupo de protozoarios, los *foraminíferos*, que son organismos cuyo cuerpo ameboideo se encuentra dentro de un pequeño caparazón a modo de caracol y viven en el mar. Su concha está constituida por carbonato de calcio (CaCO_3), extraído de las sales del agua. Este grupo es muy grande numéricamente hablando, de modo que al morir las conchas se han depositado y cubierto de 30 al 40 % del fondo del Océano,

constituyendo capas de sedimento calcáreos, llamados cienos de foraminíferos; ahora bien, han formado estratos característicos y han resultado de gran utilidad para predecir o localizar yacimientos de Petróleo.

- ¿Qué son los “relojes radiométricos”?

Ya se mencionó que para considerar a un fósil como tal, se requiere que tenga una antigüedad mínima de 10000 años. Pues bien, se conocen diferentes métodos de cuantificar la edad de los fósiles, sin embargo la base de dichos métodos descansa en los *elementos radiactivos* o *isótopo* presentes en las rocas de la corteza terrestre.

Se sabe que muchos isótopos naturales son radiactivos e inestables y por lo tanto emiten energía en proporción constante hasta llegar a una forma estable, además se sabe que esa degradación ocurre en un lapso de tiempo definido; estos tiempos varían según el isótopo de que se trate. Por ejemplo, una cierta cantidad de Ra (radio) se descompone en Pb (plomo), en un cierto intervalo de tiempo, de tal forma que si en una roca encontramos ambos elementos, es seguro que originalmente la roca haya contenido solo Ra, y calculando el tiempo necesario para que se haya formado la cantidad de Pb presente en ese momento, se podrá inferir la edad del estrato y de los fósiles ahí encontrados.

Actualmente se manejan cinco isótopos:

- Uranio-Plomo, Radio-Plomo, Potasio-Argón, Rubidio-Estroncio; que nos permite establecer períodos de tiempo de millones de años y el Carbono radiactivo, C_{14} que nos indica fechas menores de 50000 años.

Por otra parte, los fósiles también nos han indicado que en los organismos, existe una tendencia evolutiva hacia la complejidad, ya que en tanto más primitivos son más simples serán. Otra información que se ha obtenido; aunque discutible es el que, cuando no existe una adaptación profunda al ambiente, los organismos pueden llegar a extinguirse.

Es evidente la importancia del registro fósil, para demostrar la Teoría Evolucionista, sin embargo, dado que no todos los tipos de organismos son susceptibles de fosilizarse y es muy raro, que en un lugar particular, el registro se haya conservado completo, mucha de esta información se ha logrado por complementación de datos obtenidos en diferentes lugares y se considera que no tienen un panorama completo.

Otro tipo de evidencias con que cuenta la teoría evolucionista, son aquellas consideradas como indirectas, ya que las pruebas aportadas son más de interpretación de tendencias estructurales y funcionales; de ubicaciones espaciales y composiciones químicas entre otras, que de la observación de huellas definitivas, como en el caso de los fósiles.

La embriología y la Anatomía comparada, son disciplinas que aportan este tipo de evidencias.

La embriología, es una rama de la Biología que se hace cargo de estudiar a las células huevo desde que son fecundadas, convirtiéndose en embriones y de todo su desarrollo hasta su nacimiento. Una variante de este estudio se dedica a hacer equiparaciones entre desarrollos embrionarios de diferentes especies y en tal caso, se habla de Embriología Comparada, la cual es de gran utilidad en el análisis del proceso evolutivo.

- ¿De que manera contribuye la Embriología comparada con la Teoría Evolutiva?

Ernst Haeckel, en 1886 propuso la Teoría Biogenética, que establece que: “La Ontogenia recapitula a la Filogénia”, es decir, que durante el desarrollo embrionario de un individuo se repiten fases o estado evolutivos previos, hasta llegar a la que le corresponde, según su especie, precisamente antes de nacer.

Esta teoría no se sustenta tan solo en el desarrollo embrionario de vertebrados, sino que también es plausible en insectos, en cuyo caso se sabe que sus antepasados presentan un par de patas en cada segmento del cuerpo, (eran semejantes a los milpiés actuales); así pues, que en el desarrollo embrionario de estos organismos hay una etapa, en la que en el abdomen aparecen brotes de extremidades, como debieron haber en los ancestros dotados de muchas patas, pero una vez que la larva eclosiona del huevo, solo persisten las seis patas del tórax, características de este grupo.



Figura 17. Estadio en el desarrollo embrionario de un insecto. Aunque todos los segmentos aparecen brotes de extremidades, como seguramente ocurrió en los antepasados de los insectos, sólo aquellos que se forman en el tórax (gris) llegan a ser patas. Los que se forman en la cabeza originan las piezas bucales. Las del abdomen desaparecen.

En cuanto al embrión humano, cuando éste tiene un mes de progreso, posee una serie de fosas branquiales pareadas en la región del cuello, las cuales presentan en su interior bolsas bronquiales; pues bien, este modelo de desarrollo se manifiesta en todos los vertebrados, pero es solamente en los peces en donde dichas fosas y bolsas se unen y forman las ranuras branquiales, por donde penetrará el agua en su camino de la faringe hacia las branquias y hacia el exterior.

En vertebrados superiores esas fosas y bolsas desaparecen; en el hombre quedan como vestigio de ellas, las Trompas de Eustaquio y el canal auditivo que conectan la faringe con el ambiente exterior.

En vertebrados superiores esas fosas y bolsas desaparecen; en el hombre quedan como vestigios de ellas, las Trompas de Eustaquio y el canal auditivo que conectan la faringe con el ambiente exterior.

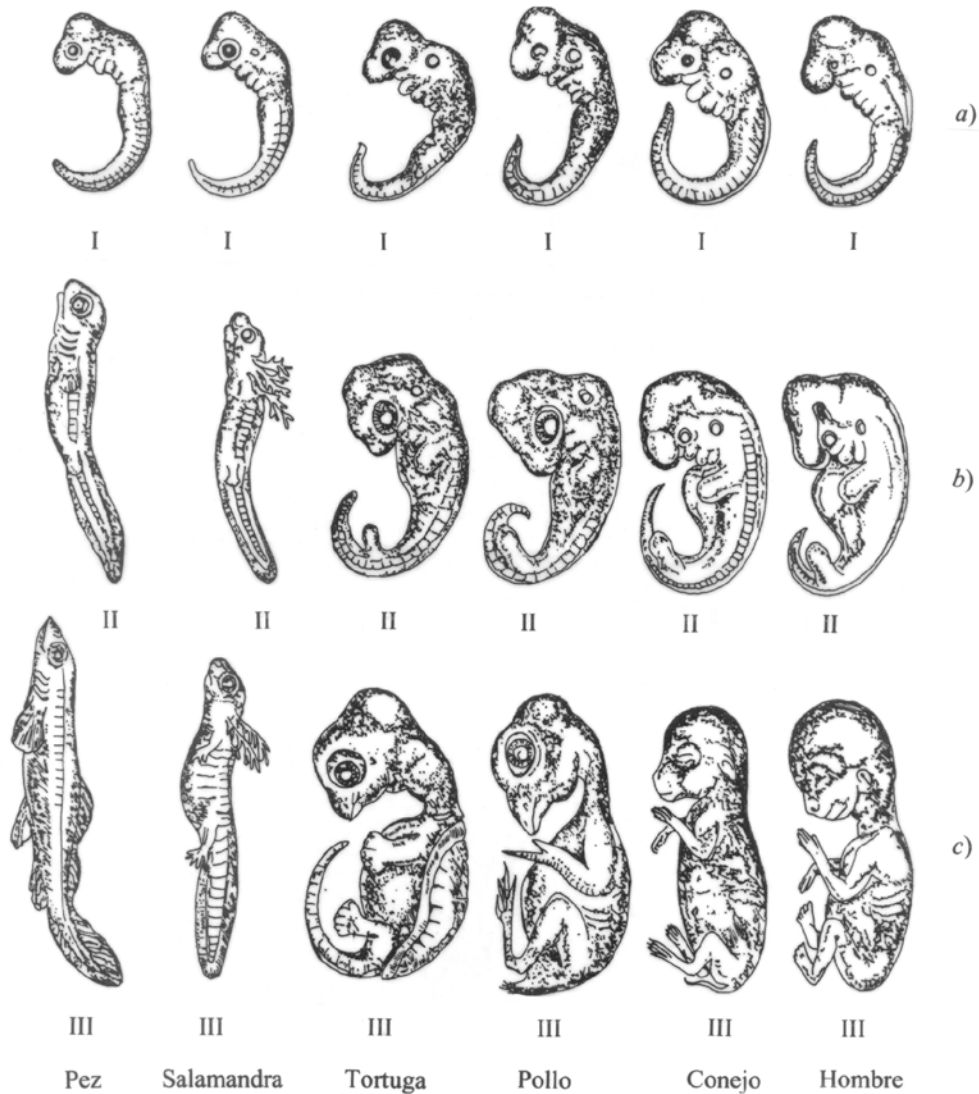


Figura 18. Comparación de embriones de vertebrados. (G.J. Romanes. Darwin an After Darwin, Open Court Publishing Co.)

Entre otros ejemplos que proporciona la Embriología, está la existencia de una cola y un corazón bicavitarios en el desarrollo del embrión humano, pero como en los ejemplos anteriores, son fases transitorias, ya que finalmente son caracteres que no se mantienen al terminar el desarrollo.

- ¿Qué puede concluirse con las pruebas embriológicas?
 - El desarrollo embrionario de los vertebrados, recorre sólo algunos de los estadios de desarrollo de nuestros antepasados.
 - Los estadios ancestrales que aparecen, se modifican según las formas de vida de las especies.
 - Mientras más lejano sea el parentesco entre dos vertebrados más breve será el periodo de fases similares e inversamente, si la relación es más estrecha, el paralelismo de estructuras similares durante el desarrollo, durará más tiempo, es decir semejante en un mayor número de fases.
- ¿Cuáles son las evidencias que proporciona la Anatomía Comparada?

La anatomía Comparada hace un análisis de las similitudes que pudieran encontrarse entre las estructuras de los organismos y según éstas, si dos especies han compartido un antepasado común, también debieran compartir un cierto número de órganos genéricos, siempre que tal compartimiento sea más o menos reciente, ya que debemos recordar que los organismos van cambiando, debido a que descienden de otros con modificaciones, y las diferencias se van acumulando en generaciones subsecuentes.

En este contexto se consideran como parámetros, el origen embrionario, la forma y la función de los órganos y surgen así tres evidencias: las homologías, las analogías y los órganos vestigiales.

¿Es acaso palpable a simple vista, que la ballena, el caballo, el murciélago y el hombre, pertenecen a la misma clase y tienen un origen común?

En cada caso, los ambientes y formas de vida son diferentes, y aparentemente también sus estructuras, más si analizamos a fondo sus órganos encontraremos que existen homologías entre ellos.

Las aletas de las ballenas, las patas posteriores de los caballos, las alas de los murciélagos y las manos del hombre, tienen un origen embrionario común, si bien su forma y función, difieren notablemente. Este tipo de órganos se llaman homólogos y demuestran que a partir de un antecesor común, se generaron modificaciones o adaptaciones al ambiente natural de cada especie.

A este proceso adaptativo suele llamársele evolución divergente y se considera una manera muy importante de multiplicación de cada especie.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

En la figura 19 se observan estructuras homólogas de las extremidades anteriores de varios animales y en el centro se ubica un esquema de un tipo ancestral primitivo.

Observa con atención cada estructura y contesta lo que se te solicita a continuación.

1. ¿Cuántas falanges tiene el tipo primitivo?

2. Identifica a los animales que mantienen dicho número de falanges u también a los que los tienen diferentes:

Igual número de falanges

Diferente número de falanges

3. ¿Cuáles de los animales que mantienen el mismo número de falanges se parecen más al tipo primitivo y cuál es el que presenta más cambios?

4. ¿Qué función tienen las extremidades en cada uno de los animales mencionados?

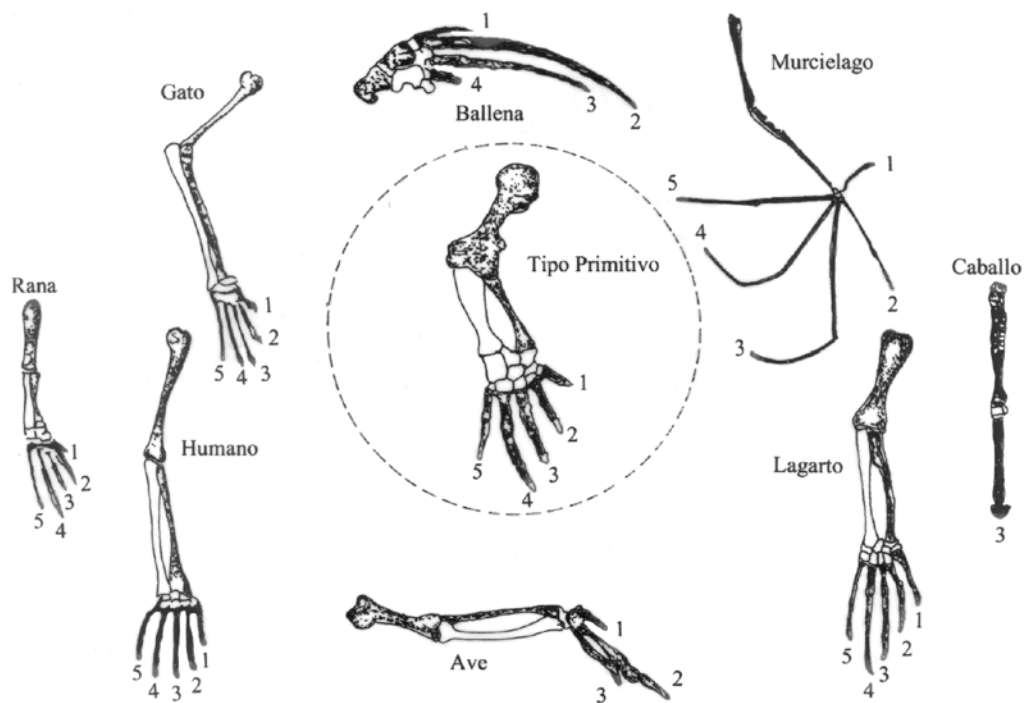


Figura 21. Estructuras homólogas. Tomado de Wallace.

Puede resultar fácil pensar que las mariposas, las gaviotas y los mosquitos, pertenecen a un mismo grupo, dado que su manera de desplazarse coincide, así como son parecidas las estructuras que utilizan para ello. Pero resulta que sus alas tienen diferente origen embrionario en cada caso, y no puede pensarse, por lo tanto en un ancestro común.

En este caso se trata de órganos análogos, y también puede hablarse de evolución convergente, ya que existe tendencia a una semejanza funcional que permitió la adaptación de poblaciones diferentes a un mismo ambiente y forma de vida.

Apéndices análogos. La aleta pectoral del tiburón y la aleta de la ballena tienen una función similar y una apariencia generalmente similar. Sin embargo, no son extremidades homólogas. En la ballena, las aletas acojinadas poseen huesos altamente modificados que corresponden a los huesos de la pata del tetrapodo terrestre que fue su ancestro, con huesos de cinco dedos, dos de los cuales están muy desarrollados. En las aletas pectorales de los tiburones

Los tiburones, los elementos de sostén son de cartilago y no tienen semejanza con los huesos de la ballena. Los tiburones desarrollan las estructuras de las aletas mucho antes de que aparecieran los primeros tetrápodos sobre la Tierra. A las estructuras con una función similar, pero con un origen diferente, se les denomina análogas.

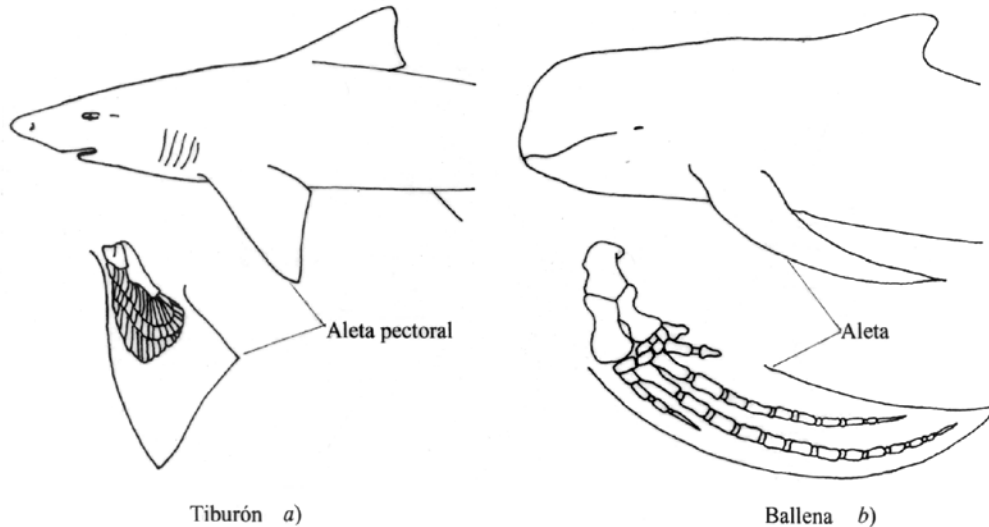


Figura 22. Tomado de Wallace.

Algunas veces junto con el concepto de convergencia, se menciona el de paralelismo o evolución paralela, en tal hecho están implicadas tanto las homologías como las analogías y las especies involucradas no tienen relación de parentesco, o bien, éste es muy lejano, pero posee adaptaciones parecidas dado que las especies comprendidas no convergen, sino que modifican correlativamente por presiones ambientales semejantes.

Es difícil, diferenciar entre convergencia y paralelismo pero simplificando en el primer caso, los descendientes tienen parecido sólo en cuanto algunas características que no tenían sus ancestros, y en el segundo, el parecido es general. Por ejemplo, hay marsupiales en Australia que parecen verdaderos lobos, gatos, ardillas, topes, etcétera, pero estos organismos tienen desarrollo embrionario completo, dentro del seno materno; mientras que en los marsupiales sólo una parte de ese desarrollo ocurre así y el resto transcurre en una bolsa externa o marsupio.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Con base en la información anterior identifica a qué evidencias corresponden los siguientes ejemplos:

- La familia de las cactáceas en los desiertos de América y la familia de las Euforbiáceas en los desiertos asiáticos y africanos desarrollan tallos carnosos con tejidos almacenadores de agua y espinas protectoras contra la pérdida de la misma, y a pesar de no tener ningún parentesco, se asemejan estructuralmente.
- Los osos pardos (*Ursus arctos*), desde hace 1.5 millones de años estuvieron ampliamente distribuidos en el hemisferio norte, desde los bosques caducifolios hasta la tundra, siendo su dieta básicamente vegetariana y ocasionalmente carnívora. Se dice que de esta especie tan difundida, se separó un grupo, el cual estuvo sometido a la presión selectiva de un ambiente adverso en las zonas más al norte, lo que produjo una nueva especie: el oso polar (*Ursus maritimus*), el que difiere del *Ursus arctos*, en el color de su pelaje, dentadura tipo netamente carnívora, cabeza y hombros aerodinámicos y cerdas rígidas en las plantas de los pies, que lo aíslan del frío y le dan tracción en el suelo helado.
- La familia de los cetáceos, incluye a ballenas, delfines y marsopas y sus rasgos externos son semejantes a los de los tiburones y a otros peces grandes, pero los cetáceos son animales de sangre caliente, pulmonados y en el interior de sus aletas hay huesos que indican una mano tetrápoda.

Concluyendo.

- Las homologías surgen como variaciones que permiten la adaptación a los diferentes ambientes. (Divergencias)
- Las analogías y las homologías, lo mismo que los paralelismos no conducen hacia la selección de estructuras “mejores” sino que son variaciones que se ven favorecidas, ya que permiten solucionar el problema adaptativo al ambiente, pues la adaptación es solo una cuestión de momento y de lugar y no de superioridad.



Figura 20. Evolución paralela de mamíferos placentarios y mamíferos marsupiales australianos. (Según Simpson y Beck 1965)

La última de las evidencias anatómicas y que merecen discusión aparte son los **órganos vestigiales o rudimentarios**.

Ellos pueden ser caracterizados dentro de las homologías, pero en las plantas y animales en que se presentan no parecen tener utilidad alguna, puede ser incluso que su tamaño sea reducido.

Son modelos de estos órganos los músculos que mueven las orejas en los mamíferos y permiten en algunos de ellos girar los pabellones auriculares para localizar sonidos; en el hombre, aunque están presentes dichos músculos y toleran cierto movimiento, no tienen una función adaptativa. El vello corporal, el apéndice y la muela del juicio son otros órganos que en el hombre ilustran esta prueba. Las ballenas y las serpientes presentan huesos vestigiales de patas traseras dentro de los músculos abdominales. Algunas aves tienen huesos alares vestigiales; animales ciegos o cavernícolas presentan ojos vestigiales.

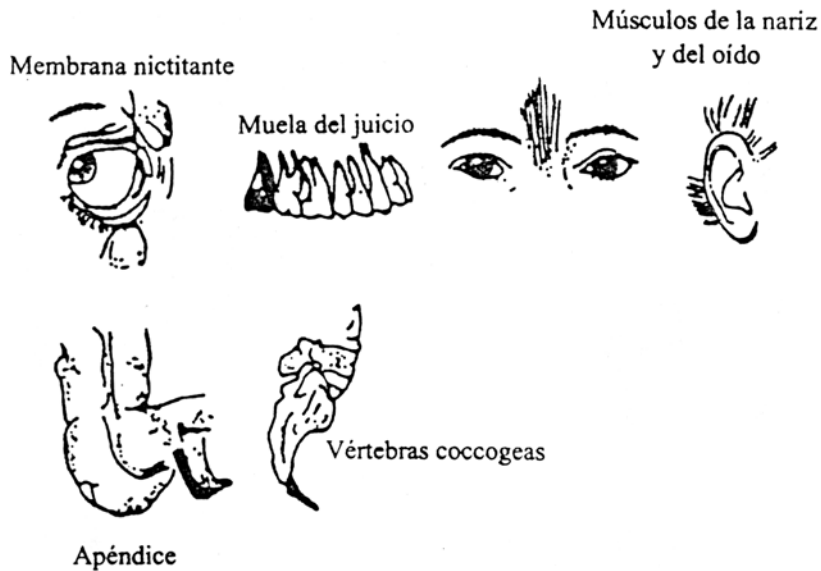


Figura 21. Algunos órganos vestigiales existentes en el hombre. Tomado de Miró.

A partir de la ley del uso y desuso de los órganos propuesta por Lamarck, argumenta la existencia de los órganos vestigiales.

Los órganos que nos ocupan pueden ser entendidos como trazos de los mismos, que en organismos ancestrales fueron funcionales y útiles, pero que al presentarse un cambio en el ambiente original o en la forma de vida esas estructuras ya no fueron necesarias para sobrevivir, paulatinamente degeneraron y sólo se conservan como reminiscencias.

Ahora bien en todos los organismos ocurren mutaciones regularmente y si alguna de ellas es propicia adaptativamente, la selección natural favorecerá a los individuos que las contengan. En caso contrario tales estructuras serán eliminadas, pero selectivamente.

Tal es el caso del apéndice en algunos mamíferos.

El conejo por sus hábitos herbívoros requieren digerir la celulosa de los vegetales; presentan un apéndice que produce sales biliares que le permite la degradación de tal molécula. En cambio en el hombre el apéndice no tiene ninguna función y se dice que es sólo un remanente de sus ancestros herbívoros.

Como resultado de este último análisis, surge la siguiente conclusión:

- Los órganos rudimentarios no deben ser considerados como “errores “ adaptativos, sino como pruebas de la relación evolutiva entre organismos ancestrales y sus descendientes.

Finalmente puede inferirse, que las pruebas proporcionadas por la Anatomía Comparada, respaldan en buena medida la propuesta de la Teoría Evolutiva.

La Bioquímica es otra ciencia que puede proporcionar evidencias del proceso evolutivo. Originalmente investiga acerca de la constitución química y los cambios que a este nivel ocurren en los seres vivos, sin embargo, recientemente al añadirse un enfoque diferente a la información que proporciona se han encontrado evidencias de apoyo a la teoría que nos ocupa.

A pesar de que las células de diferentes organismos, como los vegetales, animales, hongos o bacterias, varían en tamaño, forma y función, aún dentro del mismo individuo existen puntos comunes que han sido expuestos por esta ciencia.

- ¿Cuáles son las similitudes en composición y funcionamiento que existen en todas las células?

La estructura química de las células es semejante pues todas contienen agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, además las funciones metabólicas, la división celular, la herencia y la base de la Evolución que es la mutación, son reguladas en todos los casos por la molécula del ADN (ácido desoxirribonucleico), así mismo, en todos los cuerpos vivos la molécula fundamental de obtención de energía es el ATP (adenosin de trifosfato) y en todos ellos es universal la presencia de, función e importancia de las enzimas.

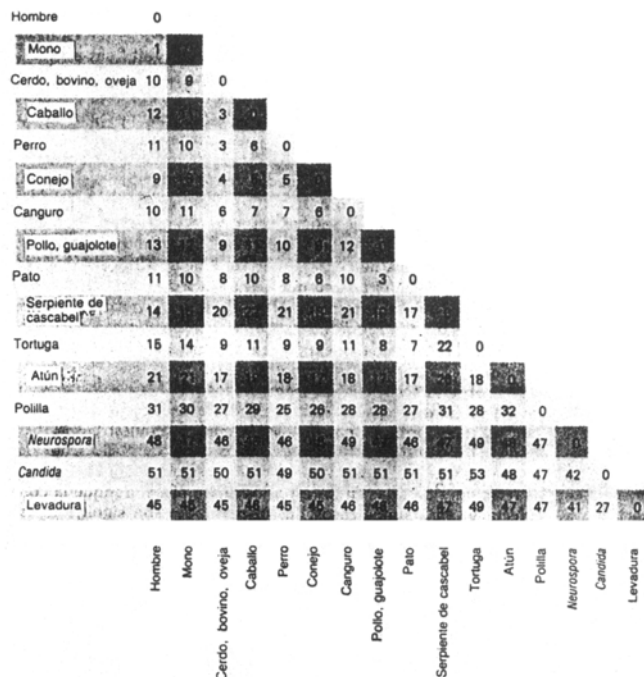
El citocromo c, cadena peptídica primordial en los procesos respiratorios y fotosintéticos, está presente en organismos tan diversos como el hombre, el pingüino, el gusano de seda, las levaduras, los hongos, etc., tal citocromo presenta en común un gran número de aminoácidos; y si bien difiere la secuenciación de los mismos, especialmente entre aquellos organismos que ya se suponían lejanamente emparentados, existe un intervalo que son comunes a todos los organismos conocidos.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

En la siguiente figura se presentan diferencias entre las secuencias de aminoácidos de citocromo C obtenidas de diferentes animales, plantas y microorganismos. Los números se refieren al número de aminoácidos diferentes, en el citocromo C de la especie comparada.

Figura 22.

Un diagrama en el que se presentan las diferencias en las secuencias de aminoácidos del citocromo C obtenido de diferentes especies de animales, plantas y microorganismos. Los números se refieren al número de aminoácidos diferentes en el citocromo C de la especie comparada. (De Dayoff, M.O. y Eck, R.V.: *Atlas of Protein Sequence and Structure*. Silver Spring, MD, National Biomedical Research Foundation, 1968.)
Tomado de Solomon.



Completa las siguientes frases con la(s) palabra(s):

De acuerdo con el cuadro, el organismo que está evolutivamente más cerca del hombre es el _____, con una diferencia de _____ y el más lejano es _____, con una diferencia de 51 aminoácidos en la cadena de citocromo C.

Se sabe que las proteínas son moléculas que evolucionan en función de los cambios en el ADN; el citocromo C es una proteína de evolución lenta, por esta razón y por su presencia en tantos y tan diversos organismos, es posible establecer grados de parentesco entre poblaciones, ya que cuando dos grupos tienen poco de haberse

separado, las cadenas citocrómicas son casi idénticas, por ejemplo: los hombres y los chimpancés se separaron hace 10 a 15 millones de años y la estructura primaria de esa molécula, en ambos es igual; en cambio, el hombre y el macaco tuvieron un antepasado común hace 40 a 50 millones de años y sus citocromos difieren en un aminoácido.

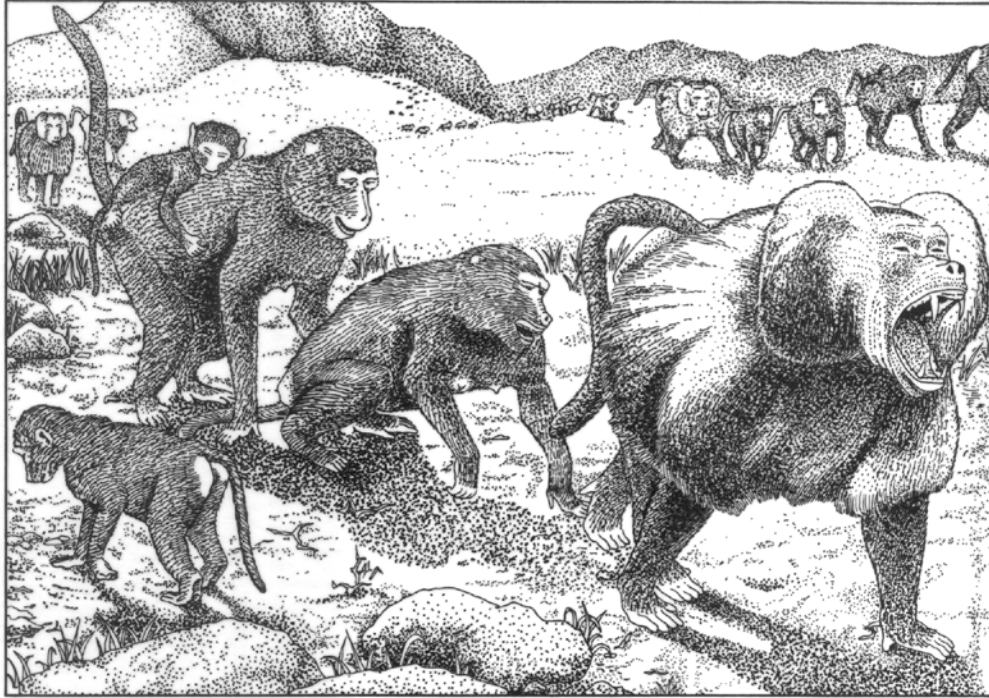


Figura 23. Grupos de macacos en los que se observan las diferencias estructurales con el hombre.

También ha logrado establecerse el hecho de que proteínas distintas evolucionaron a velocidades diferentes, lo que ha permitido inferir relaciones filogenéticas, por ejemplo: entre marsupiales y mamíferos placentarios; entre aves, peces e invertebrados; entre primates, etcétera.

Por otra parte las secuencias de aminoácidos en las cadenas de las hemoglobinas de diferentes especies, han revelado estrechas similitudes entre mamíferos.

En las pruebas que se denominan propiamente métodos serológicos y que se realizan con proteínas sanguíneas, se tiene como principio fundamental la formación de un sedimento cuantificable, producto de la reacción entre antígenos y anticuerpos de distintos organismos, en dichas pruebas se han determinado las llamadas “distancias inmunológicas” que al analizarse sugieren dos grados de parentesco. Si se mezclan anticuerpos antihumanos con sueros de hombre, de un mandril, de un mono araña y de un cerdo en tubos diferentes, se formará una cantidad de precipitado en cada tubo, que disminuirá del hombre al cerdo y por lo tanto indicará el grado de unión filogenética entre dichos animales.

CADENA BETA HUMANA	0
GORILA	1
GIBON	2
MONO RHESUS	8
PERRO	15
CABALLO, VACA	26
RAJON	27
CANGURO GRIS	38
POLLO	45
RANA	67
LAMPREA	125
BABOSA (UN MOLUSCO)	127
SOYA (LEGHEMOGLOBINA)	124

Figura 24. Los números de la columna derecha indican la distancia inmunológica de algunas especies respecto al hombre.

En otro ejemplo de estas mismas pruebas, se ha mostrado que los conejos están poco relacionados con roedores, (a pesar del parecido estructural) y lo están más estrechamente con los cerdos.

Un argumento más, aportado por la Bioquímica es el hecho que la mayoría de los vertebrados producen hormonas similares.

Por lo anterior puede concluirse:

- Las homologías bioquímicas encontradas sólo pueden ser explicadas si se considera la existencia de un antepasado común, ya que no sería posible entender tantas similitudes de otra forma.
- La Bioquímica comparada en muchos casos, ha confirmado relaciones de origen y parentesco que ya habían sido propuestas por otras vías, como la Anatomía y Embriología comparadas. De la misma forma que ha ofrecido nuevas propuestas.
- Estas pruebas también han podido ser aplicadas y han arrojado secuelas positivas en vegetales.
- En algunos casos pueden resultar datos aparentemente incongruentes, pero éstos solo indican que se requiere de estudios pertinentes más profundos.
- Los fallos deducidos a partir de la Bioquímica Comparada, no son aislados sino que deben ser vinculados y suplementados con los conocimientos anatómicos, embriológicos, biogeográficos y paleontológicos necesarios para adquirir un panorama evolutivo completo.

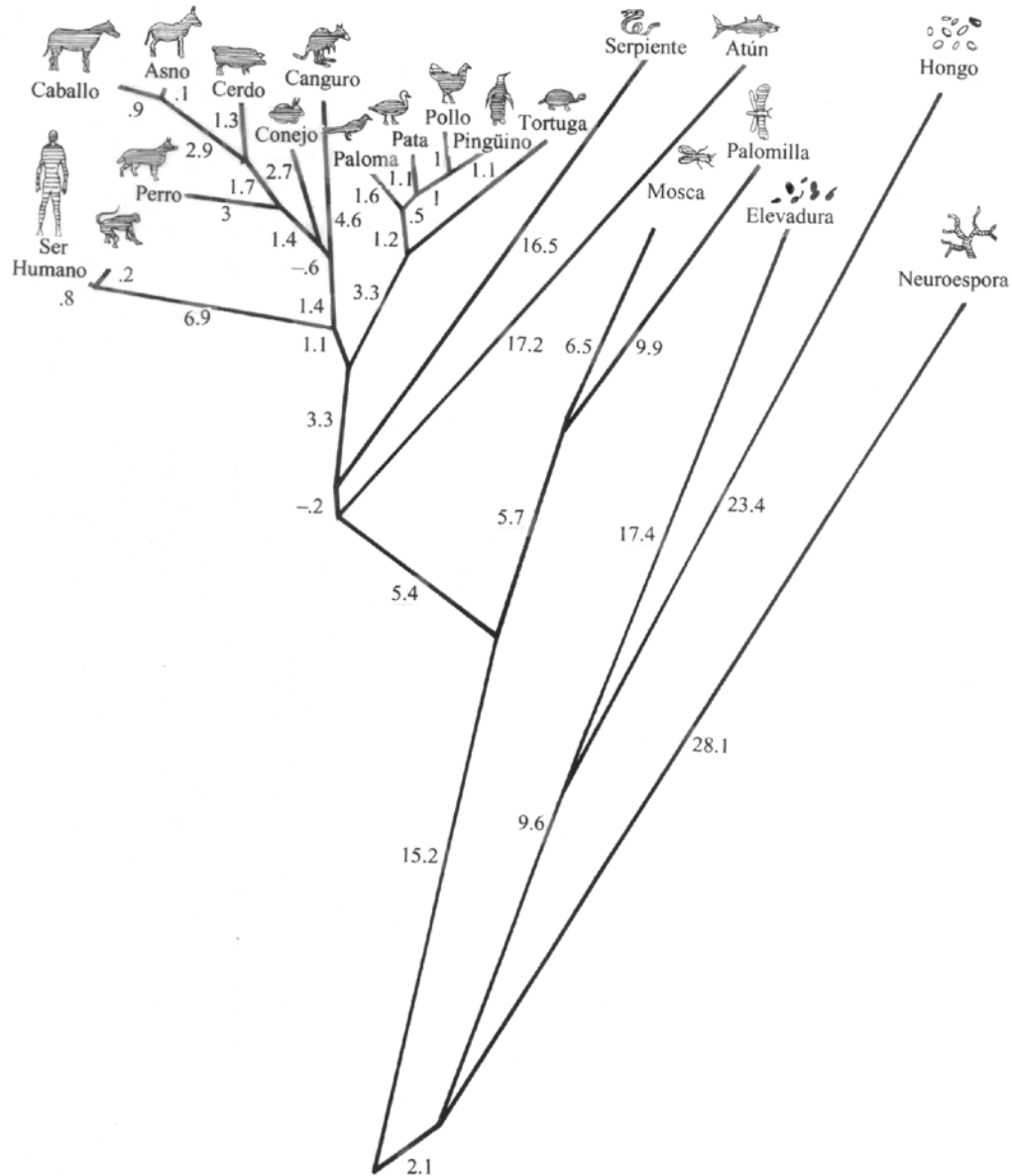


Figura 25. Filogénia construida por computadora en las diferencias de la secuencia de aminoácidos del citocromo C en cada especie. (Tomado de Evolución Científica Americana).

Cuando se da un vistazo a un Atlas geográfico, notarán que existen áreas que difieren grandemente en cuanto a condiciones climáticas y topográficas, pero además con un poco más de cuidado, podemos observar que existen regiones similares a pesar de estar alejadas, y hasta en diferentes continentes; así que encontramos desiertos lo mismo en

Australia, que en América o en África; o bien existen praderas en América, en Europa o en Oriente.

- ¿Se ha desarrollado alguna disciplina científica que se haga cargo de investigar el efecto de climas semejantes y diferentes sobre la diversidad biológica?

La biogeografía es la ciencia que tiene como cometido el análisis de la distribución de los cuerpos vivos sobre el planeta, tomando en consideración la influencia ambiental, la deriva continental y la dispersión de las especies, entre otros aspectos.

Esta rama de la Biología, ha introducido la idea de que la Vida tiene un proceso histórico y como tal sufrido cambios, de tal forma que los organismos se presentan en la actualidad como son y donde están debido a acontecimientos pasados.

- ¿Cuál es la idea central de la Teoría de la Deriva Continental?

La teoría de la Deriva Continental establece que los Continentes formaban una sola masa terrestre llamada pangea, hace unos 200 millones de años, pero la tectónica de placas, movimiento de las estructuras del suelo, generaron que se fracturara, desde hace unos 165 millones de años, formándose primero dos grandes submasas y más tarde, por fisuras subsecuentes, se construyeron los continentes, mares y océanos actuales, aunque tales formaciones no fueron simultáneas. Colateralmente esta teoría también sugiere que continúa el movimiento de tales masas continentales.

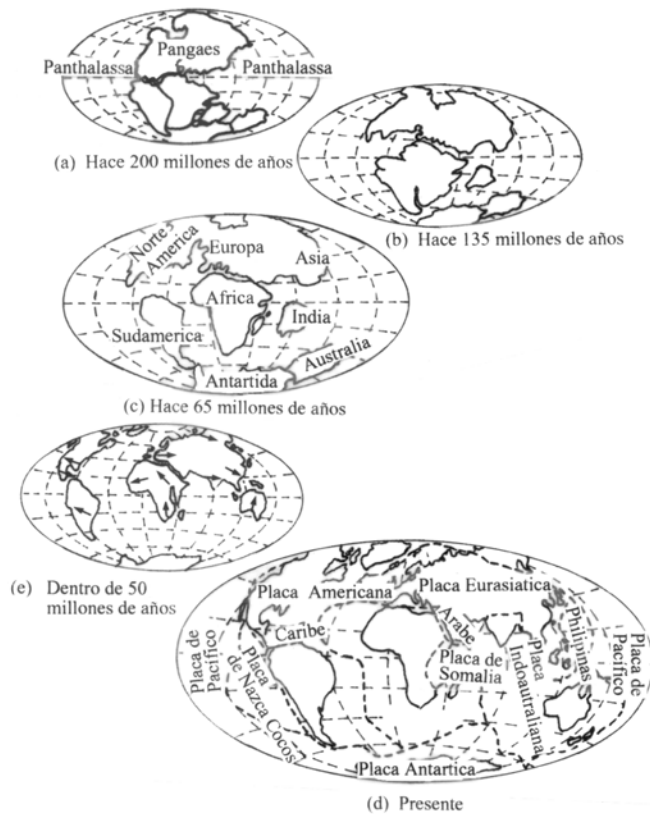


Figura 26.
Deriva continental como se supone en la actualidad. a) El supercontinente Pangea del periodo Triásico, hace unos 200 millones de años. b) Rompimiento del Pangea para formar Laurasia (hemisferio norte) y Gondwana (hemisferio sur), hace 135 millones de años, durante el periodo Cretácico. c) Continúa la separación de las masas terrestres, durante el periodo Terciario, hace 65 millones de años. Nótese que Europa y Norteamérica siguen unidas, mientras que la India es una masa terrestre separada del continente. d) Los continentes en la actualidad. e) Posiciones probables de los continentes dentro de 50 millones de años.

Este fenómeno de la deriva junto con cambios geográficos de menor magnitud, han tenido gran influencia en los procesos evolutivos y ofrece una evidencia más acerca de un posible ancestro común para los diversos organismos actuales, pero cuyas particularidades se pueden explicar, atendiendo al aislamiento ocurrido por las separaciones continentales.

Considerando que el flujo de las corrientes marinas, corresponden en ambos hemisferios como imágenes espectaculares, reanudando sus efectos en el norte y en el sur, y que además dichas corrientes influyen directamente en la climatología de los continentes, se generan entonces zonas ecológicas "repetidas", en diferentes lugares del planeta, sin importar que tan alejados están.

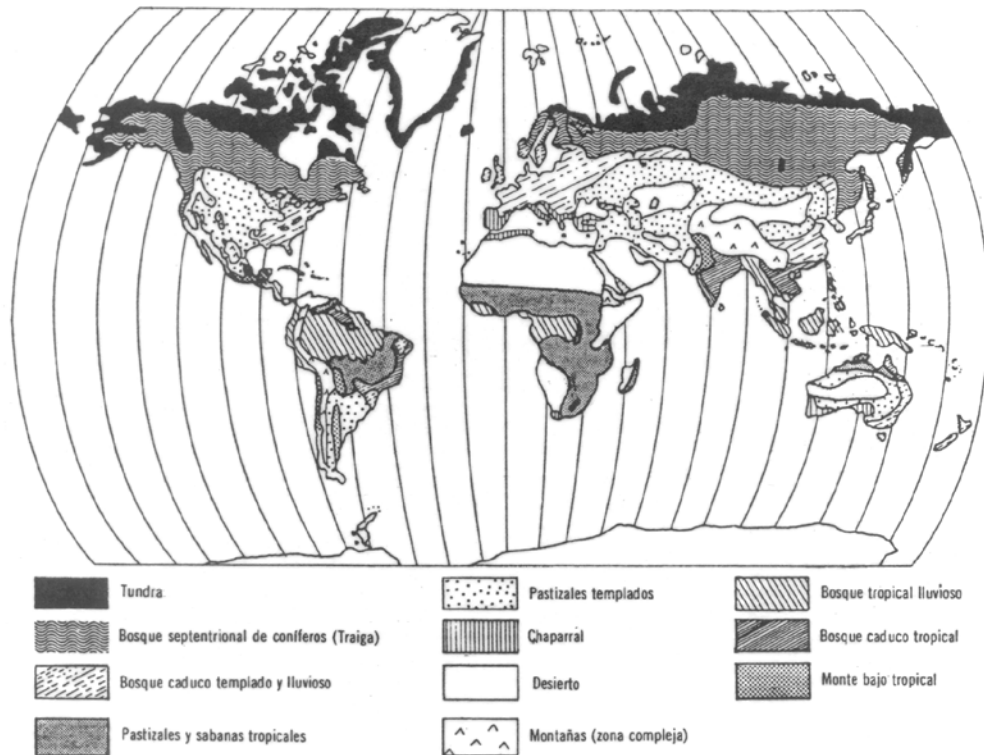


Figura 27. Principales biomas del mundo (Odum, 1971)

- ¿La flora y la fauna de regiones climáticas semejantes, es la misma en todas ellas?

De acuerdo con lo anterior tenemos un ancestro común que se dispersó y posteriormente se aisló con motivo de la deriva continental, la cual a su vez generó la formación de porciones importantes de tierra, en las que pueden localizar diversas áreas climáticas muy similares; por otra parte, los descendientes de las poblaciones originales, fueron variando generacionalmente y adaptándose a esos diferentes ambientes, de tal manera que en el planeta se originaron procesos de evolución paralela, divergencias y convergencias, como ya se discutió, y como resultado tenemos que:

- No todos los tipos de organismos se encuentran en todas partes.
- Organismos diferentes encontraron alternativas semejantes en habitats similares
- La distribución de las especies no ha permanecido estática, ya que frecuentemente hay migraciones, lo que genera, junto con posibles extinciones locales, que esa distribución se contraiga y se expanda a través del tiempo.

- ¿Cuáles son las regiones geográficas que tienen climas semejantes y dónde se localizan?

Según la Biogeografía existen siete grandes regiones en las que se presenta homogeneidad adaptativa florística, faunística y obviamente climatológica:

- | | |
|------------------------|--|
| a) Región Paleártica: | Europa y zonas nórdicas de Asia. |
| b) Región Neártica: | Norteamérica. |
| c) Región Neotropical: | Sudamérica. |
| d) Región Etiópica: | África. |
| e) Región Oriental: | Asia tropical. |
| f) Región Austral: | Australia, Nueva Zelanda y Nueva Guinea. |
| g) Región Oceánica: | Islas oceánicas. |

Puede decirse que la Biogeografía es la ciencia que conjunta muchas evidencias ya discutidas e igualmente aporta pruebas propias y muy actuales, lo que le da un gran peso en el proceso de comprobación de la Evolución.

En la figura 30 puedes observar seis regiones biogeográficas y algunos animales

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

característicos, con base en él completa el siguiente cuadro con la información que se te pide:

REGIÓN BIOGEOGRÁFICA	ANIMALES CARACTERÍSTICOS		
	FELINOS	CANIDOS	RUMIANTES
Neártica			
Neotropical			
Etiope			
Australiana			
Oriental			
Paleártica			

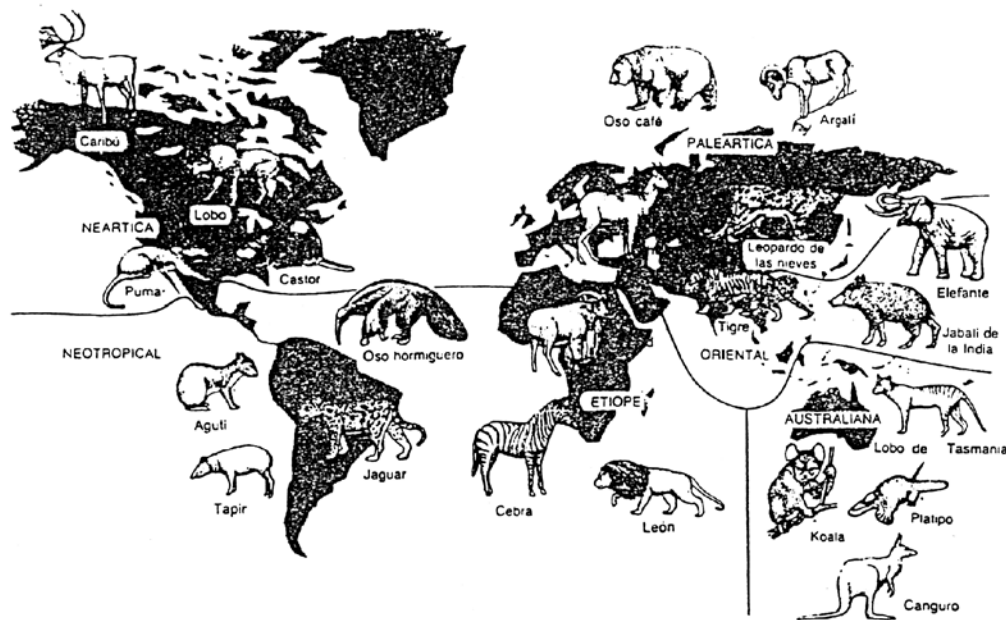


Figura 28. Regiones Biogeográficas del mundo y algunos animales representativos.

Es importante retomar la idea de que la Evolución, es un proceso real pero que ocurre con tal lentitud, que no es posible que se pueda observar directamente, sin embargo, el hombre en algunos casos ha sido presionado por el ambiente y otras veces ha sido él mismo quien ha apremiado a algunos organismos, generándose con tal hecho, resultados rápidos llamados cambios contemporáneos, lo que ha facilitado dos cosas: advertir casi instantáneamente el evento evolutivo y comprobarlo concretamente.

- ¿Cuáles son los cambios contemporáneos que se conocen?

Biston betularia, es una mariposa que habita en Inglaterra, en donde comúnmente se le llama, polilla moteada. Según los datos obtenidos de las tradicionales colecciones inglesas, esta forma moteada se registra en abundancia desde hace siglos, y en el XIII se reportó una forma completamente negra, pieza muy extraña y por lo mismo valiosa. A mediados del siglo XIX, ya en plena revolución industrial, comenzó a aparecer reiteradamente dicha forma negra, especialmente cerca de las ciudades más industrializadas, como Manchester, en donde la frecuencia de tales ejemplares llegó al 98%, mientras que la forma moteada continuaba predominando en las áreas básicamente rurales.

La polilla moteada disimulaba muy bien en los árboles, sobre las cortezas jaspeadas por la presencia de líquenes, pero a medida de que Inglaterra se industrializó y sus bosques se contaminaron con el hollín producto de las fabricas, los líquenes fueron cubiertos y destruidos, haciendo que las formas moteadas fueran muy visibles y vulnerables a sus depredadores, en cambio las pocas formas negras tuvieron una mayor probabilidad de pasar desapercibidas y sobrevivir.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

En los siguientes cuadros aparecen polillas moteadas y negras. Localiza la polilla moteada en el árbol de la corteza con líquenes y señala a la forma negra en el árbol que tiene la corteza cubierta de hollín.

Si tú fueras un predador de polilla y vivieras en un bosque contaminado de hollín, ¿Cuál de los dos tipos de polilla consumirías en mayor cantidad? _____
¿por qué? _____.

¿Qué tipo de polilla dejaría menos descendencia? _____
¿por qué? _____.

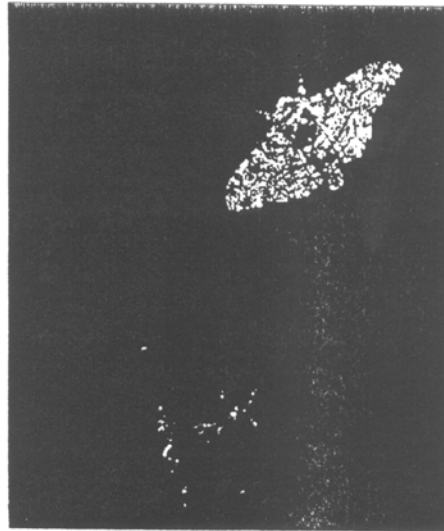


Figura 29. Polillas moteadas y negras.

El color negro en *Biston betularia*, se debe a una mutación, que siempre había estado presente, pero en pequeña cantidad, así que tal variación permitió una semejanza protectora que favoreció en esas circunstancias a dichos individuos, aumentando su número en la población.

- ¿Hay algún sustento experimental para la prueba de la Evolución según la semejanza protectora?

H.B.D. Kettlewell, un naturalista inglés, realizó un experimento en el que liberó a un número conocido de polillas marcadas en ambas coloraciones, en bosques sin contaminación y otro lote igual en un bosque contaminado de hollín.

Después de un tiempo recolectó y encontró que en el lote liberado en bosques sin contaminación, se recuperaron casi dos veces más polillas claras que oscuras, mientras que en lote liberado en un bosque quebrantado, sobrevivió un gran porcentaje de formas negras y se vió mermado el grupo moteado.

El experimento de marca y recaptura de Kettlewell con polillas

Dorset, Inglaterra Bosques sin contaminación	Forma jaspeada	Forma Negra
Marcadas y liberadas	496	473
Recapturadas después de la depredación	62	30
Porcentaje recapturado	12.5%	6.3%
Supervivencia relativa	1.00	0.507
Birmingham, Inglaterra Bosques ennegrecido por el hollín	Forma jaspeada	Forma Negra
Marcadas y liberadas	137	447
Recapturadas	18	123
Porcentaje recapturado	13.1%	27.5%
Supervivencia relativa	0.477	1.00

Figura 30.

Se sabe que desde mediados de este siglo, Inglaterra ha mantenido un riguroso control de su ambiente, por eso la acumulación del tizne industrial ha ido disminuyendo, y los bosques cercanos a esas áreas han recuperado sus cubiertas de líquenes, también se sabe que la polilla moteada ha incrementado su frecuencia, en relación con las formas negras.

Una vez más, es notable el hecho de que no son seleccionadas variaciones “mejores” o más “aptas”, ya que la polilla negra, no resultó superior a la polilla moteada o viceversa, sino que según las circunstancias, una fue favorecida y la otra no.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Otro tipo de cambios contemporáneos que se presentan en las especies, lo conocemos como Selección Artificial.

Con base en lo que sabes al respecto contesta brevemente las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es la Selección Artificial?

2. ¿Quiénes han practicado la Selección Artificial?

3. ¿Qué finalidades tiene la selección artificial?

4. ¿Qué diferencias encuentras entre la selección artificial y la natural?

5. ¿Qué consecuencias tiene la selección artificial, en las especies?

6. Cuando en Inglaterra se contaminaron los bosques y las polillas negras aumentaron y las moteadas disminuyeron, ¿Se podría hablar de selección natural o artificial? ¿por qué?

El proceso de selección artificial ha sido practicado por el hombre, utilizando perros, gatos, ganado, aves, moscas y vegetales, desde tiempos ancestrales. Fue Carlos Darwin quien nombró a este proceso como selección artificial y estriba en la elección de individuos que contienen ciertos caracteres seleccionados para permanecer en la siguiente generación. Darwin observó y dominó la cría de palomas, en las que al ir seleccionando las características anheladas, se llegaron a producir, después de generaciones, razas raras y muy particulares, a partir de una misma especie silvestre.

Puede decirse que la selección natural opera en beneficio de la población, no tiene una finalidad y depende de las diferencias entre los individuos en cuanto a su capacidad para generar descendencia, además de que ocurre tanto en individuos de laboratorio, domesticados y silvestres, como en condiciones naturales y artificiales.

La selección artificial en cambio, obra sólo en provecho del hombre, pues es un proceso con un objetivo concreto, observable y acelerado, no influye el ambiente en él, únicamente puede actuar por medio de la mano del hombre y sólo simula una parte del complejo proceso evolutivo.

Este hecho demuestra el alto grado de variabilidad potencial que pueden poseer y manifestar las poblaciones bajo presión y también destaca, el que en la selección natural se favorece todo un fenotipo y no cierto rasgo particular.

Sin embargo, la selección artificial tiene inconvenientes, pues en la práctica se ha demostrado que una consecuencia habitual en la descendencia, es la pérdida de la fertilidad; igualmente al utilizar las cruas consanguíneas, las homocigosis se vuelven más frecuentes, reduciendo la variabilidad y por lo mismo, la capacidad de respuesta ante posibles cambios ambientales, o bien se incrementa la aparición de enfermedades congénitas.

Punto aparte en la discusión de evidencias indirectas de la Evolución, es el caso de Taxonomía; en principio, ésta es una rama de la Biología que trata de la clasificación de los seres vivos y fue creada por Carlos Linneo a principios del siglo XVIII, de entonces a la fecha se ha transformado, pero se usa universalmente.

La proposición original de tal ciencia, sugiere que similitudes estructurales en algunos organismos pueden significar que pertenecen a un mismo grupo de clasificación e igualmente, entre más se parecen dos organismos, más probable es que estén emparentados.

- ¿Se contraponen esta premisa con lo propuesto por las evidencias directas de la Evolución?

Como ya se dijo, esta disciplina ha cambiado, integrando conocimientos aportados por otras ciencias como aquellas argumentadas en párrafos anteriores, de modo tal, que la Taxonomía ha adquirido una orientación francamente evolutiva, y en este caso, algunos autores la llaman "Sistemática".

Escapa al objetivo de este fascículo, el análisis histórico de tal ciencia, pero en una breve semblanza puede decirse que en la actualidad, se opera con diversos enfoques, cada uno de ellos con diferentes métodos y teorías de clasificación.

- ¿Cuáles son las discrepancias en tales enfoques?

Son tres los métodos Taxonómicos actuales: el numérico, el cladista y el evolutivo.

En la taxonomía numérica o fenética, se toma en cuenta la mayor cantidad posible de caracteres observables y a todos se les asigna el mismo peso evolutivo, se le numera y se le señala como presentes (+) o ausentes (-) en los organismos. Toda esta información se introduce a una computadora y el resultado agrupa a los individuos según las características que tienen en común.

Porción de un cuadro de datos codificado para el análisis fenético de cuatro taxones*

<i>Caracteres unitarios</i>	<i>Taxón A</i>	<i>Taxón B</i>	<i>Taxón C</i>	<i>Taxón D</i>
1	+	+	-	0
2	+	+	+	+
3	+	+	+	-
4	-	+	0	0
5	+	+	+	+
6	+	+	-	+
7	+	+	-	0
8	0	-	+	+
9	+	+	+	+
10	+	+	+	-
11	+	0	-	0
12	+	+	+	-

*A las categorías taxonómicas se les generaliza como taxones.

Figura 31.

En el sistema fenético no se toman en cuenta las homologías ni las analogías y por ejemplo la existencia de cinco dedos en los lagartos significaría que éstos están más emparentados con los seres humanos que con las serpientes; en otro ejemplo, los delfines estarían mucho más relacionados con los peces, que con los mamíferos.

Los que sustentan este método Taxonómico aducen que tales incongruencias se resuelven, si se tienen en cuenta suficientes caracteres.

La taxonomía cladista, es la más innovadora de esta metodología y se basa en el desconocimiento de la similitud estructural general, pero reconoce la filogenia o la historia evolutiva de los grupos, en este sistema se contempla con atención el momento en que los mismos se separaron y la presencia de caracteres derivados con un ancestro común, por lo que construye taxones monofiléticos que incluyen a la especie ancestral del grupo y a todos los miembros del mismo.

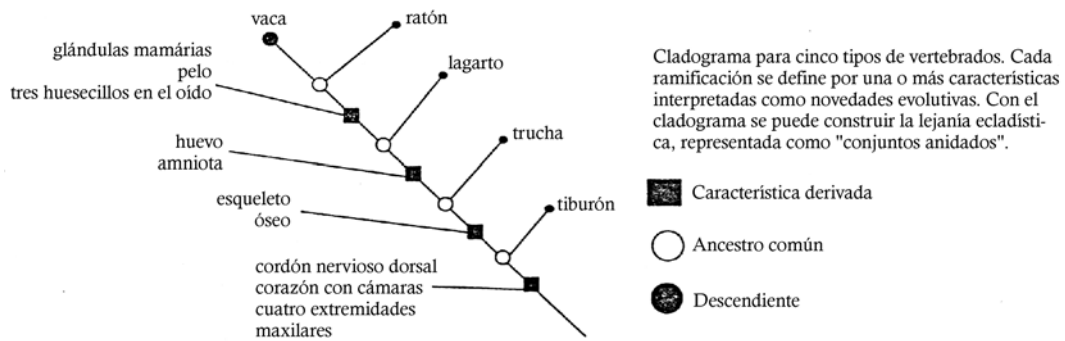


Figura 32.

En este sistema, los cocodrilos resultan más emparentados con las aves, que con los lagartos, serpientes y tortugas y los cladistas argumentan que éstos últimos, tienen otro ancestro, pero que en la clasificación tradicional, se les agrupó con los cocodrilos más por similitud adaptativa y ecológica, que por afinidad filogenética verdadera.

Por último, los taxónomos tradicionales manejan el método filogenético, el que considera los cambios evolutivos y las relaciones de parentesco basada en caracteres compartidos, pero sólo si éstos derivaron del mismo ancestro común. Su principal sustento son las analogías y homologías, además de que juzgan que el peso de los caracteres debe ser diferente, sin embargo la elección de dichos parámetros y su nivel de importancia, varía según el filogenetista, por lo que se adquiere una cierta subjetividad, ya que no siempre coinciden.

Retomando el caso de los delfines en este contexto de clasificación, se discutiría que esos organismos comparten muchas características afines con mamíferos y que estas podrían ser rastreadas retrospectivamente hasta llegar a un ancestro común.

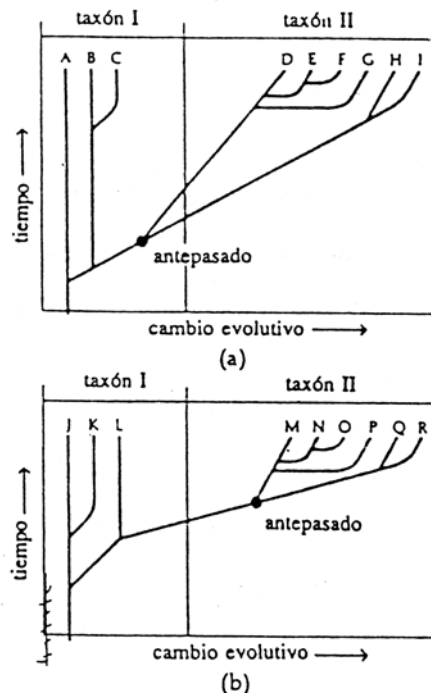


Figura 33.

La historia de un grupo de organismos emparentados se puede representar con un árbol filogenético. Localizaciones verticales de los puntos de ramificación indican el momento en que determinados taxones divergieron entre ellos; las distancias horizontales indican la magnitud de la divergencia entre los taxones, teniendo en cuenta una cantidad de características distintas. Estos dos diagramas representan la historia evolutiva de los grupos de Taxones marcados A a I en (a) y J a R (b). Ambos grupos se clasificaron de acuerdo con los métodos tradicionales. En a) el taxón ancestral indicado se incluye en el taxón I por su gran semejanza con los taxones B y C. En b) el antepasado se sitúa en el taxón II por su gran semejanza con el taxón M. En ambos casos, los taxones I y II pertenecerían a un taxón de un nivel de categoría más alto, que también podrían incluir otros taxones.

La taxonomía filogenética tiende más bien a separar que a agrupar a los organismos.

No obstante en los tres enfoques taxonómicos, se coincide en la idea del ordenamiento de la diversidad biológica para mejorar su conocimiento, además de que en ningún caso se considera al metabolismo y la autoperpetuación, o las funciones y formas de vida, ya que las dos primeras son muy similares en todos los organismos y las dos últimas, sólo tienen un papel muy limitado en la definición de taxones. En cambio para todos los métodos son importantes las pruebas directas del registro fósil y las evidencias indirectas ya expuestas (Anatomía, Embriología, Bioquímica y Biodistribución) e igualmente la propia Taxonomía resulta una prueba indirecta del proceso evolutivo.

Concluyendo, puede decirse que el sistema de clasificación con mayor utilidad será el que muestre un panorama filogenético más completo, pero esto último es muy difícil de lograr. Wyles Et Al, en 1983, establecieron que "la comparación de datos anatómicos, conductuales y bioquímicos pueden dar un panorama acerca de los procesos que gobiernan el proceso evolutivo".

El siguiente diagrama muestra la manera en que ha ido consolidándose la Teoría de la Evolución a partir de las pruebas directas e indirectas aportadas por diferentes disciplinas.

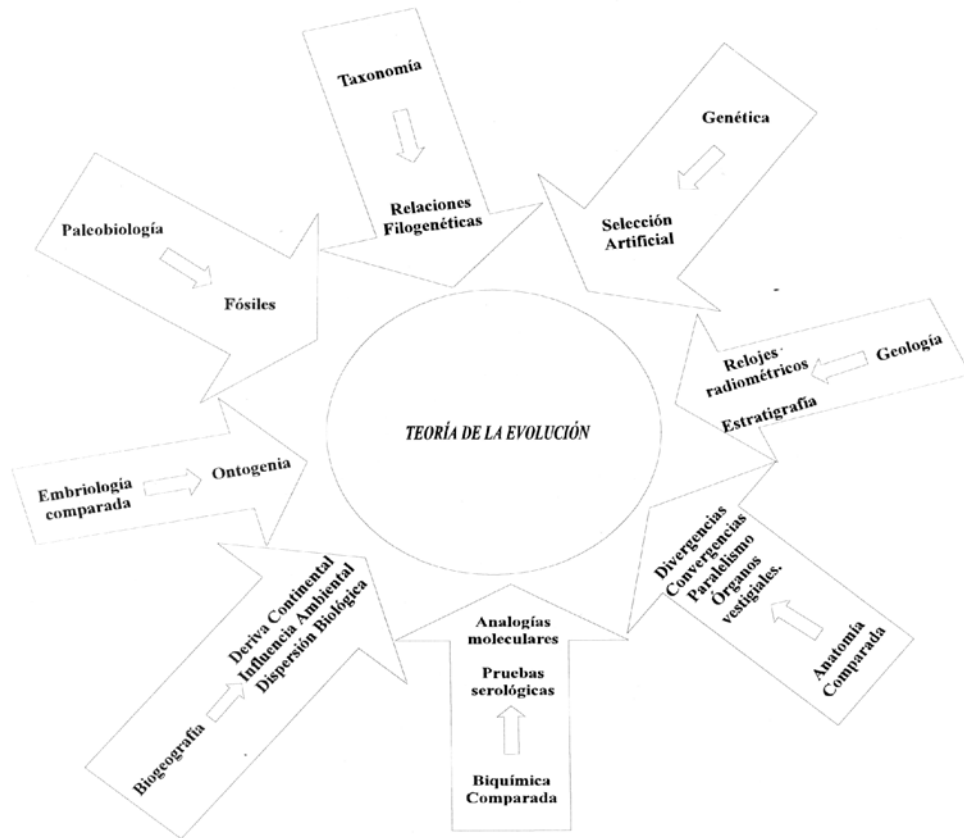


Figura 34.

4. SÍNTESIS MODERNA DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN (TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN)

La teoría de Darwin y Wallace sobre la evolución de las especies generó grandes polémicas entre los intelectuales, políticos y científicos del siglo XIX, debido a que representaba una revolución en la forma de concebir la existencia de los seres vivos, y porque además sus principios impactaron el ámbito social, sirviendo de apoyo a las ideas marxistas y liberalistas de esa época.

La mayoría de los naturalistas aceptaban el proceso de evolución, no así el mecanismo de selección natural propuesto para explicarlo. Poco a poco y gracias a la defensa del darwinismo, el mecanismo de selección natural fue aceptándose. Dentro de los defensores de éste se encuentran Carlos Lyell, Julián Huxley, Ernest Haeckel y Augusto Weismann.



Figura 35.

La teoría de Charles Darwin sobre "el origen de las especies" ganó adeptos, pero también enemigos. Una caricatura de la época lo ridiculiza por suponer que el hombre descende del mono, aunque este científico no se atrevería a afirmarlo en su famosa obra. (Tomado de El viajero incomparable PANGER 1989).

Sin embargo la teoría de Darwin – Wallace tenía un punto débil: no explicaba cómo se formaban las variaciones sobre las que actuaba la selección natural.

Darwin consideraba, al igual que Lamarck, que las características de los padres se mezclan en los hijos, esto implica que los caracteres de los progenitores se diluyan de una generación a la siguiente hasta desaparecer. Lo anterior contradice la acción dada por Darwin a la Selección Natural sobre las variaciones de las especies, si las variantes se “van perdiendo” a través de varias generaciones.

Hacia 1900, Hugo de Vries, publicó un trabajo sobre mutaciones, donde aseveraba que son estas las causantes de la evolución, y no la acumulación de pequeñas variaciones tal como lo plantea el darwinismo. Paralelamente a los trabajos de De Vries, se descubren los principios mendelianos sobre la herencia de los caracteres, descartándose así las ideas lamarckianas utilizadas por Darwin sobre la mezcla de variaciones hereditarias. Con el trabajo de Mendel se concluye que son los genes quienes controlan las características genéticas, que pueden separarse y degradarse los genes independientemente unos de otros. Esto permite mantener su individualidad y persistencia dentro de una población determinada.

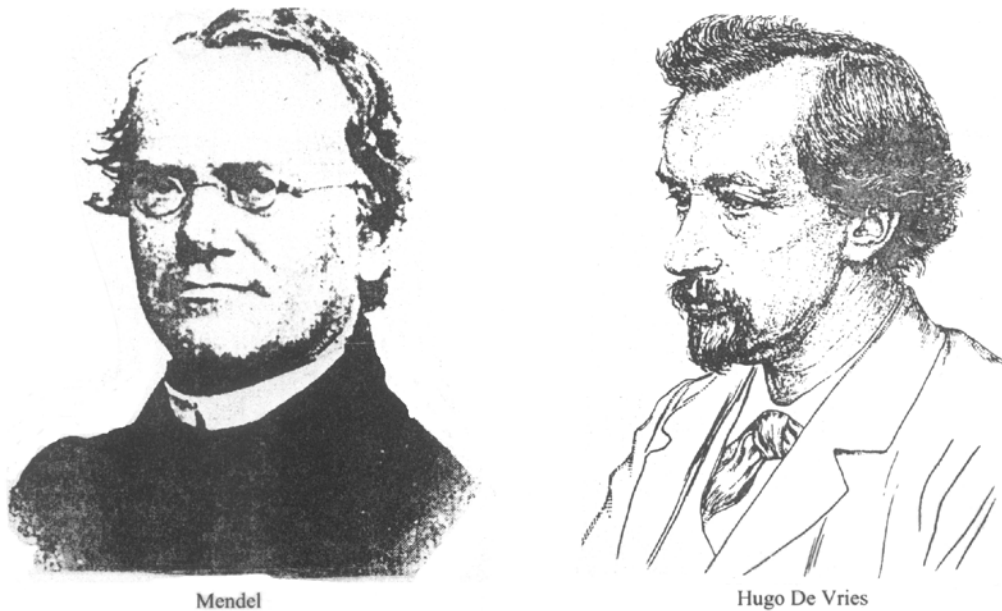


Figura 36.

Hacia 1930 los avances logrados en la Genética, así como en otros campos de la Biología, especialmente la Biología Molecular y la Ecología de las poblaciones, recabaron un mayor número de argumentos a favor de la Teoría de la Evolución, complementando los trabajos de Darwin y Wallace y dando paso a lo que ha sido llamado Teoría Sintética de la Evolución o síntesis moderna de la evolución. Esta propone que “los fenómenos evolutivos se explican a través de la acción conjunta de pequeñas mutaciones al azar, recombinaciones genéticas y selección natural y aislamiento reproductivo”. Todos estos mecanismos son complementarios, ya que sólo en conjunto son capaces de explicar el fenómeno evolutivo.

Por lo anterior, la Síntesis Moderna de la teoría evolutiva, no es el resultado de las investigaciones de un solo hombre, sino la conjugación de varios estudios y diferentes autores en el campo de la Biología, los cuales tienen como meta común, buscar explicaciones científicas cada vez más completas y convincentes del proceso evolutivo. Destacan Julian Huxley, Ernst Mayr, Theodosius Dobzhansky, George Gaylord Simpson, Fisher, Morgan, Oparin, Haldane y Wrigth, entre otros.

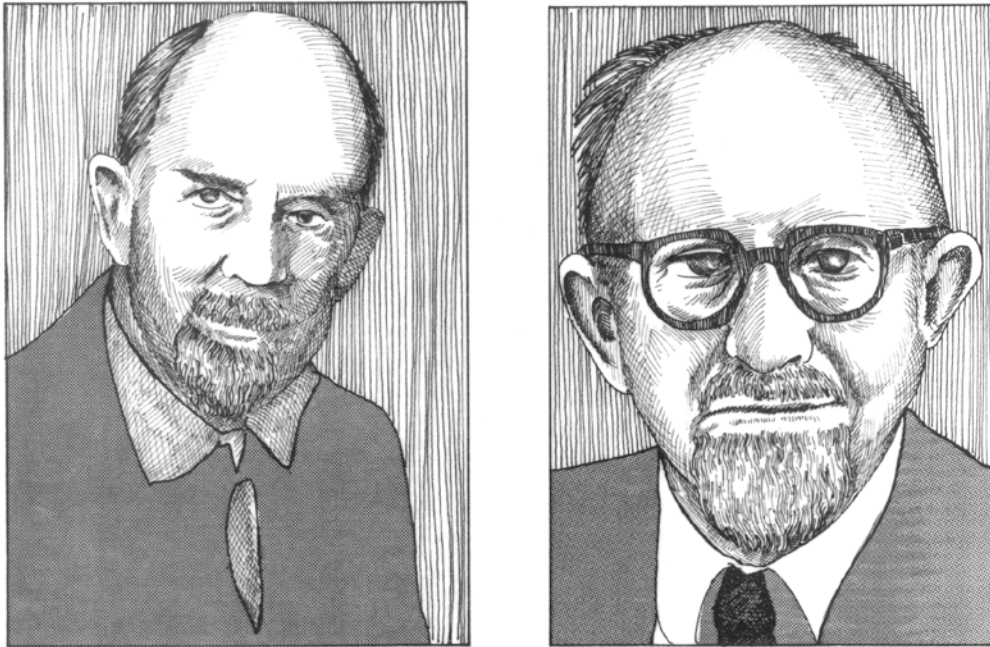


Figura 37.

Si retomamos la definición de la síntesis moderna, podemos observar que son tres los mecanismos a través de los cuales la síntesis moderna explica la evolución:

LA VARIACIÓN; la cual puede deberse tanto a las mutaciones como a las recombinaciones genéticas.



Figura 38. R.A. Fisher (Tomado de Templado. J. Teorías Evolutivas)

LA SELECCIÓN NATURAL Y EL AISLAMIENTO REPRODUCTIVO

La variación representa el material sobre el cual actúa la selección natural provocando la adaptación de las especies a su medio.

Si estos organismos son separados o aislados reproductivamente después de mucho tiempo exhibirán características tan diferentes que llegan a constituirse como nuevas especies ante la incapacidad de poder cruzarse entre sí y tener descendencia fértil.

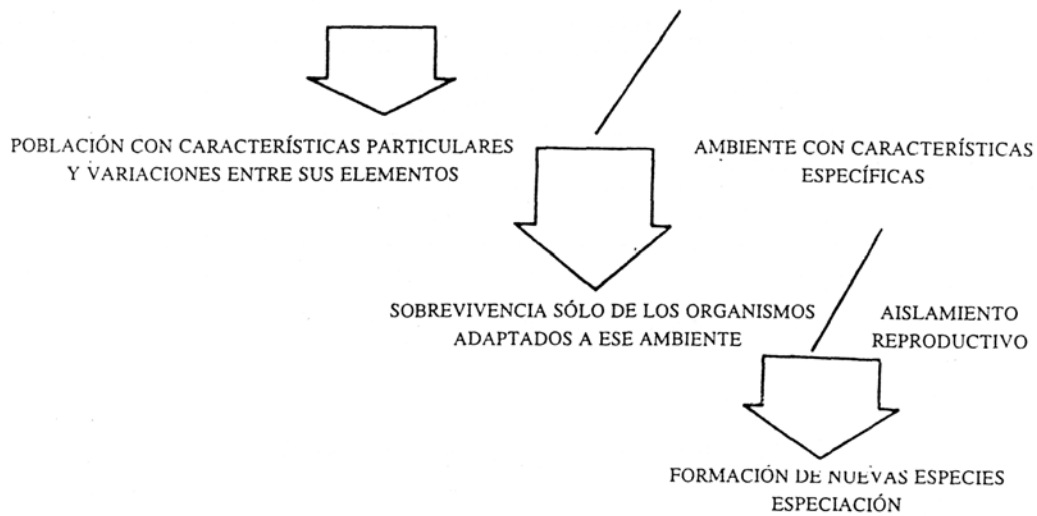


Figura 39.

En adición a lo anterior existen otros factores que fomentan tanto la variación como la acción de la selección natural y el aislamiento reproductivo. Nos referimos a los movimientos migratorios de algunas especies, la hibridación entre especies cercanas, y la deriva génica. Todos ellos incrementan el número y tipo de variaciones entre los individuos de una población.

Cualquier cambio evolutivo, para que sea significativo, debe estudiarse a nivel de población, pues sólo a través de la comparación entre los elementos de la población es posible argumentar a favor de algún cambio de carácter evolutivo.

Si bien se considera que la selección natural actúa a nivel individual su efecto o efectos, sólo pueden interpretarse con el conjunto de una población, debido a que modifica sus atributos: densidad, mortalidad, natalidad, etcétera.

¿Cómo explican el hecho evolutivo estos tres mecanismos: variación, selección natural y aislamiento?

La variación es un fenómeno presente y fácilmente reconocible en cualquier grupo de organismos de una misma especie, sean estos silvestres o domésticos, y trate de animales, plantas, hongos u otro ser vivo.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

1. Completa el siguiente cuadro con la información necesaria, respecto a las variaciones observables en diferentes especies.

		VARIACIONES			
ESPECIE	CARACTERÍSTICA OBSERVABLE	1	2	3	4
MAÍZ	COLOR	AMARILLO			
PERRO	TIPO DE OREJA		PEQUEÑAS Y PARADAS		
GATO	TAMAÑO DE PELO			LARGO	
PALOMA	COLOR		GRIS		
SER HUMANO	TIPO DE NARIZ	PEQUEÑA Y ANCHA			

2. Contesta las siguientes preguntas:

¿Las características observables de cada especie se refieren al genotipo o al fenotipo?

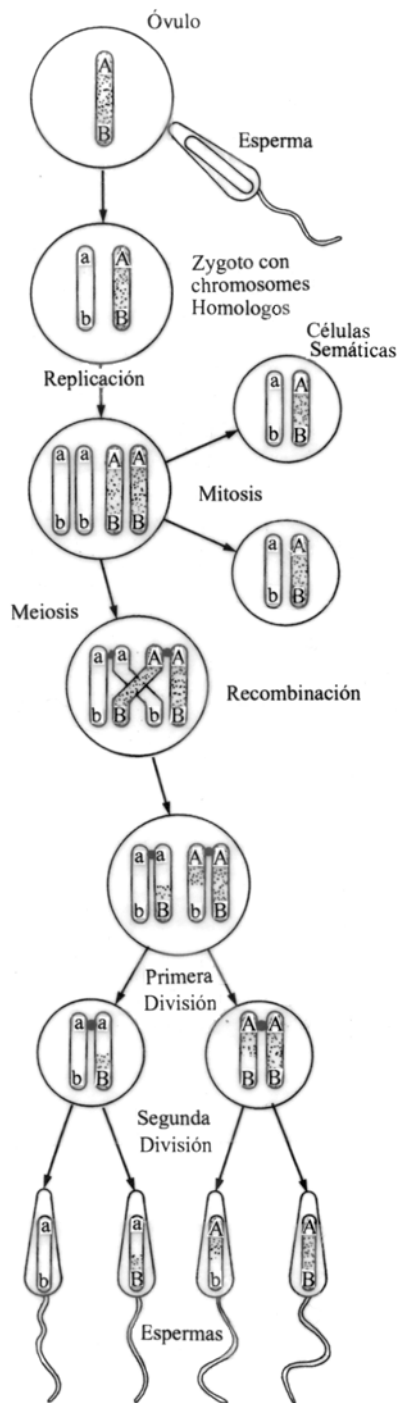
¿Qué relación se establece entre el genotipo y el fenotipo?

¿Cómo afecta a los procesos de evolución la recombinación genética y las mutaciones?

¿Cómo se generan estas diferencias?

¿Qué factores la determinan?

Los variados fenotipos que se observan en una población, en general se deben a la recombinación genética y el entrecruzamiento de cromosomas, las mutaciones –sean éstas cromosómicas o de punto–, la formación de híbridos entre especies diferentes pero cercanas filogenéticamente, la migración y la deriva génica como se había mencionado en párrafos anteriores.



En los organismos con reproducción asexual, la progenie es genéticamente idéntica a su progenitor. Por tal motivo, la única fuente para su variación genética es la mutación.

En cuanto a las especies que se reproducen sexualmente cuentan además con la recombinación de genes y el entrecruzamiento.

Cada organismo de una población tiene un paquete genético (poza genética) cuyas características están determinadas por dos o más alelos, de ahí que el número de combinaciones sea inimaginable y en consecuencia no existan dos organismos iguales o idénticos dentro de la población excepto los gemelos univitelinos.

La reproducción sexual contribuye a la variación, debido a que durante el momento de la fecundación, cada progenitor aporta la mitad de los genes del nuevo ser, aumentando así la variación.

Durante la meiosis, ocurre el proceso de entrecruzamiento, donde los alelos de los cromosomas homólogos intercambian material genético, por lo que se constituye también en una fuente de variación de las especies.

Figura 42.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Analiza el siguiente esquema y completa el texto con las palabras que sean necesarias.

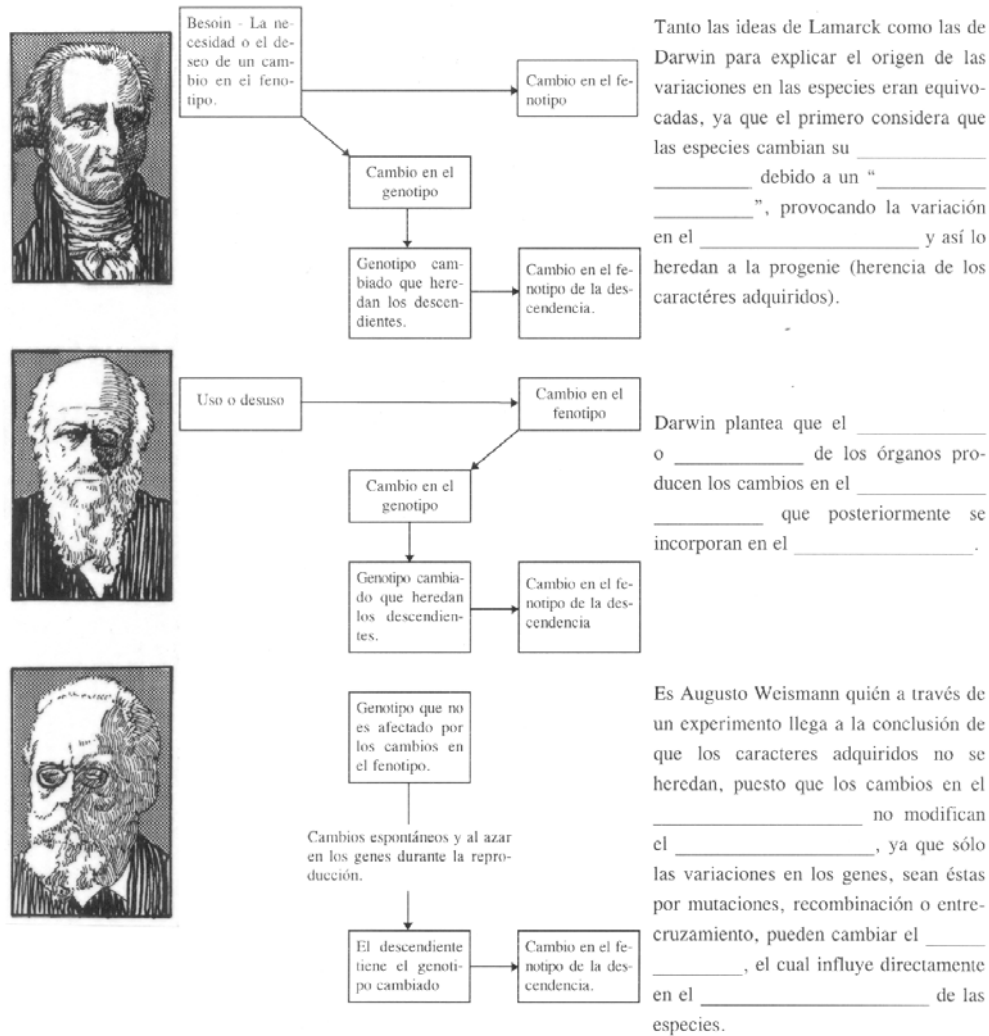
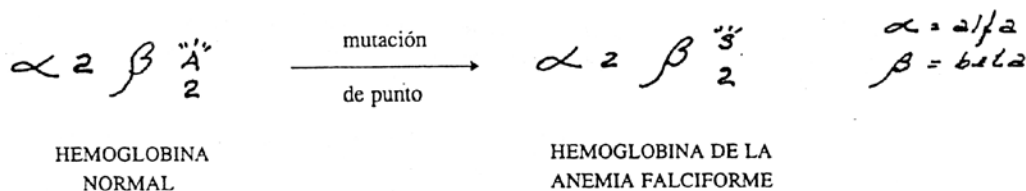


Figura 41.g

La mutación, cambio brusco del material hereditario, que afecta el lote genético de las especies, se produce al azar, y puede ser a nivel de cromosomas, afectando su número, su estructura o simplemente afecta un par de bases nitrogenadas del ADN que determina un gene. Las mutaciones en general no pueden ni deben calificarse como “benéficas” o “nocivas”, ya que ello depende básicamente de las condiciones ambientales en un lugar y momento determinados.

Un ejemplo de esto lo podemos ilustrar con el caso de la anemia falciforme. Esta es una enfermedad sanguínea causada por una mutación de punto en las moléculas de hemoglobina, proteína respiratoria de los glóbulos rojos; la mutación afecta sólo una de las cuatro cadenas –dos alfa y dos beta- de la proteína ocasionando que en lugar de sintetizar el aminoácido ácido glutámico se elabore valina.



¡En una molécula de 574 aminoácidos sólo dos son diferentes, esto evidencia la importancia de la estructura primaria de la proteína para su adecuado funcionamiento!

Esta anemia se caracteriza porque los glóbulos rojos tienen una forma de hoz, esto provoca que la hemoglobina se amontone dentro de los glóbulos obstruyendo los capilares de todos los órganos del cuerpo causando una deficiencia en el transporte de oxígeno y anhídrido carbónico durante el proceso respiratorio, llegando a ser en algunos casos letal.

La anemia falciforme es un tipo de herencia codominante, ya que el gene A para la hemoglobina normal no impide la manifestación del gene S causante de la anemia. Los individuos homocigotos para la anemia SS, generalmente no alcanzan la madurez reproductiva, sin embargo, a través de los heterocigotos AS, se mantiene el gene de la anemia dentro de la población.

Existe una circunstancia donde el gene para la referida anemia resulta “benéfico”, se trata de aquellas zonas tropicales en África, Europa Mediterránea, Arabia, Asia y América, donde es frecuente la malaria, enfermedad causada por el protozoario *Plasmodium**, provocando la resistencia a la malaria por parte de los portadores del gene S y consecuentemente la persistencia en una mayor proporción del gene S comparado por aquellas zonas donde la malaria no es frecuente y la anemia es perjudicial e incluso mortal para quienes portan el gene S. Por ejemplo en África (lugar con malaria) el 22% de los pobladores tienen el gene S, en tanto que en USA sólo el 9% es portador de ese gen.

* *Vivax o Plasmodium falciparum*, el cual por su proliferación se aloja dentro de los glóbulos rojos de la sangre, al ser estos deformes por la anemia, impiden la reproducción del *Plasmodium*.

Esto refuerza la idea con la cual iniciamos la presente explicación de que no existen mutaciones “buenas o malas”, simplemente hay formas alternativas de los genes o alelos que pueden favorecer o no la sobrevivencia de las especies, en relación con las circunstancias imperantes en el ambiente particular en un momento específico.

Estas formas alternativas persisten, se anulan o desaparecen debido a la reproducción diferencial, punto central de la evolución por selección natural.

Concluyendo, las mutaciones son totalmente al azar, y no ocurren para resolver “necesidades” en los organismos, por tanto tampoco pueden ser calificadas categóricamente.

Otros medios para aumentar la variabilidad genética de las especies son la migración, la deriva génica y la hibridación o cruce entre especies cercanas. Este es un mecanismo muy importante dentro de la diversificación de las plantas, donde la poliploidía y aneuploidías son la fuente principal del origen de nuevas especies.

SELECCIÓN NATURAL

La selección natural se define como la acción de diferentes factores biológicos y físicos de un ambiente particular en el lote genético de una población en un momento específico; es el mecanismo considerado como la “columna vertebral del darwinismo”.

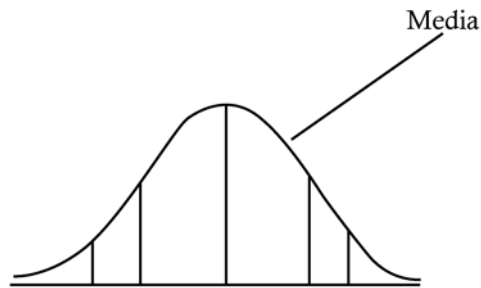
Todos los factores de la selección actúan “eligiendo” aquellos seres mejor adaptados al ambiente en el cual habitan, lo cual se puede observar a partir del número de descendientes que persisten dentro de una población con características que le permiten un desarrollo eficaz, armónico con el ambiente. Es decir, aquellas especies mejor adaptadas a un medio particular, sobreviven, y tienen la posibilidad de tener un mayor número de descendientes en relación con los menos adaptados, los que consecuentemente irán siendo eliminados por selección natural.

Por ejemplo, dentro de un medio caracterizado por la escasez de agua, las plantas más exitosas ecológicamente hablando, o mejor adaptadas y por tanto seleccionadas serán aquellas que presenten poca superficie de transpiración y órganos donde se almacene el agua. Tal es el caso de las cactáceas, donde las hojas están reducidas a espinas y los tallos suculentos son ricos depósitos de agua.

Todos los factores relacionados con la evolución de las especies se traducen finalmente en la adaptación de éstas al ambiente en el que se desarrollan, por lo tanto, se considera que la selección natural podría “dirigir” la evolución pero no causarla.

Muchas de las diferencias de los individuos de una población, como peso, estatura, color, etc., se deben a la acción conjunta de varios genes. A este efecto se le llama Herencia Poligénica, y sobre ella actúan la selección natural.

La mayoría de los individuos de una población están cerca del promedio de todos los rasgos, generalmente se observa que los extremos son muy escasos. Por tal motivo la curva de distribución de la población es la típica campana de Gauss, cuyo significado es el de una distribución normal.



Distribución Normal

En esta curva la mayoría de los individuos con un mismo carácter se agrupan a la mitad, es decir, representan el promedio, los extremos son escasos.

¿Cómo pueden esos extremos incrementarse dentro de la población? Ello depende del tipo de selección que actúen sobre los individuos.

Se han podido identificar tres tipos de selección: direccional, estabilizadora y disruptiva

La primera favorece a uno de los extremos de la curva de distribución. Esto generalmente es lo que ocurre con la selección artificial, donde el producto “escoge” las características que le reportan mayores beneficios.

En la naturaleza se puede identificar cuando ocurre un cambio brusco en el ambiente, por ejemplo la invasión de una plaga, un cambio de clima inesperado, un incremento en su nicho ecológico, etc.

Ante tales circunstancias, los individuos de los extremos de la curva resultan ser los mejor adaptados y sus rasgos convertirse en los óptimos para el desarrollo de la especie, en ese momento y ambiente específicos.

La selección estabilizadora, se asocia con poblaciones adaptadas a su ambiente; si éste se mantiene constante, cualquier cambio difícilmente representa una ventaja para la especie, y aunque la variación existe e incluso pueda incrementarse, la selección favorece a la media o promedio individual. Este es el tipo de selección más frecuente en la naturaleza, debido a que en general, podemos decir que las especies están armónicas y eficientemente adaptadas a su ambiente.

En este caso “la supervivencia del más apto se convierte en la supervivencia del más común” (24)

Por su parte la frecuencia de los individuos de los extremos se mantiene más o menos constante a través de los otros mecanismos de la variación, la mutación, la recombinación genética, etc.

La selección disruptiva, se produce cuando se favorecen los dos extremos de individuos de la curva de distribución de una población, eliminándose por tanto la media o promedio. De ello resulta curvas bimodales o con dos picos.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Observa las siguientes curvas de distribución de una población y escribe en el espacio correspondiente el tipo de selección que representan.

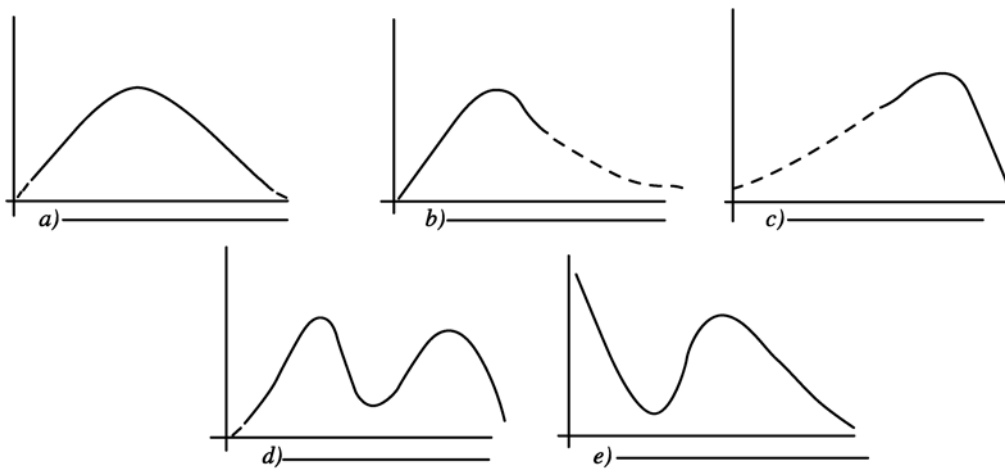


Figura 42.

En las poblaciones puede ocurrir cualquier tipo de selección e incluso pasar de un tipo a otro dependiendo de las condiciones ambientales que imperen en un momento determinado.

Independientemente del tipo de selección, el resultado en la población es su ADAPTACIÓN al medio en el que se desarrolla, en un momento particular.

La adaptación es la capacidad de los organismos de “ajustar” su estructura, su fisiología y su conducta a una serie de condiciones ambientales imperantes en un medio específico por un tiempo determinado.

La adaptación incluye tanto cambios en la morfología como en el funcionamiento orgánico y conductual de las especies. Generalmente no son de un solo tipo sino que unas y otras se relacionan o complementan.

La adaptación de las especies se puede apreciar a partir del número de descendientes que permanecen en un ambiente por varias generaciones en los diferentes medios o ecosistemas de la Tierra.

De acuerdo con lo anterior podemos decir que cada una de las especies de los diferentes habitats, son “exitosas” en su medio en tanto las características que poseen les permite sobrevivir, dejar descendencia fértil y desarrollarse adecuadamente en su nicho ecológico.¹

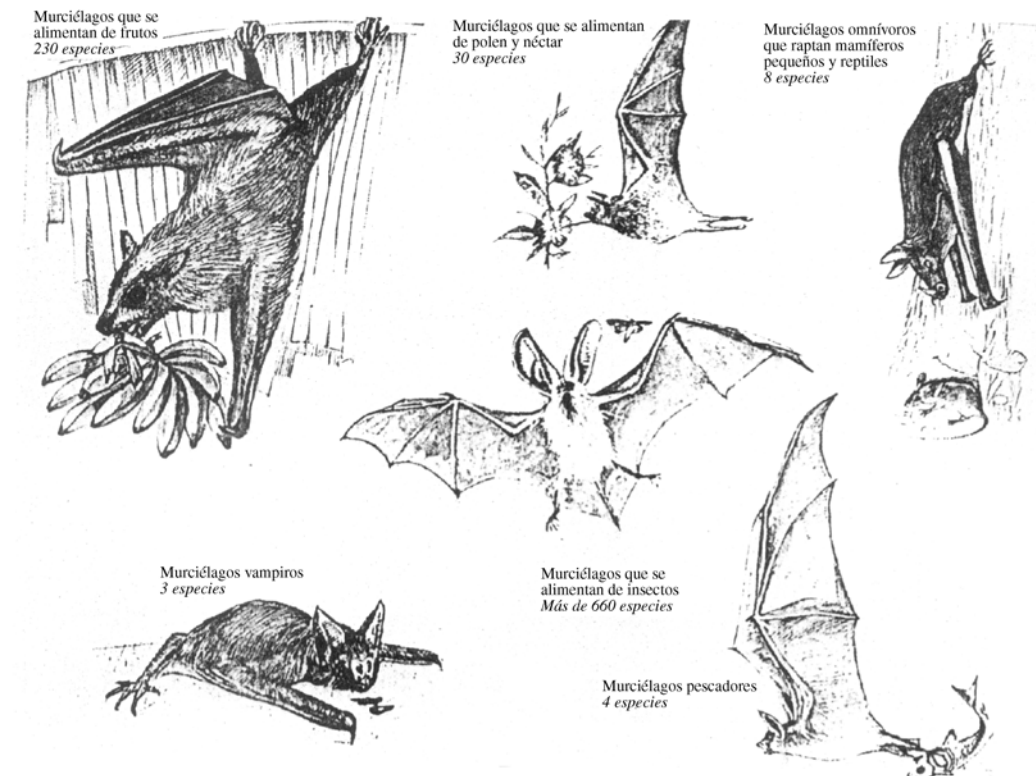


Figura 43.

Hasta este momento se han expuesto algunos medios a través de los cuales se puede explicar el proceso evolutivo; como parte de él o mejor dicho resultado de él existen muchas especies diferentes y surge la pregunta.

¿Cómo se originan las especies?

A través del proceso de especiación, en el cuál una población pierde la capacidad para cruzarse con poblaciones emparentadas y tiende a desarrollar caminos diferentes. Una especie es aquel grupo de organismos que se caracteriza por compartir un lote genético, reproducirse entre sí y tener descendencia fértil.

Para que puedan originarse las diferentes especies es necesario el aislamiento de los elementos de la población.

¹ Nicho Ecológico: Función que desempeñan los organismos dentro de una comunidad.

Existen básicamente dos corrientes que tratan de explicar como ocurre el aislamiento: Por barreras geográficas o por barreras ecológicas. Cualquiera que sea el resultado es el aislamiento reproductivo entre los organismos y por ende la formación de nuevas especies.

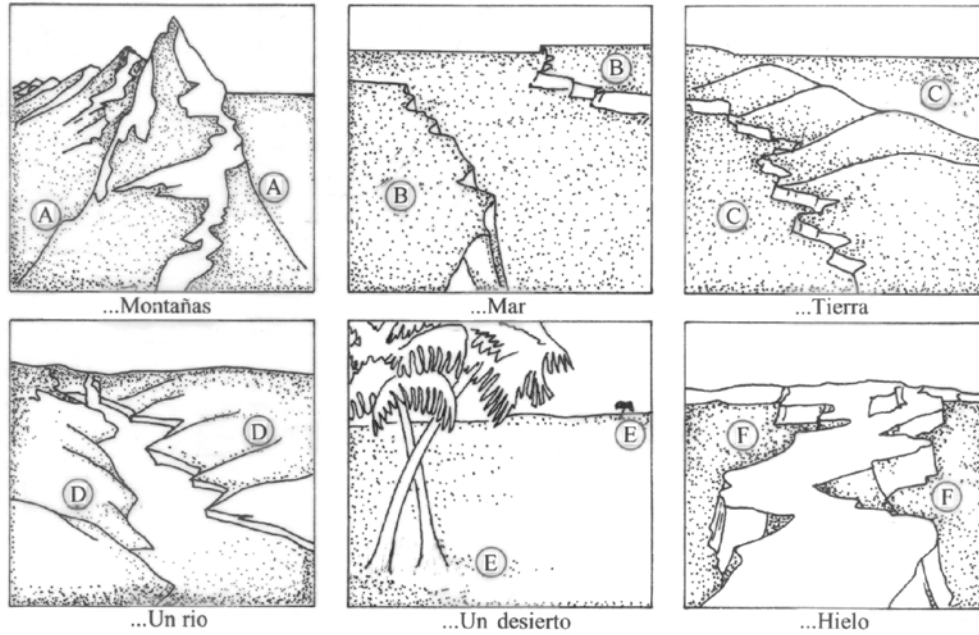


Figura 44.

E. Mayr, es el principal defensor del aislamiento geográfico o alopátrico, que consecuentemente produce el aislamiento reproductivo y por lo tanto la especiación.

Por el contrario T Dobzhansky, Grant y Ehrman, apoyan la segunda teoría –aislamiento simpátrico- donde la especiación se explica a través de mecanismos de aislamiento ecológico, sexual, estacional y etológico (conductual).

Dos poblaciones pueden ser incapaces de cruzarse si...

Dos poblaciones pueden ser incapaces de cruzarse si...

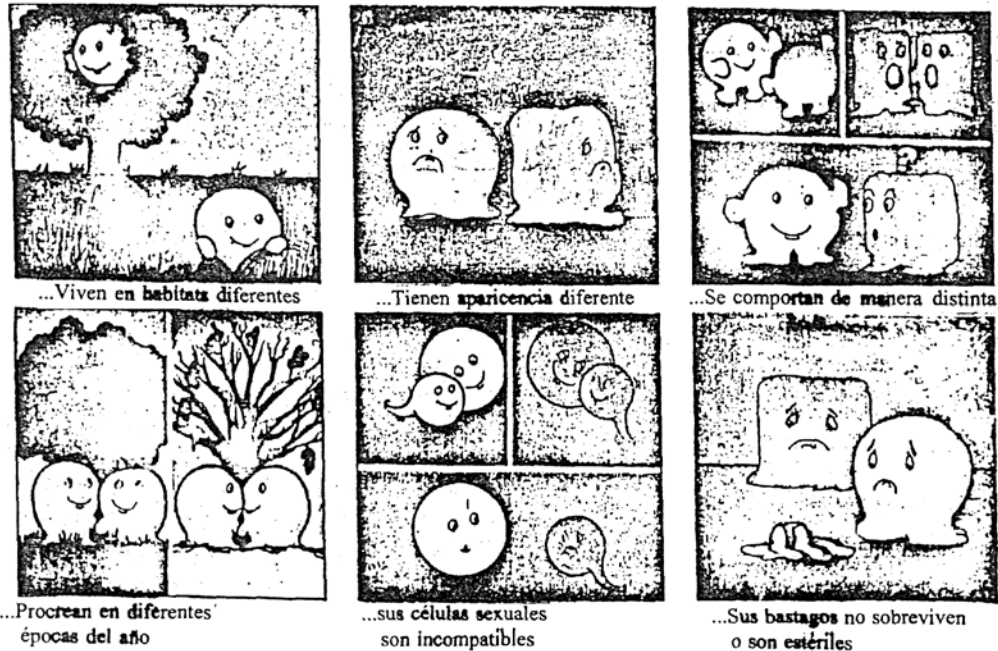


Figura 45.

El aislamiento geográfico es el más sencillo de observar y explicar ya que el aislamiento entre organismos de una población son separados por barreras físicas (geográficas) como pueden ser una cordillera, un río o el océano mismo.

Al quedar separados los organismos de la población, con el tiempo sufren cambios estructurales, fisiológicos y conductuales que están relacionados con el ambiente que ocupan, por tanto, después de muchas generaciones y ante la imposibilidad de intercambiar genes se constituyen como especies diferentes.

En el segundo caso o teoría, se considera que la barrera geográfica no es indispensable, ya que en la población existen diferencias en cuanto la época de reproducción (estacional), al hábitat y nicho ecológico, o bien a las estructuras reproductoras y conductas de cortejo que impiden la cruce y por tanto favorecen la especiación.

La especiación puede ser de tres tipos: filética, o en serie, secundaria o por hibridación y primaria o verdadera.

La filética explica el origen de una especie a partir de otra y que requiere largos periodos de tiempo.

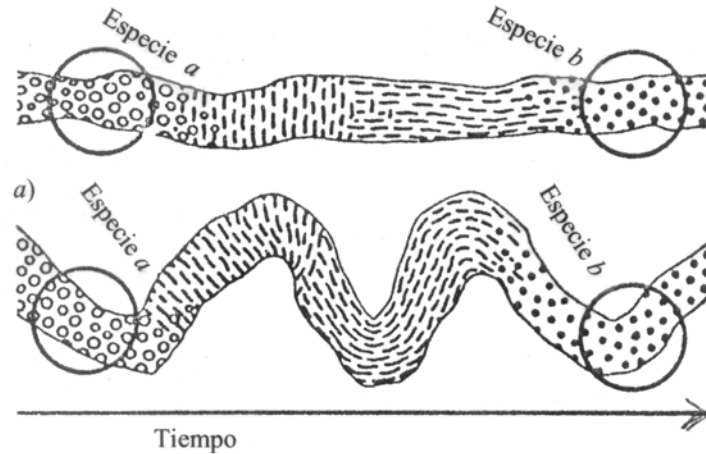


Figura 46.

“Las formas posteriores se van alejando cada vez más del ancestro original”

La especiación secundaria o por hibridación, tiene como origen la participación de dos especies diferentes, pero cercanas que al cruzarse forman una tercera con características propias.

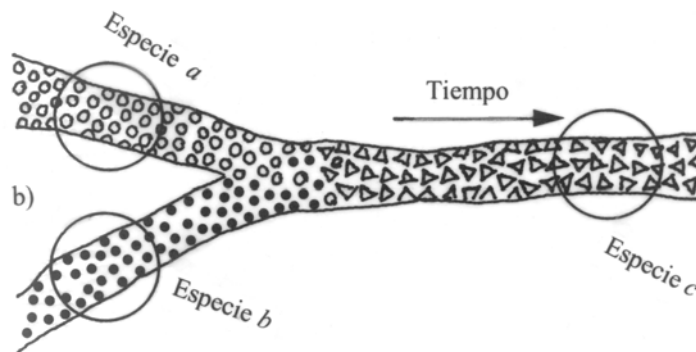


Figura 47.

Este tipo de especiación es muy frecuente en vegetales. En los animales frecuentemente la tercera especie es estéril, tal es el caso de la cruce entre el caballo (o yegua) y burra (o burro), donde el producto es mulo.

En las plantas aún cuando los productos sean estériles el “problema” se resuelve a través de la poliploidía, o por reproducción vegetativa. Son ejemplos de este tipo de especiación el colinabo, el trigo, el maíz y el algodón.

El último tipo de especiación, primaria o verdadera, es cuando una especie se diversifica dando origen a dos o más.

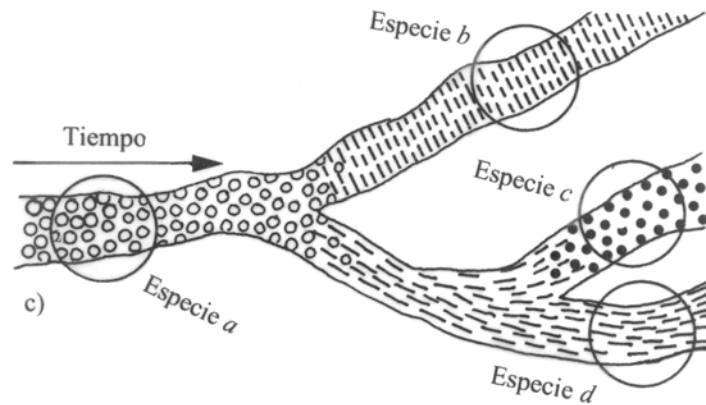


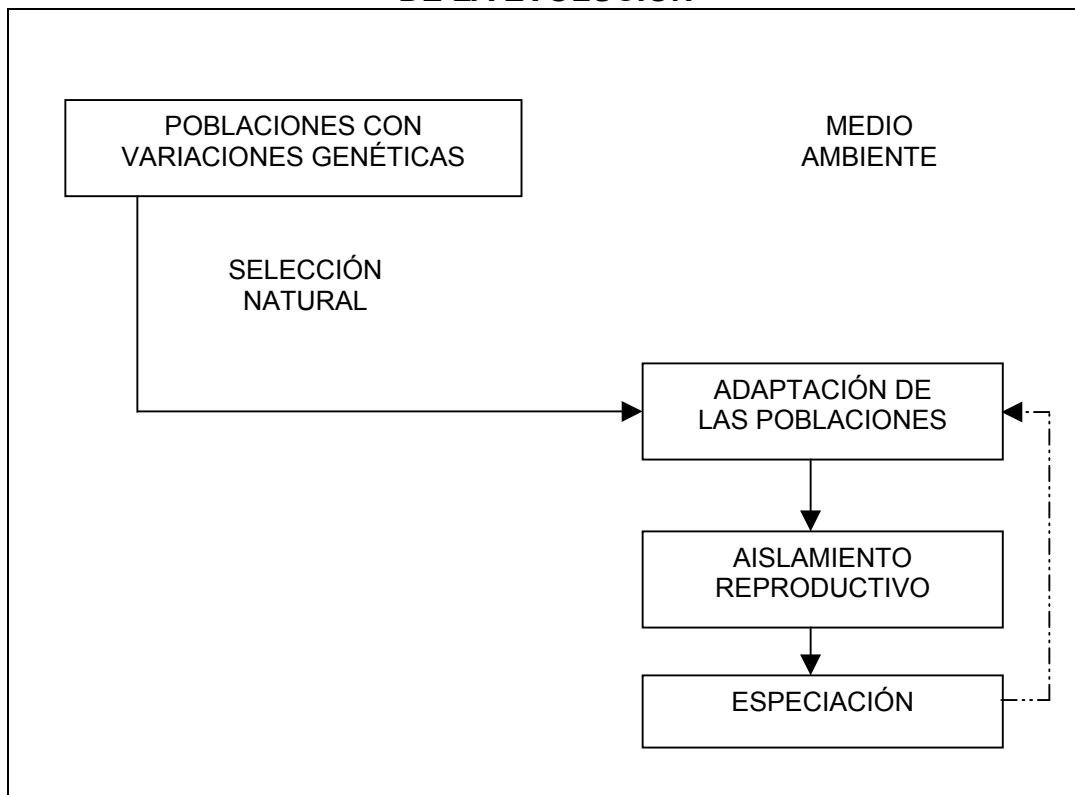
Figura 48.

Puede ser simpátrica, debido al aislamiento reproductivo, producto o de barreras ecológicas, fisiológicas y conductuales, o bien alopátricas, donde el aislamiento reproductivo tiene como antecedente el aislamiento geográfico.

En resumen el proceso evolutivo implica una gran variedad de mecanismos que se explican a través de la combinación de diferentes disciplinas de amplio campo de estudio de la Biología, tales como la genética, la ecología de poblaciones y la etología, la biogeografía, la biología molecular entre otras. No es un proceso con un solo origen se trata de un complejo engranaje de fenómenos que cada día se esclarecen y amplían para dar una explicación cada vez más completa de la evolución, pero de ninguna manera acabada, y que el conocimiento continúa enriqueciéndose con nuevas aportaciones científicas y tecnológicas.

EXPLICACIÓN INTEGRADORA

SÍNTESIS MODERNA DE LA EVOLUCIÓN



5. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA ESPECIE HUMANA

¿Ha estado el hombre sujeto al proceso evolutivo?

¿Es un caso especial?

Todos los seres vivos están emparentados en mayor o menor medida, pues proceden de las formas de vida primitivas, el hombre no se excluye de lo anterior y además desde el actual punto de vista evolutivo, esta especie no es la cúspide de la creación, sino solamente resultado de procesos evolutivos similares a los que operaron en otras especies.

La inquietud científica acerca de los orígenes del hombre ha transcurrido en diferentes etapas históricas y por ello las interpretaciones de las evidencias encontradas han sido diversas. Antes de la proposición del hecho evolutivo los fósiles carecían de importancia, cuando comenzaron los análisis formales de éstos, se encontraron con que contaban con restos muy fragmentados que podían hallarse en áreas cercanas o muy alejadas y que no han sido descubiertos en el orden cronológico en que vivieron, además de que en ciertos momentos no se tenían las técnicas de estudio adecuadas.

Lo que la Teoría Sintética de la evolución puede decirse actualmente del proceso de hominización está basado en la investigación interdisciplinaria y se ha requerido de un verdadero trabajo de equipo entre diversos especialistas para resolver preguntas y formular teorías, sin embargo, es evidente que el propio avance en este campo, cada vez encuentra nuevas pruebas, suscitando reinterpretaciones de las ya conocidas y la reconsideración de hipótesis, de modo que aún ahora no hay un planteamiento absolutamente aceptado y permanente, pero sí un horizonte cada vez más completo e interesante.

Figura 49.

Cada vez se tiene un panorama más completo de la historia evolutiva del ser humano. (Tomado de Darwin, Ch. "El origen de las especies". CONACYT, 1984).



Para facilitar la comprensión del proceso evolutivo humano, es necesario conocer las transformaciones que ha sufrido el ambiente terrestre, ya que es un hecho que éste ha tenido un profundo efecto en el desarrollo de todas las especies incluyendo la del hombre. También es importante analizar algunos árboles filogenéticos que nos permitan ubicar la posición de nuestra especie con respecto a otras; por tales razones se intercalarán los esquemas pertinentes que nos sirvan para dichos fines.

El siguiente cuadro muestra un panorama general de las eras geológicas de la tierra, así como los sucesos biológicos y físicos más relevantes, teniendo como base el registro fósil.

ERA	PERIODO	ÉPOCA	CONDICIONES AMBIENTALES	SUCESOS BIOLÓGICOS IMPORTANTES
CENOZOICA 50 – 75*	CUATERNARIA	RECIENTE	Retroceso de la última glaciación, el Clima más benigno.	Evolución del hombre
		PLEISTOCENO	Cuatro glaciaciones periódicas.	Origen del hombre (?) gran radiación de los mamíferos y de las plantas con flores.
	TERCIARIO	PLIOCENO	Clima frío, actividad volcánica. Aparición de zonas templadas.	
		MIOCENO	Clima templado semiárido.	
		OLIGOCENO	Clima cálido y húmedo.	
		EUCENO	Clima caliente.	
		PALEOCENO	Clima caliente.	
MEZOZOICA 130 – 200*	CRETÁCICO		Fluctuaciones del clima, formación de grandes cadenas montañosas, desaparición de zonas pantanosas.	Extinción de los grandes reptiles. Primeros primates. Primeras plantas con flores.
	JURÁSICO		Mares continentales poco profundos, Clima muy cálido.	Gran radiación de los grandes reptiles. Primeras aves.
	TRIÁSICO		Clima caliente, muchos desiertos, se extienden los continentes.	Primeros mamíferos. Terápsidos dominantes.
	PÉRMICO		Elevación de continentes con desaparición de mares continentales, Clima seco y frío, zonas áridas, glaciación.	Extinciones marinas importantes. Pelicosaurios dominantes.
PALEOZOICA 300 – 350*	CARBONÍFERO	PENSILVÁNICO	Tierras planas pantanosas, elevación y enfriamiento de terrenos.	Primeros reptiles.
		MISSISÍPICO	Clima caliente y húmedo, mares extensos poco profundos, elevación de algunos terrenos, enfriamiento.	Pleridospermas.
	DEVÓNICO		Pequeños mares interiores poco profundos, algunas regiones elevadas y áridas.	Primeros anfibios. Diversificación de peces con mandíbula.
	SILÚRICO		Baja la temperatura, extensas inundaciones, grandes mares continentales, aridez periódica.	Primeras plantas vasculares terrestres.
	ORDOVÍCICO		Gran hundimiento de tierras, climas cálidos hasta el ártico, mares interiores.	Diversificación de Metazoarios.
	CÁMBRICO		Terrenos bajos, mares interiores y clima suave.	Primeros peces. Primeros cordados.
	EDICARIENSE		Rocas ígneas y metamórficas, pocas sedimentarias. Gran erosión y actividad volcánica. Perturbaciones geológicas.	Primeros elementos esqueléticos, primeros metazoarios de cuerpo blando, primeros animales celomados.
PRECÁMBRICA 1500*				
AZOICA 3000*			Actividad volcánica. Formación de los océanos.	Origen de la vida (?)

• Tiempos de duración aproximados y estimados en millones de años. Los tiempos más antiguos se ubican en la parte baja del cuadro y los más recientes en la parte alta.

Tomado de Suárez y L: G: L: , 1990. ; Weisz. P. 1982.; Casamitjana A. 1981.

Figura 50.

¿Cómo eran los primeros mamíferos?

Hace aproximadamente unos 200 millones de años, a partir de un grupo de reptiles primitivos, se generaron los primeros mamíferos y no obstante que se conocen pocas evidencias, partes de cráneos, dientes y algunas mandíbulas, se ha podido inferir que eran animales tan pequeños como un ratón actual, sus dientes indican una dieta carnívora, pero seguramente dada la competencia con animales más grandes, su alimentación consistía en pequeños gusanos, insectos, frutas, brotes tiernos y tal vez huevos; por el tamaño de sus orbitas oculares se cree que hayan sido de hábitos nocturnos y casi con certeza puede decirse que eran de “sangre caliente”.

Durante más de 120 millones de años, esos pequeños animales subsistieron discretamente en un ambiente que estaba avasallado por los gigantescos reptiles, sin embargo a finales del cretácico éstos se extinguieron y si bien las causas de ese hecho siguen en discusión, lo importante es que en esa etapa geológica comenzó la gran radiación de la Clase Mammalia. Tal vez entonces aquellos antiguos mamíferos divergieron en tres líneas los Prototherios o mamíferos ovíparos, como los ornitorrincos; los Metatherios o marsupiales, como canguros y Koalas y los Eutherios o placentarios, que son el grupo más numeroso y entre los que se cuentan leones, delfines, lobos, ciervos, roedores, murciélagos, el hombre, etcétera.



a) **Ornitorrinco.** Es un mamífero como el perro y el gato. Pero tiene un pico como un pato y pone huevos como ave o reptil. El ornitorrinco mide medio metro. Vive cerca de los ríos, en Australia. Come camarones, gusanos y renacuajos.



b) **Canguro.** Viven en Australia y en las islas vecinas. Las madres llevan las crías en unas bolsas que tienen en el estomago. Al nacer, una cría de canguro sólo mide 2 centímetros. Pero un canguro mayor puede tener casi 2.50 m. de alto y puede dar saltos de trece metros. El canguro come plantas



c) **Ciervo.** Es el único animal que tiene cuernos ramificados. El ciervo rojo, el ciervo de cola blanca, el reno, el alce y el caribú son variedades del ciervo. El pudu, el ciervo más pequeño, tiene unos 30 cm. de alto. El alce americano, el mayor ciervo, tiene unos 2 m. de alto. Los ciervos comen hierbas y plantas.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

En la siguiente figura se ilustran las manos de algunos primates; obsérvalas atentamente y señala las características comunes y diferentes que identifiques.

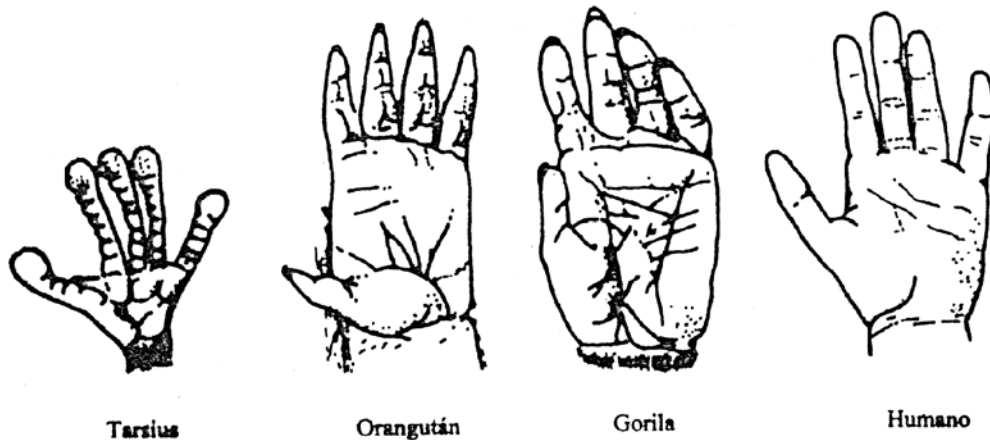


Figura 52. (Tomado de Curtis, H. 1983)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Dentro de los placentarios se incluye el Orden de los Primates y a este pertenecen el hombre, los monos y los lémures entre otros.

¿Cómo se caracteriza a los primates?

Como grupo, estos animales son difíciles de definir ya que no presentan rasgos que los aparten mucho de otro mamífero, de modo que ellos son mejor explicados desde el punto de vista de sus tendencias evolutivas, la mayoría de las cuales están relacionadas con su modalidad de vida arbórea.

Generalmente tienen cinco dedos, siendo el pulgar divergente, lo que proporciona capacidad de aprehensión y manipulación afinada, que alcanza su máxima expresión en el hombre. Tiene una amplia rotación del brazo y sus falanges no tienen zarpas sino uñas, las que dejan libres el área táctil del dedo aumentando la sensibilidad de exploración. Presentan tendencia hacia los ojos frontales, visión estereoscópica, percepción visual muy fina y a color, puede ser que sea por eso que hay una disminución en la dependencia del olfato. Tienen clara propensión a sentarse erguidos cambiando la orientación de la cabeza y favoreciendo la mirada de frente, se dice que de esa posición se derivó una verticalidad más permanente y el bipedalismo humano. Por último una modificación de la conducta es la tendencia hacia el cuidado creciente de las crías, las que tienen largos periodos de sujeción materna y aprendizaje.

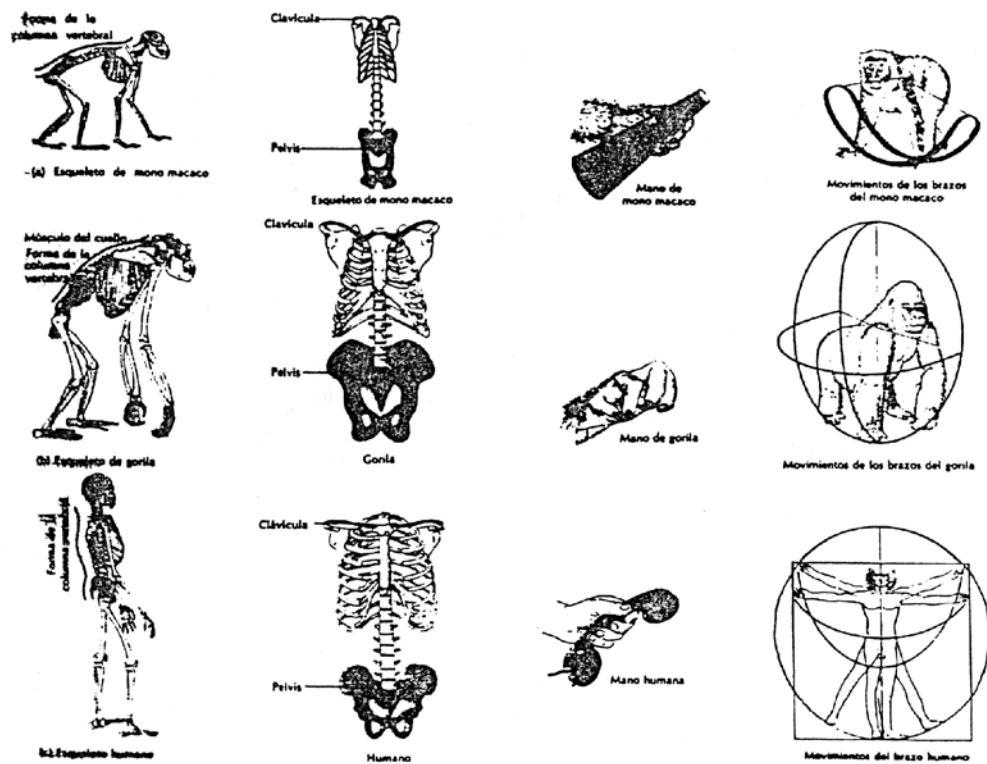
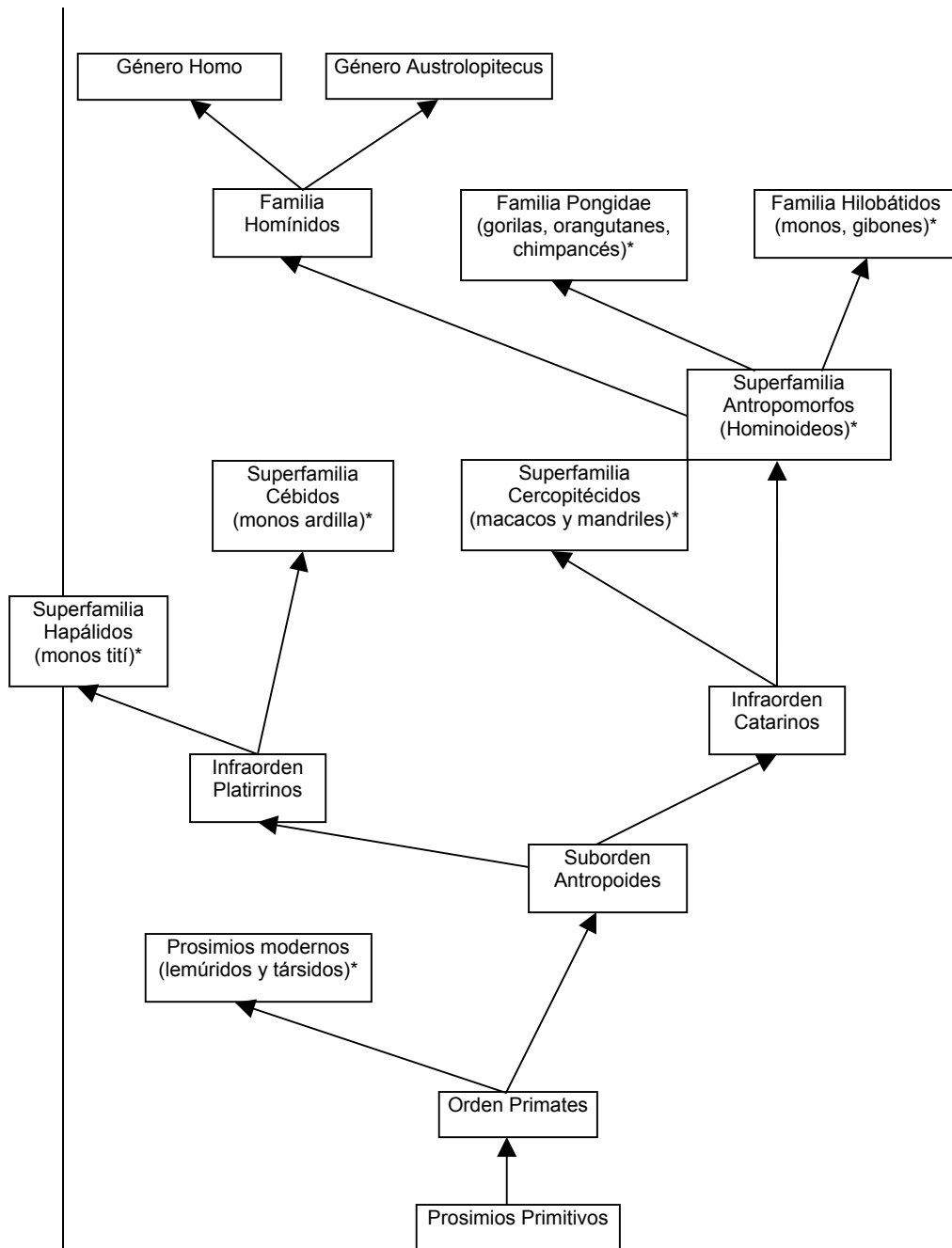


Figura 53. Comparación de estructura corporal de tres primates. a) Mono macaco b) Gorila c) Humano. Tomado de Sherman, V. 1987.

No todas las tendencias descritas se presentaron en todos los primates y en donde si se manifestaron, no fue al mismo tiempo que en otros. Realmente estas disposiciones sólo reflejan el potencial adaptativo que tienen esos organismos como grupo.

** Ilustración del orden primate.



- Adaptación de Weisz, p. 1986; Curtis, H. 1983 y Suarez y L.G.L. 1990
- Los nombres en los paréntesis ilustran algunos animales de cada grupo de primates

Figura 54.

¿Cómo comenzó la historia del ser humano?

Hace unos 30 millones de años, a mediados del mioceno, existió un grupo de primates antropomorfos: el género *Dryopithecus*, el cual estaba distribuido a través de África, Asia y Europa; se cree que habitaban en los bosques y se alimentaban más de frutos que de hojas. Ellos se desarrollaron por unos 20 millones de años y tal vez por presiones ambientales se diversificaron adaptativamente favoreciéndose diferentes tallas, formas y estilos de vida, de modo que hace 13 millones de años se produjeron tres nuevos géneros: *Sivapithecus*, *Gigantopithecus* y *Ramapithecus*.

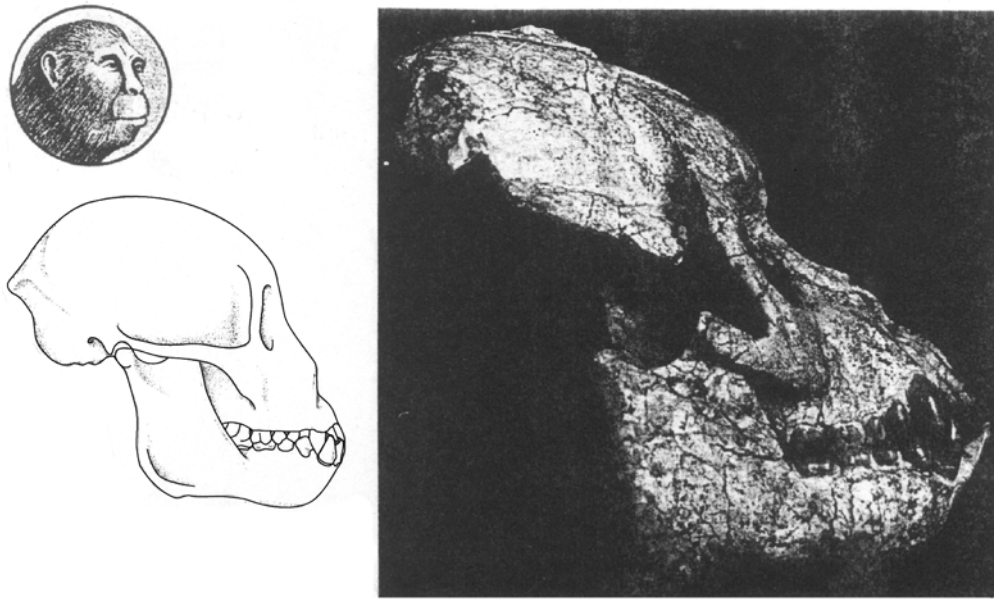


Figura 55. Tomado de Weisz, 1972.

Durante algún tiempo se aceptó que los *Ramapithecus* fueron el primer grupo de homínidos; los fragmentos de mandíbulas encontradas indican de 12 a 14 millones de años de antigüedad y como *Dryopithecus*, se cree que se originaron en África y emigraron a Europa y Asia. Medían de 90 a 110 cm de altura y serían muy parecidos a los chimpancés pigmeos actuales. Sus dentaduras señalan que se alimentaba de hojas, semillas, raíces y quizá carne cruda y huesos. Se dice que utilizaban las manos para arrancar la vegetación y esto favoreció la postura erecta. Estas poblaciones vivieron cerca de bosques, lagos, ríos, y arroyos, seguramente comían de día y dormían en los árboles por las noches. Al reducirse las superficies boscosas, es probable que hayan emigrado hacia zonas de matorral y sabana teniendo que cambiar sus hábitos a cazadores-recolectores usando más sus manos y favoreciendo considerablemente el bipedalismo.

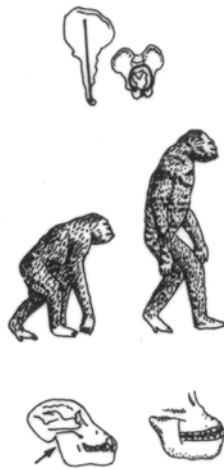


Figura 56. Reconstrucción artística de *Dryopithecus* y *Ramapithecus*, basada en restos fósiles de sus cráneos y pelvis.
(Tomado de Sherman, S. 1987)

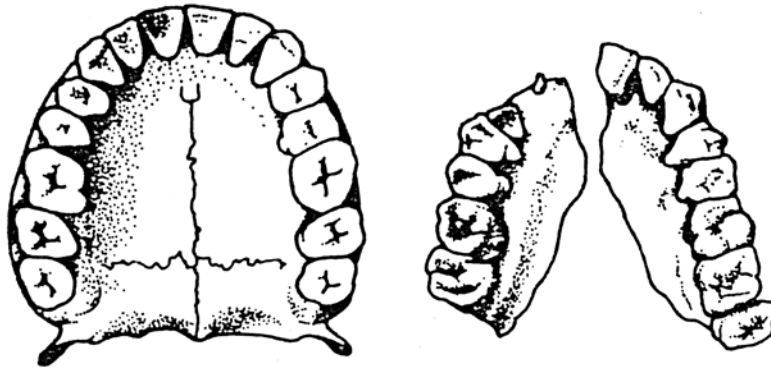


Figura 57. Comparación de la mandíbula superior de *Homo sapiens* y *Ramapithecus*.
(Tomado de Curtis, H. 1983).

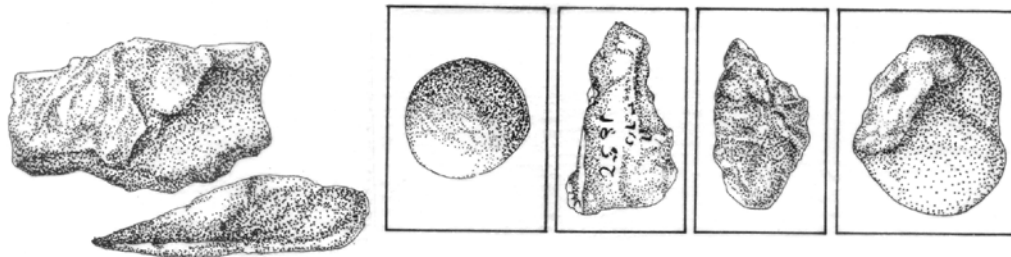
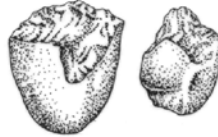
Pero ¡Cuidado! Pruebas bioquímicas recientes sugieren que los ramapitecos tuvieron más bien una evolución paralela con los homínidos y no deben figurar como un ascendiente común. Tal es la razón por la que algunos autores ignoran a este grupo en la filogenia del hombre. Hoy se cree que tanto *Sivapithecus* como *Ramapithecus* fueron dos especies de un mismo género y que ellos dieron origen a los antropomórficos asiáticos, (monos del viejo mundo: macacos, babuinos, gibones, etc.). Cualquiera que sea el resultado de las investigaciones estos hechos son una prueba más de la evolución.

En la actualidad se admite que los homínidos conocidos más antiguos son los denominados como Género *Australopithecus*, (mono del sur). Su edad se calcula en 3 a 5 millones de años y eran caminantes en dos extremidades y terrestres. Vivían en África en praderas abiertas, cerca de corrientes de agua, posiblemente cazaban lagartijas, roedores, conejos y pescarían; su talla no sería mayor de 120 cm y su peso de menos de 25 kg; junto a sus huesos fosilizados se han encontrado rudimentarios utensilios de piedra y de hueso, los que fueron modelados para cortar o raspar.

Figura 58.

a) Utensilios de los *australopithecus* útil cortante (a la izquierda) y "hacha de mano" primitiva (a la derecha). Estos utensilios a veces llamados "pebble" (guijarros) fueron utilizados por los homínidos australopitecinos hace 1 – 2 ½ millones de años o más.

(Tomado de Weisz, 1972)



b) Algunos ejemplares de las herramientas encontradas en Olduvai, África.

(Tomado de Starr, C. 1981)

¿Hubo divergencia dentro de este grupo?

¿Alguno de ellos fue el ancestro del hombre moderno?

Los vestigios de estos animales no han aparecido en orden cronológico de antigüedad como ya se dijo, además algunos fueron encontrados en mejor estado y otros más deteriorados, obviamente han sido descubiertos y analizados por antropólogos distintos de modo que también hay interpretaciones diferentes, no obstante hay consenso en la opinión de que éste grupo es importante por que su postura erguida sugiere que el bipedalismo permanente apareció mucho antes de que comenzara a aumentar la capacidad craneana y también, en que la historia filogenética de este género se inició con *Australopithecus afarensis* (Lucy*), según los datos más recientes.

La especie anterior fue encontrada en 1975, en la región africana de Hadar, Etiopía. Se trata de una hembra joven cuyo esqueleto se preservó casi completo mostrando una capacidad craneana de 400 cm³ aproximadamente; sus molares señalan una dieta omnívora y es el vestigio homínido más antiguo que se ha descubierto.

* Nombre vulgar asignado a este espécimen fósil en honor a la canción de los Beatles, "Lucy en el cielo de diamantes", que estaba siendo escuchada cuando hacían la identificación taxonómica de tal individuo.

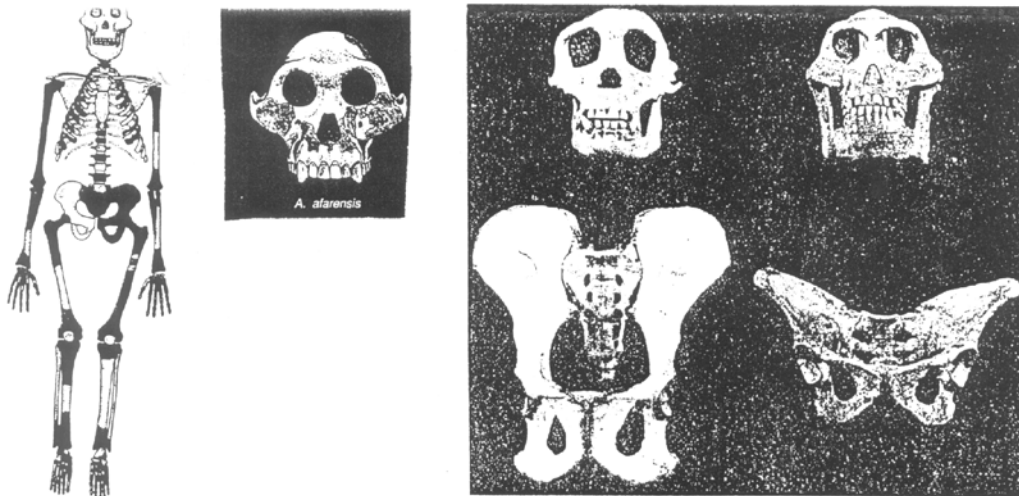


Figura 59.

a) Uno de los homínidos más completos y más antiguos hallados hasta ahora, llamado Lucy por su descubridor Donald Johanson. Lucy y otros miembros de la Primera Familia, como los llama Johanson, fueron descubiertos en el triángulo de Afar en Etiopía. Johanson sostiene que representa una especie aparte. *Australopithecus afarensis*. Pero otros consideran que pertenece a *A. africanus*. La Primera Familia, extraordinaria colección fósil que representa 35 a 65 individuos distintos, fue contemporánea de los australopitecinos descubiertos por el grupo de Leakey en Laetoli, a 1600 kilómetros de distancia, cuyas pisadas aparecen en la figura 56-1. b) Cráneo y pelvis de un chimpancé (izq.) y un miembro de la Primera Familia (der.). Los cráneos son muy similares pero las pelvis son por completo distintas. La pelvis de la derecha es casi la misma que la humana moderna. La conclusión es que los homínidos caminaban bien erguidos antes de que se produjese un aumento importante en el tamaño del encéfalo.

Tomado de Johanson, D. 1982)

Tal parece que *A. Afarensis*, dio origen a otros grupos de australopitecos: *A. africanus* y *A. boisei*, el primero junto con *A. afarensis* se consideran formas gráciles y los dos siguientes, formas robustas.

A. africanus, vivió en el sur de África hace 2.5 a 3 millones de años, con una talla media aproximada de 140 cm y peso de 27kg., su capacidad craneana era de 450 cm³ y sus dientes indican dieta omnívora. Antes de aparecer "Lucy", se consideraba a este grupo el ancestro que dio origen al hombre actual, se encontró en 1925 y se le dio originalmente el nombre vulgar de niño de Taung.

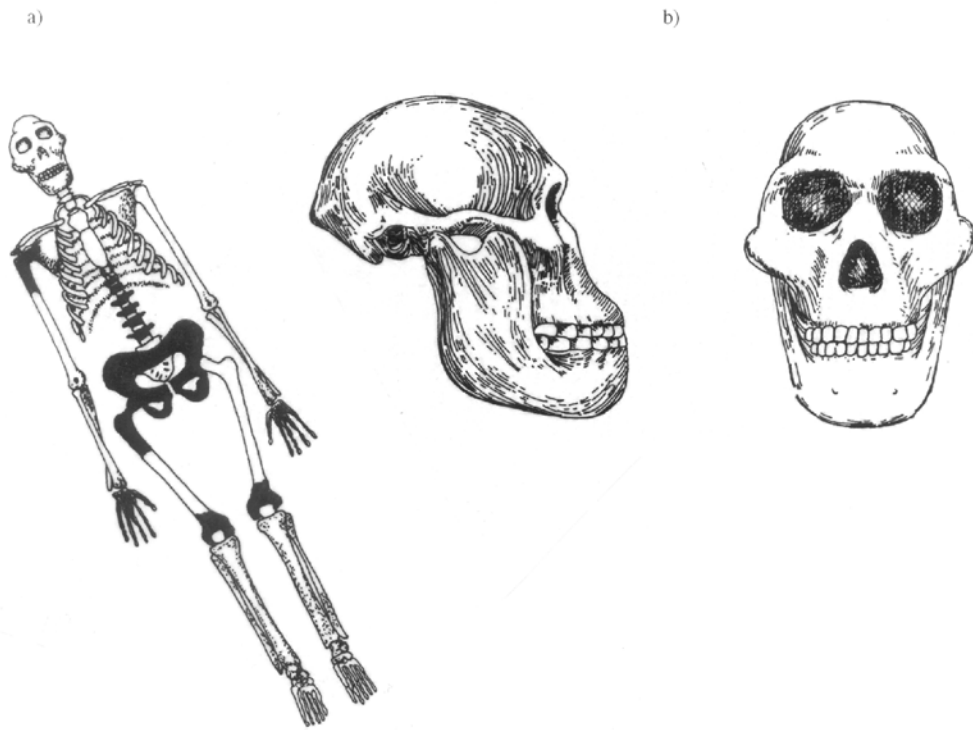


Figura 60. *Australopithecus africanus*

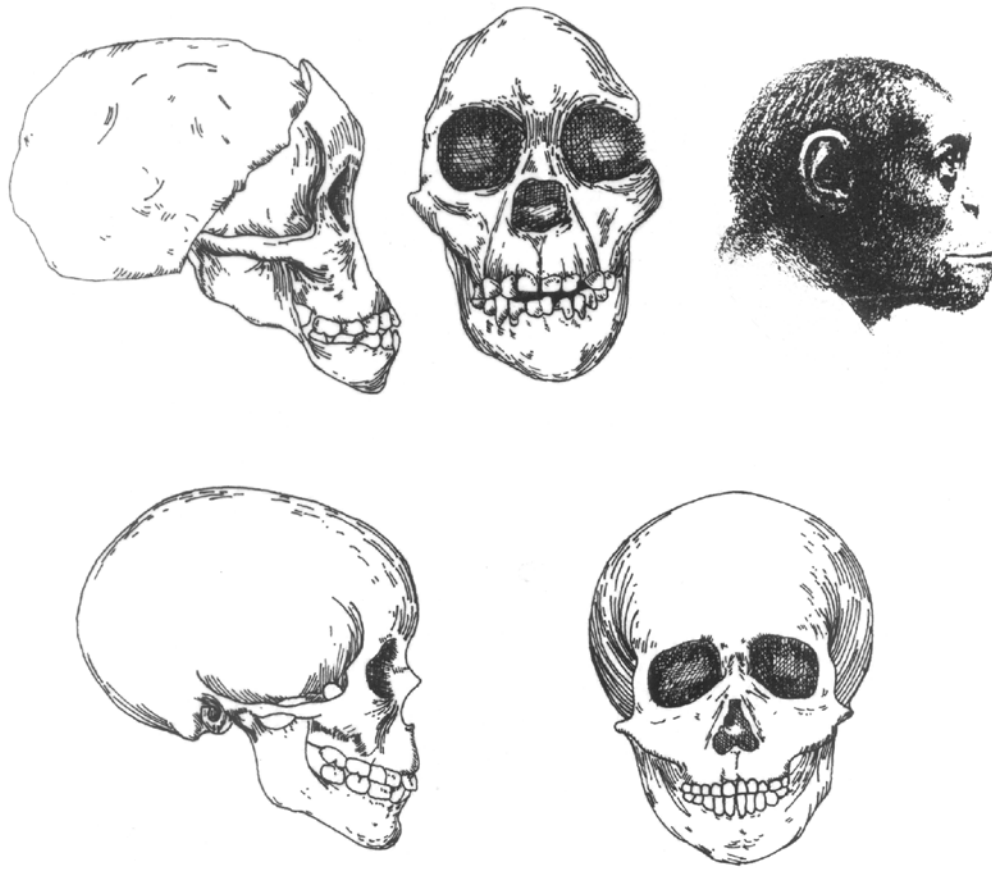
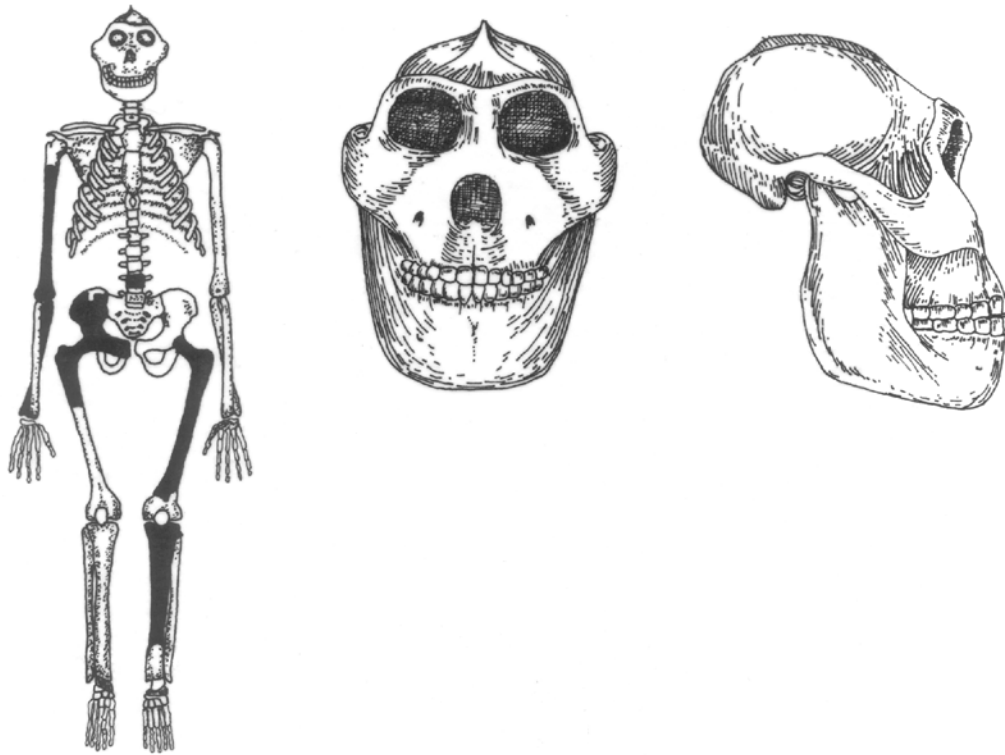


Figura 61. a, b, c y d, ilustran reconstrucciones de *A. Africanus* al que originalmente se llamó niño de Taung.

En c y e se puede comparar el cráneo de **Taung** con el de un niño *Homo sapiens*
(Tomado de Johanson, D. 1982)

- A. *robustus*, se descubrió en Sudáfrica, en 1938 y 1947, (el primer nombre que se le dio fue *Paranthropus robustus*), se ha calculado su edad de 1 a 2.5 millones de años y en promedio medía 150 cm., su peso era de 45 Kg y su capacidad craneal de 530 cm³; el desgaste dental hace pensar en una dieta vegetariana.



Australopithecus robustus

Figura 62. Reconstrucción de *A. robustus* (Tomado de Johanson, D. 1982)

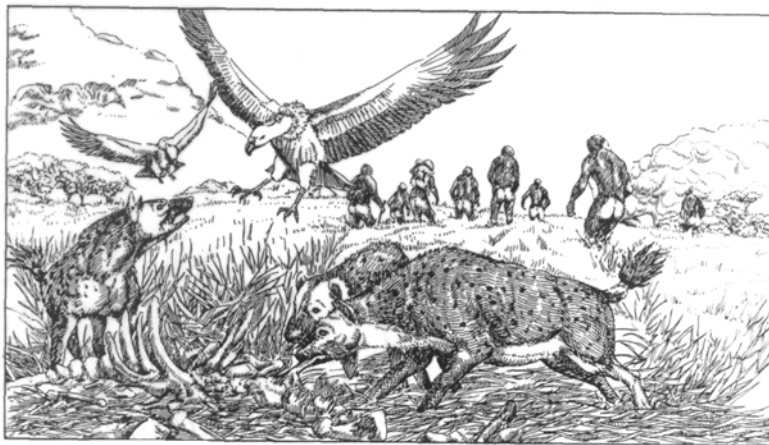
- A. *boisei*, fue hallado en Olduvai y Laetoli, Tanzania (África), en 1959, en esa época se le dió el nombre de *Zinjanthropus boisei* (el hombre rompenueces); en los años 80 aparecieron en Turkana, Kenia (África), otro espécimen igual, al que se dató en 2.5 millones de años. Algunos caracteres coinciden en ambos fósiles, por ejemplo la capacidad craneal, sin embargo en este último se sugiere una musculatura más robusta y facilidad para masticar sustancias vegetales duras, semillas y nueces, por estas razones los expertos no coinciden y para algunos los dos vestigios corresponden a *A. robustus*, mientras que para otros se trata de dos especímenes diferentes. Aparentemente en lo que sí hay acuerdo es en que ninguna de las formas robustas de *australopithecus* es un ascendiente del hombre, sino que son grupos que se extinguieron hace tiempo.



Figura 63. comparación de los cráneos de *A. Robustus* y *A boisei*.



Figura 64. El estilo de vida de los "habilis". (Tomado de CONACYT, 1982)
 Estilo de vida de los "habilis". Al buscar alimentos, los "habilis" encuentran a un pequeño antílope.
 Uno de ellos fabrica utensilios con la piedra que llevaba consigo.



Los "habilis" comparten la carne, pues es suficiente para todo el grupo.
Después siguen su camino y abandonan los utensilios y los huesos.

¿Cuándo utilizó el fuego?

Hace 1.5 millones de años se presentaron en el planeta una serie de severos cambios ambientales, en los que ocurrieron cuatro glaciaciones que cubrieron de hielo desde los polos hasta las zonas templadas, entre cada etapa helada se manifestaron periodos interglaciales calientes y en ellos los hielos retrocedían. La última regresión comenzó hace 20000 años y aún no ha terminado, pues todavía hay regiones heladas en los polos. Los hielos del Pleistoceno tuvieron una enorme influencia en la evolución humana y puede decirse que fue puesto a prueba el potencial adaptativo de los hombres tempranos.

Es entonces que surge el *Homo erectus*, el primer humano verdadero, aceptado casi unánimemente por los científicos y a quien se ha conocido con diferentes nombres: *Pithecantropus erectus*, (el hombre-mono), el hombre de Java, el hombre de Pekín o *Sinanthropus pekinensis* y el hombre de Heidelberg; en realidad cada forma de llamarlo más bien señala el lugar en que fueron encontrados sus vestigios, esto a su vez apunta al hecho de que tuvieron una amplia distribución geográfica y dado que el representante más antiguo de ese grupo (1.5 millones de años) fue descubierto en Turkana, Kenia, se considera también que se originó en África y que tal vez por presión ambiental y competencia con otras especies, pero gracias a su capacidad adaptativa pudo radiarse a tan distintos lugares. Aunque las poblaciones de los diversos yacimientos exhiben variaciones en las formas, los individuos tuvieron algunos rasgos comunes: el cráneo tenía una capacidad de 800 a 1200 cm³ siendo el promedio 1000 cm³ éste era de paredes gruesas y macizas, sus frentes eran bajas, las mandíbulas voluminosas, sin mentón y con dientes grandes. Su estatura promedio era de 150 – 170 cm y obviamente caminaba erguido y a zancadas.



Figura 65. *Homo erectus*. A) Cráneo. B) Reconstrucción del hombre de Pekín (antes llamado *Pithecanthropus*).
(Tomado de Sherman, V. 1987)

Eran cazadores de los grandes y abundantes herbívoros de esa época, aunque se ignora como lo hacían pues no se considera que las herramientas que fabricaban hayan sido eficientes con animales tan feroces y de tan considerable talla: elefantes, rinocerontes, antílopes, osos y babuinos gigantes, se presume que los azuzaban con fuego hasta pantanos y acantilados, en donde al quedar inmovilizados eran fácil presa de los hombres.

Muy cerca de los restos de estos hombres han aparecido huesos de australopitecos, lo que ha levantado polémica acerca de un posible canibalismo por parte del *Homo erectus*. No se duda acerca de que al menos para esta actividad, haya sido necesaria y ventajosa alguna forma de comunicación, pero no hay evidencias al respecto.

La herramienta que este hombre fabricaba era de piedra tallada y comúnmente eran hachas de mano, las cuales se modelaban según un patrón formal; tanto en Asia, como en Europa y África, este dato hace suponer que había surgido ya, una tradición que se transmitió generacionalmente, y también que hubo intercambio de conocimiento entre estos grupos humanos.

Homo erectus, conocía el fuego, pero no hay pruebas de que haya podido producirlo, más bien lo recogía de los incendios ocasionados por los rayos en las praderas o de los volcanes activos en esa época y una vez que lo conseguían, entonces debían conservarlo. Los vestigios más antiguos de uso de fuego datan de 1.4 millones de años en el Valle de Rift, Kenia, si bien está más asociado con *Homo erectus* data de unos 500000 años, según evidencias encontradas en Pekín.

El conocimiento del fuego permitió modificar en buena medida la vida de estos hombres: facilitaba la masticación de carnes y plantas duras, esto permitió diversificar y enriquecer la dieta. Seguramente el fuego les brindó protección contra el frío y animales. Con seguridad favoreció la vida social, ya que habrá existido un centro de actividad para calentarse y compartir los alimentos.



Figura 66. **Estilo de vida del *Homo erectus***
Existen pruebas de que el *homo erectus* usaba fuego y podemos imaginar la Influencia de tal uso en su estilo de vida..
(Tomado de CONACYT, 1982. "El origen del hombre")

Como todos los primates, estos homínidos, habrían comenzado siendo nómadas al estar siguiendo a los animales que les servían de sustento, sin embargo hay evidencias de que en ciertas temporadas acampaban cerca de ríos o lagos y que volvían a ellos cada año. Se cree, que como los australopitecos vivirían al aire libre, pero una vez que tuvieron el fuego pudieron habitar en cavernas, de donde viene que precisamente a este grupo se le llame cavernícola.

Varios autores creen que algunos de ellos construyeron viviendas con paredes de piedra, recubiertas en su interior con ramas o pieles, sostenidas por postes y de forma ovalada.

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

De acuerdo con la información anterior completa el siguiente cuadro comparativo entre driopitécidos, ramapitécidos y australopitécidos.

	Driopithecus	Ramapithecus	Australopithecus
Antigüedad			
Capacidad craneana			
Dieta			
Talla aproximada			

*¿Quiénes fabricaron las primeras herramientas?

En 1964, se reportó que nuevamente en Olduvai, Tanzania, habían descubierto restos de homínidos pero cuyas características no coincidían con los australopitecos encontrados en los años 50. Los nuevos restos eran de talla más pequeña, sus dientes eran diferentes, e indicaban dieta carnívora, junto a ellos había huesos de ranas, cerdos, camaleones, pájaros, peces y pequeños antílopes, se cree que pudieron haber sido carroñeros, cazadores o ambos; pero las dos cosas más importantes: que su capacidad craneal era de 680 cm³ y que junto a los huesos se encontraron herramientas primitivas. Cuando se fecharon esos depósitos, se calculó una antigüedad de 1.8 a 2 millones de años, esto indicaría que coincidieron temporal y especialmente con las formas robustas de australopitecos, que eran vegetarianos.

No existe un acuerdo general en cuanto a la ubicación de este fósil, para algunos es un australopiteco tardío, otros lo consideran un hombre prematuro y para muchos ya es un hombre y lo llaman: *Homo habilis*, (el hombre diestro). Estos últimos argumentan que para fabricar utensilios, se requiere un cierto nivel de inteligencia, dado por el tamaño del cerebro, pero además el hecho de que como muestran las evidencias, estos organismos hayan traído piedras de lugares alejados para fabricar utensilios y de que con estos hayan manufacturado otros, debe ser un argumento definitivo para considerarlo como un ancestro del hombre moderno.

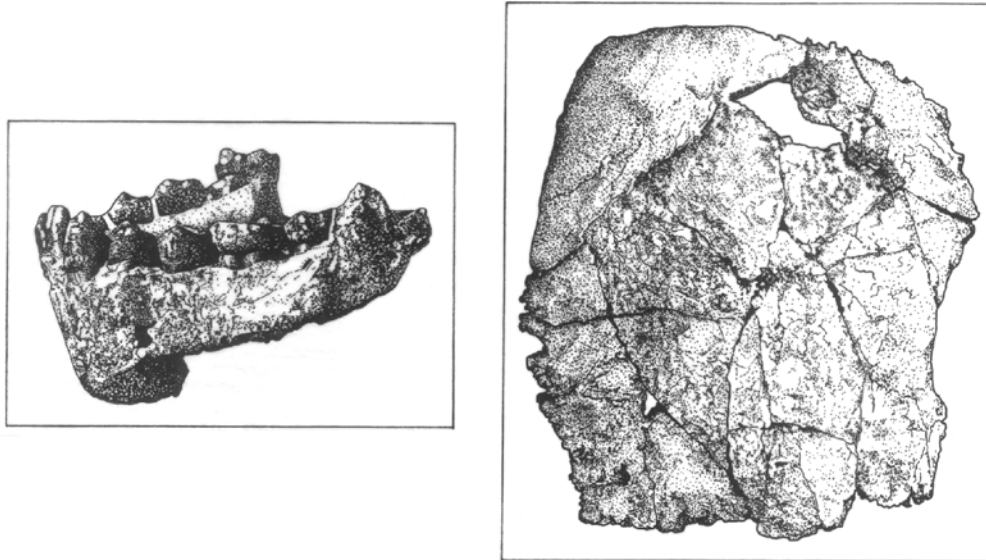


Figura 67. Mandíbula (arriba) y parietal izquierdo (abajo) de *Homo habilis* (cortesía del Dr. P. V. Tobias).
(Tomado de Dobzhansky T. Evolución 1988).

No obstante se ignora, si usaban algún tipo de ropa, no se sabe nada de su estructura social, religión, arte o cultura, pues en este sentido no hay evidencias. A pesar de que este hombre debe haber tenido gran plasticidad en su habilidad para ser flexible y adaptarse a un amplio rango de demandas, se cree que se extinguió hace unos 300 000 años.

*¿El lugar de origen del hombre fue África?

Las pruebas aportadas por la Biogeografía, nos conducen a reflexionar que no se debe pensar en que ninguna especie biológica se originó en una localidad geográfica restringida, ya que las condiciones ambientales que favorecieron los procesos evolutivos, pueden estar repetidas en el planeta, aunque las velocidades de presión sobre los organismos sean diferentes en los distintos lugares.

En el caso del hombre, se tienen una considerable cantidad de información proveniente del Sur y oriente de África debido a que son zonas en las hay explotaciones de yacimientos de diamantes y son constantes las excavaciones que descubren mantos fosilíferos; la propia investigación en este sentido, retroalimenta a esta industria y de esa forma se cuenta con presupuesto continuo y suficiente.

Si se contara con facilidades económicas en otros lugares, es seguro que el avance de estas investigaciones sería semejante.

* ¿De dónde surgió el *Homo sapiens*?

En muchos lugares del Viejo Mundo se han descubierto fósiles humanos de formas transicionales, desde cráneos con mayor capacidad que los anteriormente encontrados hasta herramientas medianamente sofisticadas. Se dice que durante la penúltima glaciación, *Homo erectus*, se diversificó dando origen a una variedad de tipos contemporáneos.

En Swanscombe, Inglaterra (1933, 1936 y 1955) se encontraron fragmentos de un cráneo con unos 250 000 años de antigüedad y una capacidad de 1 300 cm³; en ambos casos no se alcanza el volumen del hombre actual, pero si se supera el de *Homo erectus*, el análisis anatómico de sus huesos señala que se trata de formas intermedias entre éste y *Homo sapiens*, y se le ha dado en llamar “presapiens”, los cuales son muy semejantes a una subespecie prehistórica: el hombre de Neanderthal.

Capacidad craneal media y peso corporal medio estimado de una selección de homínidos extinguidos.

Especies de homínidos	Edad aproximada millones de años	Volumen cerebral medio estimado cm ³	Peso corporal total estimado kg
<i>Ramapithecus</i>	15	300 ?	25 – 35
<i>H. africanus</i>	5	450	25 – 35
<i>H. erectus</i>	0.5	1000	55 – 60
<i>H. sapiens</i>	0.2	1260	55 – 60
(Swanscombe – Steinheim)			
Procedencia: R.M. Tullar, "The Human Species", Figs. 7 – 9 (modificada), McGraw Hill, 1977			

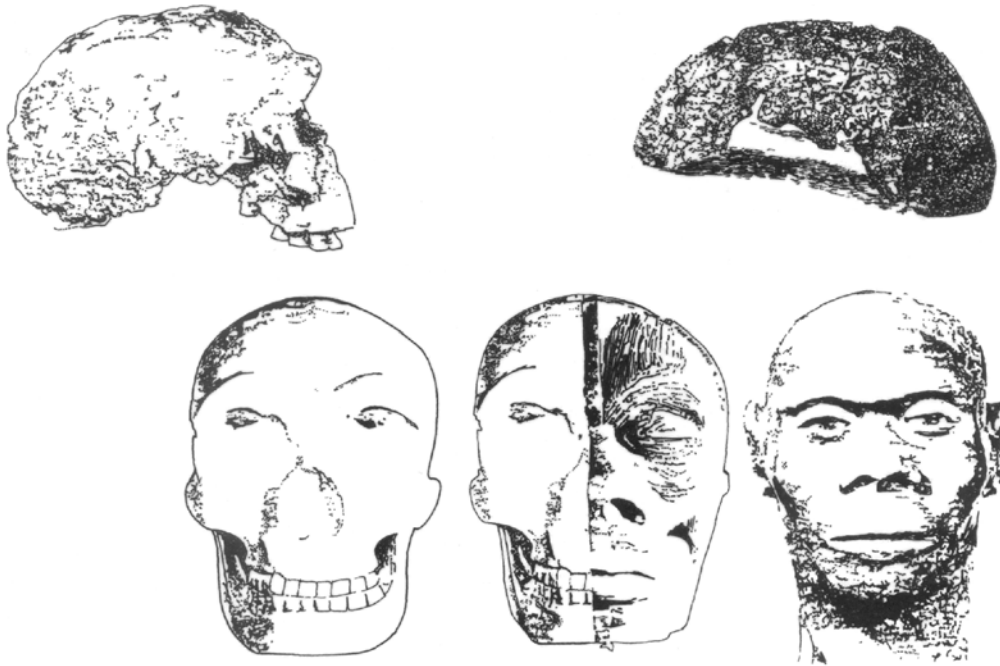


Figura 68.

Homo sapiens primitivo. (A) Cráneos de Steinheim (a la izquierda) y de Swanscombe (a la derecha). (B) Etapas seguidas en la reconstrucción de los rasgos faciales de *H. Sapiens* primitivo basados en el cráneo de Steinheim. A la izquierda, molde del cráneo completo reconstruido. En el centro, las partes del cráneo en las que se insertan los músculos sirven de guía para la reconstrucción de los músculos faciales. A la derecha, busto completo.

Los primeros fósiles del *homo sapiens neanderthalis*, se encontraron en Alemania en 1856 y desde entonces han aparecido en toda Europa y muchos lugares de Asia. Esta subespecie surgió hace unos 150 a 200 000 años, estaba adaptada a las duras condiciones ambientales de la época, era corpulento, musculoso, con frente baja y gruesas crestas superciliares, de hecho no difería mucho de *H. Erectus*, pero si tenía grandes diferencias tecnológicas y culturales.



Figura 69.
Homo sapiens neanderthalis.
(A), (B) reconstrucciones del hombre de Neandertal.

© Distribución del hombre de Neandertal basada en sus restos óseos y culturales.

(Tomado de Weiss, P. Biología, 1972).



Los neardenthales fabricaron utensilios de piedra tallada: diversas armas, hachas de caza, mazos y objetos “domésticos” para raspar pieles, por lo que se cree que se cubría con ellas. Se considera que no sólo conocían, sino que sabían producir el fuego. Eran nómadas y temporalmente vivían en cavernas, en donde han dejado pruebas de que practicaban ceremonias y creían en una vida posterior, ellos sepultaban a sus muertos con ofrendas como armas y alimentos. No hay seguridad de que ya hubieran desarrollado un lenguaje hablado, pero el nivel cultural que alcanzó hace evidente que requirieron de alguna forma de comunicación para intercambiar ideas entre ellos. Eran cazadores y hay pruebas contundentes de que practicaban el canibalismo.

H. sapiens neardenthalensis no fue una especie distinta a la nuestra como se había afirmado: formas intermedias entre ellos y nosotros, encontradas en el Monte Carmelo, Palestina, confirman que se trató de una raza de *H. Sapiens sapiens* y que ambos grupos coexistieron en algún tiempo, generándose cruces de las que probablemente descendemos, pero también competencia por alimento y espacio, resultando aniquilado el hombre de Neardenthal hace unos 30 a 40 000 años.

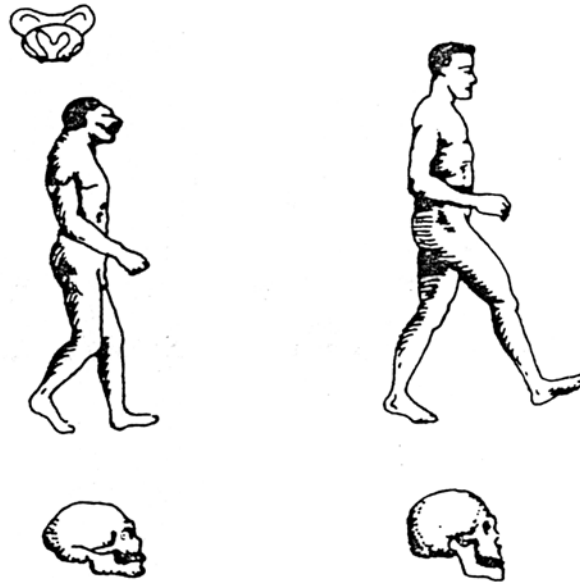


Figura 70.
Se considera que *Homo sapiens neardenthalis* fue una raza de *Homo sapiens*,
pero no sobrevivió.
(Tomado de Sherman, V. 1987)

**Al fin Homo sapiens?*

Después de *H. Sapiens neardenthalis*, el registro fósil aparece un hombre alto, 180 cm en promedio, musculoso con gran volumen cerebral: 1700 cm^3 y rasgos finos; los restos de estos humanos aparecieron por primera vez en el sur de Francia, en la provincia de Cro-magnon, pero han ido descubriéndose más por toda Europa. Se calcula que dominan el panorama hace unos 30 a 20000 años y que se trata sólo de una variedad del hombre actual y nuestro ancestro más directo.

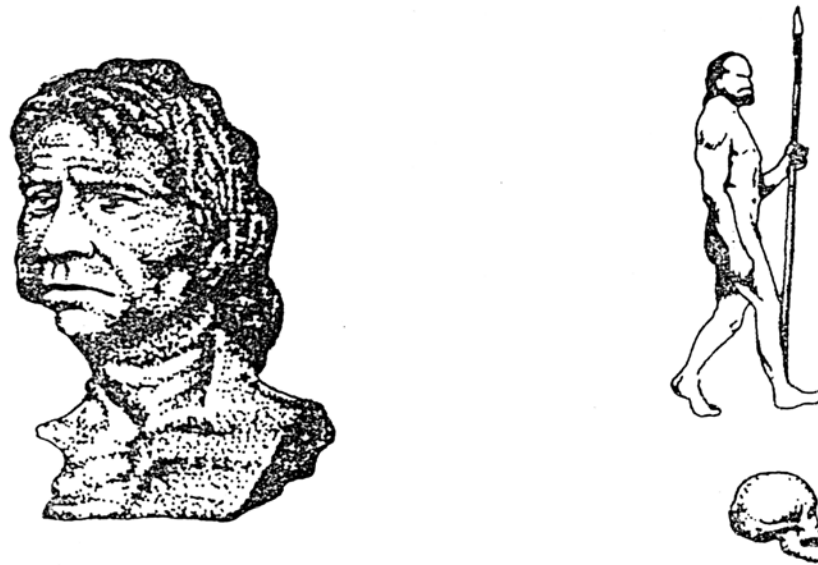


Figura 71. *Hombre de Cro-magnon*. Dos reconstrucciones. (Tomado de Sherman, V. 1987).

El Cro-magnon, fue el último cavernícola, sus herramientas eran de piedra pero cuidadosamente trabajadas, más pequeñas, planas y estrechas, además de una gran variedad de formas para raspar y cortar, cuchillos planos, formones, etcétera; con esos mismos útiles tallaron hueso y marfil para confeccionar puntas lisas y con espinas, arpones, anzuelos, agujas, silbatos, broches y figurillas. En este sentido no eran muy diferentes al neardenthal, pero si desarrollaron mucho más esa actitud.

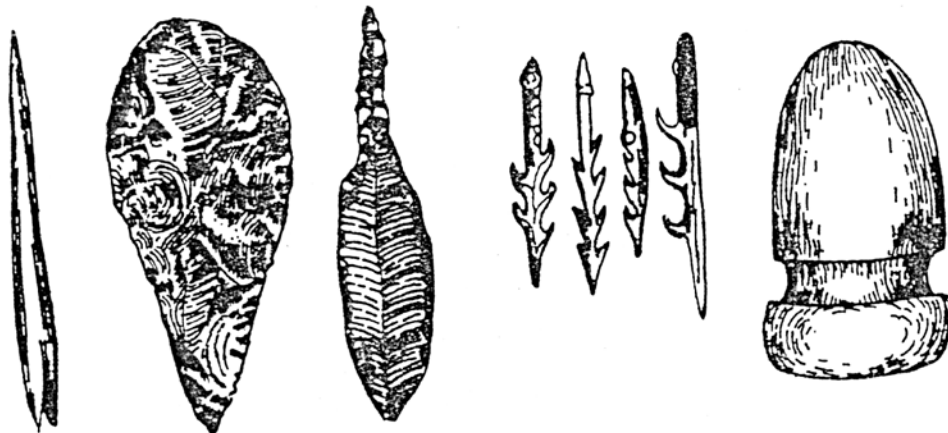


Figura 72. Algunos instrumentos encontrados cerca de fósiles de Cromagnon.
(Tomado de Biología: Unidad, Diversidad y Continuidad CECSA. CNEB, México 1975.)

Continuaron cazando, pero dado que los grandes herbívoros se extinguieron, se dedicaron a presas menores, lo que lo conduciría más tarde a la domesticación vegetal y animal.

Una notable característica de este hombre es su gran capacidad artística, que quedó plasmada en las pinturas rupestres de las cuevas que habitó; a través de ellas se sabe que practicaban rituales usualmente centrados en la caza, ya que los dibujos son casi exclusivamente de animales; la distribución de esas pinturas en las cuevas sugiere que tenían zonas consideradas sagradas.



Figura 74. Reconstrucción de la elaboración de pinturas rupestres por los "artista cromagnones". (Tomado de Weisz, P. 1985).

También se sabe que estos hombres vivían en comunidades en las que era importante el sentido de colaboración grupal y que algún tiempo después de su aparición no tuvieron ya contemporáneos en cuestión de 10 a 20000 años se dispersaron por todo el planeta.



Figura 75. A partir de las migraciones y cruzamientos de grupos de hombres Cromagnones formaron las poblaciones actuales del mundo.
(Tomado de CONACYT, 1982).

Es válido hacer hincapié, en que como en todo razonamiento científico, en lo referente a la evolución biológica humana no se debe asumir conclusiones definitivas, pues las propias bases del Método Experimental nos indican que debemos mantenernos a la expectativa de nuevos conocimientos.

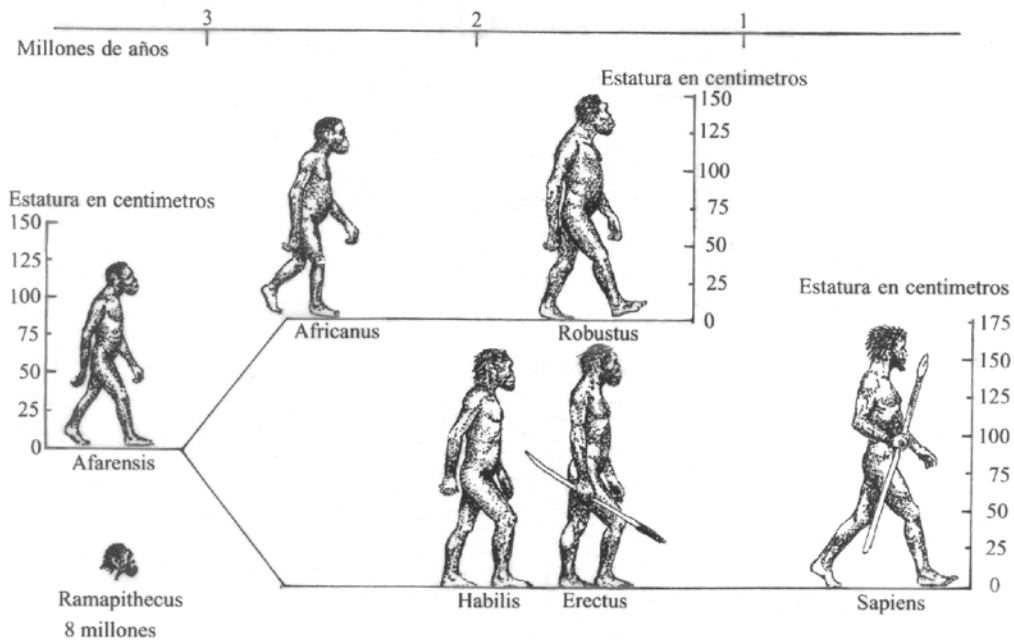


Figura 76.
El esquema muestra uno de los árboles genealógicos del hombre, hasta el momento el más actualizado.
(Tomado de Johanson, D. 1982)

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

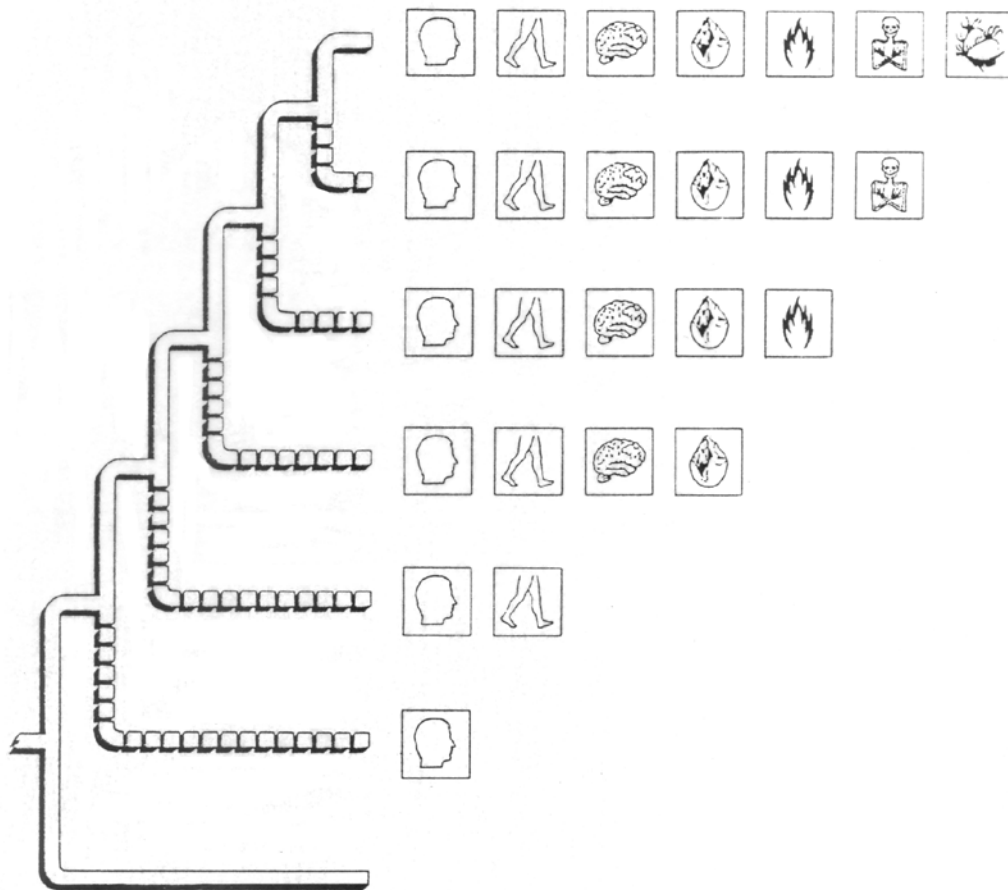


Figura 77.

En el esquema se muestra las características más significativas de los probables ancestros del hombre actual, utilizando tus conocimientos al respecto y siguiendo la secuencia de los recuadros anota en cada caso el nombre del fósil correspondiente.

6. EVOLUCIÓN CULTURAL

¿Qué hace diferente al hombre de otros animales?

La aparición y el desarrollo de los seres humanos, han sido el resultado de los mismos procesos evolutivos que operaron en todos los organismos, pero al mismo tiempo junto con sus estructuras y funciones biológicas fueron desarrollando una particularidad exclusiva, la evolución cultural, la cual se refiere a la información y patrones de conducta que se transmiten a través de las generaciones mediante aprendizajes, imitaciones y ejemplos, incluye el lenguaje, los conocimientos científicos y tecnológicos, el arte, los modos de vida, los valores sociales y las creencias religiosas. La cultura no se transmite a través de la herencia biológica y sin embargo sólo los genotipos humanos pueden adquirirla, comunicarla o modificarla.

¿Qué fue lo que permitió la evolución cultural?

Desde *Australopithecus* hasta *Homo sapiens*, se ha evidenciado el aumento de la masa cerebral, de modo que es indiscutible el hecho de que este fue un factor determinante en el aumento de las aptitudes de la especie humana para sobrevivir en el medio ambiente.

Algunos autores opinan que fueron las manos en libertad lo que favoreció el desarrollo del cerebro, dando paso hacia la evolución cultural; otros más opinan que al tener la necesidad de vivir gregariamente para protegerse, lo primero que se desarrolló fue el lenguaje pues requerían de comunicación para organizarse; hay quienes consideran que fue el trabajo, la elaboración de herramientas, lo que desencadenó la cultura. Tal vez no sepamos nunca que ocurrió primero, pero lo que es indiscutible, es que no fue un hecho aislado, sino una serie de ellos que operaron paralelamente y en reciprocidad, los que finalmente condujeron a la adaptación del hombre a su ambiente. Tal vez una probable ruta para explicar el desarrollo de la especie humana antecedente de la evolución cultural sea la siguiente: el bipedalismo liberó a las manos y éstas se convirtieron en estructuras de trabajo que le permitieron adaptarse cada vez más activamente al medio generando un desarrollo recíproco entre la postura erecta, la mano y el cerebro. Las herramientas fabricadas con las manos e ideadas con el cerebro, fueron más fácilmente utilizadas en posición erguida y de esta forma pudieron vencer obstáculos diversos.

El aumento del cerebro, también favoreció el desarrollo del lenguaje la forma de comunicación a través de imágenes o símbolos para plantear actividades como la caza o la preservación del fuego; sirve también para entrenar a las crías, para alertar al grupo sobre posibles enemigos, para congregarse a otros individuos o para invocar a fuerzas sobrenaturales. Puede discutirse que ya el uso del fuego favoreció la formación de grupos sociales y éstos a un lenguaje, pero en un principio éste más basado en signos, gestos y señas, más restringido en su significado. Posteriormente se desarrollaron códigos simbólicos que han permitido el lenguaje escrito y hablado. De esta manera el ser humano ha sido capaz de dejar una huella tangible sobre su proceso de desarrollo cultural-social en diferentes épocas.

Podemos decir que la evolución humana ha transgredido el aspecto de la adaptación biológica para incrementarse la creatividad de nuestra especie para poder adaptar el medio ambiente a sus necesidades a diferencia del resto de los organismos con lo que

comparte la biósfera. Es por ello que la humanidad debe ser muy cautelosa en el uso que hace de todos y cada uno de sus inventos y descubrimientos para preservar el medio en el que vive, ya que de otra manera también se expone a desaparecer de la faz de la Tierra.

El proceso de evolución biológica del hombre continúa lentamente, pero *para Homo sapiens* ya no significa un mecanismo de adaptación predominante, pues uno de sus resultados: la evolución cultural, es lo que le permite la domesticación del ambiente para sobrevivir, siendo este tipo de evolución mucho más rápida y perceptible.

El siguiente cuadro basado en la división histórica-materialista del desarrollo del hombre, muestra un panorama general de los principales momentos y los hechos más relevantes en tal proceso, el cual abarca desde hace 2 millones de años a la fecha.

Edad Antigua	Época Paleolítica	Nomadismo, comunismo primitivo; sin clases sociales.	Caza, pesca, recolección de frutas; no existe la propiedad privada	Empírica sin base teórica experimental.	Domina el fuego. Elaboración de instrumentos de piedra.	Idealista Politeísta
	Época Neolítica	Surge el sedentarismo, forman pequeñas aldeas.	Domesticación vegetal y animal.	Empírica.	Agricultura. Ganadería. Piedra tallada. Cerámica primitiva.	Idealista Mágica
Edad de los Metales	Época del Bronce o Preclásica	Forman ciudades fluviales.	Se introducen sistemas de riego en la agricultura. Se inicia el comercio.	Empírica.	Metalurgia. Uso de animales de carga. Probable invento de la rueda. Medicina	Idealista
	Época del Hierro o Clásica	Plutocracia esclavista, surge la clase rica en el poder. Clases Sociales Amos Esclavos	Florece el comercio y las artesanías. Se genera la propiedad privada, que incluye a los medios de producción, la producción y la vida del hombre.	Deductiva. Razonamiento de lo general a lo particular	Metalurgia. Matemáticas. Lógica. Medicina. Biología.	Idealista Materialista
Edad Media	Época Medieval	Feudalismo Clases Sociales Clero Sr. Feudal Siervos.	Comercio. Navegación. Ganancias por pagos tributarios procedentes de los pueblos dominados en acciones belicosas.	Dogmático. Razonamiento determinista sin aceptación de escepticismo	Pólvora. Brújula. Imprenta.	Idealista Cristiana
Edad Moderna	Renacimiento	Desarrollo de la burguesía Clases Sociales Sr. Burgués Propietarios	Comercio, manufactura. Nace el capitalismo, el burgués posee los medios de producción; el proletario posee sólo su fuerza de trabajo.	Deductiva. Inductiva. Razonamiento de lo particular a lo general. Observación y experimentación sistemáticas: Método Científico.	Mundo heliocéntrico, órbitas elípticas de los planetas en torno al sol; circulación sanguínea. Leyes del movimiento de los cuerpos. Fundación de sociedades científicas, arte, etc.	Materialista
Edad Contemporánea	Siglo XIX	Burguesía Revolución Industrial. Se plantea el socialismo.	Capitalista: Imperialismo colonial.	Rige el Método Científico Experimental.	Desarrollo de las ciencias Física, Química, Biología.	Materialista

	Siglo XX	Burguesía imperialista. En el socialismo se trata de abolir las clases sociales.	Capitalista: Monopolios industriales	Método Científico experimental	Energía atómica. Cibernética. Medicina nuclear. Ingeniería genética	Materialista
--	----------	---	--------------------------------------	--------------------------------	--	--------------

ACTIVIDAD DE REGULACIÓN

Resuelve el siguiente cuestionario considerando la información antecedente.

1. Explica brevemente que es la cultura.

2. ¿Cómo se relaciona la evolución cultural con los cambios biológicos de los homínidos?

3. ¿Qué diferencia hay entre la herencia cultural y la herencia biológica?

4. ¿Qué significado tiene para el ser humano la evolución cultural?

5. ¿Cuáles son las principales diferencias tecnológicas, sociales, metodológicas y filosóficas, entre la época paleolítica, medieval y actual?

RECAPITULACIÓN

Una preocupación del hombre ha sido siempre, el cuestionamiento de la dinámica de la naturaleza y sus integrantes, incluido el mismo hombre, y en cada etapa histórica se ha planteado una respuesta acorde a las características socio-culturales del momento.

Una de las primeras explicaciones en tal sentido sería la corriente idealista, en la que todo corresponde a un origen predeterminado y estados inmutables de los organismos (fijismo). Más tarde se propone un proceso de cambio, a partir de la información obligada de estructuras por exigencias ambientales y la capacidad de transmitir tales características a la prole. Con la acumulación de los conocimientos biológicos, se replantean esas proposiciones y surge la teoría de la selección natural, como la causa de la variación de las especies, para adaptarse y sobrevivir: La Evolución.

Toda la serie de pruebas directas e indirectas, que han ido proporcionando diferentes ciencias, han sustentado cada vez más solidamente la teoría de la Evolución, en la cual el surgimiento del hombre ha sido de especial interés.

Actualmente se tiene un bosquejo más completo de la historia filogenética humana, pero es prudente y razonable considerar un mayor cúmulo de información antes de emitir conclusiones definitivas.

ACTIVIDADES DE CONSOLIDACIÓN

I. PRÁCTICA DE LABORATORIO: elaboración de modelos de fosilización.

OBJETIVO: Que el estudiante conozca la importancia de los fósiles en la explicación del proceso evolutivo a través de la elaboración de algunos modelos de los tipos de fosilización, para que comprenda como se han preservado algunos restos de organismos antiguos.

CUESTIONARIO DE CONCEPTOS ANTECEDENTES.

1. ¿Qué es la fosilización?

2. Menciona cuáles son las características necesarias para que un organismo se fosilice.

3. ¿Cuáles son los principales procesos de fosilización?

4. Explica que es un fósil guía.

MATERIAL:

- Conchas grandes y pequeñas de moluscos (caracoles, almejas, ostiones)*
 - Semillas*
 - Huesos.*
 - Hojas delgadas, grandes y pequeñas secas o deshidratadas (helechos, hiedra, etc.)*
 - Flores pequeñas y deshidratadas*
 - Artrópodos pequeños
 - 2 ó 3 Pinturas para acuarela*
 - 5 Hojas de papel*
 - 2 Lata o recipiente de metal (atún, lechera, etc.)*
 - 1 Trozo de papel aluminio de 12 x 7 cm*
 - ¼ kg yeso*
 - ½ kg plastilina*
- | |
|---|
| 1 Parrilla eléctrica |
| 1 Espátula de acero |
| 1 Cuadro de madera de 30 x 30 cm |
| 1 Agitador de madera de 30 cm |
| 1 Palangana o cubeta de plástico de 30 x 30 cm de diámetro. |
| 10 gr Brea G. T. |
| 5 ml aceite comestible. |

(*) Material que debe aportar el estudiante

PROCEDIMIENTO:

- I. Ablanda la plastilina, unta los huesos, las semillas y las conchas grandes con el aceite, saca sus moldes y retira los ejemplares. En la palangana mezcla el yeso con agua hasta lograr una consistencia semisólida y viértela dentro de los moldes de plastilina, espera a que se endurezca y separa el vaciado del molde. Una vez endurecido los sobrantes de yeso, deposítalo en una bolsa de plástico y tíralo al cesto de la basura ya que si lo agregas a la tarja ésta puede taparse.
- II. Elabora una cajita para inclusión con papel aluminio¹. Toma con la espátula menos de 10 gr de brea y deposítala en la lata o recipiente de metal, caliéntala hasta fundirla. No dejes mucho tiempo calentando ya que se pondrá oscura.
- III. Con las acuarelas pinta las hojas de planta y antes de que seque haz una impresión de ellas sobre hojas de papel.

DISCUSIÓN

1. Identifica los procesos de fosilización que representan los modelos elaborados.

¹ Ver instrucciones al final de la práctica.

2. Explica cuales son las ventajas de conservación para los ejemplares en cada caso.

3. Escribe las diferencias entre inclusión, molde, vaciado e impresión.

CONCLUSIONES

- Redacta brevemente tus conclusiones respecto a esta actividad de laboratorio.

CAJA PARA INCLUSIÓN

Dobla tu hoja en tres partes tanto horizontal como verticalmente, marca bien los dobleces.

Une los lados A y B y dobla hacia C.

Dobla la pestaña superior hacia abajo y afuera.

Para deshidratar las hojas y flores, se deben poner entre hojas de papel periódico y prensar con unas maderitas o bien dejar bajo un libro pesado, durante tres o cuatro días, cambiando diario la hoja de periódico.

AUTOEVALUACIÓN

- I. Al elaborar tus modelos de fosilización es conveniente que diferencies a cada uno de los tipos considerando la velocidad de sedimentación de los materiales, así como las ventajas que representan una inclusión en ámbar frente a un molde, un vaciado o simplemente una huella.
- II. La relación con el ensayo sobre las diferencias del Lamarckismo, Darwinismo y Síntesis Moderna, no pierdan de vista la época en que se desarrolla cada una de estas teorías con el propósito de que comprendas más cabalmente por que cada autor o grupo de autores llegó a diferentes conclusiones y de que manera el propio avance científico ha favorecido el desarrollo del conocimiento biológico.
En la evolución del ser humano es de vital importancia la serie de cambios morfológicos y fisiológicos que pueden inferirse a través de los fósiles ya que constituyen la prueba directa de la evolución y de posibles modificaciones ambientales, las que actuaron seleccionando aquellas variantes de homínidos que poco a poco fueron dando origen al hombre actual.

Cabe destacar también, de evolución cultural del ser humano, ya que ello le ha permitido transformar su ambiente; estudiarlo y buscar respuestas a los fenómenos naturales que lo rodean. Sin embargo por ello mismo la especie humana debe ser muy cautelosa en el cuidado y administración adecuada de la naturaleza.

ACTIVIDADES DE GENERALIZACIÓN

Para que te percales de algunas de las etapas del desarrollo histórico del hombre, te sugerimos que hagas una visita al Museo de Antropología e Historia en el Bosque de Chapultepec, en la ciudad de México, o bien a cualquier otro análogo cercano a tu comunidad.

En el caso de la Ciudad de México, podrás además recorrer el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, también en Chapultepec (3ª. Sección), para que te des cuenta del avance del conocimiento del hombre en este campo.

En algunos estados de la república mexicana existen museos similares o bien se exhiben exposiciones temporales al respecto, ¡No te las pierdas!

Seguramente tu centro escolar tiene aparatos de video, solicita que te proyecten las películas “2001 odisea del espacio”, “el vínculo olvidado”, “la guerra de fuego”, “los cavernícolas”, o cualquier otra que puedas discutir con tu asesor o profesor a la luz de la teoría de la evolución.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ASSIMOV**, I. La fuente de la vida. Limusa. México. 1972.
- COLEMAN**, W. La Biología en el siglo XIX. FCE – SEP. México. 1985.
- CONACYT**. El hombre en la evolución. CONACYT. México. 1982.
- CURTIS**, H. Biología. Panamericana. México. 1983.
- DOBZHANSKY**, T. et al. Evolución. Omega. España. 1988.
- DODSON**, E. O. Evolución: procesos y resultado. Omega. España. 1963.
- FANCELLO**, O. El camino de la ciencia. (I y II). CONACULTA. México. 1990.
- GRASSE**, P. P. La evolución de lo viviente. Blume. España. 1977.
- JOHANSON**, D. Y E. Maitlad. El primer antepasado del hombre. Planeta. México. 1982.
- JOHANSON**, G. E. L. Evolución. CECSA. México. 1987.
- KIMBALL**, J. W. Biología. Fondo Educativo Interamericano. México. 1982.
- MAYR**, E. Et al. Evolución. Scientific American. 239 (3). 1978.
- MIRÓ**, E. Evolución. Alambra. España. 1981.
- NIESTURJ**, M. F. El origen del hombre. MIR. Moscú. 1979.
- NÚÑEZ**, F. y L. F. Jiménez, G. Evolución y filogenia humana. Ciencias. México. 1988.
- ORAM**, R. F. Biología: sistemas vivientes. CECSA. México. 1984.
- PIÑEIRO**, D. De las bacterias al hombre: La evolución. FCE. México. 1987.
- SHERMAN**, V. e I. Sherman. Biología: perspectiva humana. Mc Graw Hill. México. 1987.
- SOLOMON**, E. P. Et al. Biología. Interamericana. México. 1987.
- STARR**, C. Biology: Concepts and Applications. Wadsworth publishing, Co. USA. 1991.
- SUÁREZ**, L. G. L. Evolución. CCH. UNAM. México. 1990.

TEMPLADO, J. Historia de las teorías evolutivas. Alambra. España. 1988.

VALLOIS, H. y A. Vandel. Los procesos de hominización. Grijalvo. México. 1969.

WALLACW, R. A. Evolución y microorganismos. Trillas. México. 1990.

WEISZ, P. La ciencia de la Biología. Omega. Madrid. 1972.

WEISZ, P. La ciencia de la Zoología. Omega. Madrid. 1985.