

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Complemento de Clases Teórico-Prácticas

Fundamentos de Evolución BLOQUE 4

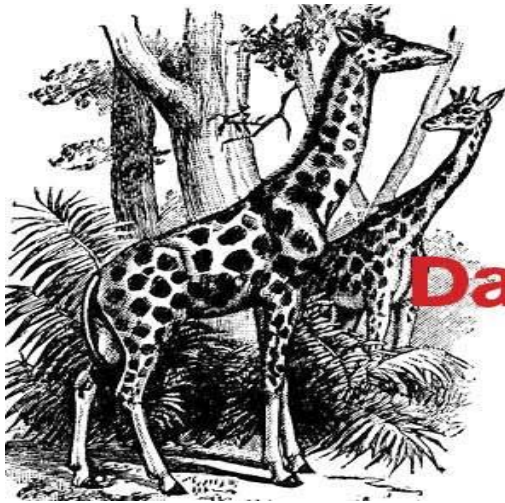
Autores

Dr. Claudio Sosa
Dr. Juan Bajo
Dr. Gabriel Bernardello
Dra. Bárbar Arias Toledo
Dr. Gustavo Pigino
Dr, Santiago Rodríguez López
Biól. Sabino Ortíz Beggia

Córdoba
2020

BLOQUE N° 4:

ADAPTACION



Darwin y el concepto de adaptación

Ana Barahona

Profesora de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

cómo citar este artículo →

Barahona, Ana 1983. Darwin y el concepto de adaptación. Ciencias 3, enero-marzo, 10-13. [En línea]

El cuento infantil de la Caperucita Roja es bien conocido, y todos recordamos que cuando la Caperucita pregunta al lobo: “¿porqué tienes esos dientes tan grandes?”; el lobo contesta: “!para comerte mejor!”.

Desde el punto de vista biológico, parece irrelevante preguntarse para qué tienen los lobos los dientes tan grandes, o porqué cambian de color los camaleones, o porqué el hombre puede abatir el pulgar, y los cactus, sin tener hojas, retienen tanta agua, etc. Sin embargo, si examinamos la historia de la biología nos encontraremos con que estas preguntas están muy relacionadas con el famoso problema de Lamarck sobre la longitud del cuello de las jirafas.

Según Lamarck las jirafas tendrían el cuello muy largo debido a su uso continuo y desmedido al intentar alcanzar los brotes tiernos en las altas ramas de los baobabs africanos.

La idea de que el cambio morfológico producido por el uso de un órgano es heredado por la generación inmediatamente posterior, ha sido ampliamente debatida por biólogos y antropólogos —Engels incluido— y ha dado lugar a fenómenos tan extravagantes como el de la biología soviética Lyssenkista.

Por otro lado desde tiempo inmemorial el hombre sabe de la desaparición de ciertas especies; de enormes dinosaurios incapaces de sobrevivir; de especies en proceso de extinción, etc., lo que plantea problemas de gran importancia para la biología.

La posición de Lamarck, en su tiempo, fue revolucionaria: antes e incluso bien entrado el siglo XIX, se creía en “una divina mano invisible, en un diseño preestablecido, en la aparición milagrosa de los seres vivos, desde el primer día de la creación, tal y como ahora los conocemos: se decía que, durante la semana del génesis, Dios creó los cielos y la Tierra, las plantas y los animales dándoles, desde el momento mismo de su nacimiento, su forma definitiva e inmutable. Esta explicación —teología natural— habría respondido a la pregunta de Caperucita afirmando: “¡por que así lo quiso Dios!”.

Sin embargo experimentos posteriores y la aparición de nuevas teorías, han mostrado que la explicación de Lamarck no fue suficiente; tómese, como solo ejemplo la aparición de la genética.

Por otra parte, obviamente, para el espíritu científico del siglo XIX, la explicación bíblica, por más elaborada que se presentara (como en Paley), era igualmente insuficiente: la Biblia no explicaba la desaparición de ciertas especies.

Darwin por su parte, ya desde el viaje del Beagle, se habría planteado este problema al descubrir ciertas diferencias y variaciones existentes entre los pinzones de Europa y los pinzones de América: la forma del pico a partir del tipo de alimentación, etc. Estas diferencias fueron explicadas por medio del concepto de adaptación, sin recurrir a la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos, ni, menos aún, a la teoría de la adaptación perfecta de la teología natural.

En la introducción al *Origen de las Especies*, Darwin reflexiona sobre las afinidades entre las diversas especies, sobre sus relaciones embriológicas, su distribución geográfica, su sucesión geológica y otros hechos semejantes, para concluir que las especies no han sido creadas de manera independiente, sino que se han originado unas de otras. “Sin embargo, dice Darwin, esta conclusión... no sería satisfactoria mientras no se pueda demostrar cómo las innumerables especies que habitan el mundo se han ido modificando hasta adquirir esta perfección estructural y esta adaptación mutua”.

Ciertamente buena parte de los cambios pueden atribuirse a variaciones climatológicas, a desequilibrios ecológicos, o, incluso, como hace Cuvier, a grandes cataclismos naturales. Sin embargo, no puede sostenerse que la responsabilidad de tales cambios sea solamente, de las causas externas. Dice Darwin: “Los naturalistas continuamente aluden a condiciones externas, tales como el clima, alimentación, etc., como la causa única de variación. En un sentido limitado, esto puede ser verdad. Pero es absurdo atribuir a causas puramente externas la estructura, por ejemplo, del pájaro carpintero, tan admirablemente adaptado para

capturar insectos bajo la corteza de los árboles, e “igualmente absurdo explicar la estructura de un parásito y sus relaciones con varios seres orgánicos distintos, por efecto de las condiciones externas, de la costumbre o de la voluntad de la misma planta”. Así, para Darwin, “es de la mayor importancia alcanzar un juicio claro acerca de los mecanismos de modificación y adaptación mutua”.

Resulta evidente, entonces, que el concepto de adaptación darwiniano esté íntimamente vinculado al concepto de selección: quienes se adapten mejor serán los elegidos.

Este proceso de selección resulta fundamental para comprender el mecanismo de adaptación: selección que puede ser, dice Darwin, natural, sexual, o selección en “estado doméstico”.

a) la selección natural es el proceso mediante el cual toda variación que aparezca, por ligera que sea, se conserva; si, en algún grado es provechosa a los individuos de la especie en su relación con otros individuos y tienden a la conservación de la especie, se heredará.

b) La selección en estado doméstico es el proceso por medio del cual, el hombre selecciona y elige caracteres útiles a su capricho o su necesidad y, al acumular estas variaciones durante varias generaciones, en una sola dirección, llega a producir diferencias apreciables; por ejemplo: las vacas lecheras de grandes ubres, los árboles frutales, las variedades híbridas del maíz y del trigo, etc.

c) La selección sexual, por último, es aquella que explica cómo los caracteres sexuales secundarios que, aparentemente no tienen otra función que la de distinguir los sexos, cumplen la muy importante función de favorecer a los individuos, no en la lucha por la existencia, sino en la lucha por las hembras.

Esta selección sexual ilustra, con toda claridad, cómo la lucha por la existencia es, principalmente, intraespecífica, es decir, que es precisamente entre individuos de la misma especie, entre individuos que frecuentan los mismos lugares, que requieren del mismo alimento, y que están expuestos a los mismos peligros, entre quienes la lucha es más intensa. Este conflicto intraespecífico es, par a Darwin, el mecanismo por excelencia que hace que aparezcan nuevas especies: favoreciendo al más fuerte, y eliminando a los débiles se perpetúan los individuos más aptos, se establecen las nuevas variedades y las antiguas especies se transforman en especies inéditas.

Así la competencia entre individuos de la misma especie —más que la competencia entre grupos, más que la lucha por la existencia— es la noción indispensable para la construcción de la teoría darwiniana.

Si para Lamarck la adaptación del organismo dependía de las condiciones de su lucha con el medio; para Darwin la adaptación está referida sobre todo, a la lucha

de un organismo contra otros similares para la mejor explotación de un mismo medio.

Si en Lamarck el organismo se adapta a su medio en un acto de voluntad; para Darwin, sólo en competencia con sus vecinos, el mejor adaptado sobrevive. Al estudiar la distribución geográfica de las especies y el registro fósil, Darwin encontró algunos casos en los que bajo una diversidad de condiciones físicas ha persistido uniformidad de tipo; y otros en los cuales una diversidad de tipos se ha extendido en condiciones físicas idénticas. También, mientras unas especies han cambiado en el mismo sentido en el mismo ambiente, otras pueden ser colocadas en condiciones diferentes sin que se presente modificación alguna. De estos hechos Darwin deduce que el organismo responde a la presencia de sus vecinos o de los habitantes y no al hábitat mismo. Hay especies dominantes que se han extendido por todas partes y que presentan una multitud de variaciones, lo cual puede constituir una ventaja relativa frente a sus competidores; por esto, para Darwin, la adaptación era condición necesaria y limitante, pero no suficiente o direccional, para la evolución de las especies.

Por otra parte, la adaptación supone, desde el principio, la idea de la variabilidad de las especies, contrapuesta a una teología natural, una armonía preestablecida, a la visión de un mundo creado tal y como lo conocemos.

El problema de la adaptación está desde un principio, ligado al problema del dinamismo de las especies, a su transformación, a la aparición de variedades nuevas por acumulación de diferencias, etc.

Al preguntarse por estos mecanismos Darwin escribe: “Ni la acción de las condiciones ambientales, ni la voluntad de los organismos puede explicar los innumerables casos en los cuales estos organismos se adaptan admirablemente a sus hábitos de vida. He estado siempre asombrado por estas adaptaciones y en el momento en que puedan explicarse, me parecerá inútil tratar de demostrar por medio de pruebas indirectas, que las especies se modifican”.

Es del todo imposible hablar de transmutación de las especies si la adaptación hubiese sido preestablecida por el creador; en un mundo fijista, la adaptación se reduce a un acomodamiento al medio sin actividad por parte del ser vivo. En estas condiciones no se puede hablar propiamente de una adaptación biológica. La idea de una transformación o adaptación que modifica las condiciones biológicas del organismo se contrapone radicalmente a la idea que sostiene que el concepto de adaptación de Darwin está tomado de la economía política de Adam Smith. Para éste la adaptación consistía más bien en una adecuación, tanto a las condiciones del mundo circundante como a las condiciones biológicas, inherentes y esenciales del ser humano.

En una concepción transformista, (Lamarckista) el medio modela y modifica al organismo, sin que la acción de acomodamiento provenga del ser vivo o bien la

acomodación se efectúa a partir de lo viviente y, sólo en ese caso, se trata verdaderamente de adaptación. Esta puede provenir de un esfuerzo de lo vivo, si el “sentimiento interior” tuviera la importancia y autonomía que por lo general se le atribuía. Pero también puede provenir de variaciones que se producen en el ser vivo de manera aleatoria, independiente mente de toda iniciativa de su parte y sin ningún valor adaptativo: esta será la solución darwiniana.

En 1837, Darwin formula por primera vez su teoría de la selección natural que incluye una doble perspectiva acerca del problema de la adaptación: la adaptación como proceso y la adaptación como un estado del ser. Este segundo punto era sostenido por los teólogos naturales para quienes las circunstancias físicas determinan las condiciones de existencia de un organismo y, como éstas nunca cambian, la adaptación perfecta, es un estado del ser que revela el designio inmutable de Dios. Cuando Darwin inicia su trabajo existe una vasta literatura, ampliamente difundida, en donde las adaptaciones orgánicas son objeto de discusiones frecuentes y profundas.

Para el Darwin de 1837, las especies estaban más cerca del estado de aptitud perfecta frente al medio ambiente, pues el organismo cambia lenta y continuamente para compensar los cambios graduales, del medio. La supervivencia depende de la adaptación perfecta, dice Darwin, pero su constitución refleja su pasado; así se explica que caracteres, que alguna vez fueron adaptativos, se presenten sólo por causas hereditarias, es decir, como reminiscencias genéticas. El efecto de esta formulación era mantener la perfección de la adaptación de caracteres con la que Darwin pretendía explicar el cambio evolutivo. Sólo la ruptura con el concepto de adaptación perfecta dará a las teorías de Darwin y a el concepto de adaptación, un contenido distinto.

Por otro lado los conceptos darwinianos de extinción y de balance natural lo acercan a una formulación más clara del problema de la adaptación.

“Con esta tendencia al cambio (y la multiplicación en aislamiento) se requieren muertes de las especies para mantener los números iguales (...) la cantidad de vida en el planeta en diferentes períodos depende de las relaciones del desierto, océano, etc. Esto, probablemente en término medio, en igual cantidad. El número de formas depende de relaciones externas y en subdivisiones de estaciones y diversidad, esto es, tal vez en término medio”.

Desde el punto de vista tradicional del balance natural, las especies fueron fijadas y balanceadas para controlar la superfecundidad de los individuos, garantizando la preservación de las especies. La transmutación, para Darwin, propaga una superabundancia de especies y requiere continuamente, de la extinción de especies para igualar sus nacimientos. La extinción requiere creación (como en Lyell) y así, en 1837, Darwin aprecia el papel de la superfecundidad, del balance natural y de la adaptación en el problema de la transmutación de las especies. Es hasta la lectura de Malthus, en 1938, que Darwin propone otra formulación.

En 1837 la adaptación perfecta como argumento evolutivo, y subsecuentemente, el concepto de utilidad (concepto que se refiere a aquello que es favorable a la vida, y que permitirá la supervivencia, contrariamente al uso lamarckiano, que designa más bien el ejercicio de una función, y por ello, de un órgano) se utilizan para discutir en contra del creacionismo. Darwin explica las adaptaciones imperfectas como remanentes hereditarios de viejos actos de adaptación directa; con ello, desplaza la adaptación imperfecta del campo de la especulación y lo erige en mecanismo actualista de evolución. La noción darwiniana de adaptación perfecta, en el fondo, es idéntica a la de Paley. Sin embargo, en 1838, Darwin temporaliza el concepto: el organismo es al agente de ajuste, y la adaptación se vuelve un proceso dinámico; como dice Kuhn, es hasta la factura de Malthus que Darwin sustituye el concepto de adaptación diferencial. Este es el momento de inflexión, en el que la historia natural tomó un nuevo curso.

Actividades

<i>Parte I:</i>

Lectura de los artículos:

- Gould, S.J. & R. Lewontin. 1983. La adaptación biológica. Mundo Científico 3(22)
- Mayr, E. 1983. ¿Cómo poner en práctica el programa adaptacionista? (Trad. How to carry out the adaptationist program? The American Naturalist 121:324-334.

Realizar la lectura en forma grupal con el propósito de establecer una conceptualización del valor de las adaptaciones en el proceso evolutivo de las especies.

¿En qué se diferencian las posturas de Gould y de Mayr?

Proponer respuestas a los siguientes interrogantes:

- ¿La adaptación siempre es consecuencia de un proceso evolutivo?
- ¿Una adaptación puede desarrollarse a partir de un proceso de selección natural?
- ¿Una mutación puede conducir a un rasgo adaptativo?
- ¿La selección sexual puede influir en el desarrollo y mantenimiento de rasgos o conductas adaptativas?

Parte II:

Los seres humanos clasifican casi todo, incluyendo uno al otro. Uno de los problemas centrales en la biología es la clasificación de los organismos sobre la base de características comunes. Por ejemplo, los biólogos clasifican todos los organismos con una espina dorsal como "vertebrados". En este caso la columna vertebral es una característica que define el grupo. Si, además de la columna vertebral, un organismo tiene branquias y aletas, es un pez, una subcategoría de los vertebrados. Este pez puede tener también asignadas categorías más pequeñas hasta el nivel de especie. La clasificación de los organismos de esta manera ayuda al biólogo a poner orden a lo que de otro modo sería una desconcertante diversidad de especies.

El campo dedicado a la clasificación de los organismos se llama **taxonomía**. La taxonomía moderna fue inventada por Carolus Linnaeus (1707-1778). Es un sistema jerárquico ya que los organismos se agrupan en categorías cada vez más amplias desde especies hasta reino.

En el siglo XVIII muchos de los científicos creían que la Tierra y todos los organismos habían sido creados de repente en su forma actual. Este punto de vista de la taxonomía cambió dramáticamente cuando **Charles Darwin** publicó *El origen de las especies* en 1859. En su libro Darwin presentó pruebas convincentes de que la vida había evolucionado a través del proceso de **selección natural**. Las evidencias reunidas por Darwin, y miles de otros biólogos desde entonces, indican que todos los organismos descienden de un antepasado común. En el lapso casi inimaginable de tiempo transcurrido desde que surgieron los primeros organismos (cerca de 3,5 millones de años) la vida se ha ido diversificado en las múltiples formas que vemos hoy.

Como consecuencia de la obra de Darwin ahora se reconoce que las clasificaciones taxonómicas son en realidad **reflejo de la historia evolutiva**. Una manera de mostrar la relación evolutiva entre los organismos es en la forma de un **árbol filogenético** (gr. Phylon, existencias, tribu + género, nacimiento, origen):

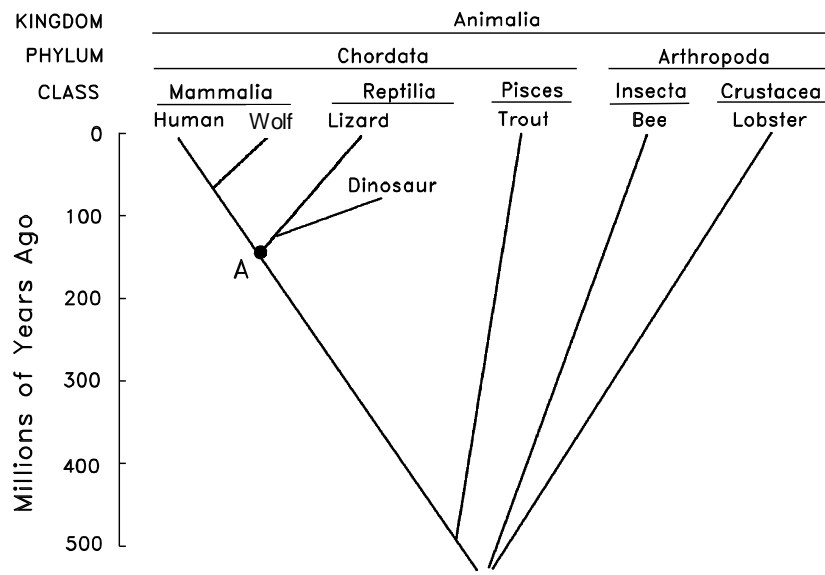


Figura 1

El eje vertical en esta figura representa el tiempo. El punto en que dos líneas se separan indica cuando un linaje particular se rompe. Por ejemplo, vemos que los mamíferos se separaron de los reptiles unos 150 millones de años atrás. El **ancestro común más reciente** compartido por los mamíferos y reptiles es indicado por el punto A. El eje horizontal representa, de manera general, la cantidad de divergencia que se ha producido entre los diferentes grupos, cuanto mayor es la distancia, es más diferente su apariencia.

Hay, sin embargo, dificultades con este enfoque. Por ejemplo, algunas especies se asemejan entre sí porque desarrollaron independientemente estructuras similares en respuesta a un medio ambiente similar o modos de vida, no porque comparten un ancestro común reciente. Esto se llama **evolución convergente**, porque las especies lejanamente relacionadas parecen converger en la apariencia (cada vez más similares). Entre los ejemplos de evolución convergente están las alas de los murciélagos, pájaros e insectos, o la forma aerodinámica de las ballenas y los peces.

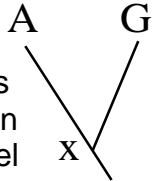
La clasificación y la evolución de los organismos artificiales

En esta práctica se desarrollará una clasificación taxonómica y el árbol filogenético de un grupo de organismos imaginarios llamados **Caminalculos** después de que el taxónomo José Camín los diseñara. En la parte posterior de este práctico se encuentran las imágenes de los 14 "vivos" y 58 "fósiles" de especies que va a utilizar. Observe las imágenes y tenga en cuenta la variedad de apéndices, forma de concha, patrón de colores, etc. Cada especie se identifica por un número más que un nombre. Para Caminalculos fósiles también hay un número entre paréntesis que indica la edad geológica de cada ejemplar en millones de años. La mayoría de los fósiles se han extinguido, pero usted se dará cuenta de

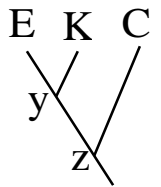
que unos pocos siguen viviendo (por ejemplo, especie nº 24 se encuentra entre las formas de vida, pero también hay un fósil de 2 millones de años nº 24 de nuestra colección).

Ejercicio 1. El enfoque comparativo para análisis filogenético

Construya un árbol filogenético basado sólo en su examen de las 14 especies vivas. Este árbol debe reflejar su clasificación taxonómica. Por ejemplo, digamos que ha puesto la especie A y G en el mismo género porque cree que han evolucionado de un ancestro común (x). Su parte del árbol se vería como el diagrama de la derecha.



Cuando haya tres o más especies en un género tiene que decidir que dos de las especies comparten un ancestro común, que no es compartida por el otro. Esto indica que las especies E y K están más estrechamente relacionados entre sí que cualquiera de ellos a C. Nuestra hipótesis es que E y K tienen un antepasado común (y) que no es compartida por C. Así pues, incluso en ausencia de un registro fósil, es posible elaborar un árbol filogenético.



Ejercicio 2. La filogenia de Caminalculos

Usando una hoja grande de papel, construir un árbol filogenético para los Caminalculos. Use una regla para sacar 20 líneas horizontales equidistantes entre sí en el papel. Cada línea se utiliza para indicar un intervalo de un millón de años. Etiquete cada línea para que el uno en la parte inferior del papel represente una edad de 19 millones de años y la línea superior represente el presente (0 años). Corte todos los Caminalculos (incluidas las especies vivas). Ponerlos en montones de acuerdo a su edad (el número entre paréntesis). A partir de los fósiles más antiguos, organizar los Caminalculos en función de sus relaciones evolutivas. La figura 2 muestra cómo empezar.

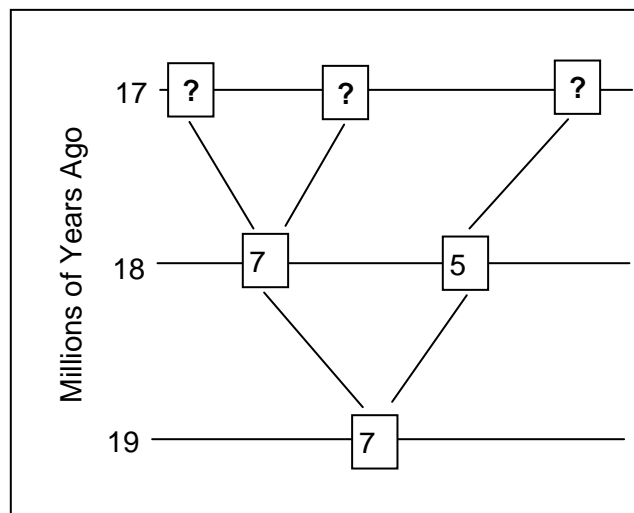
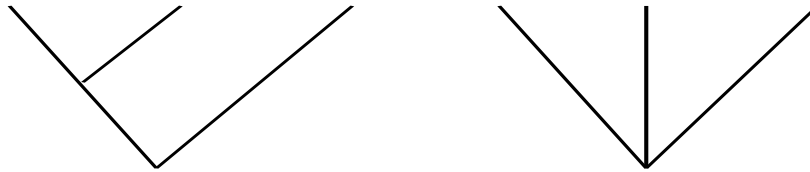


Figura 2

Consejos, sugerencias y advertencias

a. Dibujar líneas ligeramente con lápiz para indicar el camino de la evolución. Sólo después de que su instructor ha comprobado su árbol debe pegar las figuras en su lugar y se oscurecen las líneas.

b. La ramificación debe incluir sólo dos líneas a la vez:



Como esto no esta

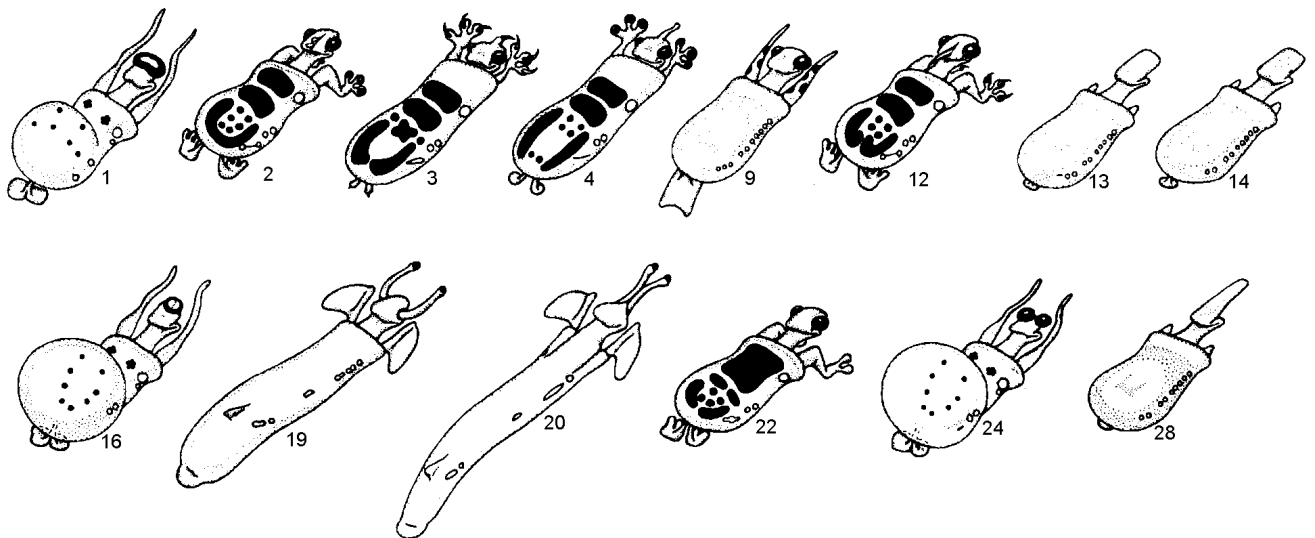
c. Algunas formas de vida también se encuentran en el registro fósil.

d. Hay lagunas en el registro fósil de algunos linajes. Además, algunas especies se extinguieron sin dejar descendientes (recuerde los dinosaurios).

e. Los Caminalculos están numerados al azar, los números no ofrecen pistas sobre las relaciones evolutivas.

f. Sólo hay un árbol filogenético correcto en este ejercicio. Esto es debido a la forma en que José Camín clasificó sus animales imaginarios. Empezó con la forma más primitiva (# 73). Después de completar su filogenia compararla con la original.

CAMINALCULOS VIVOS



CAMINALCULOS FOSILES

(Los números entre paréntesis indican la edad en millones de años)

