



Fuente: <http://jessicagottlieb.com/2010/10/cats-dogs-mice-rats-and-gottliebs>

Evelyn Tineo

8

Hijo de gato caza ratón

Cambios, adaptación y evolución para seguir viviendo



Por qué el sapo es como es? ¿Por qué somos de una forma y no de otra? ¿Qué difícil dar con la respuesta! Desde la perspectiva científica, todas las especies han seguido una historia o vía evolutiva propia que las condujo a diferenciarse mediante la posesión de características distintivas. ¿Cómo lo consiguieron? ¿Cuánto tiempo les llevó? ¿Heredaron esas características? Las especies guardan muy bien sus «secretos familiares», por lo que es preciso echar mano de la información proporcionada por las distintas disciplinas científicas para tratar de desenredar la maraña de hilos que forma la historia evolutiva de las especies, incluida la nuestra.

En un sentido simple, la *evolución biológica* es un cambio en las características o los atributos de una población en el transcurso de varias generaciones, lo que lleva a la formación de nuevas especies a partir de especies preexistentes.

Una inquietud muy antigua

Existen dos grandes posturas acerca del origen de las especies: la *fijista* y la *evolucionista*. Según la primera, las especies no cambian, sino que cada forma fue creada por una fuerza superior. A esta postura se le contraponen la concepción evolucionista, que sostiene que las especies son entidades mutables, cambiantes y las actuales derivan de otras especies ancestrales.

La idea de la evolución ha sido defendida por diversos pensadores.



El filósofo del siglo VI a.C., Anaximandro de Mileto, afirmaba que la vida había surgido del medio acuoso y que de allí se extendió a la Tierra.

En épocas más modernas, los aportes de naturalistas como:



Georges Louis Leclerc, conde de Buffon

(1707-1788)



Carlos Linneo

(1708-1788)



Georges Cuvier

(1769-1832)

sirvieron posteriormente para sentar las bases de las ideas evolucionistas de otros científicos.

Un gran evolucionista

El francés Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) fue el primero en hacer una proposición consistente sobre la evolución, al plantear la teoría de la *herencia de los caracteres adquiridos*, en la que reconoce que las especies en distintos ambientes tienen diferentes necesidades o requerimientos y, por lo tanto, usan ciertos órganos o apéndices más que otros. Por ejemplo, para explicar por qué el cuello de las jirafas es largo, Lamarck argumentó que estos mamíferos tuvieron que estirarlo para alcanzar el follaje del cual se alimentaban. En el transcurso de varias generaciones, el cuello de estos animales llegó a ser más y más largo. Este naturalista propuso que las alteraciones, adquiridas durante la vida de los organismos, se heredaban. Sin embargo, hoy sabemos que esos cambios no se transmiten de generación en generación.

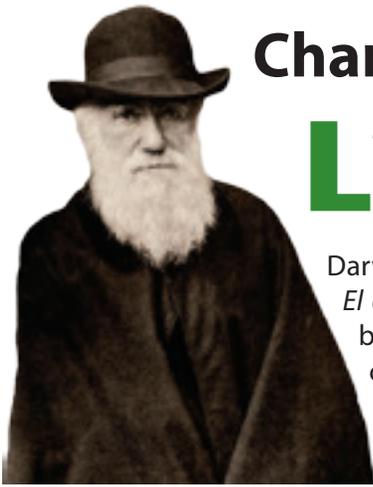


En síntesis, la teoría de Lamarck, conocida también como *transformismo*, se basa en dos principios: *la ley del uso y el desuso* y *la ley de la herencia de los caracteres adquiridos*.



Según la teoría lamarckiana, los caracteres adquiridos por las jirafas, gracias a su esfuerzo intrínseco, fueron heredados por sus descendientes.

Fuente: gudevica.org/konkurs/file.php/1/Rositsa_Stoykova/Picture_3.jpg



Charles Darwin: la selección natural

La selección natural, concepto medular de la teoría evolutiva, fue propuesta de manera independiente por Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russel Wallace (1823-1913).

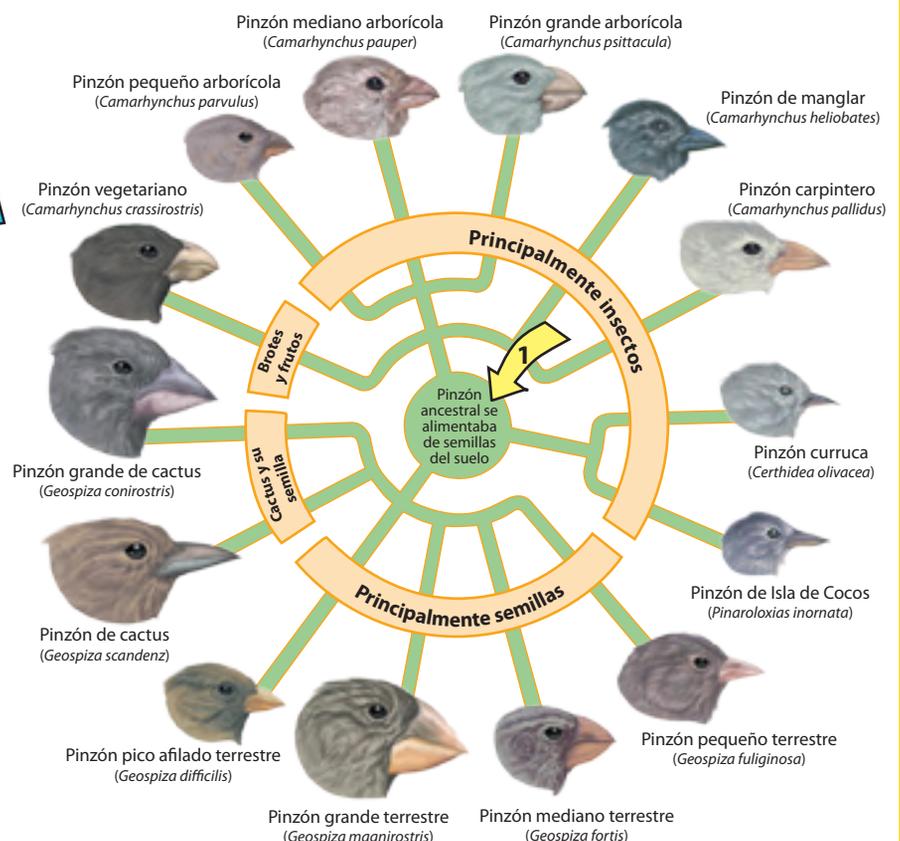
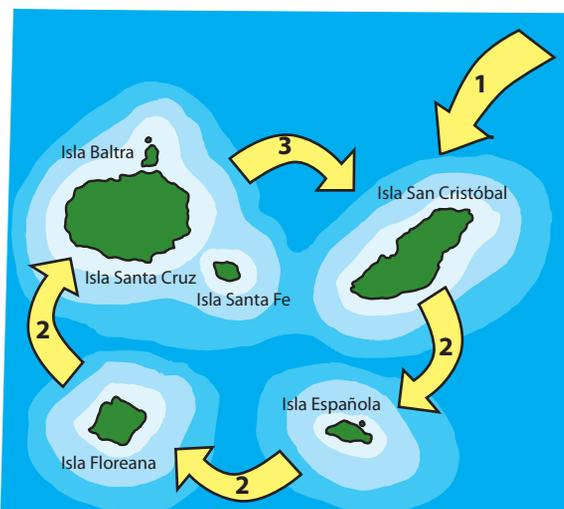
Darwin explicó detalladamente su teoría de la selección natural en 1859, en su libro *El origen de las especies*. Entre los años 1831 y 1836 tuvo la oportunidad de viajar a bordo del navío *Beagle* a diferentes regiones de América del Sur, donde colectó muchas muestras geológicas y biológicas. Entre estas regiones, merece ser destacada la visita a las islas Galápagos, donde observó pinzones, tortugas e iguanas marinas, especies propias de esas islas y enteramente desconocidas para la gran mayoría de las personas.

Las ideas de Darwin fueron influenciadas por el economista inglés Thomas Malthus (1766 -1834), quien afirmaba que la población humana crecía más rápidamente que la producción de alimentos, lo cual ocasionaría escasez y hambrunas. Darwin extendió este concepto a individuos de otras especies y dedujo que cuando los recursos fueran limitados, se establecería una lucha por su existencia y los que resultaran más aptos para obtenerlos, serían los sobrevivientes.

La «lucha por la existencia» implica una competencia entre los individuos que debe ser entendida no como enfrentamiento físico, sino como la demostración de la aptitud para sobrevivir y dejar un mayor número de descendencia en las siguientes generaciones; esto se conoce como reproducción diferencial y constituye el principio básico de la teoría de la selección natural. Los «mejores genes» serán los que tengan mayores oportunidades de permanecer en las poblaciones.

Modelo explicativo de la evolución de los pinzones en las islas Galápagos según Darwin

- 1 Un grupo de pinzones migraron desde tierra firme de América del Sur y colonizó una de las islas.
- 2 Una vez que la población de estos pinzones logró establecerse, se dispersaron hacia las islas cercanas y se adaptaron a otras condiciones ambientales.
- 3 Después de un período de aislamiento, se estableció un contacto secundario entre las poblaciones, sin embargo, debido a la profunda divergencia genética no pudieron entremezclarse.



La selección natural, motor evolutivo

En una población, algunos individuos tienen mayor número de hijos y/o mayor supervivencia que otros; esto es denominado aptitud o eficacia biológica. En este sentido, los individuos de una población deben:

1. Superar cada etapa del desarrollo hasta llegar a la edad reproductiva.
2. Tener éxito reproductivo; es decir, deben conseguir pareja y dejar, en promedio, más descendientes que otros individuos de la población.

La selección natural promueve la adaptación de las especies a distintos ambientes y explica su organización estructural y diversidad. Puede proceder de tres formas o modos: selección natural estabilizadora, selección natural direccional y selección natural diversificadora.

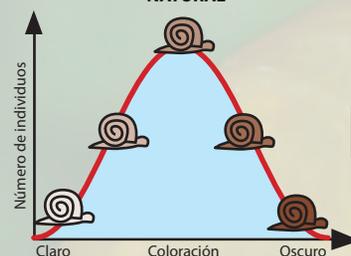
Estabilizadora

La selección estabilizadora favorece a los fenotipos intermedios. Esto significa que cuando existe un rango de fenotipos, aquellos que caen dentro del promedio son los más aptos y, por lo tanto, los fenotipos extremos son poco seleccionados. Por ejemplo, en los seres humanos, el peso promedio de los recién nacidos está alrededor de 3,2 kg. Muy por encima o muy por debajo de este valor, la probabilidad de supervivencia es baja.

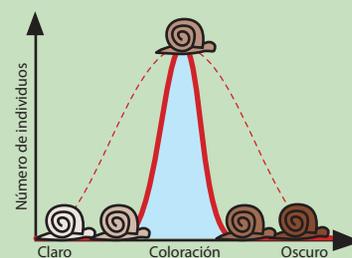
Este tipo de selección es común en aquellos ambientes sumamente estables, es decir, que sus condiciones bióticas y abióticas varían muy poco en el tiempo. Un ejemplo lo constituyen los llamados «fósiles vivientes», como el celacanto, el cangrejo cacerola, la pteridofita *Equisetum*, el árbol *Sequoia* y el caracol *Neopilina*, los cuales han permanecido con muy pocos cambios respecto de sus ancestros fósiles más antiguos.

Los efectos de la selección natural estabilizadora se observan cuando aparecen genes defectuosos o deletéreos. En enfermedades graves como la hemofilia (disminución en el tiempo de coagulación de la sangre) y la distrofia muscular de Duchenne (debilidad y desgaste progresivo del sistema muscular), la selección natural reduce la probabilidad de supervivencia y reproducción, por lo que la frecuencia de esos genes tiende a ser baja en la población.

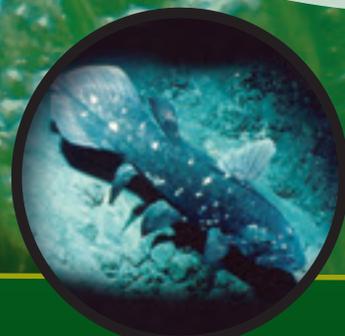
POBLACIÓN DE CARACOLES ANTES DE LA SELECCIÓN NATURAL



POBLACIÓN DE CARACOLES LUEGO DE LA SELECCIÓN NATURAL ESTABILIZADORA



La selección natural estabilizadora afecta fuertemente a los fenotipos muy claros y muy oscuros y restringe el promedio poblacional al fenotipo intermedio.



Equisetum pratense. Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Equisetum_pratense_Luc_Viatour.jpg

Celacanto. Fuente: <http://pescaprofesional.net/2010/05/06/celacanto/>



Biston betularia.
Fuente: www.lapizarra-deyuri.com/2010/11/07/superbacterias-enfermedades-resistentes-a-los-antibioticos/superbacterias_biston_betularia/

Direccional

La selección natural direccional favorece a uno de los fenotipos extremos, lo que ocasiona cambios en el promedio fenotípico de la población. Uno de los casos más conocidos es el del *melanismo industrial* de la «polilla de la pimienta» (*Biston betularia*). Antes de la revolución industrial inglesa, las polillas más frecuentes eran las de alas gris claro, color que las hace más aptas para camuflarse sobre los líquenes de los árboles y evitar así la depredación de los pájaros, mientras que las de alas gris oscuro eran muy raras. En pleno apogeo de la revolución industrial, el hollín de las chimeneas cubrió los troncos, lo que resultó más favorable para las polillas oscuras, que ahora eran más exitosas para evadir la depredación. Como consecuencia, aumentó el número de mariposas oscuras y disminuyeron las claras.

La selección direccional ha sido el mecanismo operante en la domesticación de las plantas y los animales que hoy son la base de nuestra alimentación. También la utilización exagerada y persistente de antibióticos, insecticidas y fungicidas ha generado la aparición de poblaciones resistentes de bacterias, insectos, hongos, etc. ¡Todo lo contrario del efecto que se esperaba! Esto ocurre porque se eliminan los gérmenes o plagas más susceptibles a estas sustancias y se favorece a aquellos que resisten la acción tóxica de estas sustancias.

POBLACIÓN DE CARACOLES LUEGO DE LA SELECCIÓN NATURAL DIRECCIONAL



La selección natural direccional favorece a los fenotipos oscuros.

POBLACIÓN DE CARACOLES LUEGO DE LA SELECCIÓN NATURAL DIVERSIFICADORA



La selección natural diversificadora desfavorece a los individuos intermedios y favorece al mismo tiempo las variantes claras y oscuras.

Diversificadora

La selección diversificadora, también conocida como disruptiva, actúa en contra de los fenotipos intermedios y favorece a ambos extremos. Esto origina una población bimodal, es decir, con dos fenotipos que pueden ser igualmente frecuentes.

Este tipo de selección es frecuente en aquellos ambientes que son heterogéneos, es decir, que presentan diversos microhábitats que difieren en sus condiciones climáticas y disponibilidad de recursos. Ante estas condiciones ambientales heterogéneas, que implican presiones selectivas, la población puede seguir dos estrategias genéticas. La primera es una población homeostática, lo cual significa que los fenotipos pueden sobrevivir y reproducirse en todos los microhábitats. La segunda estrategia es el polimorfismo, el cual se evidencia por la existencia de dos o más genotipos adaptados a las condiciones específicas de cada microhábitat.



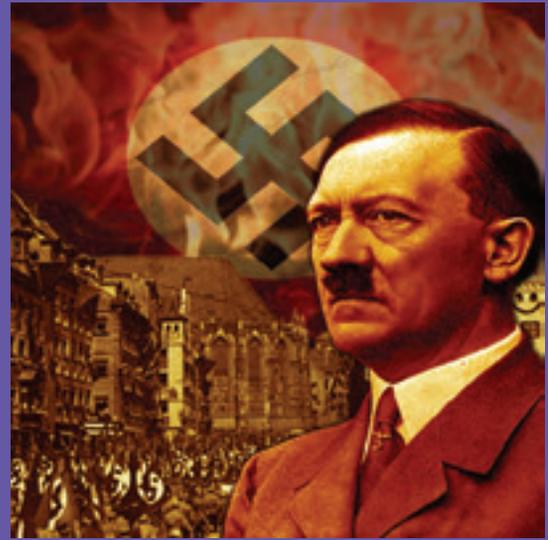
Cangrejo cacerola. Fuente: listas.20minutos.es/lista/los-animales-mas-curiosos-del-planeta-254569/

Cuestiones de bioética

En algunos momentos de la historia de la humanidad, la teoría de la selección natural ha sido utilizada de manera distorsionada para justificar que la «supervivencia del más apto» trae como consecuencia «natural» una diferenciación social en cuanto a la calidad de vida de las personas. Esta visión ha servido de base de comportamientos extremistas y el acometimiento de grandes injusticias y violaciones de los derechos humanos, como la Segunda Guerra Mundial, los genocidios y la discriminación racial y étnica.

¿Por qué es reprochable la discriminación racial, étnica y religiosa?

¿Cómo se puede fomentar el respeto por los derechos humanos?



Adolf Hitler. Fuente: ragazzo-dimmi.blogspot.com/2011/01/adolf-hitler-mein-kampf-fuhrer-of.html?zx=2a0a390f8d3b2986

El papel de las mutaciones en la evolución

Como sabemos, una mutación es un cambio en la información genética de un organismo, que se presenta de manera súbita y espontánea y, en muchos casos, puede ser heredada por la descendencia. La mutación ocurre con baja frecuencia y es el único mecanismo que puede generar modificación en los genes (alelos), lo que ocasiona la aparición de individuos con características diferentes al resto de la población. Muchas mutaciones producen efectos desventajosos en los individuos, que disminuyen su probabilidad de sobrevivir y dejar descendencia. Un caso extremo es el enanismo en los humanos, en el que los individuos heterocigotos que portan un alelo normal y uno deletéreo (deficiente) son enanos, y aquellos que portan los dos alelos deletéreos (homocigotos para el gen del enanismo) mueren al nacer o al poco tiempo de nacidos.

Sin embargo, algunas mutaciones cromosómicas como las de tipo duplicación del genoma o poliploidías han resultado ventajosas, tanto que han permitido la evolución de muchas especies de plantas, como por ejemplo el tabaco y el maíz.

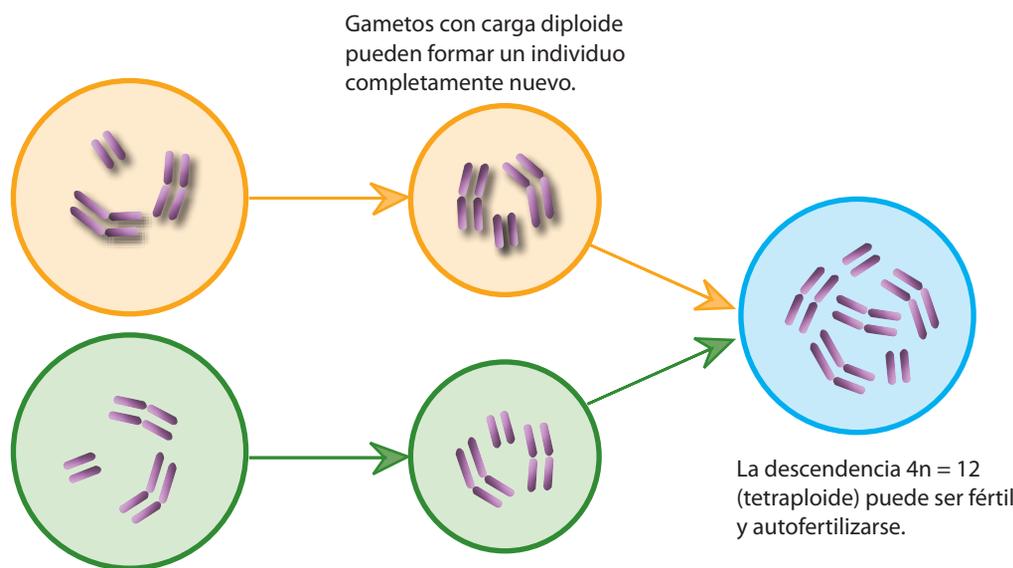
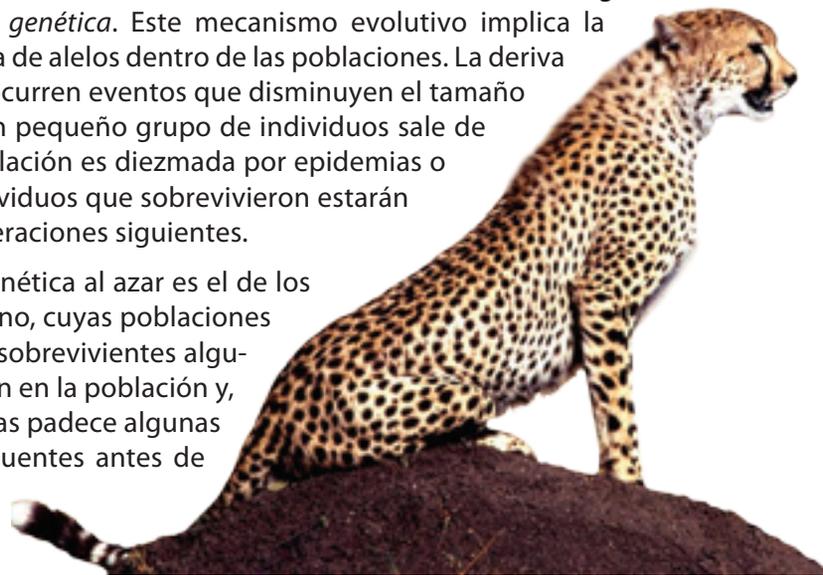


Gráfico: Generación de una nueva especie por duplicación de la carga cromosómica completa (poliploidía).

Deriva genética al azar como mecanismo evolutivo

En poblaciones pequeñas pueden ocurrir cambios aleatorios en la frecuencia de sus genes. Estos cambios se conocen como *deriva genética*. Este mecanismo evolutivo implica la disminución o el aumento de la frecuencia de alelos dentro de las poblaciones. La deriva genética puede ser de gran magnitud cuando ocurren eventos que disminuyen el tamaño de las poblaciones naturales. Por ejemplo, si un pequeño grupo de individuos sale de la población original grande o cuando una población es diezmada por epidemias o desastres naturales, los genes de los pocos individuos que sobrevivieron estarán representados en mayor proporción en las generaciones siguientes.

Un caso que ilustra la actuación de la deriva genética al azar es el de los leopardos «chitas», felinos del continente africano, cuyas poblaciones fueron cazadas indiscriminadamente. Entre los sobrevivientes algunos portaban genes desventajosos que se fijaron en la población y, como consecuencia, la población actual de chitas padece algunas enfermedades degenerativas que no eran frecuentes antes de ser diezmada.



Leopardo chita. Fuente: 3.bp.blogspot.com/_M7DY35Lahpw/SwmhiX9Kgyl/AAAAAAAAABs/GtYjgk5Kp_M/s1600/guepardo.jpeg

Contribución de las migraciones a la evolución

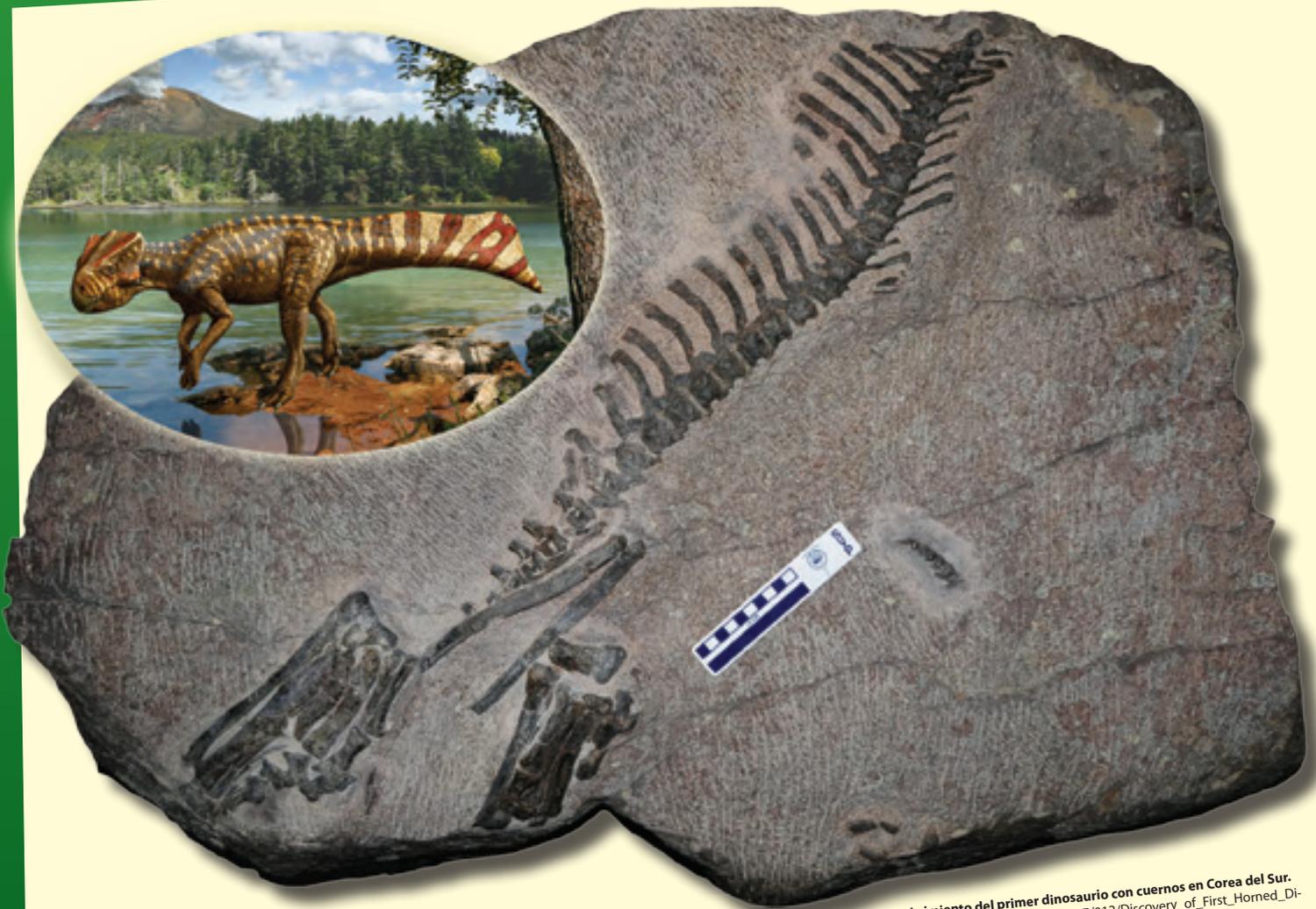
Desde la óptica evolucionista, la migración o *flujo genético* es la incorporación de genes o alelos foráneos a una población. Esto permite que se formen combinaciones genéticas novedosas que pueden resultar ser fenotipos favorables. Sin embargo, las migraciones también pueden hacer que dos poblaciones aisladas que hayan alcanzado cierto grado de diferenciación vuelvan a ser un solo grupo homogéneo, ya que si se establece un fuerte flujo genético durante generaciones, las diferencias desaparecen.



Fuente: http://http://www.apsafari.com/UserSiteFiles/game/Wildebeest_stampede.jpgh.html?zx=2a0a390f8d3b2986

Evidencias de la evolución biológica

La evolución se fundamenta en diversas evidencias que la respaldan como hecho biológico: el registro fósil, las homologías y la biogeografía.



Descubrimiento del primer dinosaurio con cuernos en Corea del Sur.
Fuente: beforeitsnews.com/story/297/012/Discovery_of_First_Horned_Dinosaur_from_South_Korea.html

El registro fósil

Uno de las premisas de la teoría evolutiva es que la vida está en continuo cambio. Los fósiles, que son restos o señales de la actividad de organismos que vivieron en épocas geológicas pasadas, evidencian dichos cambios. Los fósiles pueden estar completos, como los de insectos embebidos en ámbar; otros pueden ser partes de organismos, como dientes y huesos petrificados e incluso impresiones como las de hojas o de conchas.

La datación o determinación de la fecha de esos fósiles nos muestra que la vida es muy antigua y la existencia de formas «intermedias» revela el parentesco entre muchas especies y su cambio a lo largo del tiempo. Además, el registro fósil arroja datos sobre las modificaciones en el clima de la tierra y la distribución de los mares y continentes.

El esqueleto de las extremidades de estas especies muestra homologías.

Húmero

Radio y cubito

Carpos, metacarpos y falanges

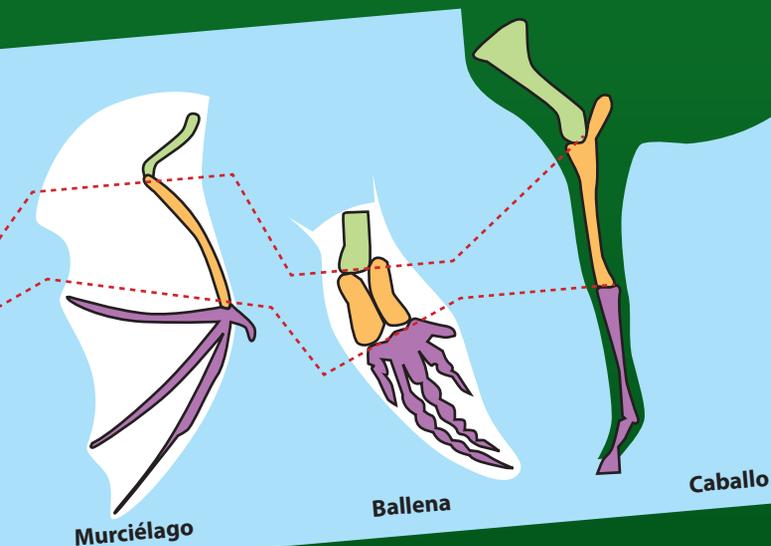
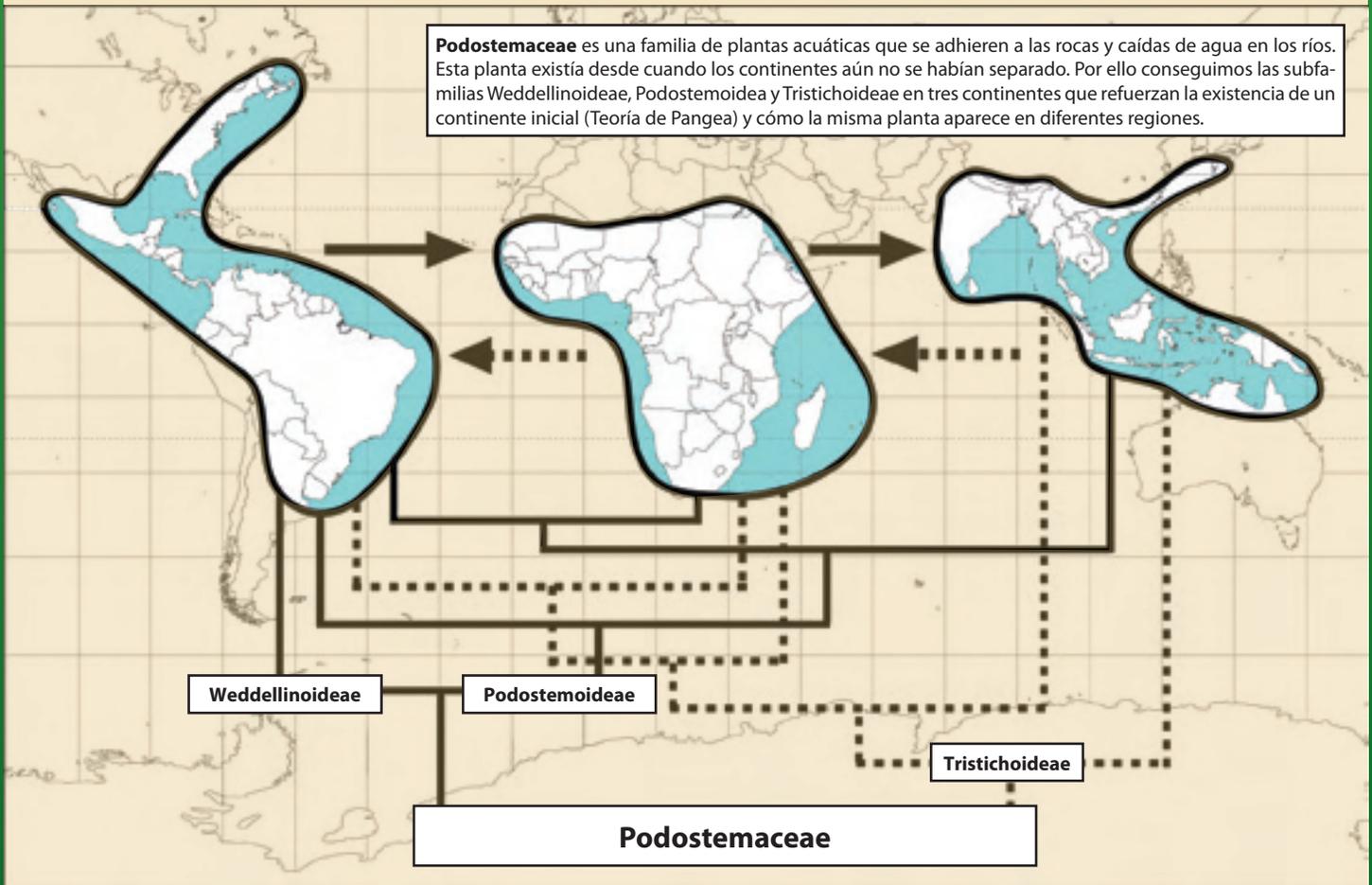
Humano

Rana

La biogeografía

La distribución geográfica de los organismos demuestra que ha ocurrido una diversificación adaptativa, que se ve reflejada en las diferentes especies que han podido colonizar nuevos hábitats mediante el proceso de la adaptación. De lo anterior se puede deducir que las especies tienen un punto o centro de origen a partir del cual se dispersan, todo como consecuencia de los procesos que generan la diversificación genética necesaria para la especiación, es decir, la formación de nuevas especies.

El desplazamiento de las placas tectónicas y, en consecuencia, la formación de los continentes, trajo como resultado cambios en la distribución de plantas y animales y la promoción de eventos de especiación.



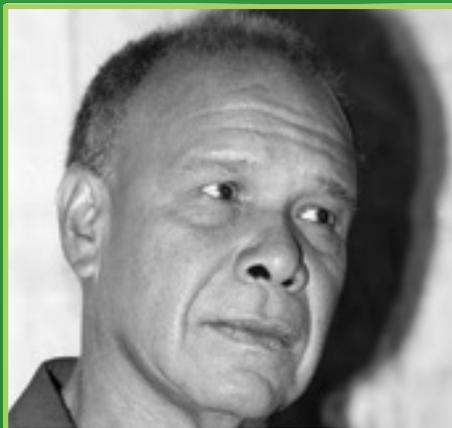
Las homólogas

La existencia de homólogas permite establecer parentesco entre las diferentes especies o grupos de organismos. Una homología es una característica (estructura u órgano) heredada de un ancestro común. Con frecuencia, puede hallarse modificada o ausente en los organismos adultos. Un ejemplo de homología es el esqueleto de las especies de vertebrados. Los huesos del esqueleto mantienen un patrón general. A pesar de las modificaciones para diferentes funciones, esto refleja el origen evolutivo común entre distintas especies.

Jesús Alberto León

El famoso genetista y evolucionista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) afirmó en 1973 que «en Biología nada tiene sentido si no se considera bajo el prisma de la evolución». El mismo autor abundó un poco más sobre esta reflexión diciendo: «visto a la luz de la evolución, la biología es, quizás, la ciencia más satisfactoria e inspiradora. Sin esa luz, se convierte en un montón de hechos varios, algunos de ellos interesantes o curiosos, pero sin formar ninguna visión conjunta». Actualmente, los conocimientos biológicos están impregnados en mayor o menor grado con el fenómeno de la evolución; sin embargo, los debates sobre la teoría evolutiva darwiniana aún prosiguen con gran intensidad.

En Venezuela, uno de los científicos que se ha dedicado con mayor énfasis al estudio de la evolución es Jesús Alberto León, quien nació en La Victoria en 1940 y obtuvo en la UCV las licenciaturas en Biología en 1963 y la de Matemática en 1964. Posteriormente, en 1973 obtendría el doctorado en Ciencias en la Universidad de Sussex, Inglaterra. Podríamos afirmar entonces que Jesús Alberto León es a la vez biólogo y matemático, pero también es poeta, cuentista, escritor y profesor universitario, cargo que ha ejercido durante más de 45 años. Adicionalmente, ha sido profesor en varias universidades extranjeras.



Su carrera profesional se ha centrado en la Biología Teórica con aportes significativos a la Ecología Poblacional, Ecología Evolutiva, Filosofía de la Ciencia y Evolución de Biohistorias, llegando a ser considerado un especialista en estas áreas no solo en el país, sino a escala internacional. Es uno de los fundadores de la revista *Evolutionary Theory* y editor asociado de varias revistas vinculadas al área de la evolución.

Su labor como investigador científico teórico le ha valido numerosos reconocimientos, entre ellos, Premio Iberoamericano Federico Riu a la Investigación Filosófica (1990), Premio de la Asociación de Profesores de la UCV al Mejor Trabajo de Ascenso (1991); Premio Francisco de Venanzi a la Trayectoria del Investigador Universitario (1991); Premio al Mejor Trabajo Científico, otorgado por el Conicit (1995) y Premio Fundación Empresas Polar Lorenzo Mendoza Fleury (2001).

Hoy en día, se le ve con frecuencia en los pasillos de la Escuela de Biología de la UCV, siempre sonriente, de buen talante, bromeando e impartiendo clases de Evolución y asignaturas relacionadas a los jóvenes aspirantes a la licenciatura en Biología o al postgrado, particularmente en el área de la ecología.

Para saber más...

Berovides, V. y Alfonso, M. A. (1996). *Biología evolutiva*. Pueblo y Educación, La Habana.

Klig, W., Cummings, M. y Spencer, Ch. (2006). *Conceptos de genética*. Pearson Prentice Hall, Madrid.

Machado-Allison, C.; Machado-Allison, A.; Rodríguez, D. y Rangel, Y. (2009). *Principios de evolución*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Colección Divulgación Científica, Caracas.

Raisman, S. y González, A. (2008). *Visión moderna de la evolución*. [Documento en base electrónica] Disponible: <http://www.biologia.edu.ar/evolucion>.