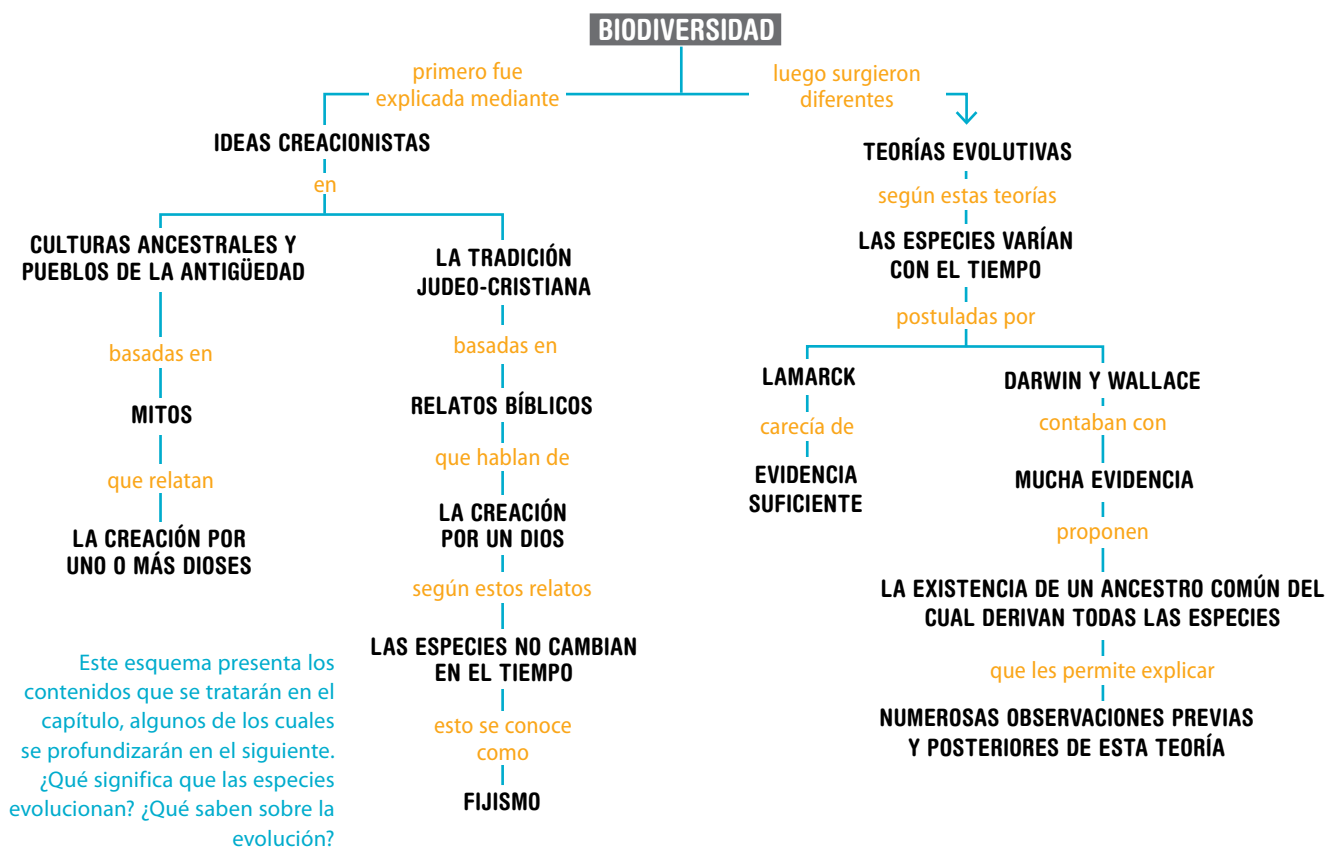


ANCESTRO COMÚN Y BIODIVERSIDAD

EL ORIGEN DE LA DIVERSIDAD DE LOS SERES VIVOS ES MOTIVO DE CURIOSIDAD DESDE LA ANTIGÜEDAD. CONOCER LA HISTORIA DE LAS IDEAS QUE INTENTARON EXPLICARLO PERMITE ENTENDER EL SURGIMIENTO DE LA TEORÍA ACEPTADA ACTUALMENTE, LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN. ESTA ES UNA CONSTRUCCIÓN CONJUNTA, PRODUCTO DEL CUERPO DE CONOCIMIENTOS DE SU ÉPOCA.

UN ANCESTRO COMÚN A TODOS LOS SERES VIVOS

Teniendo en cuenta una serie de observaciones que involucraban fósiles, distribución geográfica de especies, similitudes entre especies actuales y extintas, similitudes en la anatomía y el desarrollo de especies diferentes, el tiempo geológico, entre otras, Charles Darwin llegó a una conclusión que sería muy controvertida en su época: que toda la diversidad de seres vivos se originó de un ancestro común que evolucionó en diferentes especies. Es decir que existió un tipo original de organismo, una primera especie o grupo de seres vivos que con el paso del tiempo dio lugar a todas las formas de vida que existen o que alguna vez existieron.



CREACIONISMO Y FIJISMO

Sabemos que la vida en nuestro planeta se caracteriza por una enorme diversidad de especies, pero, ¿cómo se originó esa diversidad? Desde los inicios de la humanidad, los seres humanos han intentado responder a esta pregunta. Como en todos los ámbitos del conocimiento, las explicaciones se relacionan con creencias, información previa, observaciones y análisis de evidencias. De manera que, en un principio, estas explicaciones se basaban en las creencias, pero a medida que se fueron acumulando las observaciones y la información, se desarrollaron teorías que les dieron sentido y coherencia.

Las culturas ancestrales y pueblos de la Antigüedad contaban con mitos sobre la creación del universo para explicar su origen, así como el de la Tierra, de las plantas, de los animales y de los seres humanos. La mayoría de estos relatos les atribuyen la creación a uno o más seres superiores (dioses). Las descripciones de tales eventos eran bastante generales, pero la mayoría coincide en un orden de creación desde organismos más sencillos hasta los seres humanos. A este tipo de explicaciones se las denomina **creacionistas**.

El creacionismo de origen judeocristiano, basado en el relato bíblico del Antiguo Testamento, postula que el Universo, nuestro planeta y todos los seres vivos que en él habitan, incluidos los seres humanos, fueron creados por Dios en un acto que duró seis días. Según esta creencia, todas las especies creadas permanecieron inalteradas desde su creación puesto que fueron concebidas con las adaptaciones necesarias para vivir en sus respectivos ambientes. Esta visión estática de las especies se conoce como **fijismo**.

El creacionismo es una corriente de pensamiento, y aun cuando en ciertos documentos se presenta como teoría, no corresponde a un cuerpo teórico o teoría científica en sentido estricto, dado que no hay forma de ponerla a prueba. La gran importancia político-social de la Iglesia católica en la historia de nuestra sociedad hizo que durante mucho tiempo la única idea aceptada para explicar el origen de la diversidad fuera la creación divina.



Creación de Adán, escena pintada (1508-1512) en la bóveda de la Capilla Sixtina por Michelangelo Buonarroti.



La idea de inmutabilidad de las especies se incorporó en la cultura judeocristiana a través de los relatos del libro del Génesis.

LAS IDEAS EVOLUCIONISTAS



Anaximandro pensaba que los primeros organismos se habían originado en el agua y que luego pasaron a la tierra.

Existen registros de explicaciones para la diversidad biológica según las cuales esta se debe a los cambios que ocurren en los organismos. Estas ideas se conocen como **evolucionistas**. Las primeras explicaciones evolucionistas que se conocen corresponden a filósofos griegos como Anaximandro, que hace unos 2.400 años planteó que los primeros seres vivos surgieron del agua y del barro y que los seres humanos provenían de organismos semejantes a peces. Algunas de estas ideas fueron traspasadas a los romanos, pero la enorme influencia de la postura creacionista que ejerció Aristóteles sobre la historia de Occidente hizo que las ideas de evolución y cambio no prosperaran.

Posteriormente, con la conversión de los romanos al cristianismo, se inició la influencia de las ideas creacionistas de raíz bíblica en la sociedad occidental. Este pensamiento haría que las concepciones creacionista-fijistas dominaran el ambiente intelectual durante toda la Edad Media y el Renacimiento, incluso hasta el siglo XVIII.

Durante el siglo XVIII ocurrieron una serie de cambios sociales de raíz filosófico-intelectual que afectaron radicalmente la forma de pensar de las sociedades. En este período, las estructuras sociales, religiosas, mercantiles y políticas fueron cuestionadas, y esto hizo que cambiara nuestra forma de ver el mundo y a nosotros mismos.

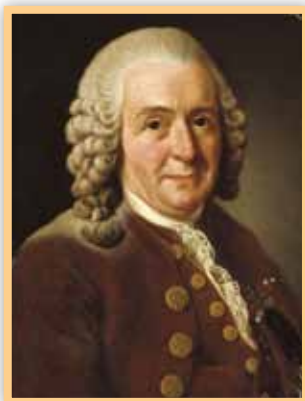
LAS BASES DEL EVOLUCIONISMO

Curiosamente, quienes sentaron las bases intelectuales para un cambio hacia la visión evolucionista sobre el origen de la diversidad fueron pensadores partidarios de la concepción creacionista-fijista predominante en esa época, como Carl von Linné (1707-1778), Georges Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon y conocido principalmente como "Buffon", y Georges Cuvier (1769-1832). Pese a que suscribían a las ideas creacionista-fijistas, realizaron aportes y observaciones que no encajaban con esa corriente de pensamiento.

Otros pensadores, por el contrario, opinaban que las especies podían cambiar con el paso del tiempo y de esta manera originar nuevas especies. Sostenían el concepto de escala de la naturaleza, en la que cada especie se encontraba en distintos escalones, y que especies "inferiores" podían generar especies "superiores". Pero ninguno aventuró una explicación sobre cómo podía ocurrir el cambio.

ACTIVIDADES

1. Expliquen con sus palabras qué significa que una explicación de la diversidad de los seres vivos sea "evolucionista".
2. Hagan una línea de tiempo con la información de estas dos páginas.



Carl von Linné



Conde de Buffon



Georges Cuvier

EL EVOLUCIONISMO DE LAMARCK

Jean-Baptiste-Lamarck (1744-1829) fue el primero en postular una teoría coherente de la evolución biológica sobre la base del cambio de las especies y en proponer mecanismos explicativos para ese cambio.

Según Lamarck, existía en los animales una “voluntad” por medio de la cual se podía promover el desarrollo de una estructura u órgano a través de su uso, o su atrofia a través del desuso, principio que denominó **ley del uso y desuso**. También postuló que los organismos podían transmitir estas modificaciones a su descendencia; a este principio lo llamó la **ley de la herencia de los caracteres adquiridos**. La acumulación de estos cambios progresivos propiciaría las modificaciones observadas en las especies.

Lamarck fue atacado y desacreditado en su época por científicos creacionista-fijistas, pero sus ataques no se basaban en argumentos científicos sino religiosos. Los postulados de Lamarck se apoyaron en la mejor información existente en su época y en conceptos e ideas que tenían amplia aceptación en todos los círculos sociales. Esta teoría tuvo importantes repercusiones en los evolucionistas posteriores.

EL EVOLUCIONISMO DE DARWIN Y WALLACE

Una de las mayores contribuciones al pensamiento evolutivo fue la de los naturalistas Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russell Wallace (1823-1913).

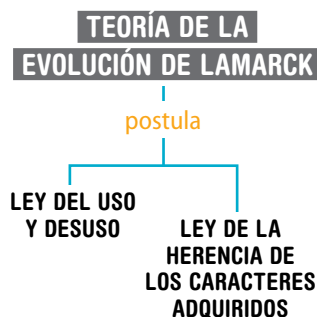
En 1859, en un libro extenso al que llamó *El origen de las especies mediante la selección natural o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, Darwin anunciaba una perspectiva revolucionaria con relación al origen de la diversidad de la vida. Con él puso en juego una visión del mundo que cuestionó creencias firmemente arraigadas durante milenios y logró dar sustento a una serie de observaciones que no podían ser explicadas desde un pensamiento creacionista-fijista.

En 1858, Alfred Russell Wallace había llegado esencialmente a las mismas conclusiones que Darwin con respecto al origen de las especies. El manuscrito de Wallace y un resumen de las ideas de Darwin fueron presentados en forma simultánea ante la comunidad científica, por lo que el crédito se les atribuye a ambos.

A continuación, se verá cuáles fueron las observaciones que existían hasta ese momento y de qué manera esta teoría permitió darles una explicación satisfactoria.



Jean-Baptiste Lamarck.



El origen modesto de Wallace y su teoría menos desarrollada quizás provocaron que sea menos recordado que Darwin.



Darwin recorrió el mundo en el buque *HMS Beagle*. Durante la travesía, hizo registros sobre la flora y fauna que observó.

OBSERVACIONES PREVIAS A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

Antes de las ideas de Darwin y Wallace, existía un importante cúmulo de observaciones que resultaban aisladas o inexplicables y que solo cobraron sentido y coherencia bajo la luz de esta nueva teoría. A continuación se presentan esas observaciones.



Trabajo práctico 1,
página 206.

LA AGRUPACIÓN JERÁRQUICA DE LINNEO

Carl von Linné, más conocido como Linneo, propuso una clasificación de los seres vivos que parte de las plantas y se amplía luego a otros grupos. Se trata de un sistema jerárquico de clasificación aún en uso que se basa en las similitudes entre especies y las agrupa por categorías; luego, a esas categorías las agrupa en otras más abarcadoras y de mayor jerarquía, y así sucesivamente, como puede verse en la imagen que está a continuación. Pero, ¿por qué algunas especies comparten tantas similitudes y otras son tan distintas?



Categorías de clasificación para una animal y una planta según el sistema de Linneo.
El nombre científico de un ser vivo incluye el nombre del género y el de la especie.



James Ussher.

LA EDAD DE LA TIERRA

El arzobispo James Ussher (1581-1656) intentó estimar la antigüedad de la Tierra a partir de datos tomados del relato bíblico. Según sus cálculos el inicio de todo lo existente fue en el año 4004 a.C. Dado que Ussher poseía mucha credibilidad en su época, sus ideas tuvieron gran aceptación entre los investigadores y los religiosos de Europa.

En el siglo XVII, Buffon pensó que la Tierra se creó por un desprendimiento del Sol: al principio estaba muy caliente, pero con el tiempo se fue enfriando. Para calcular su antigüedad, calentó al rojo vivo esferas de hierro de distinto tamaño y anotó cuánto tardaban en enfriarse. Así, pensó, podría estimar el tiempo que tardaría en enfriarse una esfera del tamaño de la Tierra, lo que daría una idea de su antigüedad. Su resultado fue de 75.000 años.

En ambos casos, los cálculos arrojaron tiempos muy cortos que no permitían pensar que hubieran ocurrido grandes cambios. Hoy sabemos que la Tierra tiene 4.500 millones de años.

REGISTROS FÓSILES Y UNA EXPLICACIÓN FORZADA

Ahora sabemos que los fósiles son restos del cuerpo o rastros de la actividad de formas de vida que ya no existen preservados en las rocas, pero antiguamente se desconocía su origen.

El naturalista danés Nicolaus Steno (1638-1686) postuló que los sedimentos se depositaron sobre la superficie terrestre y se consolidaron formando capas o estratos diferenciados, de manera que las capas inferiores resultan ser más antiguas que las superiores. Él pensaba que los fósiles tenían un origen orgánico y que se formaron junto con la roca que los contenía. Así, el estudio de la sucesión de estratos permitiría hacer una reconstrucción cronológica de la historia de la Tierra.

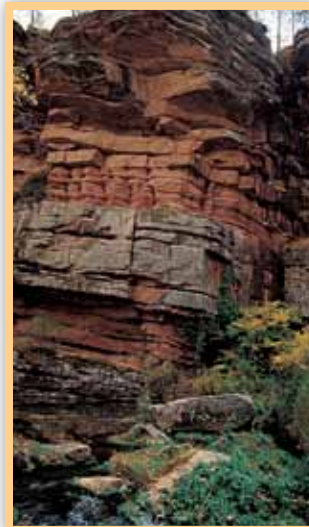
Robert Hooke (1635-1703), un renombrado físico, médico y geólogo inglés, apoyó estas ideas y observó que los fósiles revelan que en el pasado existieron formas de vida que hoy se encuentran extintas. Georges Cuvier, naturalista y zoólogo francés, coincidía en esto con Hooke. Cuvier tenía en claro que el registro fósil da cuenta de que la fauna ha cambiado notablemente en el transcurso del tiempo geológico. Sin embargo, dadas sus concepciones creacionista-fijistas, nunca concibió la transformación de las especies y explicó las extinciones de especies como el resultado de catástrofes naturales.

Según los estudios geológicos, era claro que la Tierra había sufrido grandes cambios en el pasado, y se hacía evidente que existía un aumento en los niveles de complejidad de los organismos con el transcurso del tiempo. Entonces, ¿cómo explicar estas observaciones si se pensaba que la Tierra tenía tan solo unos miles de años? En este contexto, la única explicación para semejantes cambios es que estos hayan sido súbitos y violentos.

CUESTIÓN DE TIEMPO

En 1795 James Hutton, un físico escocés, afirmaba que las fuerzas y procesos que dan forma a nuestro planeta hoy son los mismos que actuaron en el pasado. Hutton logró demostrar que los procesos geológicos se producen a lo largo de períodos extremadamente largos mediante la acumulación de pequeños cambios. Sir Charles Lyell (1797-1895) se ocupó de divulgar estas ideas en su obra *Principios de Geología*.

Lyell era amigo personal de Darwin y tuvo una gran influencia sobre su modo de pensar. Ante este nuevo panorama, los procesos evolutivos como motor de la diversidad biológica cobraron una nueva luz.



Observen los estratos: ¿en cuál de ellos esperarían encontrar los organismos más simples?

¿Cómo creen que los sucesos de estas imágenes cambian las características del planeta?



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES

Por lo general, las especies de regiones geográficas cercanas tienen más semejanzas entre sí que con aquellas de zonas apartadas. La existencia de patrones de distribución regional de animales y plantas bien diferenciados y característicos se consideraba una evidencia de la creación especial de especies adaptadas a su entorno.

Sin embargo, Darwin en su recorrido por Sudamérica encontró numerosas similitudes entre las especies de plantas y animales de las zonas tropicales y las de las zonas templadas, regiones con características diferentes. Se preguntó cómo era posible que especies muy parecidas, aunque no iguales, se encontraran en sitios tan distantes y con importantes diferencias ambientales. Al llegar a las islas Galápagos, próximas a la costa de Ecuador, Darwin observó con sorpresa que varias especies de pájaros pinzones eran muy similares a las que había visto en el continente. ¿Por qué las especies de las islas eran tan parecidas, pero no iguales, a las especies de la costa continental?

La acumulación de evidencias que contradecían la idea de la creación especial hicieron que Darwin pronto comenzara a ponerla en duda.



Pinzones de Darwin es el nombre con que se conoce a 14 especies de estos pájaros que el naturalista inglés descubrió en las islas Galápagos.

RELACIONES ENTRE ESPECIES EXTINTAS Y VIVAS

Como parte de su viaje, Darwin recorrió el actual territorio argentino entre 1833 y 1835. En una de sus excursiones encontró fósiles de gliptodontes, cerca de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Darwin observó que estos grandes animales, ya desaparecidos, eran similares a los pequeños armadillos que habitaban esas áreas en el presente. La observación de que ciertas especies fósiles compartían características con especies vivas sugería que unas podrían derivar de las otras, pero contradiciendo la idea vigente en ese momento: que las especies no cambiaban con el tiempo.

Darwin observó la gran similitud entre el gliptodonte, organismo extinto que habitó en Sudamérica hace unos 10.000 años, y el armadillo, de similar distribución.



PRESENCIA DE ÓRGANOS VESTIGIALES

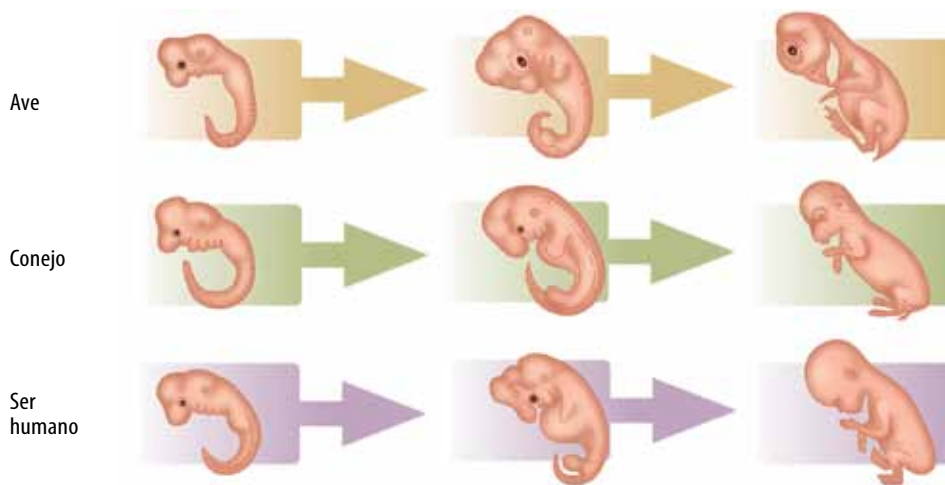
Los órganos vestigiales son estructuras anatómicas con algún nivel de atrofia en el desarrollo, como las muelas del juicio, el apéndice, el coxis o el tubérculo de Darwin en humanos. ¿Cómo explicar que en especies diferentes haya vestigios de rasgos comparados? Lamarck, en su teoría, lo explicaba como producto de la atrofia por el desuso.

SEMEJANZAS EMBRIOLÓGICAS

El desarrollo embrionario es la serie de cambios que ocurren en el embrión desde la fecundación hasta el nacimiento. Muchos organismos en etapas tempranas de desarrollo presentan semejanzas que desaparecen conforme el embrión crece. ¿Cuál puede ser el motivo de estas semejanzas? Para varios evolucionistas predarwinianos, esto mostraba la historia evolutiva del organismo. Luego veremos el significado de este proceso.



El tubérculo de Darwin es un engrosamiento del borde de la oreja, vestigio de la punta de la oreja característica de ciertos mamíferos.



Semejanzas en el desarrollo embrionario de vertebrados.

HOMOLOGÍAS Y ANALOGÍAS

El estudio de la anatomía comparada permitió detectar la existencia de estructuras afines en diferentes especies. Estas pueden ser:

- **Homologías o estructuras homólogas:** son estructuras de diferentes especies que tienen un mismo origen embrionario, es decir, se desarrollan de la misma parte del embrión, por lo que tienen una estructura similar aunque sus funciones sean diferentes. Así, las alas de las aves, los brazos de las personas, las patas delanteras de un caballo y las aletas de un delfín tienen el mismo origen embriológico y una estructura interna similar, pero sus funciones son diferentes.
- **Analogías o estructuras análogas:** estas estructuras tienen un origen embrionario distinto y por lo general no son muy parecidas, pero comparten una función, como las alas de una mosca y las de un murciélago.

¿Cuál podría ser la explicación para la existencia de estructuras homólogas en diferentes especies? Owen, un destacado anatomista, lo atribuía a las relaciones evolutivas entre las especies, es decir, a que estas especies que presentaban homologías debían tener un mismo origen evolutivo, no así las analogías. Pero esto fue motivo de acaloradas discusiones entre los anatomistas predarwinianos.



¿Qué tipo de estructuras son las alas de la mariposa y las de un ave? ¿Por qué?

TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN



Tapa de *El origen de las especies*, edición de 1859. En este libro Darwin postula la teoría del ancestro común.

Si bien la teoría de la evolución de Lamarck podía explicar buena parte de las observaciones mencionadas, carecía de evidencia sobre ciertos aspectos de ella y los mecanismos propuestos. En la época de Darwin, varios científicos y naturalistas ya manejaban la idea de un mundo con flora y fauna cambiantes, pero no existía una teoría lo suficientemente sólida como para explicar de qué manera y por qué mecanismos las especies habían cambiado. En su teoría de la evolución de las especies, Darwin propuso la **teoría del ancestro común**, que logró darle una estructura lógica a las observaciones de la época. Esta teoría sostiene lo siguiente:

- Las especies cambian con el tiempo, evolucionan, y ese cambio es heredable.
- El cambio biológico es gradual, y tarda mucho tiempo en producirse.
- Las especies están formadas por individuos que no son idénticos entre sí, es decir, que presentan variabilidad.
- Las especies descienden de un ancestro común.
- Las especies semejantes descienden de ancestros comunes más cercanos en el tiempo. Es decir, su separación es relativamente reciente. Las especies menos emparentadas tienen ancestros comunes más lejanos en el tiempo, los cuales se diversificaron en muchos grupos. En consecuencia, si seguimos remontándonos en el tiempo hallaríamos un único origen para todos los seres vivos.

Si bien estas ideas explican la naturaleza de los cambios evolutivos, no exponen los mecanismos por los cuales se producen, que serán vistos en el capítulo siguiente.

LAS OBSERVACIONES PREVIAS A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN, A LA LUZ DE LA IDEA DEL ANCESTRO COMÚN

En las páginas anteriores se desarrolló una serie de observaciones previas a la teoría de Darwin, las cuales no poseían un marco común desde el cual analizarlas, relacionarlas y organizarlas en un sistema coherente. Analicemos ahora estas mismas observaciones pero bajo el prisma de la teoría del ancestro común propuesta por Darwin.

El sistema de clasificación jerárquica de Linneo cobra sentido a la luz de la teoría del ancestro común: las especies pertenecientes a un mismo grupo descienden de un mismo ancestro, por lo cual comparten características morfológicas que las colocan en el mismo taxón. Cuanto mayores sean las similitudes entre taxones, mayor será la relación entre las especies y menor su divergencia en el tiempo.



Los cambios biológicos involucrados en los procesos evolutivos son graduales y extremadamente lentos; estos no podrían enmarcarse en un mundo regido por las catástrofes como el que teorizó Cuvier. Sin embargo, esta idea encaja perfectamente con las ideas gradualistas.



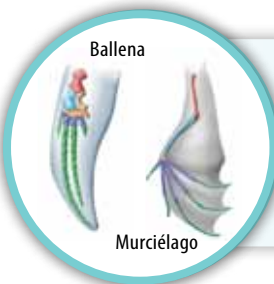
Bajo el prisma evolucionista, los patrones de distribución geográfica de las especies no solo resultan coherentes, sino que permiten explicar las posibles relaciones de parentesco entre especies. Al considerar la historia geológica de la Tierra, el análisis de estos patrones tiende a apoyar la existencia de la evolución.

El registro fósil muestra un claro aumento en los niveles de complejidad de los organismos a través de la historia de la vida en la Tierra. Además, en muchos casos, tal como observó Darwin en la Patagonia argentina, existen semejanzas entre formas extintas y actuales. Es posible explicar estas observaciones mediante la existencia de relaciones de parentesco entre las especies.



Los órganos vestigiales muchas veces logran dar cuenta de relaciones entre especies lejanamente emparentadas; ciertos órganos pueden haberse reducido en tamaño, función o ambos, pero su presencia compartida indica un origen común.

Organismos tan diferentes como un anfibio y un mamífero tienen fases del desarrollo embrionario similares porque heredaron patrones de desarrollo de un ancestro común. Esto no indica que ese desarrollo muestre la historia evolutiva, pero apoya el concepto de la unidad del linaje (en este ejemplo, los vertebrados) y evidencia que las especies comparten un antepasado.



Darwin explicó las homologías como estructuras que derivan de un ancestro común, a partir de una característica inicial de este. En cambio, el término *analogía* significó para él una semejanza estructural debida a una misma función. Aquí hay una relación de la función con la forma; las formas se parecen porque tienen un origen funcional común. Las estructuras análogas no sirven para establecer relaciones de parentesco entre las especies.

HERRAMIENTAS

Ciencia e historia

La Ciencia es uno de los emprendimientos más trascendentes de la historia de la humanidad: nos permite conocer el mundo natural y se relaciona con cualquier aspecto de la sociedad y de la vida humana. La Ciencia tiene vínculos con el progreso social, la cura de enfermedades, la mejora en las condiciones de vida, etcétera; pero también con la guerra, la violación de los datos

personales, la contaminación. La Ciencia puede contribuir a un mundo más justo pero también a uno más injusto. Los métodos y conocimientos científicos cambiaron a lo largo de la historia y lo siguen haciendo. Estudiar esos procesos históricos es una de las mejores maneras de aprender temas de Ciencia, pero al hacerlo se debe contextualizar, es decir, tener en cuenta el contexto social y cultural cada época. No es correcto analizar y valorar los métodos y las ideas científicas de otras épocas a partir de los actuales.

EL VALOR EXPLICATIVO DE LA TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN

Las teorías no solo deben servir para dar explicación a las observaciones previas a que se formulara una teoría, sino que deben permitir explicar observaciones posteriores aplicando esos mismos principios. A continuación, veremos cómo descubrimientos posteriores a la formulación de la teoría del ancestro común le dan más sustento a estas ideas.



El puma habita desde Canadá hasta el estrecho de Magallanes; el macá tobiano, en cambio, solo vive en la provincia de Santa Cruz.

LAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL E HISTÓRICA

El **área de distribución** de una especie actual es el espacio geográfico que habita. Esta puede cubrir grandes extensiones, como en el caso del puma; o ser reducida, como lo es para el macá tobiano, ave que habita las lagunas de la meseta de Santa Cruz.

La distribución de una especie a lo largo del tiempo forma parte de su historia evolutiva. El estudio de los fósiles permite reconstruir parcialmente la distribución histórica de grupos de animales o de plantas relacionados evolutivamente con especies actuales. Por ejemplo, los camélidos surgieron hace unos 40 millones de años en América del Norte y se dividieron en varios géneros. Mucho después, algunos migraron a Asia y otros a América del Sur. También quedaron camélidos en América del Norte, pero se extinguieron hace 10.000 años. El grupo que pasó a Asia era del género *Paracamelus*, que luego dio lugar a los camellos actuales, y el que migró a América del Sur, hace tres millones de años, pertenecía al género *Hemiauchenia*. La evolución de los camélidos sudamericanos no se conoce con exactitud, pero se sabe que *Hemiauchenia* es el ancestro común de los dos géneros de camélidos sudamericanos actuales: *Lama* (llamas y guanaco) y *Vicugna* (vicuña).



Hemiauchenia, ancestro común de los camélidos sudamericanos.



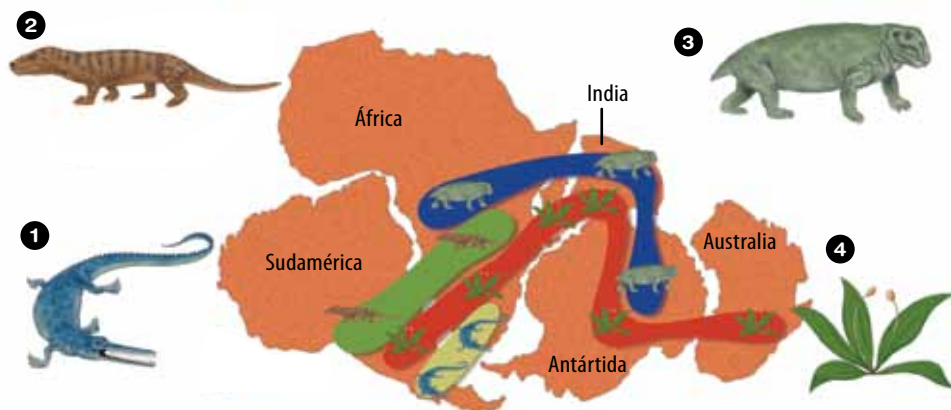
Llama, una de las especies de camélidos sudamericanos actuales.

LA INFLUENCIA DEL MOVIMIENTO DE LOS CONTINENTES

Existen mamíferos marsupiales que actualmente se encuentran en Australia, América y Nueva Guinea. Ninguno de ellos puede nadar grandes distancias; entonces, ¿cómo se explica esa distribución? Para ello es necesario considerar los cambios que sufrió la superficie de la Tierra a lo largo de la historia. Esto se comprende mediante la **teoría de la deriva continental**, propuesta por el alemán Alfred Wegener en 1915 y aceptada por la comunidad científica décadas después. Wegener planteó que los continentes se mueven lentamente y que hace más de 200 millones de años existió un continente único, Pangea, que se fracturó en dos grandes continentes: al norte, Laurasia (hoy Europa, Asia y Norteamérica), y al sur, Gondwana (hoy Sudamérica, Antártida, Australia y África).

El movimiento de los continentes tuvo una gran influencia en los seres vivos: su lenta separación aisló especies terrestres, lo que favoreció que surgieran nuevas especies y se extinguieran muchos otros organismos. Los diversos fósiles que se encuentran en la actualidad permiten recrear la ubicación de estos continentes y sus condiciones ambientales en los diversos tiempos geológicos.

Así, la deriva continental permite responder algunos interrogantes sobre la distribución de ciertas especies emparentadas en continentes que hoy están separados. Por ejemplo, América del Sur y África en algún momento en la historia de la Tierra fueron parte del supercontinente Gondwana. Esto puede explicar ciertas similitudes entre especies en ambos continentes, cuyas diferencias se deberían a procesos de adaptación y cambio a través del largo tiempo en el que han estado separadas.



- 1 *Mesosaurus*: reptil acuático. Se han encontrado restos en Sudamérica y África de hace 270 M.a.
- 2 *Cynognathus*: reptil terrestre de 3 m de longitud que vivió de 208 a 245 M.a. atrás. Se han encontrado fósiles en Sudamérica y África.
- 3 *Lystrosaurus*: reptil terrestre de la misma época que el *Cynognathus*. Se han encontrado evidencias en África, Antártida y la India.
- 4 *Glossopteris*: planta que se extendió por varios continentes. Se encontraron fósiles en Sudamérica, India, Antártida y Australia de hace 300 M.a.

Se han encontrado restos fósiles comunes en casi todos los continentes del hemisferio sur, en África y en la India, lo cual es evidencia de la existencia de Gondwana.

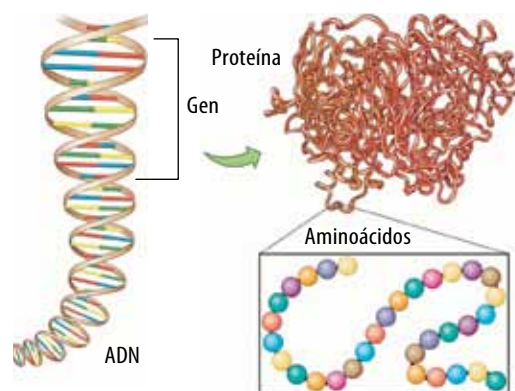
EVIDENCIAS BIOQUÍMICAS

Avances recientes en la biología molecular permiten reafirmar la existencia del cambio evolutivo y conocer el parentesco entre especies.

Las proteínas son moléculas que posibilitan el desarrollo y el funcionamiento de un organismo y están formadas por diferentes unidades, llamadas **aminoácidos**. El orden o secuencia de los aminoácidos en la proteína determina su función. Las proteínas que resultan críticas para ciertos procesos biológicos, como la hemoglobina (que transporta el oxígeno en la sangre), tienden a permanecer invariables entre las especies, lo cual las convierte en un buen indicador de cambio evolutivo.

El **ácido desoxirribonucleico** o **ADN** constituye la base de la información genética de todos los seres vivos. Consiste en dos cadenas unidas, cada una de las cuales está formada por bloques, llamados **nucleótidos**, que están ubicados en una secuencia específica. El ADN posee **genes**, cada uno de los cuales es una secuencia de nucleótidos que tiene la información para producir una proteína concreta. Las alteraciones del orden de esa secuencia se conocen como **mutaciones**.

Existen técnicas que permiten conocer la secuencia de nucleótidos en el ADN, lo que es útil para dilucidar las relaciones evolutivas entre especies a partir de las similitudes de su material genético.



Estructura de una molécula de ADN y una proteína.

PREDICCIONES DE LA TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN

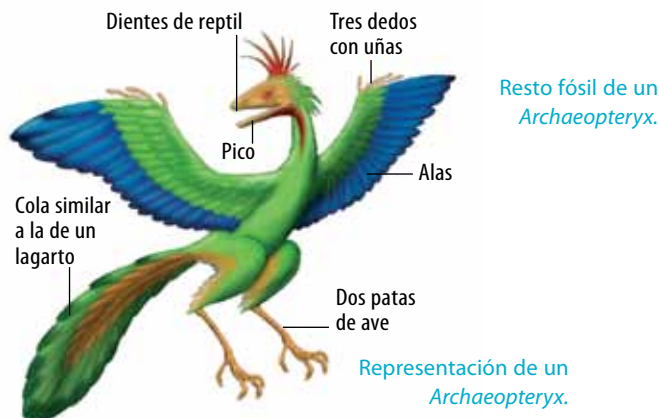
Lo primero que se puede predecir de las ideas de Darwin es que deberían hallarse fósiles que muestren estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente, llamados **fósiles de transición**. Veamos algunas evidencias de esto.

ARCHAEOPTERYX, NI DINOSAURIO NI AVE

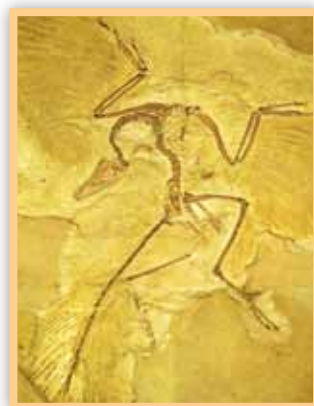
En 1861 se encontró en Alemania el primer fósil de *Archaeopteryx*, que tiene características de aves y de reptiles. En él se ven huellas de plumas muy similares a las de las aves actuales. Sin embargo, el *Archaeopteryx* se asemeja mucho más a ciertos dinosaurios por sus huesos, dientes y articulaciones, lo que evidencia una transición desde el grupo de los dinosaurios hacia el de las aves. Este hallazgo concuerda con la primera predicción de la teoría del ancestro común. *Archaeopteryx* es un fósil de transición porque muestra estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente.



Se han hallado fósiles de otras especies de dinosaurios con plumas, que son ejemplo de fósiles de transición, como el de *Coelocaudia*.



Resto fósil de un *Archaeopteryx*.



Representación de un *Archaeopteryx*.

LA EVOLUCIÓN DE LOS CETÁCEOS

Los fósiles más antiguos indican que los cetáceos surgieron hace al menos 55 millones de años. Se cree que el *Pakicetus*, animal terrestre que se alimentaba de peces en la costa, fue uno de los antecesores de los cetáceos actuales. Su cráneo fósil posee huesos del oído interno similares a los de los cetáceos pero muestra orificios nasales en la parte delantera, típicos de mamíferos terrestres. La ballena gris, cetáceo actual, tiene dos orificios nasales en la parte alta de su cráneo. Si *Pakicetus* y la ballena gris pertenecen al mismo linaje, deben existir fósiles con una forma intermedia. Es el caso del *Aetiocetus*, cetáceo que vivió hace 25 millones de años, con orificios nasales en una ubicación intermedia entre la forma ancestral *Pakicetus* y la ballena gris actual.



La relación evolutiva entre la ballena gris y *Pakicetus* fue corroborada al hallarse un fósil de transición, el *Aetiocetus*.

ACTIVIDADES

1. Observen la imagen del *Archaeopteryx*: ¿qué características de él reconocen en las aves y cuáles de los dinosaurios? Expliquen por qué se trata de un fósil de transición.

LA TRANSICIÓN ENTRE PECES Y ANFIBIOS

Una evidencia más de la existencia de estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente es el descubrimiento de un fósil de transición llamado *Tiktaalik roseae*. Este organismo vivió hace 375 millones de años y constituye un posible intermediario evolutivo entre los peces y los primeros anfibios. Este fósil posee una mandíbula similar a la de un pez, branquias y escamas. Sin embargo, también presenta características de los primeros anfibios: la estructura de las costillas y un cuello móvil. Además, la estructura de las extremidades se asemeja a la de los primeros animales terrestres capaces de sostener el cuerpo en aguas poco profundas o incluso en la tierra. Esto sugiere que el *Tiktaalik* vivía en aguas someras y que, seguramente, podía respirar aire y caminar un corto tiempo en la tierra.

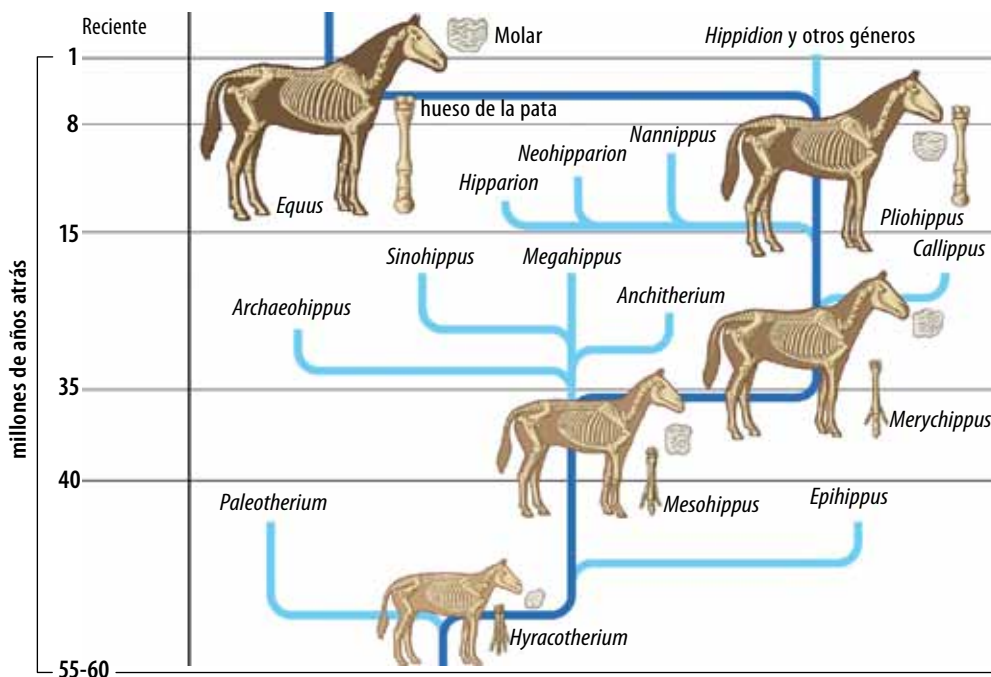


Los primeros anfibios compartían características con los peces de los cuales evolucionaron.

LA EVOLUCIÓN DEL CABALLO

Las series de transición entregan información acerca de la secuencia y la forma en que ocurrieron los cambios. Los métodos de datación permiten estimar la antigüedad de los fósiles y con ello se puede calcular el tiempo que transcurrió entre las formas de transición. A la vez, permiten comparar fósiles de diferentes lugares y describir algunas de las condiciones ecológicas de los ambientes en los que vivían estas especies.

Uno de los casos mejor estudiados corresponde al de la evolución que dio lugar al caballo actual (género *Equus*). El registro fósil para esta especie abarca unos 50 millones de años. La evidencia indica que los caballos actuales habrían evolucionado a partir de herbívoros pequeños que posiblemente habitaban ambientes boscosos y se alimentaban principalmente de ramas. Entre los cambios anatómicos más importantes que pueden secuenciarse en los fósiles de transición están la reducción del número de dedos (de cuatro a uno) y el aumento de tamaño desde animales semejantes a perros de mediano tamaño hasta los caballos que conocemos actualmente.



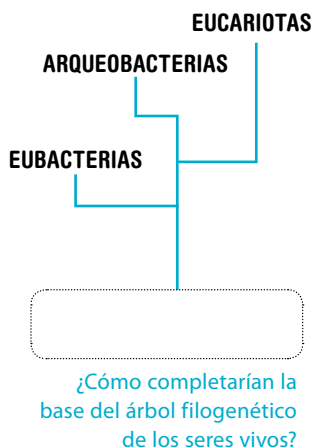
Árbol representativo de la evolución del caballo y las relaciones establecidas según la evidencia disponible. Cuando una "rama" se corta, indica que ese linaje se extinguió.

CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL FILOGENÉTICO

Tanto los seres vivos actuales como los del pasado tienen un **ancestro común universal**, del cual todos descienden. Por ello todos comparten ciertas semejanzas importantes, como la estructura del ADN. Los avances en genética permiten profundizar el conocimiento de la historia de la vida. Mediante la técnica del **reloj molecular** se compara el ADN de dos especies actuales y, según las diferencias que presentan, se estima el tiempo transcurrido desde que ambas compartieron un ancestro.

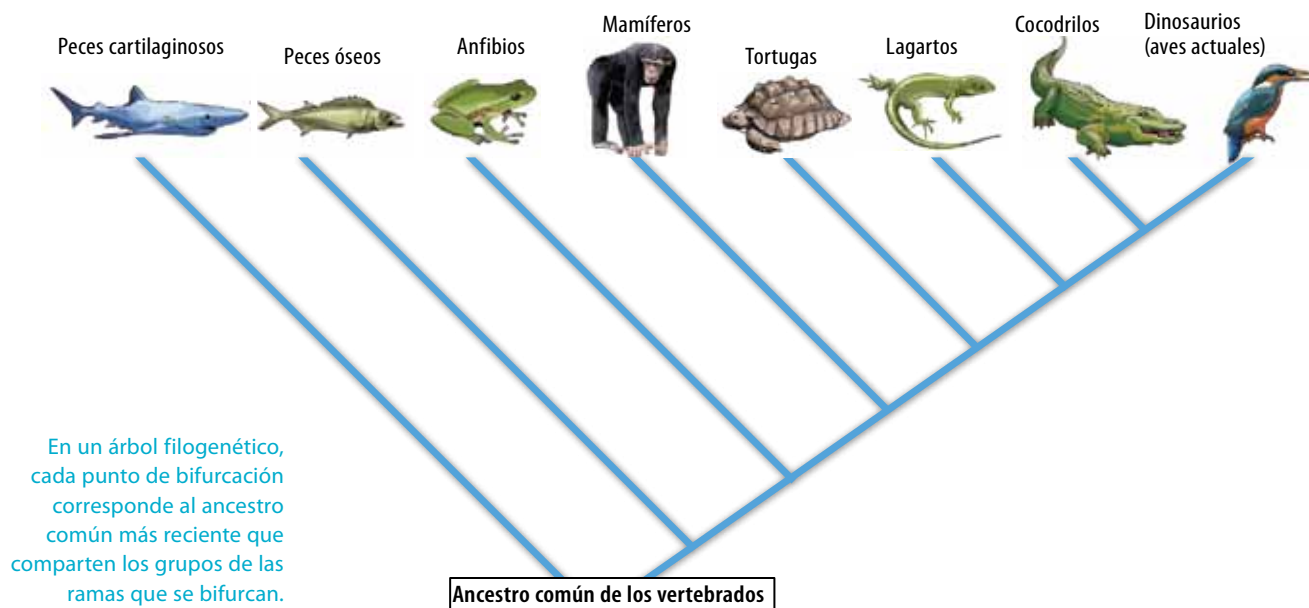
Los **árboles filogenéticos** son representaciones de hipótesis sobre el pasado de un grupo de organismos y el parentesco entre ellos. Se construyen con la información obtenida del estudio de los fósiles, y la comparación estructural, genética y molecular de los organismos. Actualmente, los seres vivos se clasifican en tres grupos:

- **Arqueobacterias.** Fueron quizás los primeros seres vivos en habitar nuestro planeta. Este grupo se encuentra actualmente en ambientes muy extremos, como las aguas termales, los géiseres o los lugares de alta salinidad.
- **Eubacterias.** Es un grupo que presenta una gran diversidad de formas; a él pertenecen la mayoría de las bacterias actuales.
- **Eucariotas.** Son todos los seres vivos constituidos por una o más células eucariotas, que son aquellas que poseen membranas internas, un núcleo celular con el material genético y diversas estructuras u organelas que cumplen distintas funciones. Los eucariotas se dividen, a su vez, en varios grupos: distintos grupos de protistas, formados principalmente por organismos unicelulares; hongos; plantas; y animales.



ÁRBOL FILOGENÉTICO DE LOS VERTEBRADOS

El siguiente árbol filogenético muestra la historia de los vertebrados. Se ve, por ejemplo, que las aves tienen un ancestro común más cercano con los cocodrilos que con cualquier otro tipo de vertebrado. Por eso, estos grupos están más emparentados entre sí que con cualquier otro grupo de vertebrados.



LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Hasta aquí se habló de la manera en que se originó la biodiversidad en nuestro planeta. La evolución a partir de un ancestro común que desencadenó semejante diversidad es el resultado de procesos que han llevado mucho tiempo y que se analizarán en el próximo capítulo.

Los registros fósiles indican que han existido cinco extinciones masivas en la historia de nuestro planeta, en las que han desaparecido un número muy grande de especies. Las causas de estas extinciones se han atribuido a la actividad volcánica, al impacto de asteroides, a los cambios climáticos, al cambio en el campo magnético terrestre, entre otras. Muchos biólogos consideran que actualmente nos encontramos en las puertas de la sexta extinción masiva, esta vez a causa de los seres humanos.

Las causas y consecuencias de la extinción de especies son complejas y surgen de las diversas interacciones entre ecosistemas, y de estos con las actividades humanas.

Algunos de los efectos de la acción humana que causan la desaparición de especies son: la modificación del hábitat, la contaminación ambiental, la introducción de especies exóticas en hábitats diferentes, la caza furtiva y el comercio de fauna silvestre.



El uso de pesticidas y herbicidas no discrimina el tipo de organismo que quiere ser controlado o exterminado.



El uso de los recursos biológicos a una velocidad mayor de la que estos pueden recuperarse lleva a la pérdida de especies vegetales y animales.

SOLUCIONES POSIBLES

Es posible minimizar el impacto nocivo si se adoptan las siguientes medidas:

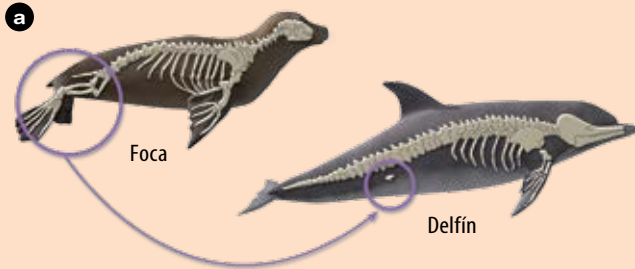
- Desarrollar programas que promuevan el desarrollo sustentable.
- Priorizar las prácticas agrícola-ganaderas que minimicen el impacto negativo sobre la población humana, el ambiente natural y los agroecosistemas.
- Cumplir con las leyes que protegen el ambiente.
- Es fundamental nuestra participación como ciudadanos interesados en proteger nuestra calidad de vida, lo que incluye el derecho a disfrutar un ambiente sano y la obligación de cuidar el patrimonio natural y su biodiversidad.

La educación, en todas sus áreas, es fundamental para modificar hábitos contrarios a este objetivo. Solo si se generan cambios positivos tendremos más y mejores oportunidades de proteger la vida en todas sus expresiones.

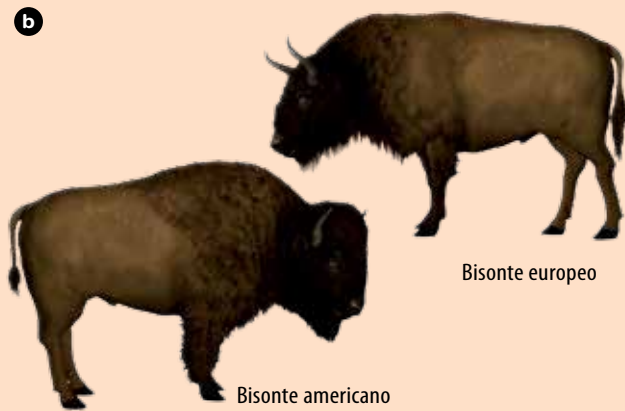


Existen organizaciones que se ocupan de concientizar a la población sobre la necesidad de preservar algunos ambientes.

1. Observen las siguientes imágenes e indiquen a qué observaciones corresponden y, luego, expliquen con sus propias palabras de qué manera la teoría del ancestro común logra darles una explicación:

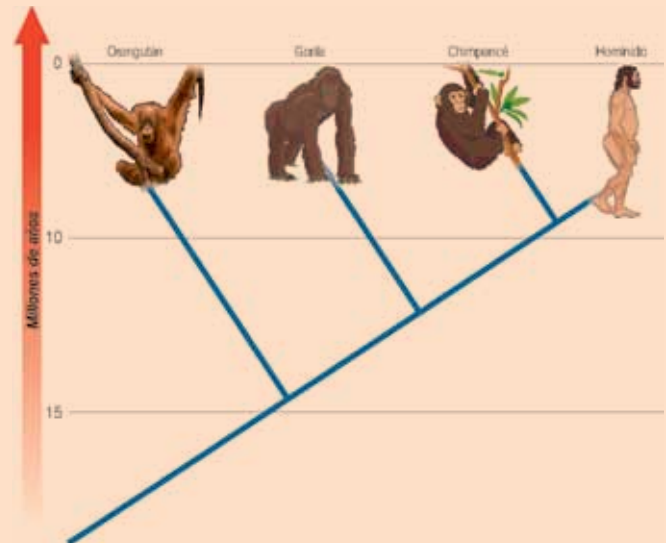


Vestigios de patas traseras.



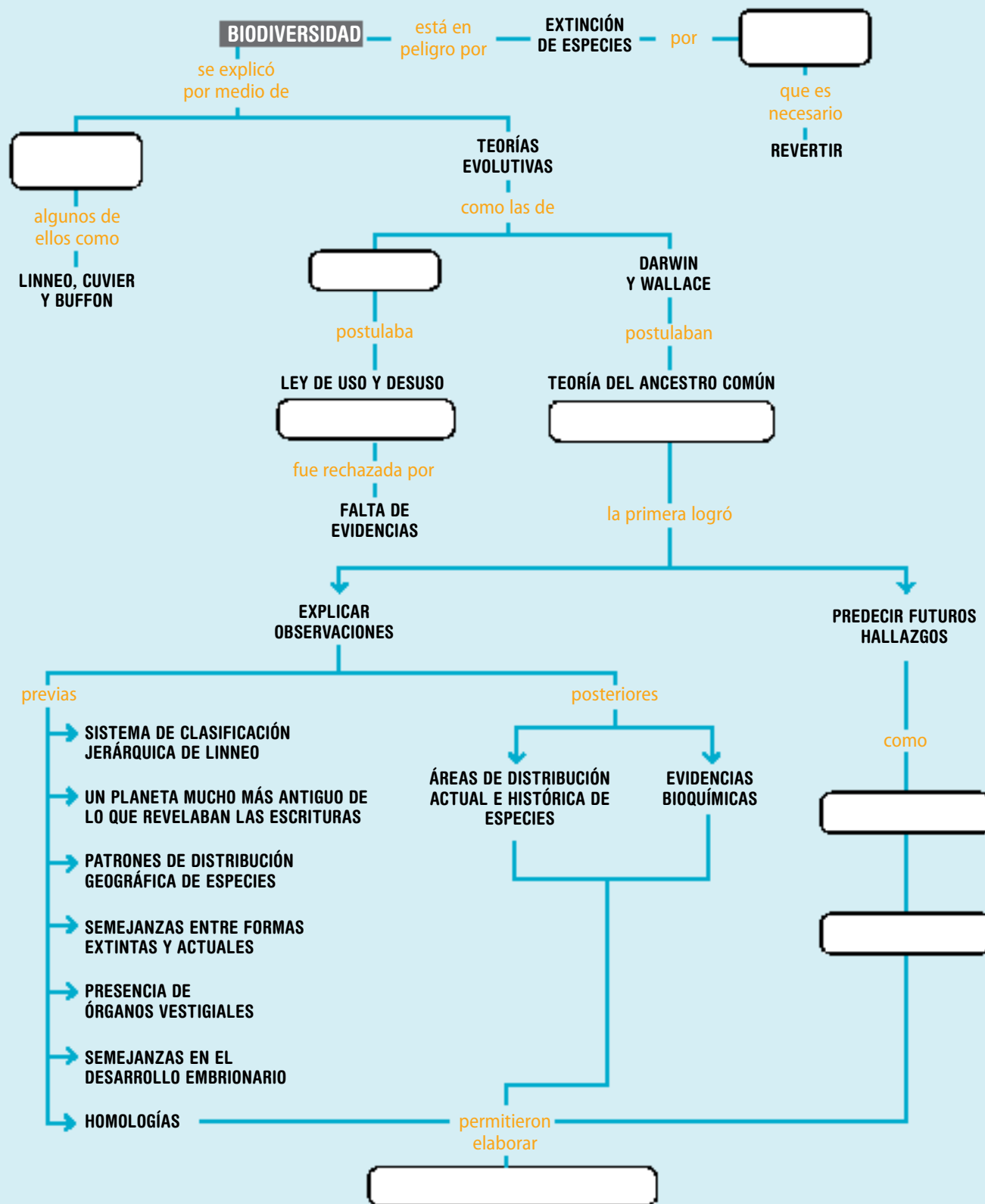
2. ¿Cómo explicarían que científicos como Linneo, Buffon y Cuvier sean considerados como quienes sentaron las bases del evolucionismo, si ellos se identificaban como creacionista-fijistas?

3. ¿De qué manera se relaciona la Geología con la teoría del ancestro común?
4. Según la teoría evolutiva de Lamarck:
- ¿Qué pasaría con un órgano que ya no se utiliza o se utiliza menos?
 - ¿Cómo sería la descendencia de una persona fisicoculturista?
 - ¿A qué leyes de su teoría corresponden las situaciones de los ítems a y b?
5. ¿Cuál es la importancia del hallazgo de fósiles de transición para la teoría del ancestro común?
6. Observen el siguiente árbol filogenético que relaciona al hombre con algunos simios y luego respondan las preguntas:



- Es común oír que el ser humano desciende del mono. Al hablar de esto, se piensa en el chimpancé, el gorila y el orangután. ¿Es correcto esto?
- ¿Con cuál de los simios comparte el humano un antepasado común más reciente? ¿Hace cuánto tiempo se separaron los linajes de humanos y chimpancés?
- Si hicieran un estudio de las secuencias de ADN de cada una de estas especies, ¿con cuál de ellas deberíamos tener menos semejanzas? ¿Por qué?

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuvieron al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolvieron?