

2

La evolución y la selección natural



La piel con manchas les permite a las jirafas pasar inadvertidas entre los árboles y mantenerse lejos del acecho de sus predadores. A lo largo de la evolución de la especie, esta característica ha sido favorecida.

LAS PRIMERAS EXPLICACIONES

La idea de que los organismos pueden cambiar a lo largo del tiempo es muy antigua. Sin embargo, ha habido distintas explicaciones sobre cómo se producen los cambios. En el siglo V a.C., el filósofo griego Empédocles consideraba que los seres vivos provenían de la unión de órganos aislados que se unían al azar. Así, juntando brazos y cabezas surgían algunas combinaciones poco convenientes o monstruosas que no sobrevivían, y persistían solo las formas más adecuadas. Un siglo después, el pensador Epicuro aseguraba que, en los animales, los órganos o partes del cuerpo poco utilizados se debilitaban, mientras que los más usados se desarrollaban y crecían, y de esta manera los organismos cambiaban.

Alrededor de 2.000 años más tarde, en el siglo XVIII, uno de los primeros naturalistas que propuso que una especie podía transformarse en otra fue el conde de Buffon, quien pensaba que los simios se habían originado a partir del ser humano por "degeneración", del mismo modo que el burro había "degenerado" a partir del caballo. También por esos años, el médico y naturalista Erasmus Darwin (abuelo de Charles) planteaba que los animales podían cambiar en respuesta a su ambiente y que estos cambios podían ser heredados por sus crías.

A principios del siglo XIX, una nueva teoría sobre la evolución biológica fue propuesta por Jean-Baptiste Lamarck. En 1809, en su libro *Filosofía zoológica*, este naturalista y filósofo francés fue el primero que planteó un **mecanismo evolutivo**.

“

Nadie debe sentirse sorprendido por lo mucho que queda todavía inexplicado respecto al origen de las especies y variedades, si se hace cargo debido de nuestra profunda ignorancia respecto a las relaciones mutuas de los muchos seres que viven a nuestro alrededor”.

Charles Darwin (1809-1882).

Naturalista inglés, padre de la teoría de la evolución por selección natural.



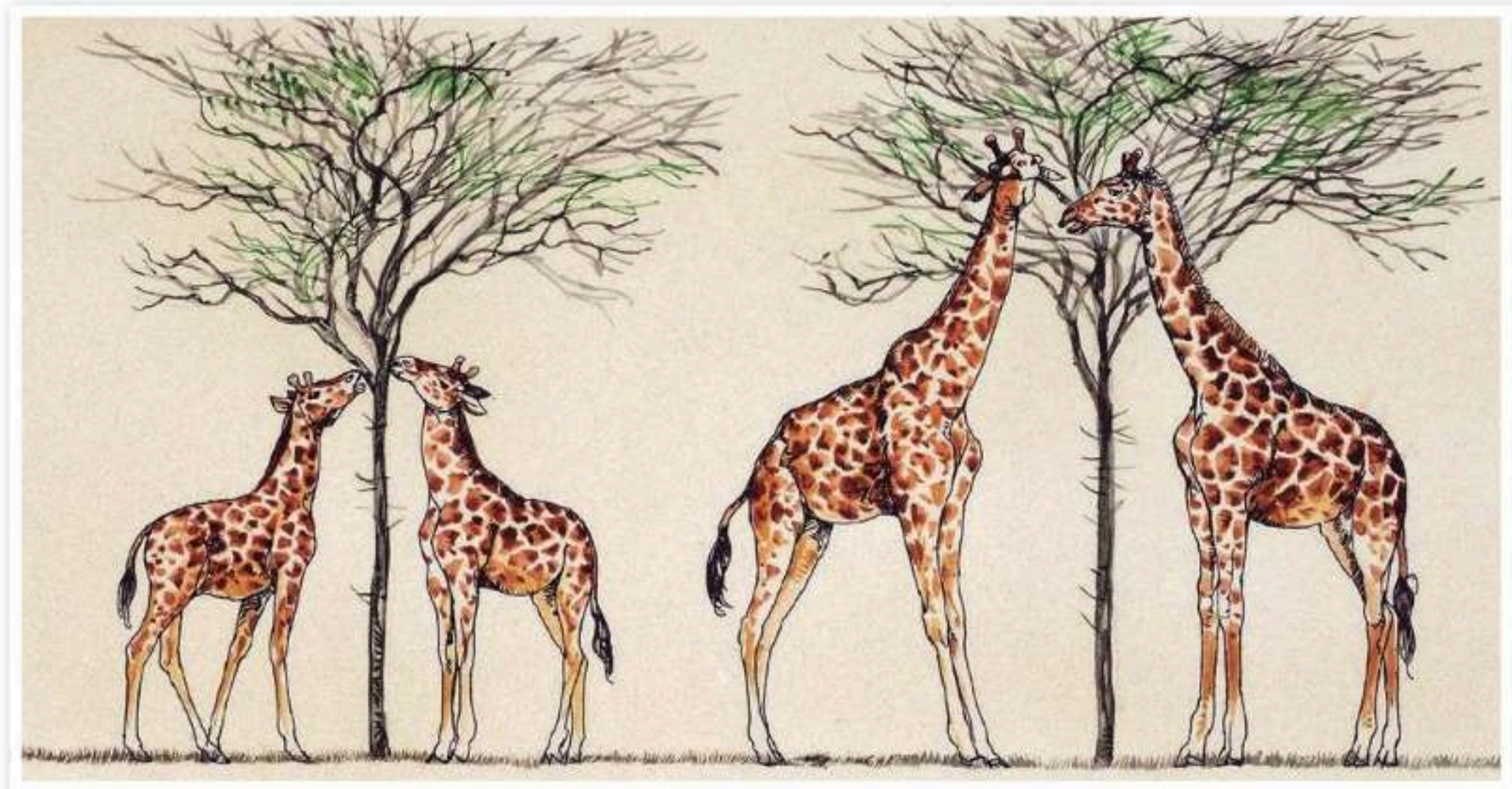
LAMARCK Y LA EVOLUCIÓN

Su trabajo con protozoos e invertebrados marinos fósiles le mostró que había cambios en las especies a lo largo del tiempo y que estos cambios no eran bruscos, como proponía el catastrofismo, sino más bien **graduales**. Por lo tanto, las especies antiguas no se habían extinguido, sino que se habían modificado a través de un **proceso lento, gradual y continuo**, hasta convertirse en las especies actuales.

Lamarck estaba convencido de que los organismos unicelulares –las formas de vida más simples y sencillas– se originaban por generación espontánea a partir de materia inerte. Luego, estas formas “inferiores” de vida, y debido a una tendencia interna y natural, se volvían cada vez más complejas o “superiores” por acción de un impulso interno. De esta manera asomó la primera explicación de cómo una especie podía transformarse en otra, estableciéndose un tipo de sucesión, desde formas sencillas hasta complejas.

Pero este mecanismo evolutivo presentaba un problema: si todos los organismos cambiaban por un impulso interno hacia formas más complejas, ¿por qué no terminaban siendo similares? La respuesta de Lamarck a esta pregunta fue su gran aporte: el resultado dependía del ambiente en el que cada ser vivo crecía y se desarrollaba.

Al igual que otros naturalistas, Jean-Baptiste estaba asombrado por las adaptaciones que presentaban algunos organismos al ambiente. ¿Cómo surgían esas adaptaciones? Él interpretó que se producían por una necesidad de cambio que tenían los organismos para adaptarse al ambiente. El medio externo cambiante imponía a los organismos nuevas condiciones que **producían el uso y desuso** de ciertas partes del cuerpo. Los órganos más utilizados se desarrollaban más para un mejor uso, mientras que los que no eran tan utilizados se atrofiaban hasta que finalmente desaparecían. Estas características modificadas por el hábito eran **caracteres adquiridos**, producto de la interacción del organismo con su ambiente.



^ **Lamarck sostenía que la jirafa había tenido que estirar su cuello** tanto como podía para conseguir el alimento en las ramas más altas de los árboles. Luego, había transmitido esa característica a sus descendientes.

LA HERENCIA DE LOS CARACTERES ADQUIRIDOS

Como buen zoólogo, Lamarck conocía muchas especies con características muy llamativas. Por ejemplo, explicó por qué los topos del género *Spalax* son ciegos; en esta especie, los ojos ni siquiera pueden abrirse, ya que están cubiertos por piel con pelos. De hecho, estos roedores cavan galerías subterráneas guiándose por el olfato en vez de la vista. Para el científico, esto se debía a que, como son de hábitos totalmente subterráneos, estos animales no utilizaban los ojos, lo que produjo el desuso de estos órganos y su atrofia. Incluso en su libro utiliza ejemplos en seres humanos y explica cómo el volumen del estómago está íntimamente relacionado con la dieta de la persona.



Topo del género *Spalax*.

Para completar su hipótesis sobre cómo era el mecanismo evolutivo, Lamarck adoptó la idea de que los **caracteres adquiridos eran heredables**, es decir, pasaban de una generación a otra.

Lamarck fue el primer evolucionista que planteó una teoría completa de la evolución biológica: los caracteres adquiridos surgen por la necesidad de adaptarse al



Los brazos alargados y las uñas curvas del perezoso, según Lamarck, eran producto del hábito de este animal de permanecer colgado.

medio y luego estos se pasan a los descendientes. Por lo tanto, no solo establecía la existencia de cambios en los organismos. Planteaba, además, que para formar nuevas especies era fundamental que las variaciones individuales fuesen heredadas por los descendientes, es decir, que pasaran de una generación a la siguiente.

Esta teoría no fue bien recibida por la mayor parte de los naturalistas de la época. Si bien aceptaban la herencia de los caracteres adquiridos y coincidían en que existía una fuerza natural hacia la perfección, cuestionaban la falta de pruebas.

Pero había algo más: las ideas propuestas en esta teoría se oponían a las concepciones fijistas de Cuvier (de las que hablamos en el capítulo 1). Cuvier gozaba de mucho prestigio en esa época y atacaba la postura de Lamarck. Así, las **ideas evolucionistas** quedarían "guardadas" hasta varios años después, cuando volverían de la mano de Charles Darwin.



Vale comprender

1. Lee estas páginas y defini con tus palabras qué es un carácter adquirido según Lamarck. Ahora, resolvé la consigna:

Pablo practica desde hace dos años fisicoculturismo y ha logrado cambiar la apariencia de su cuerpo. Ha ganado masa muscular, ha perdido grasa y ha marcado sus músculos.

- a) ¿Puede considerarse el nuevo físico de Pablo como una característica adquirida? ¿Por qué?
- b) Si Pablo tiene hijos, ¿les transmitirá esta característica? Explicalo en una oración.

TODO de una empezó o pregunta

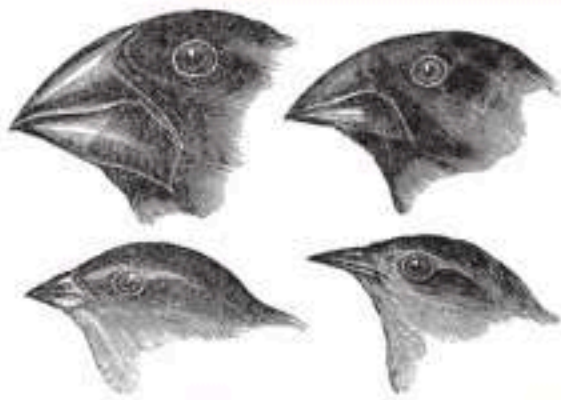


Por qué son diferentes los pinzones de las Galápagos



Dos años después de la muerte de Lamarck, y conocedor de sus ideas evolucionistas, un joven naturalista inglés, Charles Darwin, emprendería un viaje que sería fundamental en la historia de la biología. Su diario de viaje podría haber sido así...

1836 - Navegué con el *Beagle* rumbo a Australia y, luego, al sur de África. Ya de regreso en Inglaterra, le llevo ejemplares de las aves encontradas en Galápagos al ornitólogo John Gould, quien me confirma que se trata de pinzones.



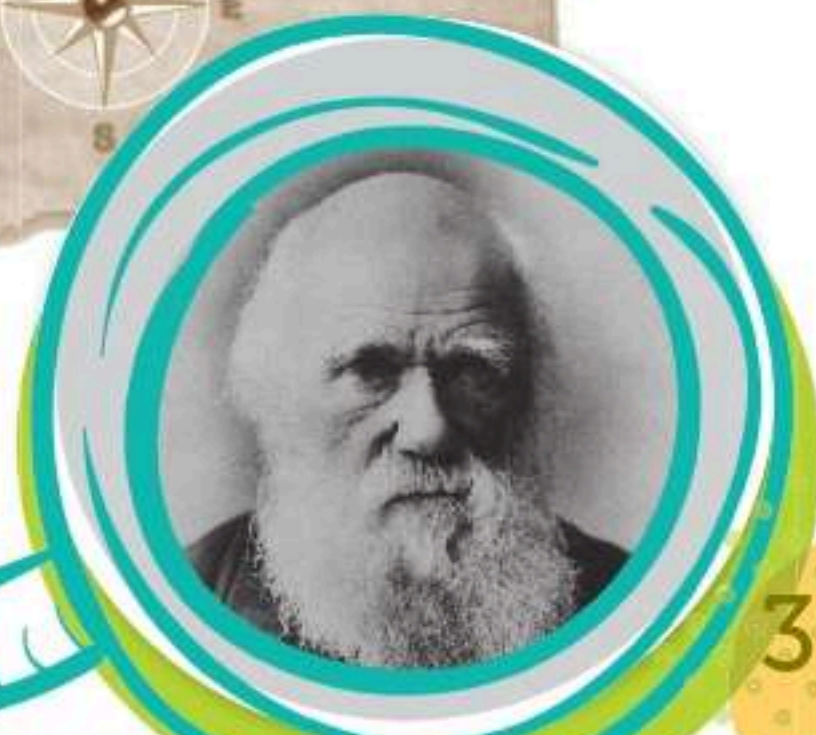
1831 - Ya estoy embarcado en el *HMS Beagle* para dedicarme a estudiar la flora y la fauna de las costas. ¡Zarpamos!

1832 - Estoy en las costas del sur de la provincia de Buenos Aires. Encontré fósiles de mamíferos extinguidos. ¡Qué parecidos son a las especies actuales!

1835 - Llegué a las islas Galápagos. Me llama la atención la diversidad de pájaros que, a pesar de ser muy similares, tienen ciertas características particulares: unos se alimentan de insectos, otros, de semillas; algunos, de néctar, y sus picos presentan diferentes formas y tamaños.



¿Cómo siguió esta historia? Darwin comenzó a preguntarse a qué podían deberse las diferentes características observadas en los pinzones. Y esa pregunta lo condujo, trasladándola a otras especies y luego de años de estudio, a plantear su **teoría de la evolución**.



LA INFLUENCIA DE MALTHUS

Cuando Darwin volvió a Inglaterra, en 1836, había acumulado muchas observaciones y preguntas, además de ejemplares de animales y plantas que había enviado a especialistas para su reconocimiento y descripción. El joven naturalista no solo dudaba de la inmutabilidad de las especies, sino que además estaba dispuesto a buscar nuevas explicaciones a todas las preguntas que había acumulado.

Entre los académicos que Darwin conocía estaba Charles Lyell. Este geólogo –como vimos en el capítulo 1– proponía que tanto los cambios geológicos del pasado como los actuales se producen gradualmente, en largos periodos y por la acción de los mismos factores ambientales. Darwin extrapolo este principio a los seres vivos, y propuso que **los cambios en las especies también eran graduales** y, si Lyell tenía razón, había habido tiempo suficiente para que ocurrieran.

En 1838 leyó un libro sobre demografía humana escrito por el economista inglés Thomas Malthus. Entre otras ideas, este autor planteaba que la población humana crecía a un ritmo mayor que el alimento, razón por la cual, tarde o temprano, este no alcanzaría para todos. Esta idea de un **recurso limitado** por el cual competir fue novedosa para esa época.

Darwin pensó que lo publicado por Malthus podía aplicarse a otras poblaciones, como la de los pinzones, en la que la lucha por la subsistencia podría favorecer a aquellos que tuvieran las características más adecuadas. Le tomó alrededor de veinte años expresar sus ideas acerca de la **evolución de los organismos**. En ese tiempo se dedicó a leer, estudiar y recolectar más pruebas.

A pesar de que tenía **pruebas o evidencias** que avalaban su teoría, Darwin no terminaba de animarse a publicarla. Recién en 1858, después de recibir una carta y un manuscrito de un prestigioso naturalista, geógrafo y explorador inglés, llamado Alfred Russell Wallace, de-

EN CIENCIA, LA INFORMACIÓN OBTENIDA POR MEDIO DE **PRUEBAS O EVIDENCIAS**, ADEMÁS DE ACUMULARSE, DEBE SER COMUNICADA. ASÍ, LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS POR UN CIENTÍFICO PODRÁN SER UTILIZADOS POR OTROS PARA GENERAR NUEVO CONOCIMIENTO.

Decidió dar a conocer sus ideas al resto de la comunidad científica.

DARWIN Y WALLACE

Wallace se hallaba estudiando la distribución de animales y plantas en la India. Al igual que Darwin, acostumbraba recolectar fósiles y muestras de animales y plantas, y también había leído a Malthus. Había observado muchas diferencias entre los mamíferos del continente asiático y los de Australia. Decidió comunicarle sus ideas a Darwin, quien, después de leer el manuscrito, le escribió a su amigo Lyell: "Jamás supe de coincidencia más total... toda mi originalidad... quedará en nada".

Los trabajos de Darwin y Wallace se presentaron en forma simultánea ante la prestigiosa Sociedad Linneana de Londres. Ambos naturalistas habían encontrado el **principio de la selección natural**. Darwin se vio obligado a publicar su obra completa cuanto antes y, un año más tarde, el libro *El origen de las especies por medio de la selección natural* fue dado a conocer a la sociedad inglesa. Wallace reconoció el valor de esta publicación.



Darwin

Wallace

Malthus

^ **Tanto Darwin como Wallace llegaron a plantear la selección natural** luego de haber leído el ensayo de Malthus. Este planteaba que la población humana crece a mayor velocidad que la producción de alimentos, y eso genera competencia para sobrevivir.



Vale comprender

2. ¿Cuál fue la importancia del contacto de Wallace con Darwin? Elegí una opción y argumentala.
- Incentivó a Darwin a presentar su obra.
 - Concluyó las mismas ideas que Darwin sobre el origen y la evolución de las especies.
 - Ambos científicos habían leído a Malthus.

LA SELECCIÓN NATURAL

A lo largo de su viaje de cinco años, Darwin recolectó muestras de una gran variedad de rocas, animales, plantas y diversos fósiles. Pero volvamos al tema de los pinzones. Para Darwin, fue clave el aporte de John Gould, quien estableció que se trataba de catorce variedades (especies) distintas de estas aves. Algunos pinzones eran pequeños; otros, mucho más grandes. Había unos con pico corto y fuerte que comían semillas grandes y duras; otros, cuyo pico era más fino y en punta, se alimentaban de semillas pequeñas o de insectos, y los que se alimentaban de néctar tenían el pico delgado y curvo. Otros pinzones de pico delgado se alimentaban de la parte carnosas de los cactus. Así, la forma y el tamaño de sus picos parecían estar adaptados al tipo de alimento presente en cada una de las islas.

Ahora bien, volvamos a la pregunta inicial: ¿cómo se había originado tal diversidad de pinzones? Además de las evidencias ya mencionadas en el capítulo 1 (registro fósil, anatomía comparada, embriología, etc.), a Darwin le llamaron la atención otros aspectos que le permitieron explicar esa diversidad.

Pinzón que se alimenta de semillas.



Pinzón que se alimenta de flores de cactus.



LA SELECCIÓN ARTIFICIAL

Uno de estos aspectos, según Darwin, era la variedad de razas de animales domesticados y de granja. Para entender el origen de estas razas, él mismo crío palomas, y fue así como comprendió que los criadores seleccionaban para que se reprodujeran aquellos individuos que poseían alguna característica que les interesaba, de modo tal que la cría heredara esa característica.

A esta práctica se la conocía como **selección artificial**. Si este proceso de selección era repetido durante varias generaciones, se obtenía una nueva raza. A Darwin se le ocurrió que en la naturaleza podía ocurrir un proceso similar, pero en este caso la selección la realizaba el ambiente mediante determinados factores, razón por la cual la denominó **selección natural**.

Por ejemplo, supongamos que en una granja hay un grupo de vacas que produce más leche que las demás. Los tamberos solo dejan reproducirse a esas, y al cabo de varias generaciones es posible tener una población de vacas en la que la mayoría presente esa característica. Estamos ante un caso de selección artificial.

Ahora bien, supongamos que el precio de la leche baja. Entonces las vacas son abandonadas en el monte. Al tener ubres enormes, producen mucha leche, pero, a la vez, esto no les facilita la vida silvestre. A la larga, solo los ejemplares de ubres de menor tamaño lograrán sobrevivir y dejar descendencia. Tras muchas generaciones, esta población de vacas tendrá ubres más pequeñas. Esto es la selección natural.



Tanto en la ganadería como en la agricultura se seleccionan aquellos organismos que presentan las características buscadas para su producción. La selección artificial funciona entonces como la selección natural en periodos muy cortos.

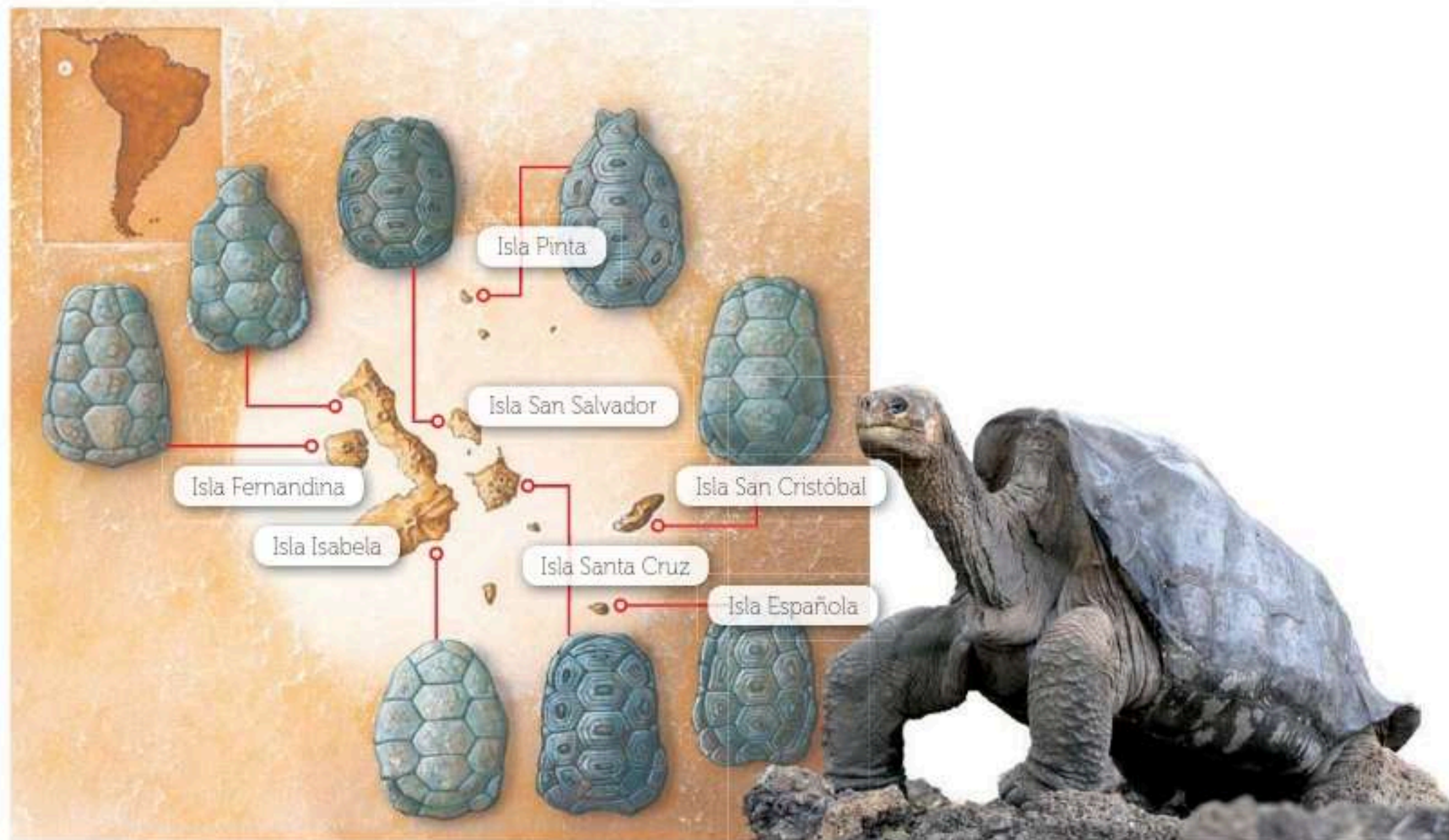
©Kevin Schafer

LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Otro de los aspectos que tuvo en cuenta Darwin fue la **ubicación o distribución geográfica** de las especies que vimos en el capítulo 1. No solo los pinzones lo obsesionaron, también las tortugas de las Galápagos. Los nativos de las islas sabían que eran diferentes de una isla a otra, incluso eran capaces de reconocerlas ¡con solo mirar la forma de su caparazón! Estos datos y el hallazgo de fósiles

de mulitas gigantes, parecidas a las actuales, hicieron que Darwin pensara que las diferentes especies podrían haber surgido a partir de una única población original.

En el caso de los pinzones, supuso que todas descendían de un tipo ancestral de pinzón que habría migrado desde el continente, y que las distintas poblaciones se habrían ido diferenciando gradualmente durante el largo periodo de aislamiento en cada una de las islas.



LA SUPERVIVENCIA DEL MÁS APTO

Darwin pensaba que si la selección artificial había logrado en unos pocos cientos o miles de años producir especies nuevas, ¿qué no podría hacer la naturaleza con mucho más tiempo?

Ahora bien, ¿cómo se producía esa selección natural? Como vimos, las ideas de Malthus le hicieron pensar que la lucha por los alimentos podía actuar como un mecanismo que favorecía a los individuos más eficientes. En el caso de los pinzones, supuso que, al ocupar las islas, probablemente se reprodujeron hasta sobrepasar la provisión de semillas, y, dada la lucha por la subsistencia planteada por Malthus, solo las aves mejor adaptadas para conseguir determinado tipo de alimento, o aquellas capaces de alimentarse de otros recursos, pudieron sobrevivir. Un ave que tuviera un pico levemente más

delgado y largo podría alimentarse de néctar o de insectos... otros picos más fuertes y gruesos serían útiles para triturar las semillas más duras. Así, los organismos sobrevivientes y sus descendientes se multiplicarían y, al cabo de varias generaciones, cada isla presentaría una población de un tipo particular de pinzón, adaptado al alimento existente.

Si relacionamos estas ideas, obtenemos que, si los individuos de una población son diferentes y los recursos son limitados, **el ambiente es el que selecciona a los individuos mejor adaptados** a esta condición, y estos, al reproducirse, transmiten las características adaptativas a su descendencia. Al igual que lo pensaba Lamarck, para Darwin la participación del ambiente era fundamental, pero creía, a diferencia de aquel, que el ambiente no impulsaba los cambios en los seres vivos, sino que los seleccionaba.

LA VARIABILIDAD

El hecho de pensar a los seres vivos como parte de poblaciones le permitió a Darwin llegar a determinadas conclusiones. Se dio cuenta de que los individuos que forman una población no son todos iguales, sino que existen variaciones entre ellos, de tamaño, de sexo, de resistencia a condiciones adversas, etc., lo que significa que las poblaciones poseen **variabilidad**.

¿Qué tiene que ver con la evolución de las especies? En la naturaleza, salvo nosotros, los humanos, los seres vivos no pueden abrigarse si desciende mucho la temperatura o cambiar su dentadura para acceder al alimento disponible, por mencionar solo algunas de las posibles situaciones. Por lo tanto, si no cuentan con las características o estructuras corporales que les permitan sobrevivir en ese ambiente, probablemente mueran. Si todos son iguales, tal vez ninguno sobreviva. Si, en cambio, hay alguno diferente, con alguna capacidad distinta que le otorgue alguna ventaja respecto de los otros, puede ser que la naturaleza lo "seleccione" y sobreviva.

Es decir, el proceso de selección natural requiere la existencia previa de variabilidad entre los individuos de una población. Los mecanismos que generan la variabilidad **dependen del azar, no del ambiente**.

LA PRESIÓN AMBIENTAL

Supongamos que en una oscura cueva habitan animales ciegos, como ciertas víboras. En algún momento, puede suceder que nazca alguna que no lo sea totalmente. ¿Podrá esta víbora utilizar su vista para procurarse alimento más fácilmente que las demás? Probablemente eso dependa de los recursos alimenticios disponibles.

Como ves, para que actúe la selección natural es preciso que haya una situación ambiental que favorezca a algunos (los más aptos) más que a otros (los que tienen menos ventajas en esas condiciones). ¿Comprendés ahora la importancia que tuvieron para Darwin las ideas de Malthus? Si los alimentos son abundantes y no hay lucha por la supervivencia, probablemente no existirá la presión del ambiente que seleccione a los más aptos.

Por lo tanto, la **presión del ambiente** no hace que un ser vivo se adapte, el organismo



posee o no esa ventaja previamente. El ambiente actúa seleccionando a aquellos que mejor estén adaptados a las nuevas condiciones.

LOS CARACTERES HEREDABLES

Para que haya evolución, no basta con que un organismo tenga ciertas características ventajosas, es imprescindible que esas características se transmitan a sus descendientes. Si en la selva nace una cebrá con un deficiente sentido del olfato, probablemente no sea capaz de encontrar alimentos ni de oler a sus predadores... y si no tiene descendientes, esa nueva característica se perderá. Si, por el contrario, naciera una cebrá con el sentido del olfato más desarrollado, eso le daría ciertas ventajas, y así podría llegar a la edad reproductiva y dejar descendencia. Si esa nueva característica es heredable, tal vez la próxima generación de cebras tenga un mejor sentido del olfato, que nuevamente podría ser ventajoso. Así, luego de muchas generaciones, podría existir toda una población de cebras con esa nueva característica.

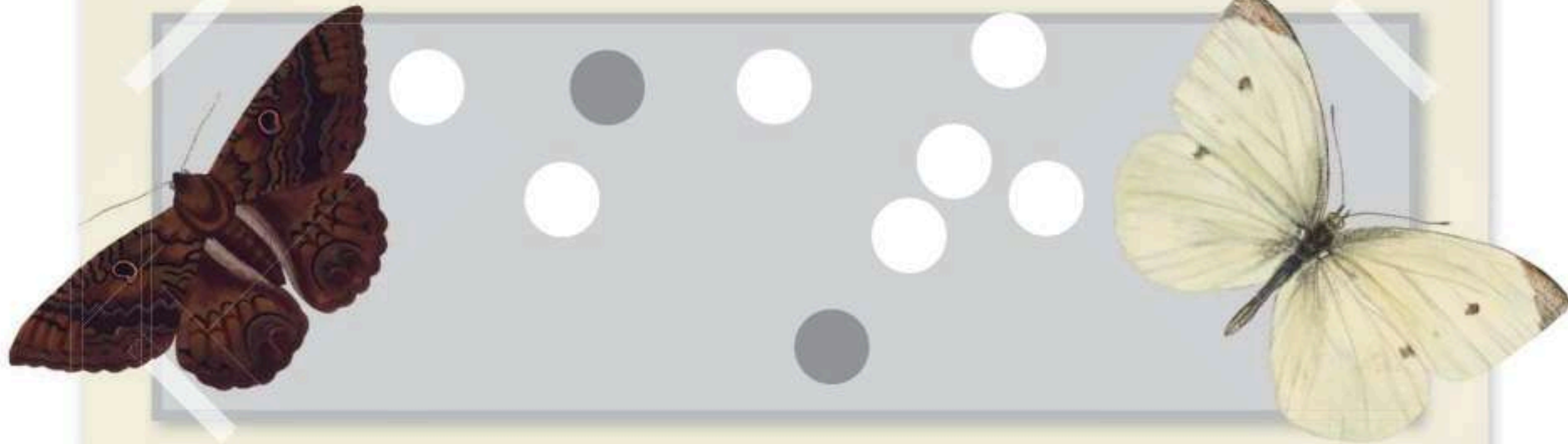
◀ **Dentro de una misma especie de mariquita asiática se pueden observar distintas coloraciones de las alas.**

Vale comprender

- Debido al desmonte, una región selvática presenta, con el tiempo, un clima menos húmedo. Para muchas especies de animales, esta nueva condición ambiental se convierte en desfavorable.
 - ¿Podría ocurrir que en la variabilidad que presenta una población no haya individuos que puedan resistir las nuevas condiciones adversas? ¿Qué ocurriría con la población en este caso?
 - Si, en cambio, algunos individuos pueden tolerar las nuevas condiciones ambientales, ¿está bien decir que se adaptaron o que presentan adaptaciones? ¿Por qué?

CONSTRUIR MODELOS

- Prestá atención al siguiente texto. A fines del siglo XVIII, las mariposas que se posaban sobre los troncos de los abedules eran claras, mientras que las de color oscuro eran cazadas rápidamente por las aves. Luego de la Revolución industrial, esto se revirtió. ¿Se te ocurre por qué?
- ¿Cómo hacen los científicos para estudiar en el laboratorio una situación que observan en la naturaleza, como la de las mariposas de los abedules? ¿Se te ocurre representar esa situación de alguna forma? ¿Cuál?



Algunos procesos biológicos pueden ser estudiados mediante **modelos** o **simulaciones**. Son representaciones que permiten trabajar conceptos abstractos en forma práctica, describir o explicar fenómenos, y predecir resultados. Se supone que los modelos deben ser más simples que la realidad y tener en cuenta ciertas condiciones para que los resultados obtenidos puedan ser contrastados con lo que ocurre en la naturaleza.

HORA DE HACER CIENCIA



4. En grupo, construyan un modelo que simule el proceso de selección natural que observaron los científicos con las mariposas. Van a necesitar una cartulina gris y una blanca, una perforadora para papel y un cronómetro.

- 1.º Corten las cartulinas por la mitad. Perforen una de las mitades de cada cartulina para obtener 30 círculos de cada color (cada uno representa una mariposa).
- 2.º Coloquen la cartulina gris sobre una mesa y desparra-men 30 círculos grises y 30 blancos. Armen una tabla donde registren la cantidad inicial de círculos de cada color.
- 3.º Para simular la captura de las presas, uno del grupo toma el rol de "predador" e intenta capturar durante 10 segundos la mayor cantidad de círculos posible, levantando uno por vez.
- 4.º Al finalizar el tiempo, el resto del grupo cuenta los círculos de cada color que se capturaron y calculan cuántos quedaron en la cartulina. Anotan en la tabla los resultados.
 - a) ¿Cuáles fueron capturados en mayor proporción? ¿A qué se debe?
 - b) ¿Cómo pueden comparar esta simulación con el caso de las mariposas de la Revolución industrial?

Para seguir investigando:

- Repitan la experiencia anterior con los círculos que quedaron sobre la cartulina, duplicando su cantidad (simulan que las mariposas se reprodujeron).
- Anoten los resultados y vuelvan a intentarlo las veces que quieran. ¿Qué ocurre con la proporción de colores a lo largo de las generaciones? ¿Por qué esta experiencia es útil para simular la selección natural?

ESPECIES Y POBLACIONES

A los individuos que vemos iguales en aspecto los consideramos de la misma especie. Pero esto no siempre resulta tan claro. Por ejemplo, perros tan diferentes en aspecto como el chihuahua y el gran danés son de la misma especie.

Por eso, los científicos tienen en cuenta también otra característica. Consideran de la misma especie a los individuos que pueden dar descendencia fértil, es decir, que pueden reproducirse.

Por lo tanto, el concepto de **especie** está relacionado con la posibilidad de reproducción: si los organismos son de la misma especie, es porque tienen generalmente un parecido físico y, además, pueden reproducirse entre sí. Más allá de su aspecto externo, son similares en su material genético y, al reproducirse entre ellos, mantienen sus características a lo largo de las generaciones.

Una definición, tal vez la más conocida y útil, fue propuesta por Ernst Mayr en 1942: los miembros de una misma especie pueden reproducirse y dejar descendencia fértil, pero están aislados reproductivamente de otras especies. En la actualidad, para clasificar una especie se

utilizan, además, caracteres estructurales, bioquímicos y genéticos.

A su vez, se define **población** como un conjunto de individuos de una misma especie que comparten un mismo lugar al mismo tiempo. Los individuos y las poblaciones tienen características distintas.

Si prestamos atención a la población de la especie humana, observaremos que, si bien todos nos parecemos, somos diferentes en algunos de nuestros rasgos físicos, en comportamientos e incluso en características que no se ven a simple vista. Algunas personas serán más altas, con diferente tipo y color de pelo y ojos, e incluso alguno de los que nos cruzamos podría ser diabético o del grupo sanguíneo B, pero no nos daríamos cuenta de eso simplemente mirándolo. Es decir que en una población existe variabilidad en las características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento de sus individuos, y esto es válido para todas las especies.



Una de las características que distinguen a estos ciervos axis de otras especies de ciervos es que de adultos no pierden las manchas blancas que tienen de cervatillos.



©Rob Daly

Las poblaciones presentan variabilidad. Una persona es alta o baja, no ambas cosas, pero en una población puede haber personas altas y bajas. Lo mismo ocurre con la información genética que heredamos de nuestros padres.

¿Te acordás de lo que planteaba Malthus? Los individuos que integran una población compiten entre sí por recursos. El alimento es un recurso, pero también lo son las parejas reproductivas o los sitios para anidar o esconderse. En las poblaciones, los individuos compiten por los recursos para crecer o reproducirse. A esta conclusión llegó Darwin después de sus observaciones y lecturas, ya que reconoció que hay una relación directa de los organismos con el ambiente en el que viven, crecen y mueren.

LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

Como vimos, Darwin se tomó más de veinte años para reflexionar y elaborar su teoría de la evolución por selección natural y, finalmente, publicarla. Veamos algunos de sus aspectos fundamentales:



Por lo tanto, para que pueda operar la selección natural hace falta que se den algunas condiciones; esto requiere la existencia previa de variabilidad (debida al azar) entre los individuos de una población. Aquellos con mayor éxito reproductivo serán los que dejen mayor cantidad de descendientes, es decir, se reproducirán más que otros, y transmitirán esas características a las siguientes

generaciones. Esto dará lugar a un lento cambio en una población durante cierto tiempo y originará finalmente la sustitución de una forma por otra.

A su vez, poblaciones diferentes de una misma especie se pueden distanciar y convertirse en especies distintas, fenómeno conocido como **especiación**.

¿En qué se diferencia esta teoría de la de Lamarck? Para ambos científicos, la participación del ambiente es fundamental, pero, en su teoría evolutiva, Darwin propone que no es el ambiente el que produce los cambios, sino el que los selecciona. Esto significa que probablemente tanto las variaciones individuales como las ambientales del pasado no son las que operan hoy.

Recordemos que la selección natural actúa sobre los organismos. El que no posea las características adecuadas para ese ambiente no sobrevivirá, y otro ser vivo que pertenezca a la misma especie y porte alguna variante ventajosa tal vez pueda hacerlo. Mientras tanto, la **evolución es un proceso que ocurre a nivel poblacional**, en el que los sucesivos cambios que se van acumulando en los individuos a lo largo del tiempo pueden hacer que esa población se constituya finalmente en una nueva especie.



El grueso pelaje y la grasa debajo de la piel les permiten a los osos polares habitar en lugares muy fríos, pero no aumentan sus posibilidades de supervivencia frente al ataque, por ejemplo, de una orca.

Vale comprender

5. Plantea un ejemplo de evolución de una especie de acuerdo con la teoría de Lamarck y, luego, reescribilo según la teoría de Darwin.

LAS REPERCUSIONES DE LA TEORÍA

La publicación de *El origen de las especies* produjo grandes **controversias** a nivel científico, social, religioso y político. También hubo oposición entre varios científicos de la época. El más combativo de las ideas de Darwin fue el zoólogo inglés Richard Owen. ¿Los motivos? La teoría planteaba un proceso gradual que involucraba muchísimo tiempo. Recordá que en aquella época la edad de la Tierra se estimaba en unos pocos miles de años, tiempo insuficiente para explicar, según la nueva teoría, la gran cantidad de especies existentes.

Además, Darwin establecía que toda la diversidad biológica derivaba de una forma de vida ancestral, a partir de la cual la vida fue evolucionando hasta llegar al ser humano. Esto provocó enojo en gran parte de la sociedad de la época, que acusaba a Darwin de proponer a los monos como nuestros antepasados más cercanos.

LAS OBJECIONES A LA TEORÍA

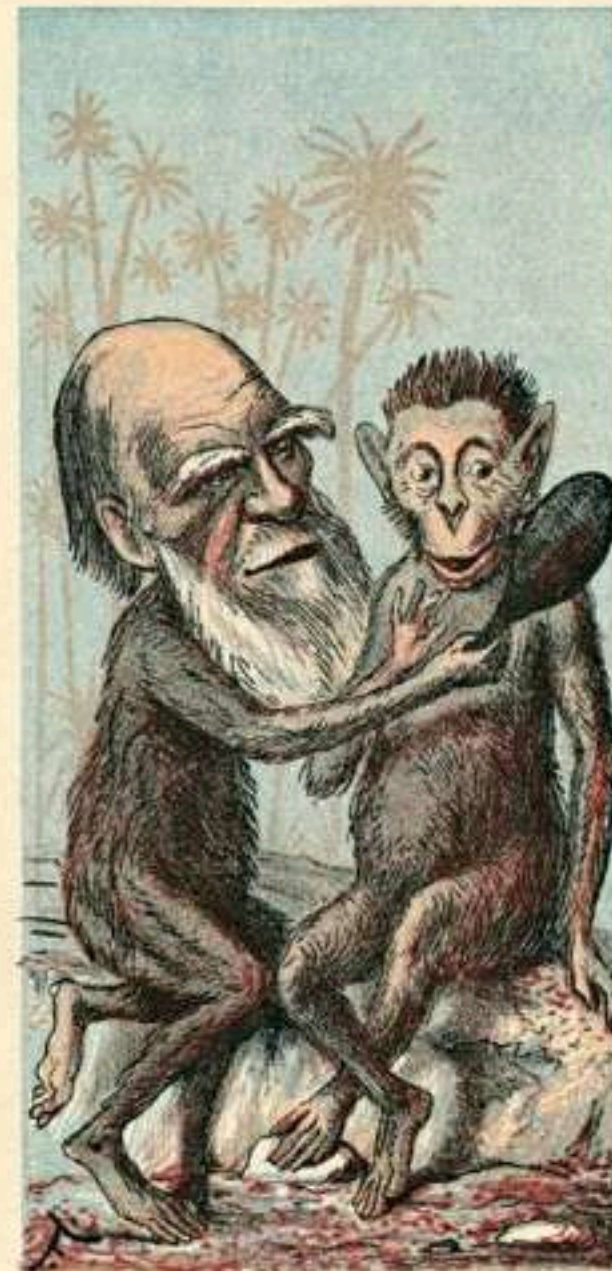
En pocos años, sin embargo, la mayoría de los científicos aceptó que las formas de vida evolucionaban, aunque el mecanismo siguió siendo motivo de debate.

- Una de las objeciones a esta teoría era: ¿cómo se origina variabilidad en las poblaciones sin la influencia del ambiente? A diferencia de Lamarck, Darwin no creía que las variaciones en los seres vivos surgieran por un impulso vital que obligaba a la naturaleza a mejorar y hacer las formas de vida más perfectas, ni por voluntad o esfuerzo de los individuos por adaptarse al ambiente. Proponía que los cambios o variantes se originaban al azar.
- Otra objeción surgía de los fósiles: si la evolución implicaba cambios graduales, esto debería reflejarse en el registro fósil y encontrarse formas intermedias entre las especies extintas y las actuales, pero esto no es lo que se observaba. Darwin adujo que el registro fósil estaba incompleto, y que no todas las formas intermedias se habrían fosilizado.
- Por último, si un ambiente en particular seleccionaba siempre a un mismo tipo de individuo, ¿no eliminaría esto la variabilidad con el paso de las generaciones? Se basaba en una suposición errónea, porque el ambiente cambia, no es constante durante largos períodos.

Pero Darwin no pudo explicar las causas de la variabilidad ni la forma en que las características adaptativas

AL ANALIZAR UNA **CONTROVERSIA** CIENTÍFICA SE DEBE TENER EN CUENTA EL CONTEXTO HISTÓRICO Y CULTURAL EN EL QUE SE DESARROLLÓ EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO QUE LA GENERÓ.

THE LONDON SKETCH BOOK.



PROF. DARWIN.

This is the ape of form.
Loss's Labor Lost, act 5, scene 2.

Some four or five descents since.
All's Well that Ends Well, act 3, sc. 7.

Caricatura de Charles Darwin en 1879, que fue objeto de numerosas burlas. Una de las interpretaciones erróneas de lo propuesto por Darwin fue que el ser humano descendía del mono.

se transmitían a la descendencia. Simplemente porque, para esa época, todavía no se había descubierto el mecanismo de la herencia. Los primeros aportes sobre estos temas vinieron de la mano de Gregor Mendel en 1865, como veremos en el capítulo 9. Recién a mediados del siglo XX, con el conocimiento de las leyes de la herencia y de la estructura del ADN, pudieron realizarse diversos experimentos y observaciones que permitieron confirmar la teoría de la evolución por selección natural.



6. En estas páginas seguramente has leído acerca las diferentes posturas alrededor de las explicaciones de Darwin sobre la evolución de los organismos. ¡Tuvieron muchas repercusiones! Te proponemos que en grupo redacten un guion para una obra de teatro en la cual los actores discutan desde diferentes posturas la teoría de la evolución.

- a) Entre los personajes del guion tienen que aparecer:
- Un científico que acuerde con las teorías de Lamarck.
 - Owen.
 - Darwin.
 - Una persona a favor del creacionismo.
- b) Les sugerimos que, además, investiguen en diversas fuentes acerca del contexto en el cual podría darse la obra. Costumbres, lugares en donde podrían ubicarse las escenas, indumentaria de los actores, etcétera.

Elijan cómo resolver:

- c) Una vez terminado el guion, ensayen una dramatización de la obra de teatro, que podrán estrenar en la feria de ciencias. También podrían filmarla y subir la producción al blog escolar. Pueden usar Blogger para armarlo.



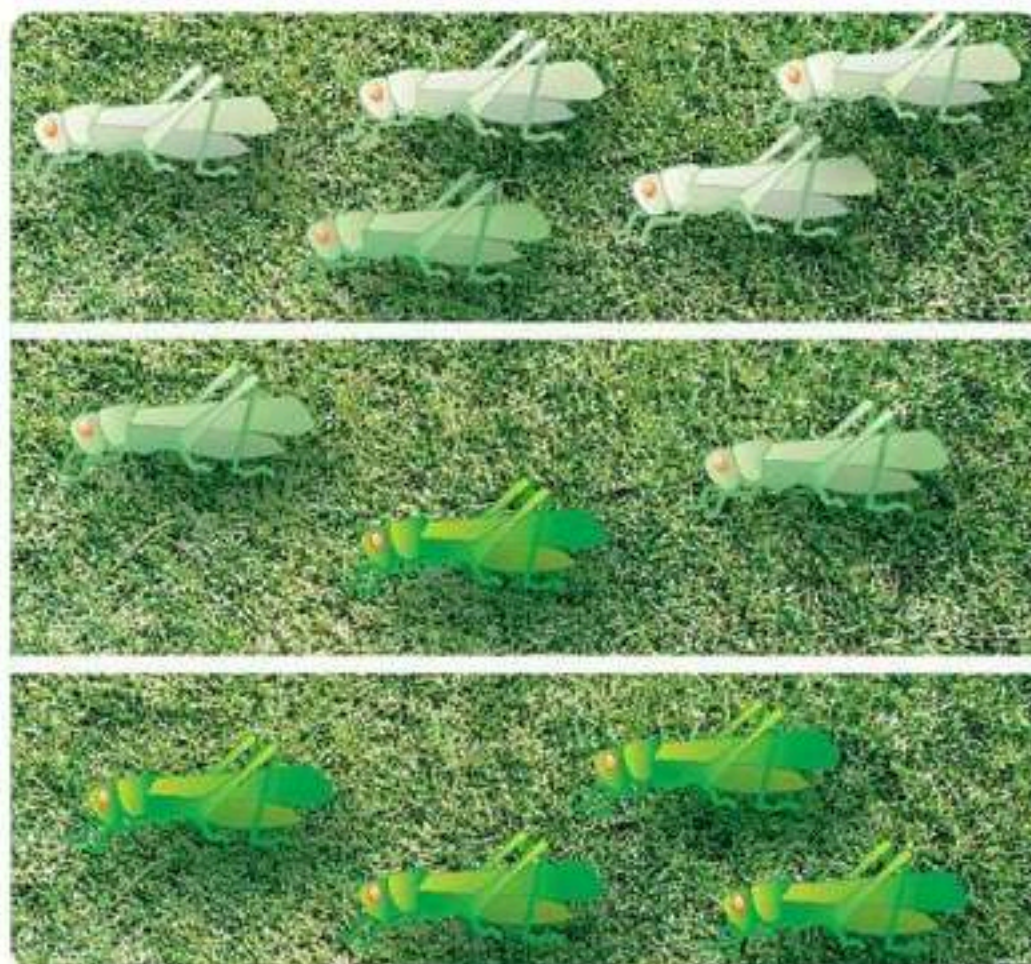
7. Imaginá con tu grupo una tapa y una contratapa para encuadernar la obra de teatro que pensaron en la actividad 6. Para la tapa deberán seleccionar una imagen representativa. ¿Cuál sería? ¿Por qué? Diseñenla. Para la contratapa les proponemos un mapa conceptual explicativo. Podrán llevarlo adelante usando la herramienta C-map.



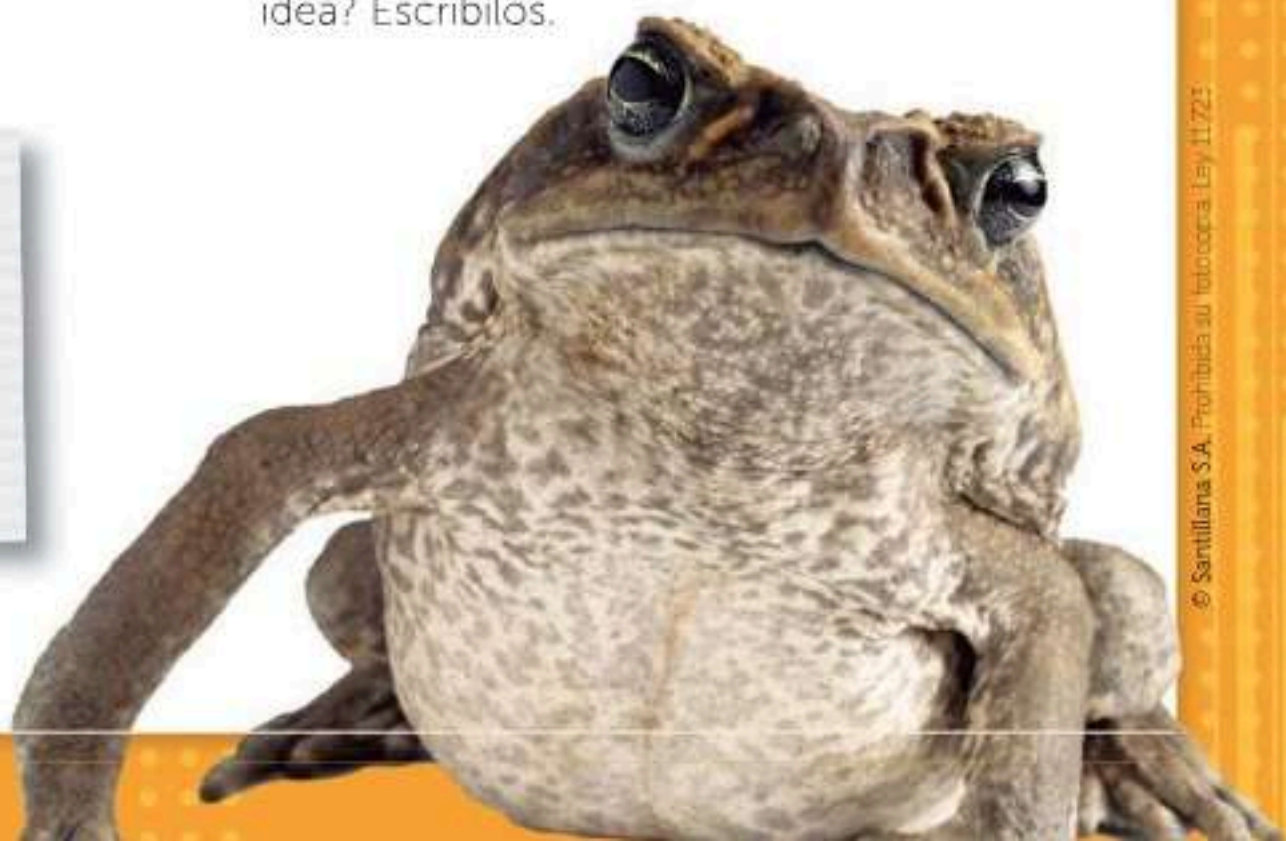
8. Leé en forma individual y luego resolvé.

Cuando un ambiente cambia, se producen nuevas necesidades en los organismos que lo habitan. Existe un impulso interno en los organismos vivos que genera nuevos órganos que se desarrollan progresivamente a medida que se usan. De la misma manera, ante la falta de uso, otros órganos se pierden o se atrofian.

- a) ¿Qué pensador de la evolución podría sostener esta afirmación? ¿Por qué? ¿Estás de acuerdo con su postura?
- b) ¿Con qué contraargumentarías esta afirmación? Podés nombrar algún científico protagonista de esta forma de explicar la evolución.
- c) Observá la siguiente imagen. Muestra una población de langostas. ¿Qué epígrafe explicativo le pondrías si estuvieses de acuerdo con el primer argumento? ¿Y si estás de acuerdo con el segundo? ¿Por qué?



- d) Te proponemos ahora que analices la siguiente situación: un compañero de aula considera que, debido a que Córdoba sufre un período de sequía, los sapos de dicha zona estarían engrosando sus pieles, con el fin de evitar las pérdidas de agua. ¿Estarías de acuerdo con esa afirmación? ¿Por qué? ¿Qué argumentos usarías para sostener o refutar la idea? Escribilos.



LAS ADAPTACIONES

Ya vimos que cuando Darwin reflexionó sobre las observaciones que realizó en las islas Galápagos, le llamó la atención el hecho de que cada especie de pinzones parecía estar adaptada a un tipo particular de alimento.

Lo mismo nos sorprendería analizar características de otras especies que resultan ser **adaptaciones**. Pero ¿qué es una adaptación? Es una característica que en algún momento surgió al azar y no forzada por el ambiente. Luego, y en determinadas condiciones ambientales, los individuos que poseían esa característica dejaron más descendencia, es decir, fueron seleccionados. Una adaptación aumenta las posibilidades de un organismo de sobrevivir y, por lo tanto, de reproducirse, y además es heredable.

Puede ser cualquier característica morfológica, funcional o de comportamiento que aumente la probabilidad de supervivencia y de éxito reproductivo de un organismo. En términos evolutivos, podemos decir que la adaptación de los organismos a su ambiente **es el resultado de la selección natural**. Se trata de un proceso lento y gradual, y a veces no es fácil establecer el proceso de selección que le dio origen.

¿Qué sucedería si un animal adaptado a zonas templadas, carente de reservas de grasa subcutánea, fuera depositado en el Polo Norte? Este animal no podría fabricar ese tipo particular de grasa y moriría de frío.

Entonces, es importante comprender que las características adaptativas no son buenas de por sí, sino que lo son en un ambiente determinado. Por eso decimos que los organismos "están adaptados", y no que "se adaptan".

TIPOS DE ADAPTACIONES



Adaptaciones fisiológicas

Ante la llegada del otoño, algunos árboles pierden sus hojas y disminuyen así su actividad. La retomarán en la primavera, con el aumento de las horas de luz y de temperatura. Son características que se relacionan con el funcionamiento de un organismo.

©Kryssia Campos



Adaptaciones morfológicas

La forma del pico y del cráneo de los pájaros carpinteros les permite romper a picotazos la madera para extraer larvas de insectos y fabricar sus nidos. Estas adaptaciones son apreciables en el cuerpo de los seres vivos.



Adaptaciones de comportamiento

Hay insectos, como las hormigas, que forman organizaciones en las que cada una realiza una tarea. En la imagen se observan hormigas obreras que transportan las hojas a sus nidos. Son cambios en las actividades que realizan los seres vivos.

SELECCIÓN NATURAL Y RESISTENCIA

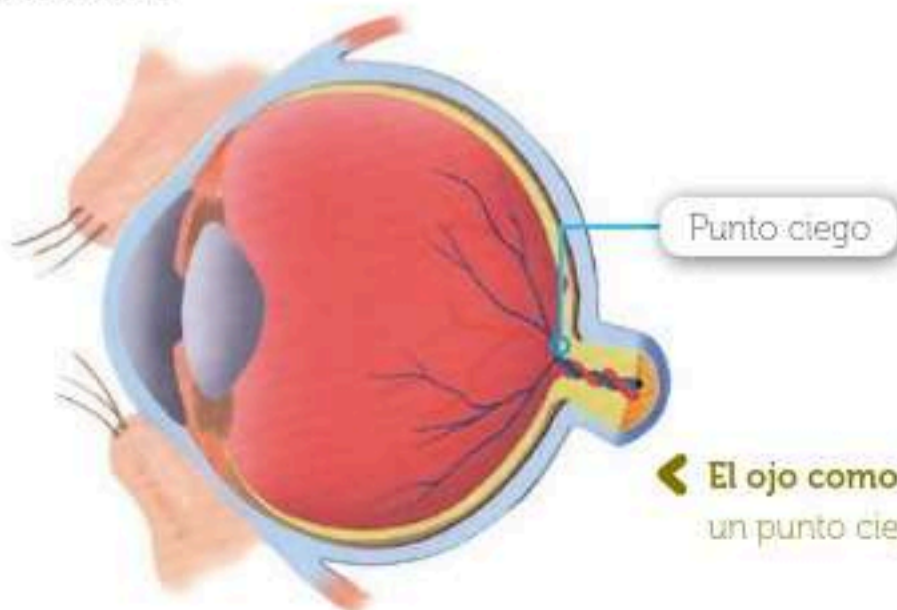
Sabemos que la selección natural se produce porque algunos individuos dentro de una población, los mejor adaptados, se reproducen más que los otros y, por lo tanto, dejan mayor descendencia. Pero esto no implica que el resto de los individuos de esa población no se reproduzcan, sino que su aporte a las futuras generaciones es menor.

En el caso de la selección artificial, en la que el mecanismo de selección natural ocurre en periodos muy cortos, puede darse que los menos adaptados mueran. Pensemos, por ejemplo, que cuando usamos una sustancia tóxica para eliminar una plaga, dentro de esa población pueden existir individuos que sean resistentes; ellos serán los únicos sobrevivientes y los que se reproducirán. Es lo que ocurre con las poblaciones de cucarachas al aplicar insecticida, ya que algunas mueren y quedan vivas solamente las que son resistentes. Por lo tanto, la **resistencia no se adquiere durante la vida de los organismos**, sino que la selección operó sobre la variabilidad previa de cucarachas que había en esa población.



ADAPTACIONES Y LA "PERFECCIÓN" DE LOS SERES VIVOS

La adaptación de los organismos a su ambiente nos puede llevar al error de considerar que los seres vivos son "perfectos" o que toda estructura debe ser una "adaptación para algo". Darwin se preocupaba por encontrar explicaciones a las estructuras y los mecanismos considerados perfectos, y reconocía que muchos de ellos son imperfectos.



◀ El ojo como órgano es complejo, pero no perfecto, ya que posee un punto ciego donde no se forman imágenes.

ACLIMATACIÓN: UNA ADAPTACIÓN NO EVOLUTIVA

Es muy común confundir el término *adaptación* con **aclimatación**. Por ejemplo, si trasladamos una planta de un lugar soleado a otro más sombrío, esta cambiará su aspecto y producirá hojas más oscuras. Ante este hecho decimos que la planta "se adaptó" a las nuevas condiciones, pero lo cierto es que esto ocurrió durante la vida de la planta, y en ciertas condiciones. ¿A qué nos referimos? A que, si la planta queda totalmente a oscuras, morirá. También nosotros podemos adaptarnos, dentro de ciertos límites, a diferentes temperaturas y a diversas intensidades de luz.

Otro ejemplo que seguramente escuchaste es que cuando una persona se traslada a lugares de altura, suele apunarse (le falta el oxígeno y se descompone), y necesita pasar un tiempo en el lugar para sentirse bien de nuevo. En cambio, las personas que viven a grandes altitudes no padecen ese mal, llamado *mal de la montaña* o *soroche*, ya que su cuerpo se encuentra aclimatado. ¿Qué significa? El cuerpo compensa la falta de oxígeno aumentando la cantidad de glóbulos rojos, por lo tanto, puede captar más oxígeno y transportarlo por el organismo. Esta adaptación ocurre durante la vida del organismo, pero no se hereda.



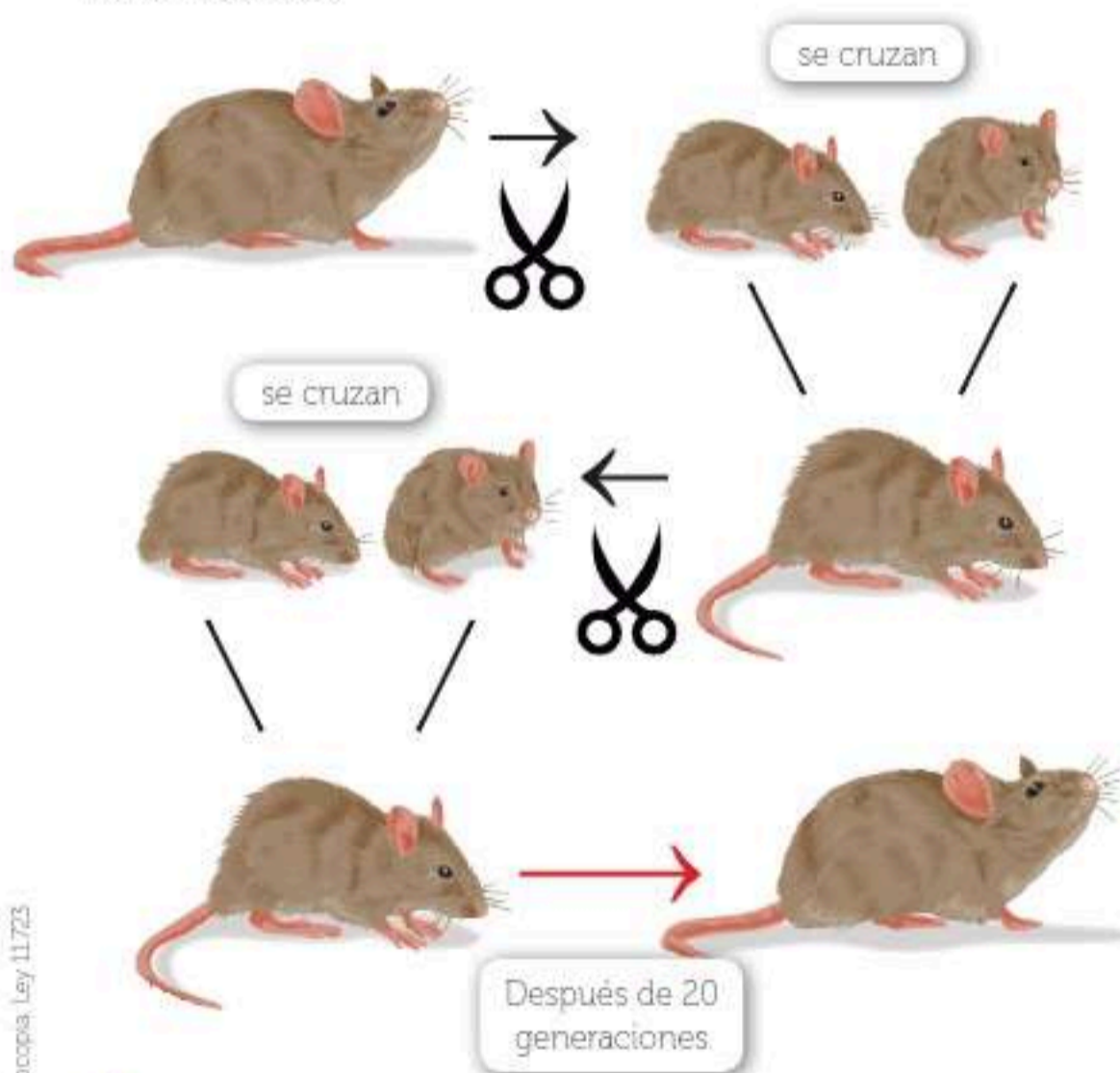
▲ A medida que ascendemos sobre el nivel del mar, disminuye el oxígeno en el aire, y nuestro organismo debe aclimatarse a esa nueva condición.

LA TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN

Luego de la publicación de *El origen de las especies*, en 1859, se sucedieron importantes hallazgos que, lograron explicar las objeciones planteadas a la evolución por selección natural.

La herencia de los caracteres adquiridos, idea antigua y fuertemente arraigada, fue finalmente desestimada en 1883. Por ese entonces, el biólogo alemán August Weismann realizó diversos experimentos para demostrar que las características adquiridas durante la vida de un organismo no son heredadas por sus descendientes. Lo comprobó experimentalmente reproduciendo ratones y erizos, y llegó a la conclusión de que los organismos poseen dos clases de células: las **somáticas** y las **germinales**. Las somáticas son las que constituyen las diferentes células del cuerpo, mientras que las germinales dan origen a las células sexuales o gametos.

Las características adquiridas afectan el desarrollo de las células somáticas, razón por la cual no pasan a la descendencia.



^ **Weismann les cortaba la cola a los ratones al nacer** y los cruzaba para que se reprodujeran. Después de veinte generaciones, los ratones seguían naciendo con cola. Demostró así que los caracteres adquiridos en el transcurso de la vida de un organismo no serán heredados por sus descendientes.

A principios del siglo xx se descubrieron las **mutaciones** (alteraciones en el material genético), y los biólogos pudieron observar en el microscopio la separación de los cromosomas –material genético condensado– durante la formación de los gametos. Las "partículas" que Mendel mencionaba existían y estaban en los cromosomas, como veremos en detalle en el capítulo 9.

La evolución requiere cambios y variabilidad genética, pero a nivel de las poblaciones, ya que los individuos nacen y mueren con la misma información genética. Fue así como nació la genética de poblaciones, una disciplina encargada de describir la información genética presente en las poblaciones y de estudiar los cambios que en esta se producen a lo largo de las generaciones.

Esta serie de descubrimientos, que parecían inconexos, se integraron entre 1930 y 1940, y dieron origen a lo que se conoce como **teoría sintética de la evolución**.

Esta teoría, aceptada actualmente por la comunidad científica, propone que la evolución ocurre, principalmente de forma gradual, por cambios en el material genético acumulados en las poblaciones a lo largo de las generaciones. A los defensores de esta teoría se los llama **neodarwinistas**. Más integradora y explicativa, esta teoría propone que el ADN en las poblaciones varía en forma aleatoria, y no por acción del ambiente. Y sobre esta variabilidad actúa la selección natural, la cual se considera el principal mecanismo de la evolución.



Vale comprender

9. Buscá la palabra "azar" en el diccionario.
 - a) Anotá la acepción que se vincula con el tema del capítulo.
 - b) Identificá en el texto de esta página dónde interviene el azar, y reescribí el párrafo reemplazando lo que corresponde por esa palabra.

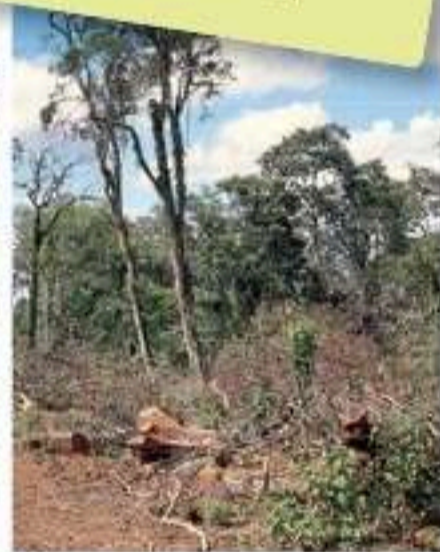


10. Suponé que tu escuela realiza anualmente un campamento científico en la selva misionera, del cual participás todos los años. A tu grupo le toca contar las mariposas que se pueden observar en determinada parcela usada para investigación. Con esos datos, y observando las imágenes, sacan sus conclusiones.

En el campamento de 1980 se contaron 94 mariposas verdes y 28 mariposas coloradas.

En el campamento del año 2000 se contaron 56 mariposas verdes y 58 coloradas.

En el 2019, ustedes pudieron contar 28 mariposas verdes y 89 mariposas coloradas.



La primera imagen corresponde a la parcela estudiada en 1980. La segunda corresponde al mismo lugar en 2019.

- ¿Qué les parece que puede haber influenciado en los diferentes resultados encontrados año tras año con las mariposas del lugar?
- Elaboren un texto explicativo de la situación con el cual podría acordar Charles Darwin. ¿Qué pensaría Lamarck de ese texto? Escriban la postura de Lamarck. Identifiquen con cuál acuerdan y por qué.
- Realicen un gráfico que muestre la variación de las poblaciones de mariposas coloradas y verdes en 1980, 2000 y 2019. Pueden usar ONLYOFFICE.



EL ORIGEN DE NUEVAS ESPECIES

En el capítulo 1 hablamos de la gran diversidad biológica o biodiversidad que existe en nuestro planeta. Explicarla no es una tarea sencilla. Los biólogos se dedican a estudiar los mecanismos evolutivos capaces de generar especies en la actualidad, pero no pueden reproducir eventos históricos que ya pasaron. Ellos enuncian hipótesis sobre cómo dos especies surgieron a partir de otra especie ancestral, pero no pueden reproducir ese hecho. Entonces, lo que sí hacen es estudiar los procesos de **especiación** que están ocurriendo en este mismo momento, es decir, el mecanismo por el cual aparece una o más nuevas especies a partir de otra anterior.

Para que ocurra especiación, es necesario que dos o más poblaciones de la misma especie queden aisladas entre sí y que estas poblaciones difieran genéticamente lo suficiente como para que, en caso de encontrarse nuevamente, no puedan reproducirse entre sí.

¿Cómo surgen estas barreras de aislamiento reproductivo? Se han descrito y estudiado diversos tipos de especiación, pero uno de los más comunes es la **especiación alopátrica**.

El término *alopátrico* significa "diferente patria", ya que las especies diferentes se originan a partir de una población original que quedó separada geográficamente en dos. El tipo y la escala de aislamiento dependen del tipo de organismo.



En el caso de los peces, la barrera geográfica puede originarse por descenso del nivel del agua. De este modo, dos poblaciones de una misma especie de pez quedarán en sendos lados de la barrera. Si el aislamiento se mantiene en el tiempo, se terminan originando a un lado y otro de la barrera dos especies diferentes y nuevas.

El levantamiento de una montaña puede hacer que una población de individuos que solo puede vivir en tierras bajas quede dividida en dos **subpoblaciones** separadas por la formación montañosa.

En cada subpoblación pueden aparecer cambios en los individuos, de modo que dichas subpoblaciones difieran levemente. La selección natural actuará de distinta manera en cada subpoblación, e irán divergiendo hasta que en determinado momento las diferencias sean tales que, aunque los individuos pudieran volver a juntarse, ya no podrían repro-

ducirse. En este punto, podemos considerar que se trata de dos especies. Este modelo de especiación por aislamiento reproductivo es el propuesto actualmente para los pinzones de las islas Galápagos.

En la naturaleza, en muy pocos casos, también existe la posibilidad de reproducción entre especies diferentes, pero los organismos resultantes, o **híbridos**, son estériles o tienen una menor probabilidad de reproducirse. Este es el caso de las mulas, que nacen de la cruce entre un burro (*Equus asinus*) y una yegua (*Equus caballus*). Las mulas no son fértiles y no pueden dejar descendencia.



©Dominic Sherony



Estas dos especies argentinas, el choique (o ñandú patagónico) y el ñandú, serían el resultado de un proceso de especiación alopátrica debido a diferencias entre la zona patagónica y la llanura pampeana.



El cereal triticale es un híbrido entre el trigo y la cebada obtenido en el laboratorio.

Evaluados

11. Copiá las siguientes consignas en una hoja y completalas. Luego, intercambialas con las de un compañero o compañera. Cada uno, lea atentamente lo que escribió el otro y comenten lo que crea conveniente. Si lo considerás necesario, después de leer las otras respuestas y los comentarios recibidos, podés modificar las tuyas.

- Los temas principales del capítulo son.....
- Un concepto que me resultó tal como lo pensaba, o exactamente al revés, es.....
- Para resolver la actividad 6, era necesario saber sobre las teorías de evolución y su historia debido a.....
- Fue productivo trabajar de manera colaborativa en la resolución del Vale hacer ciencia, porque.....



Buscalos en el

