

con
textos
digitales



BIOLOGÍA

Origen y continuidad de los seres vivos:
evolución, reproducción y herencia

Kapelusz
norma
EDUCACIÓN SECUNDARIA



Es interesante contemplar una enmarañada barranca cubierta por plantas de varias clases, con aves que cantan en los matorrales, con diferentes insectos que revolotean y con gusanos que se arrastran entre la tierra húmeda, y pensar que estas formas, primorosamente construidas, tan diferentes entre sí, y que dependen mutuamente de modos tan complejos, han sido producidas por leyes que obran a nuestro alrededor.

Charles Darwin



BIOLOGÍA

Origen y continuidad de los seres vivos:
evolución, reproducción y herencia

Gerencia de Contenidos y Soluciones educativas:

Diego Di Vincenzo.

Autoría:

Patricia Antokolec, Agustina de Dios, Alicia Di Sciuillo,
José Figueroa, Alejandra Florio, María Eugenia Fortunato,
Guillermo Haut, Sofía Inés Martínez, Ignacio Miller,
Aldana Sarazola.

Edición:

Alejandro Palermo.

Dirección del área de Ciencias Naturales:

Alejandro Palermo.

Edición digital:

Mónica Jurjevic.

Jefatura de Arte y Gestión editorial:

Valeria Bisutti.

Kapelusz
norma
EDUCACIÓN SECUNDARIA





Leer y entender ciencias

Las ciencias: preguntas y respuestas.....	8
Las ciencias en textos	9
Adoptar actitudes con respecto a lo leído.....	12

BLOQUE 1. LA EVOLUCIÓN: TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN Y LA DIVERSIDAD DE LOS SERES VIVOS

Capítulo 1

La biodiversidad y la teoría del ancestro común..... 13

1. ¿Qué es la biodiversidad?

La variedad de especies.....	14
La estructura de una comunidad	14
La comunidad de un arrecife de coral.....	15

2. ¿En qué se basa la teoría del ancestro común?

Las teorías en la ciencia.....	16
Características de una teoría científica.....	16
Primera evidencia: el registro fósil.....	17
Segunda evidencia: la distribución geográfica.....	18
Tercera evidencia: el desarrollo embrionario.....	18
Cuarta evidencia: la clasificación.....	19
La clasificación de Linné.....	19
El "árbol" de los seres vivos.....	19

3. La clasificación de los seres vivos

El nombre de las especies.....	20
Las categorías de la clasificación.....	21
Reinos y dominios	21

4. La filogenia

Estructuras análogas y homólogas.....	22
El árbol genealógico de los seres vivos.....	23

Ayer. William Smith y el significado de los fósiles..... 24

Hoy y mañana. Trazando el árbol genealógico de las ballenas... 25

La ciencia en debate. La biodiversidad en los comienzos del

siglo XXI..... 26

Volver sobre el tema..... 28

Hacer para conocer. Observar y comparar..... 30

Capítulo 2

La teoría de la selección natural..... 31

1. Adaptaciones de las poblaciones a su ambiente

¿Qué es una población?.....	32
Las adaptaciones de los seres vivos	32
Diferentes tipos de adaptaciones.....	33

2. Primeras ideas sobre la evolución

Ideas evolutivas en la Antigüedad.....	34
Ideas modernas sobre el cambio de los seres vivos.....	35

3. La teoría de la evolución

El cambio según Lamarck.....	36
La hipótesis de los caracteres adquiridos.....	36
La evolución por selección natural.....	37

Infografía. Las islas Galápagos, laboratorio de la naturaleza..... 38

4. Las causas de la biodiversidad

La información genética.....	40
------------------------------	----

La evolución y la variación genética.....	40
Las mutaciones.....	41
Las migraciones genéticas	41
Las ventajas de la adaptación.....	41

5. Una nueva aproximación a la noción de especie

La noción de especie a lo largo de la historia.....	42
El concepto actual de especie.....	42
La especiación.....	43

La ciencia en debate. La lucha contra las plagas y la resistencia a los plaguicidas..... 44

Volver sobre el tema..... 46

Hacer para conocer. Estudiar un caso de selección natural..... 48

Puentes de papel. Imágenes que comunican..... 49

BLOQUE 2. LA CÉLULA: ORIGEN, ESTRUCTURA Y FUNCIONES

Capítulo 3

El origen de la vida: las primeras células..... 51

1. Primeras ideas sobre el origen de la vida

Las ideas desde la Antigüedad.....	52
La evolución de las ideas sobre el origen de la vida.....	53
¿A favor de la generación espontánea?.....	53

2. La refutación de la generación espontánea

Francesco Redi y la generación espontánea.....	54
Críticas al experimento de Redi.....	55
Los experimentos de Pasteur.....	55

3. ¿Cómo surgieron los primeros seres vivos?

El modelo sobre el origen de la vida.....	56
Algunas correcciones al modelo de Oparin.....	56
La experiencia de Miller y Urey.....	57

4. La Tierra primitiva y los primeros seres vivos

Características de la Tierra primitiva.....	58
Surgimiento de moléculas complejas en el océano primitivo.....	58
Delimitación de un medio interno.....	59
Cerca de los primeros seres vivos	59
Aparición de la vida en la Tierra.....	60
La nutrición de los primeros organismos vivos.....	60
Los primeros fotosintetizadores.....	61
El oxígeno, un nuevo gas en la atmósfera.....	61

La ciencia en debate. ¿Estamos solos en este vasto universo?... 62

Volver sobre el tema..... 64

Hacer para conocer. Interpretar un informe de laboratorio..... 66

Capítulo 4

La estructura de las células..... 67

1. La teoría celular

El estudio de las células.....	68
Los postulados de la teoría celular.....	68
¿En qué se parecen todas las células?.....	69
Diferentes tipos de células	69
Las células procariotas.....	70



Las células eucariotas..... 71

2. El interior de la célula eucariota

Cada orgánulo cumple su función 72

El núcleo: regulador de las funciones celulares..... 73

Infografía. Las células eucariotas animal y vegetal..... 74

3. La nutrición de las células

El metabolismo celular..... 76

 La célula produce su alimento: la fotosíntesis..... 76

 La célula obtiene energía: la respiración celular..... 77

4. ¿Cómo funciona la membrana plasmática?

Mecanismos de transporte..... 78

 Transporte de micropartículas..... 78

 Ósmosis..... 79

 Transporte de macromoléculas..... 79

 Endocitosis y exocitosis..... 79

5. ¿Cómo evolucionaron las células eucariotas?

La teoría endosimbiótica..... 80

La evolución de los organismos unicelulares..... 81

Volver sobre el tema 82

Hacer para conocer. Comprobar la producción de dióxido de carbono en la respiración celular..... 84

Capítulo 5

Los organismos pluricelulares 85

1. La pluricelularidad

¿Cómo surgieron los organismos pluricelulares? 86

La evolución de los pluricelulares..... 87

2. La división celular

¿Cómo se dividen las células?..... 88

 Reproducción de procariontes..... 88

 La división celular en los eucariotas..... 89

 El crecimiento de los organismos pluricelulares..... 89

3. Células especializadas

Las células se diferencian 90

 Algunos tipos de células de los animales..... 91

Infografía. Los niveles de organización de los seres vivos..... 92

Ayer. Hämmerling y la función del núcleo celular..... 94

Hoy y mañana. Pequeñas delicias de la vida artificial..... 95

La ciencia en debate. La vejez: ¿ventaja o desventaja de los organismos pluricelulares? 96

Volver sobre el tema 98

Hacer para conocer. Caracterizar células de la mucosa bucal..... 100

Capítulo 6

Los seres vivos como sistemas abiertos..... 101

1. Funciones de los seres vivos

Los seres vivos intercambian materia, energía e información con el ambiente..... 102

 Diversidad de estructuras de relación..... 102

 Diversidad de estructuras de nutrición..... 103

2. Intercambios de materia y energía con el ambiente

Los seres vivos son sistemas abiertos..... 104

Nutrición: autótrofos y heterótrofos..... 105

3. Las funciones de relación y control

La información del ambiente..... 106

El control del medio interno..... 107

4. El organismo humano como sistema abierto

La nutrición en el ser humano..... 108

 El sistema digestivo..... 108

 El sistema respiratorio..... 108

 El sistema circulatorio..... 109

 El sistema excretor..... 109

La relación y el control en el ser humano..... 110

 El sistema nervioso..... 110

 El sistema endocrino..... 111

 El sistema inmune..... 111

Ayer. La nutrición de las plantas: un experimento ejemplar..... 112

Hoy y mañana. Trasplantes animales..... 113

La ciencia en debate. Daños provocados por el consumo de drogas..... 114

Volver sobre el tema 116

Hacer para conocer. Observar intercambios con el medio externo..... 118

Puentes de papel. Armar una página web..... 119

BLOQUE 3. LA REPRODUCCIÓN DE LOS SERES VIVOS

Capítulo 7

La función de reproducción y la continuidad de la vida 121

1. La función de reproducción de los seres vivos

La reproducción asexual..... 122

 Por división..... 122

 Por gemación..... 122

 Por gemulación..... 123

 Por fragmentación..... 123

 Por partenogénesis..... 123

La reproducción sexual..... 124

 Reproducción biparental..... 124

 Hermafroditismo..... 124

 La fecundación: fuente de variabilidad genética..... 125

 Mecanismos de la reproducción sexual..... 125

Infografía. La continuidad de la vida en el planeta..... 126

2. Características de los gametos

Los gametos en diferentes organismos..... 128

 Los gametos en las plantas..... 128

 Los gametos en los animales..... 129

3. La evolución y los tipos de reproducción

Ventajas de la reproducción asexual..... 130

Ventajas de la reproducción sexual..... 130

¿Por qué la reproducción sexual?..... 131

 La exogamia y la variabilidad genética..... 131

Ayer. Carl von Linné y la sexualidad de las plantas..... 132

Hoy y mañana. La producción de anticuerpos monoclonales... 133

Volver sobre el tema 134

Hacer para conocer. Identificar las estructuras de una flor..... 136



Capítulo 8

La reproducción en las plantas y los animales 137

1. Tipos de reproducción en las plantas

Reproducción vegetativa y reproducción sexual 138

La reproducción asexual de las plantas 138

La reproducción sexual de las plantas 139

2. El encuentro de gametos en las plantas

La fecundación en las plantas con flores 140

La polinización 140

Coevolución de flores y polinizadores 141

3. El fruto y las semillas

La evolución de las plantas terrestres 142

Los frutos 142

La dispersión de las semillas 143

4. La fecundación y el desarrollo en los animales

La formación de los gametos 144

Tipos de fecundación 144

Tipos de desarrollo embrionario 145

Infografía. El desarrollo embrionario en los seres vivos 146

5. Las estrategias reproductivas

La eficiencia reproductiva 148

Las estrategias de los ciclos de vida 148

Un caso de estrategia r: el diente de león 149

Un caso de estrategia K: el lobo marino 149

6. Comportamientos en la reproducción de los animales

Los sistemas de apareamiento 150

Los cuidados parentales 150

Estructuras familiares entre los animales 151

La selección sexual 151

La ciencia en debate. Un estudio de campo: las señales

de las luciérnagas 152

Volver sobre el tema 154

Hacer para conocer. Observar la reproducción de las plantas 156

Capítulo 9

La continuidad de la vida en los seres humanos 157

1. El desarrollo en los seres humanos

El equilibrio interno del organismo 158

El crecimiento y el desarrollo 158

Cambios durante la pubertad 159

Los caracteres sexuales secundarios 159

2. La función de reproducción en los varones

El sistema reproductor masculino 160

Las células sexuales masculinas 161

La regulación endocrina en los varones 161

3. La función de reproducción en las mujeres

El sistema reproductor femenino 162

La regulación endocrina en las mujeres 162

La ovogénesis 163

El ciclo sexual 163

4. La gestación humana

Fecundación, embarazo y parto 164

Diferencias con otros mamíferos: el ciclo menstrual y el ciclo

estral 165

Infografía. El origen de un nuevo ser humano 166

5. La sexualidad responsable

Las infecciones de transmisión sexual 168

El Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida 169

Vías de transmisión 169

Ayer. La teoría de los preformistas 170

Hoy y mañana. Las técnicas de reproducción asistida 171

Volver sobre el tema 172

Hacer para conocer. Comparar el ciclo menstrual y el ciclo

estral 174

Puentes de papel. Construir un mapa conceptual 175

BLOQUE 4. LOS MECANISMOS DE LA HERENCIA

Capítulo 10

La genética y las leyes de la herencia 177

1. Mecanismos de la herencia

Inicios del estudio de la herencia biológica 178

Líneas híbridas y líneas puras 178

El cruzamiento de los híbridos 179

2. La distribución independiente

Genotipos y fenotipos 180

El cruzamiento dihíbrido 180

Cruzamiento de prueba 181

Infografía. Los principios de la herencia 182

3. Herencia y evolución

Variaciones heredables y no heredables 184

Genotipo, ambiente y fenotipo 185

Las mutaciones 185

4. La herencia y la división celular

Genes en los cromosomas 186

Duplicación y transmisión del material genético 186

El material genético en los gametos 187

El cariotipo: una foto de los cromosomas 187

5. La información hereditaria

La meiosis, otra fuente de variabilidad 188

El código genético 189

Ayer. El enigma no resuelto de Darwin 190

Hoy y mañana. La agrobiotecnología y los alimentos

transgénicos 191

La ciencia en debate. Genética, medicina y sociedad 192

Volver sobre el tema 194

Hacer para conocer. Observación de caracteres hereditarios 196

Puentes de papel. Armar una revista digital 197

Leer y entender ciencias

Puesta a prueba 199

Índice analítico 206

Biología. Origen y continuidad de los seres vivos: evolución, reproducción y herencia está organizado en diez capítulos, agrupados en cuatro bloques.



Páginas de desarrollo

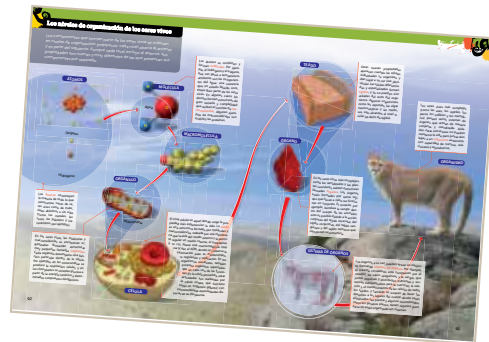
Cada tema se inicia con los conceptos clave y un breve texto que sintetiza los contenidos que se trabajarán. El desarrollo incluye explicaciones, ejemplos y numerosos recursos gráficos (fotografías,

ilustraciones, cuadros y esquemas, entre otros) que facilitan la comprensión. La presentación del tema finaliza con actividades en las que se ponen en juego los contenidos trabajados.



Secciones especiales

La exposición de los contenidos curriculares se amplía con secciones especiales: *Ayer* (Historia de la ciencia), *Hoy y mañana* (Ciencia, tecnología y sociedad), *La ciencia en debate* (temas abordados con los recursos de la divulgación científica).



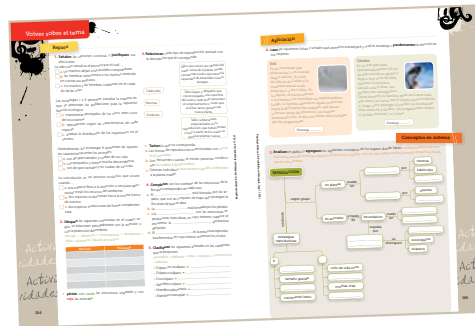
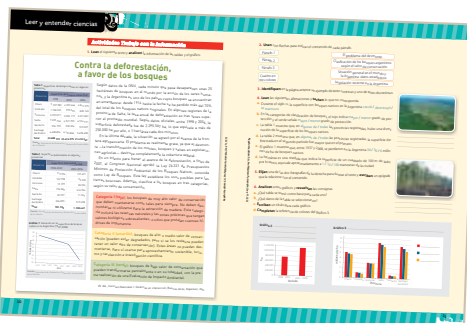
Infografías

Numerosos temas se amplían y se recuperan en páginas que los abordan con el soporte de la ilustración para renovar el interés, despertar la curiosidad y proponer nuevos enfoques.



Hacer para conocer

Cada capítulo se cierra con una propuesta de trabajo para lograr un resultado concreto y desarrollar algunos de los procedimientos clave del quehacer en ciencias.



Volver sobre el tema

Al finalizar el desarrollo de los capítulos, dos páginas de actividades permiten volver sobre el tema a través de propuestas de repaso, aplicación y organización de las ideas en mapas conceptuales.



El libro se abre y se cierra con las páginas **Leer y entender ciencias**, que proporcionan valiosas herramientas y propuestas de trabajo para el desarrollo y afianzamiento de las competencias lectoras en el ámbito de la ciencia escolar.

Cada capítulo propone un breve trabajo relacionado con la educación digital que se recupera, al finalizar cada bloque, con la realización de proyectos grupales en la sección **Puentes de papel**.



La teoría de la selección natural

2



Un punto culminante del viaje de Charles Darwin fue el recorrido por el archipiélago de las Galápagos. Esas islas albergan formas de vida sorprendentes, como las únicas iguanas marinas del planeta. El cuidadoso registro de sus observaciones aportó un material invaluable para que Darwin desarrollara, años más tarde, la teoría de la evolución de las especies a través de la selección natural.

METAS

Al terminar el capítulo, podrán responder:

- ¿Cómo selecciona el ambiente las adaptaciones de los seres vivos?
- ¿Sobre qué postulados se basa la teoría de la selección natural?
- ¿Por qué se originan especies nuevas a partir de las ya existentes?

1. Adaptaciones de las poblaciones a su ambiente

Claves

- Poblaciones
- Adaptaciones
- Ambiente



La pata del guanaco tiene almohadillas. Esta adaptación le permite caminar por terrenos arenosos y blandos sin dañar la vegetación que le sirve de alimento y sin hundirse, como ocurriría si tuviera pezuñas o cascos.

Ingreso de agua en las branquias. **Pez de agua dulce**



Pez de agua salada



Los peces de agua dulce y los de agua salada presentan diferentes adaptaciones que les permiten mantener el balance hídrico.

* GLOSARIO

* **Hábitat:** lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad.

Un pez no puede vivir en el ambiente terrestre, pero sí en el acuático. En una región desértica habitan cactus, pero no palmeras, que sí se desarrollan en las selvas. ¿Qué características les permiten a los seres vivos desarrollar su ciclo de vida en determinado ambiente y no en otros?

¿Qué es una población?

Entre la vegetación del Parque Nacional Lanín, en la provincia de Neuquén, se destaca un árbol conocido como pehuén, cuyo nombre científico es *Araucaria araucana*. En la precordillera de los Andes, es común encontrar grupos de guanacos (*Lama guanicoe*). Lejos de allí, en la zona de San Pedro, al norte de la provincia de Buenos Aires, el río Paraná alberga, entre otros peces, el dorado (*Salminus maxillosus*).

Los seres vivos que forman parte de cada uno de los grupos nombrados son de la misma especie, comparten el mismo hábitat* (y sus recursos) en un momento determinado y, además, interactúan entre ellos. Son estas características las que definen que cada uno de esos grupos constituya una **población**.

Los individuos que forman parte de la misma población muestran semejanzas entre sí, pero no son absolutamente iguales. Refiriéndose a esto, Charles Darwin escribió en su libro *Sobre el origen de las especies*: "Las muchas aunque ligeras diferencias que aparecen en las crías procedentes de los mismos padres, o que podemos presumir que han tenido un mismo origen por haber sido observadas en individuos de la misma especie confinados a una misma localidad, pueden ser llamadas *diferencias individuales*. No hay nadie que suponga que todos los individuos de la misma especie han sido fundidos, digámoslo así, en el mismo molde". Estas ligeras variaciones entre los individuos de una población representan una de sus características más importantes.

Los integrantes de una población se reproducen entre sí, tienen necesidades de alimentos muy semejantes y se distribuyen en el terreno según la disponibilidad de recursos. Entre ellos, puede haber situaciones de cooperación o de competencia. También interactúan con el ambiente, es decir, con el suelo, el agua, los factores del clima y la luz del Sol. Toda esta compleja red de interacciones podría generar cambios en una población a lo largo del tiempo.

Las adaptaciones de los seres vivos

Una pregunta que se hicieron los científicos en distintas épocas es: ¿los peces tienen forma hidrodinámica, aletas y branquias porque habitan en el medio acuático o, al revés, pueden habitar en el medio acuático porque tienen estas características? La opción correcta es la segunda. Los seres vivos pueden permanecer en un medio determinado porque poseen las características necesarias para hacerlo.

Aquellas características que les permiten a los seres vivos permanecer y sobrevivir en su ambiente, se denominan **adaptaciones**. Una característica, para ser una adaptación, debe cumplir ciertos requisitos.

- **Se hereda genéticamente:** es decir, pasa de una generación a la siguiente.
- **Es funcional:** cumple con su función característica. Por ejemplo, las aletas les permiten a los peces trasladarse y orientar su desplazamiento en el medio acuático.
- **Es adaptativa:** si hay un cambio en el ambiente, se espera que prospere a lo largo de las generaciones la característica que da respuesta a ese cambio.

Diferentes tipos de adaptaciones

Los biólogos distinguen tres grandes tipos de adaptaciones: fisiológicas, morfológicas (o anatómicas) y de conducta.

Adaptaciones fisiológicas: están relacionadas con procesos y funciones internos.		Adaptaciones morfológicas o anatómicas: tienen que ver con las características del cuerpo y sus estructuras.		Adaptaciones de conducta: permiten dar diferentes respuestas en situaciones de peligro, búsqueda de alimento, lucha, apareamiento o cuidado de la cría.	
					
La ecolocación en los murciélagos es una adaptación que les permite desplazarse y ubicar a las presas cuando la oscuridad es total.	Las branquias de los peces y otros animales acuáticos son una adaptación que permite captar el oxígeno disuelto en el agua.	El mimetismo es una adaptación por la que determinados animales se confunden con el medio; así evitan a los predadores o engañan a las posibles presas, como ocurre con el pez escorpión, que se mimetiza con el fondo marino.	Las hojas modificadas como espinas, que reducen la transpiración, son una de las adaptaciones de los cactus a los ambientes con poca disponibilidad de agua.	En la época en que las hembras ponen los huevos, el pingüino emperador migra a regiones cercanas al polo donde el macho los empolla. Este comportamiento aleja de los pichones a los posibles predadores.	Ante situaciones de peligro, el pez globo se hincha y aumenta varias veces su volumen; de este modo, atemoriza al atacante y evita que pueda tragarlo.

Los seres vivos presentan estos tipos de adaptaciones, que son diferentes según el ambiente donde viven. De este modo, es posible que sus poblaciones se mantengan a través del tiempo. Estas características favorecen las respuestas a los cambios del ambiente y a situaciones de interacción con otros seres vivos.

A lo largo del tiempo, las pequeñas diferencias en las adaptaciones entre los integrantes de una misma población determinan que no todos puedan responder del mismo modo a los cambios. Debido a esto, no todos tendrán la misma capacidad de reproducirse. Si la situación se mantiene, podría originar la desaparición de algunos individuos con cierta característica que no es favorecida y, en algunos casos, la extinción de la población entera. Como los individuos que más se reproducen son los que presentan la variación que mejor responde al cambio del ambiente, esta puede terminar siendo una adaptación de la población entera.

En la Tierra, a través del tiempo, se producen continuos procesos de cambio en el ambiente y en los seres vivos. Las modificaciones en los seres vivos se originan en procesos biológicos sobre los cuales el ambiente variable tiene una influencia clave. Las ideas acerca de estos procesos fueron cambiando a lo largo de la historia.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- Miren** el video *Adaptaciones de los seres vivos* en: <http://goo.gl/IC5chL>
 - a. Elaboren** dos preguntas sobre el contenido del video. Pueden ser para consultar por un tema que no se explica o sobre un contenido que sí se presenta en él.
 - b. Elijan** tres seres vivos que aparecen en el video y **busquen** una adaptación en cada uno de ellos. **Justifiquen** sus elecciones.
- 2. Observen** la imagen del ave volando y **marquen** con un círculo cuáles de las siguientes características de las aves constituyen adaptaciones relacionadas directamente con el vuelo.
esqueleto liviano – forma aerodinámica – presencia de una glándula que secreta grasa – fecundación interna – homeotermia (temperatura interna regulada) – huevos con cáscara dura – dos grandes músculos pectorales – pico córneo sin dientes – dos miembros anteriores modificados en alas – presencia de buche



2. Primeras ideas sobre la evolución

Claves

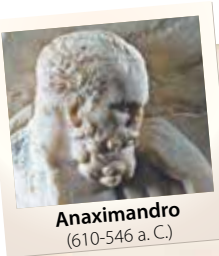
- Creacionismo
- Fijismo
- Transformismo

Desde hace más de veinticinco siglos, los seres humanos comenzaron a observar la naturaleza y a investigar la variedad y la cantidad de especies existentes. Muchos se preguntaron: ¿la biodiversidad cambia con el paso del tiempo? Frente a este interrogante, existieron distintas respuestas a lo largo de la historia.

Ideas evolutivas en la Antigüedad

La variedad de seres vivos ha cambiado mucho desde que la vida surgió en la Tierra hace 3.800 millones de años. En nuestros días, parece no haber dudas acerca de que los organismos actuales son muy diferentes a los que habitaron el planeta en el pasado, además de que las formas de vida que hoy conocemos tienen una historia en común, tal como se vio en el capítulo anterior. No obstante, las ideas sobre el cambio en los seres vivos no siempre fueron aceptadas. A lo largo de la historia, se han generado diferentes concepciones acerca de la evolución de la vida.

Entre los siglos VII y IV a. C., los filósofos de la antigua Grecia basaron sus ideas sobre los seres vivos, en observaciones de los hechos naturales.



Anaximandro
(610-546 a. C.)

Este reconocido pensador griego, en sus ideas sobre la biodiversidad, dejaba claro que existían cambios en los seres vivos. Según sostenía, los animales superiores se formaron a partir de animales inferiores: "En el comienzo, el hombre era como otro animal, a saber, un pez". Así expresó el cambio de los seres vivos a través del tiempo. Este planteo es uno de los primeros que se conocen sobre la idea de cambio en los seres vivos.

Este filósofo griego postuló la existencia de "formas esenciales" o ideales, que permanecen fijas, no cambian y se encuentran en un plano diferente del que percibimos con los sentidos. Lo que podemos ver o tocar son formas (objetos y seres vivos) que reflejan de manera imperfecta la forma ideal que no cambia. Según Platón, por ejemplo, los elefantes son diferentes entre sí y son reflejos imperfectos de un único modelo de "elefante ideal". Las diferencias entre todos los elefantes son mínimas e insuficientes para explicar que estos cambian a través del tiempo. Entonces, la inmutabilidad de los elefantes y cualquier otro ser vivo se explica como una interpretación imperfecta de una idea perfecta y, por lo tanto, inmutable.



Platón
(427-347 a. C.)

Fue uno de los primeros naturalistas que postuló la existencia de un orden ya establecido en el mundo natural. Organizó a los seres vivos en dos reinos, el animal y el vegetal. Clasificó alrededor de quinientos animales en once grupos diferentes, tomando en cuenta la complejidad y la función de las estructuras y el desarrollo de los embriones, pero no consideraba que hubiera relación entre los grupos. Para Aristóteles, dentro de los seres vivos existen distintas jerarquías. En consecuencia, propuso su "gran cadena del ser" o "escala natural", donde ubicó a los seres vivos desde los más simples hasta los más complejos. En la base de la "gran cadena del ser", ubicó la materia inanimada, luego las plantas inferiores y superiores, los animales primitivos (como esponjas, medusas, insectos, arañas, moluscos, cangrejos, langostas, calamares, pulpos, etc.), los peces, los cetáceos, los reptiles, los anfibios, las aves, los mamíferos y los seres humanos. Por sobre todos los seres vivos, se encontraría Dios. Esta organización era inmutable, es decir, no cambia a través del tiempo, por lo que la concepción aristotélica se enmarca dentro de las ideas **fijistas**.



Aristóteles
(384-322 a. C.)

Entre los siglos V y XV se relacionaron las ideas de inmutabilidad de Aristóteles con las ideas religiosas, tomando como base la Biblia. Por lo tanto, se mantuvieron las ideas fijistas y las creacionistas. El **creacionismo** postuló que los seres vivos son creados por Dios y no cambian a través del tiempo.



Edad Media

Ideas modernas sobre el cambio de los seres vivos

Desde fines del siglo xv, los naturalistas europeos formaban parte de las tripulaciones en los viajes que las monarquías nacionales organizaban para comercializar bienes y colonizar nuevas tierras. Como consecuencia, esos naturalistas pudieron observar una variedad de seres vivos que, hasta ese momento, nunca habían visto y que podían ser similares o no a los que ya conocían.

A partir del siglo xvii, se produjeron avances en todas las ciencias. Este renacer de las ciencias impactó en el conocimiento de más seres vivos, ya que a la variedad de organismos que se captan a simple vista se sumó la diversidad de seres vivos imperceptibles que se hicieron evidentes gracias al microscopio, una herramienta nueva para los científicos.

Fue uno de los estudiosos de la naturaleza más conocidos de aquella época. Linné pensaba que los seres vivos no cambiaban y que eran el resultado de una creación divina. Se dedicó al estudio de las plantas, a las que clasificó teniendo en cuenta las ideas de jerarquías inmutables de Aristóteles. En este sentido, afirmaba que su clasificación reflejaba el plan divino de la Creación, puesto que consideraba que los seres vivos existentes son los productos de la creación divina. Es curioso y paradójico, al hacer una mirada retrospectiva, que el trabajo de Linné para clasificar seres vivos inmutables haya sido la base para que renazcan las ideas de los pensadores griegos sobre el cambio de los seres vivos. A pesar de sus ideas fijistas y creacionistas, la clasificación de Linné permitió observar las similitudes y diferencias entre los grupos, y deducir que algunos de ellos provenían de otros.



Carl von Linné
(1707-1778)

Este naturalista francés defendió las ideas del cambio en los seres vivos. En oposición a Linné, Buffon sostenía que una clasificación debe mostrar las relaciones que unen a los seres vivos, es decir, las que contemplan lo que tienen en común y no lo que los diferencia. En consecuencia, propuso que tanto los animales como los vegetales habrían tenido su origen en un solo ser vivo y que estos fueron transformándose unos en otros. Esta idea de transformación de los seres vivos se conoce como **transformismo**. Además, Buffon apartó del ámbito de los estudios científicos la figura de Dios como creador de los seres vivos. Para él, la naturaleza es activa, capaz de reconstruir y encadenar procesos. Observó que los seres vivos se reproducen más rápidamente de lo que aumentan los alimentos disponibles, lo que lleva a una lucha para sobrevivir. También propuso que, entre los individuos de un mismo grupo, hay diferencias.



Comte de Buffon
(1707-1788)



Georges Cuvier
(1769-1832)

Se reconoce a este naturalista francés como "el padre de la paleontología", la ciencia que estudia los fósiles. Con su afirmación acerca de que los fósiles son rastros de seres vivos que desaparecieron en alguna catástrofe, fue el primero en proponer el concepto de **extinción** de seres vivos. Según Cuvier, luego de una extinción, hay una nueva creación divina, con seres vivos diferentes a los anteriores. Además, consideró que, si la Tierra tenía solo unos miles de años (como se creía en ese momento), no era tiempo suficiente para que los seres vivos se hubieran transformado en otros diferentes. Así, sus ideas defendían el fijismo, el creacionismo y el catastrofismo. Según Cuvier, los únicos cambios en los seres vivos no son lentos, sino bruscos y se dan durante el desarrollo de los embriones.

ACTIVIDADES

Conceptos y relaciones

1. **Identifiquen** a cada pensador según sus ideas se relacionen con el fijismo (F) o el transformismo (T).

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Anaximandro | <input type="checkbox"/> Aristóteles | <input type="checkbox"/> Buffon |
| <input type="checkbox"/> Platón | <input type="checkbox"/> Linné | <input type="checkbox"/> Cuvier |

2. **Contesten:** ¿qué es la "gran cadena del ser" postulada por Aristóteles?

3. **Expliquen** en qué puntos se relacionan las teorías de Platón, Aristóteles, Linné y Cuvier.

4. **Realicen** un cuadro comparativo con las ideas de Anaximandro y Buffon.

5. **Comenten:** ¿por qué, a pesar de las ideas fijistas de Linné, su clasificación de los seres vivos sirvió de base a las ideas del transformismo?

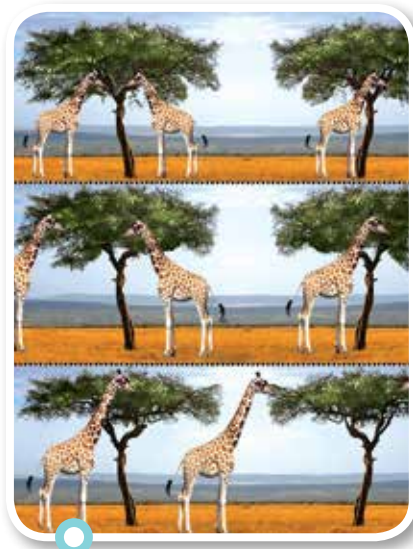
3. La teoría de la evolución

Claves

- Hipótesis de Lamarck
- Evolución por selección natural
- Postulados de la teoría de Darwin
- Selección artificial



Estatua de Jean-Baptiste Lamarck en el Jardin des Plantes, de París.



Lamarck usó las poblaciones de jirafas como ejemplo para explicar sus ideas. Según su hipótesis, la necesidad de las jirafas por alcanzar las hojas de las ramas más altas para alimentarse habría hecho que estirasen sus cuellos generación tras generación. Como resultado, esta adaptación se habría heredado como una característica adquirida.

Desde fines del siglo XVIII, las ideas transformistas sobre los seres vivos se asocian con Lamarck y Darwin. Si bien hay diferencias entre estos dos estudiosos, los une el concepto de que la biodiversidad de seres vivos es el resultado de un proceso natural. En particular, las teorías de Darwin revolucionaron el campo de la biología.

El cambio según Lamarck

En naturalista francés Jean-Baptiste de Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), trabajó en los jardines del rey de Francia, que fueron cerrados después de la Revolución Francesa y, por sugerencia suya, fueron transformados en el Museo de Historia Natural de París. Luego de la Revolución, se dedicó a la zoología.

Las ideas de Lamarck sobre la evolución fueron poco aceptadas en su época, ya que Cuvier era muy respetado y sus postulados habían sido avalados por muchos científicos. Estudió y clasificó a los invertebrados y ordenó a los vertebrados. De estas clasificaciones, dedujo que el orden de los diferentes niveles de seres vivos representa los distintos **estados de transformación**, desde lo más simple hasta lo más complejo, que es el ser humano.

Defendió las clasificaciones biológicas que consideran las relaciones entre los diferentes seres vivos y estuvo de acuerdo con la idea de generación espontánea de los organismos más simples o imperfectos a partir de la materia inerte. Según Lamarck, estos organismos se ubicarían en la parte inferior de la clasificación y, por transformaciones, habrían originado los seres vivos más complejos. Asimismo, afirmó que los fósiles tienen relación con los organismos existentes.

Sin embargo, su principal aporte a la ciencia consistió en formular, en su libro *Filosofía zoológica*, una hipótesis para la transformación de los seres vivos.

La hipótesis de los caracteres adquiridos

Lamarck explica la aparición de las nuevas adaptaciones y los cambios en los seres vivos a partir de la idea del uso y desuso de las partes. De acuerdo con esta idea, si una estructura se usa continuamente, se irá desarrollando, fortaleciendo y agrandando; en tanto que las partes que no se usan se deterioran, se debilitan, dejan de cumplir con su función y desaparecen. Según Lamarck, frente a los cambios del ambiente, se produce una necesidad de cambio en los individuos, generada por una "fuerza interna". En consecuencia, las adaptaciones serían una respuesta a dichas necesidades.

De acuerdo con los postulados de Lamarck, el oso hormiguero, por ejemplo, habría perdido sus dientes y alargado su lengua en respuesta a la pérdida del hábito de masticar y a la ventaja de tener una lengua más apropiada para atrapar insectos. Las aves de las orillas de lagos y lagunas, como los flamencos, tendrían patas más largas como resultado de estirarlas para evitar que sus plumas se mojen.

En pocas palabras, los seres vivos sufrirían cambios, a lo largo de su vida, que les proporcionarían ciertas ventajas para sobrevivir en el ambiente que ocupan. Lamarck sostenía que estas ventajas adquiridas durante la vida de un individuo se transmiten de padres a hijos, es decir, se heredan. De ese modo, provocan el desarrollo o la pérdida de estructuras a lo largo del tiempo y, como resultado, el cambio en las especies.

Por esta razón, la hipótesis lamarckiana se conoce como la "idea de la **herencia de características o caracteres adquiridos**".

La evolución por selección natural

El libro *Sobre el origen de las especies*, de Charles Darwin, cuya primera edición es de 1859, constituye un minucioso trabajo científico que revolucionó la biología. Entre los aportes de esta obra, se destaca la **teoría de la selección natural**.

El conjunto de ideas que propuso Darwin tuvo su germen en la enorme cantidad de datos que recolectó durante su viaje a bordo del barco real inglés *Beagle*, entre el 27 de diciembre de 1831 y el 2 de octubre de 1836. Para construir sus teorías, Darwin estableció relaciones entre los fósiles y las especies vivientes observadas y registradas durante su famoso viaje, la variedad de las especies y la relación entre sus características y sus hábitats. Además, incorporó la teoría del geólogo Charles Lyell (1797-1875) sobre la edad de la Tierra y los cambios graduales en el planeta, y un estudio del economista Thomas Malthus (1766-1834), quien proponía que la población humana crece más rápido que la producción de alimentos que necesita; por eso, no todos los seres vivos podrán sobrevivir.

También tuvo en cuenta que la actividad agropecuaria era proclive a la **selección artificial**. Por ejemplo, los tamberos elegían entre sus vacas a las que producían más cantidad de leche y las hacían reproducir para que sus descendientes tuvieran esa misma característica. Esta actividad humana de selección intencional le permitió pensar a Darwin que el ambiente, a través de sus cambios, ejercía una presión selectiva sobre las poblaciones.

La teoría de la selección natural se basa en los siguientes postulados.

El tamaño de las poblaciones. Si bien, al reproducirse, los integrantes de una población podrían originar mayor cantidad de individuos que los necesarios para reemplazar a los que mueren, las poblaciones se mantienen constantes. Esto indica que no todos tienen crías o que un buen número de ellas mueren jóvenes, sin llegar a reproducirse. Los seres vivos compiten entre sí por el alimento y por el lugar dentro de su misma población o con individuos de otra población. A veces, disminuye el número de individuos. A esto Darwin lo llamó la **lucha por la supervivencia**: sobreviven los individuos que tengan las características apropiadas para lograrlo.

Variabilidad. Los individuos de una especie presentan diferencias en sus características. Estas variaciones aparecen al azar y pasan a la descendencia. Algunas de estas variantes pueden ser positivas, porque les permiten vivir en determinado ambiente, pero negativas en otro ambiente.

Selección natural. Los cambios producidos en el ambiente provocan la selección de aquellos individuos con las mejores adaptaciones, es decir, con las características que les permiten vivir y sobrevivir en ese ambiente. Esta situación Darwin la formuló como la **supervivencia del más apto**.

Reproducción diferencial. Los organismos que sobreviven a los cambios podrán reproducirse en mayor cantidad. Así, en las próximas generaciones más individuos irán presentando la característica, que les permitió sobrevivir a sus progenitores.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Relean** la explicación acerca del cuello largo de la jirafa según la teoría de Lamarck. Luego, **formulen** la explicación que daría Darwin para el mismo fenómeno, teniendo en cuenta la teoría de la selección natural.



Esta acuarela del dibujante de a bordo, Conrad Martens, muestra a un grupo de pobladores originarios de Tierra del Fuego recibiendo al *Beagle*.



Eohippus (hace 60 millones de años)



Pliohippus (hace 7 millones de años)



Equus (desde hace 3 millones de años)

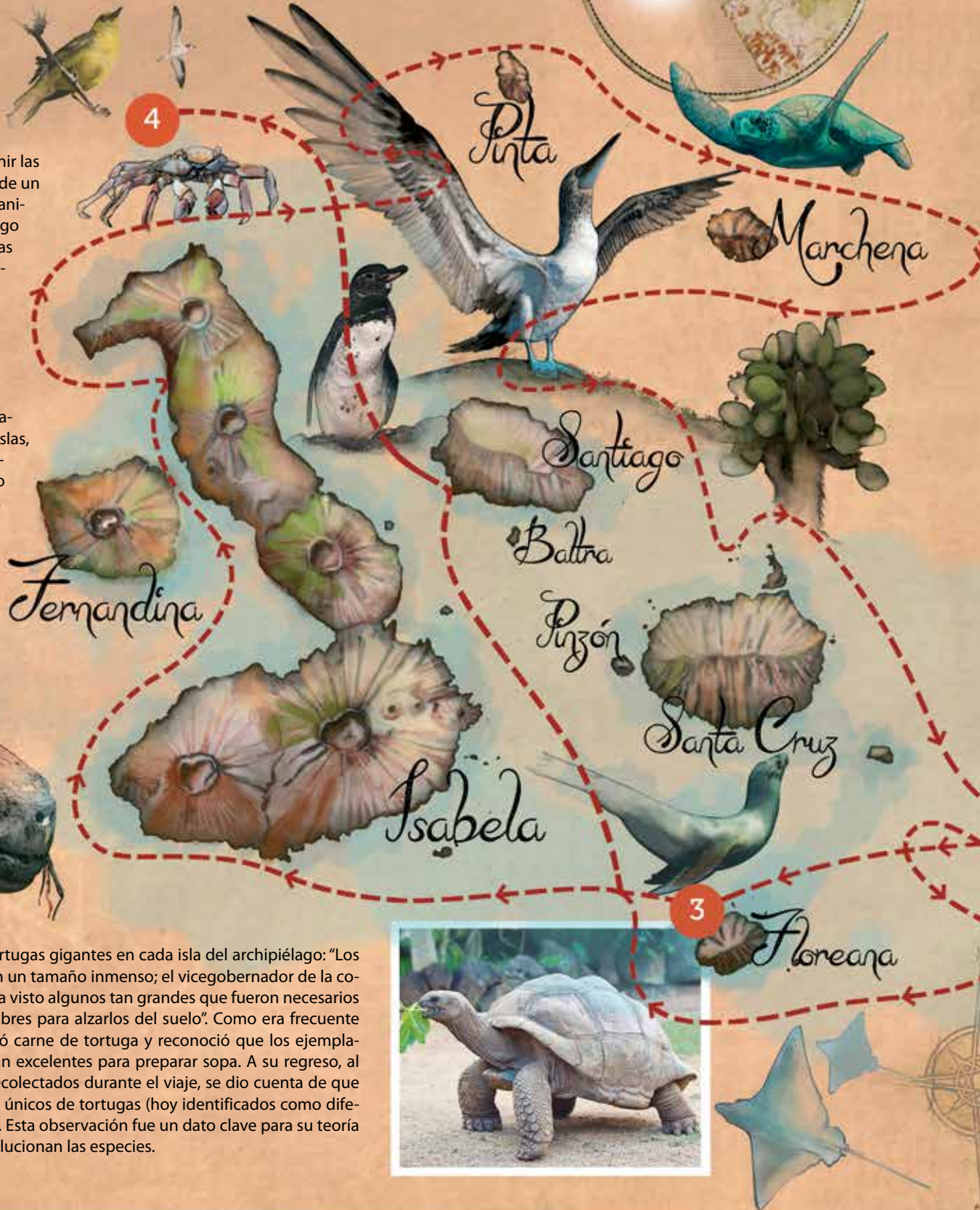
Las evidencias fósiles muestran que los antepasados del caballo son diferentes a los caballos actuales. Las variaciones de tamaño, patas y pezuñas serían el resultado de los postulados propuestos por Darwin. Por ejemplo, la selección natural favoreció la característica "patas musculosas y pezuñas", que permiten correr a gran velocidad sobre suelos duros.

Las islas Galápagos, laboratorio de la naturaleza

El archipiélago de las Galápagos, que Charles Darwin visitó en 1835, presenta llamativos ejemplos que lo llevaron a reflexionar acerca de la variación progresiva de las especies en condiciones de aislamiento geográfico. Los apuntes que Darwin tomó en su recorrido le servirían para desarrollar, años más tarde, la teoría de la selección natural.

Al partir de las islas Galápagos, Darwin empezó a unir las claves como piezas de un rompecabezas. Los animales del archipiélago (como las iguanas, las tortugas o los pinzones) habían llegado a las islas desde el continente americano cuando las islas se formaron, mucho tiempo atrás. Una vez instaladas en las distintas islas, las poblaciones evolucionaron a lo largo de millones de años cada una por su parte, de manera aislada, y fueron diferenciándose entre sí.

Darwin encontró tortugas gigantes en cada isla del archipiélago: "Los ejemplares alcanzan un tamaño inmenso; el vicegobernador de la colonia nos dijo que ha visto algunos tan grandes que fueron necesarios de seis a ocho hombres para alzarlos del suelo". Como era frecuente en esa época, comió carne de tortuga y reconoció que los ejemplares más jóvenes eran excelentes para preparar sopa. A su regreso, al analizar los datos recolectados durante el viaje, se dio cuenta de que cada isla tenía tipos únicos de tortugas (hoy identificados como diferentes subespecies). Esta observación fue un dato clave para su teoría acerca de cómo evolucionan las especies.



"Cuando estaba como naturalista a bordo del *Beagle*, buque de la marina real, me impresionaron mucho ciertos hechos que se presentan en la distribución geográfica de los seres orgánicos que viven en América del Sur, y en las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los pasados de aquel continente. Estos hechos parecían dar alguna luz sobre el origen de las especies, este misterio de los misterios..."

Carles Darwin, *Sobre el origen de las especies*, "Introducción".



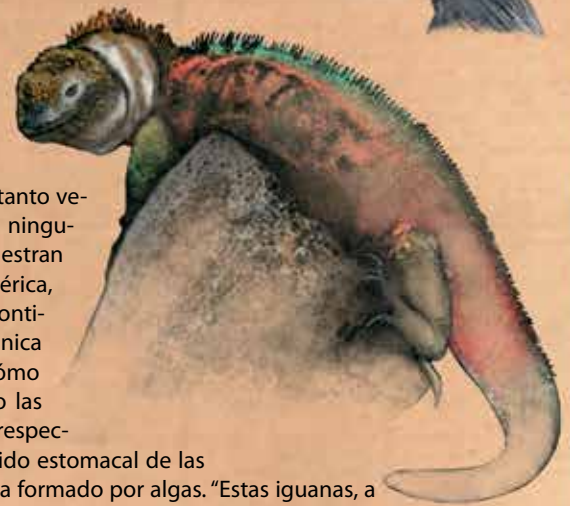
Resultaba sorprendente comprobar lo confiados que eran los animales. "Los pájaros se acercaban a tan corta distancia que hubiera sido posible matar a unos cuantos con un bastón". Recolectó ruiseñores de varias islas del archipiélago y, más tarde, observó que distintas especies vivían en diferentes islas. De vuelta en Inglaterra, el ornitólogo John Gould lo ayudó a realizar una observación fundamental acerca de unos pájaros llamados "pinzones", de los cuales identificaron trece especies. "Estos pájaros son los más singulares del archipiélago, ya que presentan una gradación casi perfecta en la forma de sus picos".



Genovesa



"La historia de la vida en este archipiélago es sumamente curiosa, como si se tratara de un mundo en miniatura. La mayor parte de sus habitantes, tanto vegetales como animales, no existen en ninguna otra parte; no obstante, todos muestran una marcada relación con los de América, aunque estén separados de este continente por una gran extensión oceánica de unos 1.000 kilómetros". Observó cómo las iguanas, tanto las terrestres como las marinas, se hallaban adaptadas a sus respectivos ambientes. Al analizar el contenido estomacal de las iguanas marinas, descubrió que estaba formado por algas. "Estas iguanas, a diferencia del resto de las conocidas en el mundo, son diestras nadadoras y buceadoras, perfectamente adaptadas a la vida oceánica".



2

San Cristóbal



1

En la mañana del 17 de septiembre de 1835, el *Beagle* arribó a la isla de San Cristóbal, que como las otras se eleva con un paisaje poco abrupto y redondeado, interrumpido cada tanto por montículos dispersos, que son los restos de antiguos cráteres. Más tarde, Darwin escribió: "Nada podía ser menos seductor que la primera impresión. Un campo quebrado de lava basáltica negra, expuesto a las más encrespadas olas y cruzado por grandes fisuras, está cubierto por arbustos raquíticos y tostados por el Sol. La seca superficie, calentada por el Sol de mediodía, producía una sensación de aire cerrado y sofocante, como el salido de un horno".

Espanola

En la actualidad, las islas Galápagos son un área natural protegida. Además, han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

4. Las causas de la biodiversidad

Claves

- Genes
- Frecuencia alélica
- Acervo genético
- Migración genética



Aprender con infografías

Las infografías transmiten información utilizando como soporte una imagen, a partir de la cual se realizan explicaciones, descripciones o interpretaciones. Exploren en internet diferentes infografías vinculadas a la evolución de los seres vivos.



El cambio del ambiente en el cual habitaban los conejos produjo una variación tanto del acervo genético como de la frecuencia de los alelos. Los individuos de pelo negro se confunden con el ambiente (tierra oscura) y tienen mayores posibilidades de pasar inadvertidos para los predadores.

En su teoría de la selección natural, Darwin propuso que existen diferencias entre los individuos de una especie, es decir que existe **variabilidad**. No pudo explicar el porqué de estas diferencias y cómo se heredan. La respuesta se daría años después, con los desarrollos de la teoría genética iniciada por Gregor Mendel.

La información genética

Hoy sabemos que las células de todos los seres vivos contienen en su interior ADN (ácido desoxirribonucleico), que posee la información de las características de cada ser vivo, que es transmitida de una generación a otra. La información para cada una de las características se encuentra en fragmentos del ADN llamados **genes**. Según la cantidad y variedad de genes, es posible establecer parentescos entre especies.

Los genes poseen diferentes variantes llamadas **alelos**. Para cada gen que determina una característica de un organismo puede haber uno o más alelos o variantes. En el caso de la reproducción sexual, se heredan solo dos alelos por cada gen. Si se recibe el mismo alelo de ambos progenitores, el individuo es **homocigótico**; si se reciben alelos diferentes, el individuo será **heterocigótico**. Por ejemplo, para el color de pelo, las personas rubias heredan los dos alelos para pelo rubio, mientras que las de pelo castaño pueden heredar los dos alelos para pelo castaño solamente, o bien un alelo para pelo castaño y uno para pelo rubio. La persona con pelo castaño será homocigótica en el primer caso y heterocigótica en el segundo.

El desciframiento de las leyes que rigen la herencia de las características de las especies contribuyó a descubrir la forma en la que se transmiten de padres a hijos los caracteres, entre los que se encuentran los que resultan beneficiosos para sobrevivir en un ambiente determinado. De esta manera, los aportes de la genética permiten comprender los mecanismos de la herencia de las características sometidas a la selección natural propuesta por Charles Darwin.

La evolución y la variación genética

El **acervo genético** es el total de genes presentes en una población. Por lo tanto, incluye todos los alelos diferentes de todos los genes, mientras que la **frecuencia de los alelos** es el porcentaje de los diferentes alelos de cada gen.

Por ejemplo, tomemos una población de conejos en la cual hay individuos blancos y negros en un ambiente; se produce un cambio en la vegetación por una gran sequía, el terreno se oscurece y los conejos blancos empiezan a ser capturados por los predadores en mayor proporción que los negros, por lo que disminuye su número. De esta forma, decrecen las posibilidades de los conejos blancos para reproducirse. En consecuencia, el acervo genético de la población se modificó, porque disminuyeron los alelos para el color blanco. Ya que los blancos son homocigóticos para el alelo blanco, disminuye la frecuencia de estos alelos. En este caso, la característica que favoreció la selección natural es el pelaje oscuro. La evolución en esta población se verá a través del aumento de los individuos de pelaje oscuro, ya que tienen más posibilidades de reproducirse y pasarán este alelo a la descendencia. Como consecuencia, aumenta la frecuencia del alelo para el pelaje negro.

Así, se demuestra que la selección natural favorece determinadas características presentes en ciertos individuos de la población y no en otros.

Las mutaciones

Las **mutaciones** son cambios que se producen en la estructura del ADN al duplicarse y copiarse durante la división celular. No están predeterminadas y serán beneficiosas o perjudiciales según el ambiente y el individuo. Si la mutación ocurre cuando se forman las células sexuales y tiene algún efecto, se verá en las generaciones siguientes.

Las migraciones genéticas

En relación con la herencia y la evolución, la **migración genética** permite explicar el pasaje de genes de una población a otra. Este fenómeno se produce cuando hay intercambio de genes entre poblaciones de la misma especie; el flujo o migración de genes mantiene a las poblaciones en la misma especie.

Si dos poblaciones de la misma especie no intercambian sus genes, es decir, si están aisladas sexualmente, existe la posibilidad de que evolucionen por separado. Así, los acervos genéticos pueden llegar a diferenciarse al extremo de que, con el tiempo, las poblaciones sean incompatibles sexualmente. Como consecuencia, la incompatibilidad sexual hará que las poblaciones formen especies distintas.

Las ventajas de la adaptación

Los diferentes alelos pueden determinar características positivas, negativas o neutras, según el ambiente. Si la característica es favorable, los individuos que la poseen tendrán mayor posibilidad de reproducción y de que esas características favorables pasen a la descendencia. Esta es la medida del éxito de la selección natural. En este caso, la selección actúa en forma positiva, aumentando la frecuencia de esos alelos en la especie a través del tiempo. Por el contrario, la selección natural puede conducir a la extinción de una especie.

No siempre la selección natural se produce por cambios en el ambiente; también, interviene la competencia por el alimento o por las hembras entre individuos machos de la misma especie. En algunas poblaciones, si algunos individuos no pueden aparearse porque en la población hay machos que ganaron la pelea por las hembras, esos individuos no poseen la característica necesaria y, en consecuencia, no podrán dejar descendencia.



El material genético de las bacterias causantes de enfermedades atraviesa mutaciones que, en algunos casos, conducen a que se seleccionen naturalmente poblaciones resistentes a los antibióticos. Para evitar que estos medicamentos pierdan rápidamente su eficacia, deben tomarse solo cuando los prescribe el médico.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Lean y comenten** el siguiente caso. Las preguntas pueden servir como orientación.

La población de elefantes marinos del norte de California sufrió una caza intensiva a fines del siglo XIX; como consecuencia, sobrevivieron alrededor de veinte individuos y la especie estuvo a punto de extinguirse. Actualmente, luego de que se aplicaran

leyes de protección, existen casi treinta mil individuos, pero los estudios genéticos demuestran que hay solo un tipo de alelo para varios de los genes. El estudio de 124 cachorros mostró que eran homocigóticos para muchas características.

- a. ¿Cómo es la variabilidad genética de la población actual de estos elefantes marinos?
- b. ¿Cuál podría ser la causa?
- c. ¿Qué consecuencias podría tener esta situación para la población de elefantes marinos del norte de California?



5. Una nueva aproximación a la noción de especie

Claves

- Concepto biológico de especie
- Especiación
- Aislamiento geográfico
- Especiación simpátrica

En determinadas especies, como el pavo real (*Pavo cristatus*), las notables diferencias entre la hembra y el macho hacen que la noción de especie como grupo de organismos similares sea cuestionable.



El término *especie* proviene del latín, del vocablo *species*, que significa "aparición, forma, clase, tipo, categoría". Todos estos sentidos se mantienen, de algún modo, en el significado científico con que usamos la palabra actualmente. La definición de *especie*, dentro de la biología, ha ido cambiando a través del tiempo, a medida que aumentaba el caudal de conocimientos sobre los seres vivos.

La noción de especie a lo largo de la historia

En la Grecia antigua, Aristóteles proponía clasificar los seres vivos según la similitud de sus características. Además, sostenía que los integrantes de cada grupo originaban individuos similares a ellos.

En el siglo XVIII, el naturalista francés Carl von Linné clasificó gran cantidad de plantas, tomando en cuenta sus flores y hojas. Según su opinión, una especie es un conjunto de seres vivos semejantes, que presentan una o más características en común. Estas características permiten clasificarlos en una misma categoría. De este modo, la especie es el nivel de clasificación más particular, mientras que varias especies semejantes forman un segundo nivel llamado **género**. Por eso, en la nomenclatura binomial creada por Linné para nombrar a las especies, en primer lugar aparece el género, que se escribe con mayúscula, seguido por el nombre que precisa la especie. Por ejemplo, el género *Panthera* abarca una variedad de cinco especies: el jaguar (*Panthera onca*), el león (*Panthera leo*), el tigre (*Panthera tigris*), el leopardo (*Panthera pardus*) y el leopardo de las nieves (*Panthera uncia*).

El concepto actual de especie

En el siglo XIX, el concepto de especie cambió a partir de las propuestas evolutivas de Darwin: se comenzó a dar una gran importancia a la variabilidad, y también a los mecanismos que llevan a la evolución de las especies. A principios del siglo XX, se vuelve a considerar el cruzamiento entre individuos de una especie, como característica fundamental. Teniendo esto en cuenta, se propone el **concepto biológico de especie** (CBE): "Las especies son grupos de poblaciones naturales que se entrecruzan, o potencialmente pueden hacerlo, y están aislados reproductivamente de otros grupos. Las especies se delimitan por las características que les son propias, más que por aquellas que las diferencian de las otras". Esta definición es la más aceptada en la actualidad; sin embargo, siguen las discusiones.

En muchas ocasiones se utilizan como sinónimos, para referirse a los grupos de seres vivos, los conceptos de *población* y *especie*. Sin embargo, hay que tener en claro que se trata de conceptos distintos. Una especie es un conjunto de organismos con características similares, capaces de reproducirse entre sí y que, como consecuencia, pueden engendrar organismos semejantes que, a su vez, puedan tener descendencia. Por su parte, una población es un conjunto de organismos de la misma especie que conviven en la misma área en un momento dado.

Los híbridos son descendientes de individuos de especies distintas, aunque cercanas evolutivamente. El cebrazno, por ejemplo, se origina del cruce de una cebrza macho y una burra. Generalmente, los animales híbridos son estériles, es decir, no pueden tener descendencia.

La especiación

Se denomina **especiación** al proceso de formación de nuevas especies. Para que esto ocurra, poblaciones de una misma especie deben quedar aisladas y debe producirse en ellas un cambio importante de la variabilidad genética. Debe ser tal que, si dos individuos de ambas poblaciones se aparean, la descendencia no será fértil, no podrá reproducirse.

El aislamiento de poblaciones

El aislamiento geográfico entre poblaciones puede darse por una barrera geográfica; por ejemplo, una isla en la que ocurre un terremoto importante y queda dividida en dos sectores. En el caso de que parte de la población quede aislada por una barrera geográfica persistente en el tiempo, dará origen a una nueva especie.

El aislamiento puede darse también por la distancia entre ambas poblaciones. En estos casos, no se produce migración genética ni tampoco flujo de genes entre las dos poblaciones. Ambas poblaciones irán teniendo cambios genéticos, y las diferencias entre los grupos serán cada vez mayores.

El ambiente también actuará de forma diferente sobre las dos poblaciones, generando la variación de la secuencia de alelos, con la consecuente aparición de nuevas características. Esto llegará a causar que se pierda la capacidad de reproducción entre individuos de ambas especies.



1 Población inicial.



2 Surgimiento de una barrera geográfica.



3 Las poblaciones quedan sometidas a la selección natural y evolucionan por separado.



4 Luego de millones de años, la barrera desaparece y las poblaciones pueden estar en contacto, pero como sus acervos genéticos se modificaron, los individuos no pueden reproducirse y dejar descendencia fértil.

La especiación en poblaciones que habitan en la misma región

Se llama "especiación simpátrida" al proceso de formación de especies a partir de una misma población sin que se establezca previamente una barrera geográfica.

Cuando distintos grupos de individuos de una misma población modifican sus hábitos y realizan un uso diferencial de los recursos presentes en el ambiente (luz, humedad, alimento, etc.), se da un proceso de aislamiento ecológico. Cada una de las fracciones de la población original utiliza diferentes recursos de un mismo ambiente y, en consecuencia, constituye un nuevo nicho ecológico. A través del tiempo, los grupos se diferencian y se adaptan a las diferentes condiciones y forman nuevas especies.



1 La población ocupa el ambiente de forma homogénea.

2 Cada parte de la población ocupa diferentes sitios dentro del mismo ambiente y se adapta a sus condiciones.

3 Las nuevas especies poseen nichos ecológicos diferentes que no se superponen, por lo cual no hay competencia.

ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

- **Lean** el siguiente texto y **resuelvan** las consignas.

En una isla se produce una erupción volcánica. Parte de una población de iguanas queda de un lado de una acumulación de lava que abarca varios kilómetros, y otra parte de la población queda del otro lado. Al cabo de varios siglos, la erosión desgasta la barrera de lava e individuos descendientes de los dos grupos vuelven a formar parte de la misma comunidad.

- Indiquen** qué puede haber ocurrido con las dos partes de la población originaria al cabo de todo ese tiempo.
- Respondan:** ¿cuál sería el mecanismo de especiación que podría ocurrir en este caso?



La lucha contra las plagas y la resistencia a los plaguicidas

Desde que los seres humanos comenzaron a cultivar la tierra, la agricultura dio respuesta a la creciente demanda de alimentos a medida que aumentaba la población. Ya desde tiempos remotos, fue necesario proteger los sembrados de lo que habitualmente conocemos como **plagas**: otras plantas que compiten por el suelo (las malezas), insectos u otros animales que afectan los cultivos, arruinan las cosechas y generan cuantiosas pérdidas.

LAS PLAGAS

Miles de especies de insectos son consideradas plagas que destruyen los cultivos. A ellas se suman centenares de especies de plantas consideradas por los agricultores "malas hierbas", ya que se apropian de los nutrientes y el agua, recursos que dejan de estar a disposición de las plantas sembradas por las personas. Además, existen diversos hongos que causan enfermedades capaces de destruir un cultivo rápidamente o de echar a perder los frutos o granos almacenados. Ante tal situación, resulta razonable que los seres humanos hayan buscado métodos para combatir o controlar esos daños. Una de las respuestas más difundidas en la actualidad es el uso de sustancias químicas conocidas como **plaguicidas**.

Hasta la década de 1970, la Argentina era un país que practicaba una agricultura con poco uso de plaguicidas; la mayor parte del desmalezado se realizaba en forma mecánica, arrancando las malas hierbas, lo que implicaba elevados gastos, no aseguraba eficacia

y, en consecuencia, producía un bajo rendimiento. En contrapartida, la población que se alimentaba de esos cultivos era significativamente inferior a la actual. ¿Cómo se explica, entonces, que en los siguientes cincuenta años la producción prácticamente se haya quintuplicado? Esto ha sido posible gracias a la incorporación de nuevas tecnologías, a la ampliación de las tierras de labranza y, fundamentalmente, a la introducción de uso extendido de agroquímicos, especialmente plaguicidas.

Sin embargo, el uso masivo de plaguicidas ha tenido sobre los ecosistemas agrícolas efectos perjudiciales, como la contaminación del medio ambiente y la adquisición de resistencia.

DE CÓMO LAS PLAGAS SE VUELVEN RESISTENTES A LOS PLAGUICIDAS

La resistencia es un proceso evolutivo básico que involucra a todos los seres vivos, y puede definirse como la habilidad de una población para tolerar cierta dosis de un tóxico, que



Ejemplar macho de *Diloboderus abderus*. La larva de este insecto produce estragos en los cultivos de trigo, maíz y sorgo en el área pampeana.



Una oruga de *Rachiplusia nu* sobre una hoja de girasol. Esta plaga consume las hojas de plantas de soja, girasol, lino y alfalfa, dejando solo las nervaduras; el ataque puede extenderse rápidamente a la totalidad de un campo cultivado.

para el resto de la especie sería letal. A lo largo de sucesivas generaciones, los insectos y otros organismos considerados plagas de los cultivos han desarrollado elevados niveles de resistencia al ser expuestos a masivas aplicaciones periódicas de plaguicidas, como los clorados, organofosforados, carbonatos y piretroides. Plagas que, al comienzo, fueron afectadas por dosis relativamente bajas de un producto, luego de sucesivas aplicaciones, requirieron cada vez dosis mayores y, al final, terminaron por no ser afectadas. Mediante los mecanismos de la selección natural, los individuos sobrevivientes fueron transmitiendo a sus descendientes los caracteres que los hacían inmunes al plaguicida, hasta que toda la población se volvió resistente.

El uso prolongado de plaguicidas provoca la selección de insectos resistentes y conduce a la pérdida de la susceptibilidad en la población.

Los genotipos menos susceptibles a la aplicación de plaguicidas dan origen a la población inicial de razas resistentes. En una población normal, sin tratamientos con pesticidas, los genes de resistencia están presentes con un frecuencia baja. El uso prolongado de plaguicidas provoca la selección de insectos resistentes y conduce a la pérdida de la susceptibilidad en la población (es decir, menos individuos serán eliminados por el plaguicida en cada generación). Una vez establecida la resistencia, solo pueden usarse plaguicidas alternativos. Cada nuevo plaguicida seleccionará, a su vez, más mecanismos de resis-

tencia, y cada mecanismo generalmente originará resistencia a varios plaguicidas.

RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DE LOS PLAGUICIDAS

Para aumentar la vida útil de los plaguicidas se recomienda: a) hacer las aplicaciones con temperaturas bajas, ya que en esas condiciones la toxicidad es mayor; b) limitar el uso únicamente a un área de la región, para que los sobrevivientes no susceptibles se mezclen genéticamente con el resto de la población del área no tratada; c) no aumentar la dosis efectiva inicial; d) rotar el tipo de plaguicida y, en lo posible, evitar el uso de mezclas; e) no realizar dos aplicaciones sucesivas con estos productos para que los sobrevivientes susceptibles de la primera aplicación tengan oportunidad de procrear otros individuos susceptibles, que sean mayoría dentro de la población.

En general, se deben adoptar las siguientes premisas básicas para el manejo de resistencia a plaguicidas: diversificar los factores de mortalidad (por ejemplo, introduciendo el uso de insecticidas biológicos u hormonales), reducir la presión de selección de los principales factores de mortalidad; manejar la población susceptible (creando refugios o liberando individuos susceptibles para que se mezclen con los resistentes); monitorear los niveles de resistencia para lograr su detección temprana y predecir riesgos, y, por último, promover la resistencia en los enemigos naturales de las plagas. •

Extractado y adaptado de: Fernández, Nancy et al., *Los plaguicidas aquí y ahora*, Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Nación, 2012; y Sosa, María Ana, *Consideraciones generales sobre resistencia de los insectos con especial referencia a los piretroides*, Reconquista, Santa Fe, INTA, 1992.



ACTIVIDADES *Análisis de un ejemplo*

1. Lean el siguiente caso y **señalen** la analogía con lo que sucede en el caso de los plaguicidas.

Cuando se le pone un insecticida a una población de cucarachas por primera vez, aunque no mueren todas las cucarachas, el efecto es mucho mayor que en las veces siguientes.

2. Comenten teniendo en cuenta lo que aprendieron en el capítulo.

- ¿Por qué no mueren todas las cucarachas cuando se aplica el insecticida?
- ¿Por qué el efecto de esas aplicaciones es cada vez menor?
- ¿Cómo explicarían Lamarck y Darwin esta situación?

Repaso

1. **Unan** cada concepto con la definición que le corresponde.

Adaptaciones

Especies

Transformistas

Mutaciones

Población

Selección natural

Fijistas

Grupo de seres vivos de la misma especie, que comparten el mismo hábitat en un momento determinado y, además, interaccionan entre ellos.

Características que les permiten a los seres vivos permanecer y sobrevivir en su ambiente.

Pensadores que, como Aristóteles, sostienen que los seres vivos no cambian a lo largo del tiempo.

Pensadores que, como Buffon, sostienen que todos los seres vivos habrían tenido su origen en uno solo y que, a lo largo del tiempo, fueron transformándose unos en otros.

Proceso por el cual sobreviven los individuos que presentan mejores adaptaciones ante los cambios en un ambiente.

Cambios que se producen en la estructura del ADN al duplicarse y copiarse durante la división celular.

Grupos de poblaciones naturales que se entrecruzan, o potencialmente pueden hacerlo, y están aislados reproductivamente de otros grupos.

2. Tanto Lamarck como Darwin formularon hipótesis para explicar la evolución de las especies. **Identifiquen** qué explicación corresponde a cada uno y **expliquen** las diferencias.

a. Según _____, a lo largo de su vida, los seres vivos pasan por cambios adaptativos que les proporcionan ventajas para sobrevivir en un ambiente y, luego, se las transmiten a sus descendientes.

b. Según _____, los individuos de una misma especie presentan ligeras diferencias en sus características: los que logran superar la presión del ambiente tienen más chances para reproducirse y dejar descendientes que hereden esas características ventajosas.

3. **Lean** el siguiente ejemplo y, luego, **identifiquen** la explicación que daría Lamarck y la que daría Darwin.

El estudio de los restos fósiles muestra que las dietas de los caballos variaron al mismo tiempo que los cambios de la vegetación a lo largo de los últimos 55 millones de años. Los primeros caballos vivían en ambientes muy cálidos, de tipo selva tropical, y tenían molares adaptados para comer fruta y vegetación blanda. Cuando el clima del planeta se enfrió, esos ambientes de selva fueron reemplazados por otros templados más boscosos; en esa época, los caballos presentaban molares con aristas cortantes, adaptados para cortar hojas y vegetación más dura.

Explicación de _____ → Al cambiar el tipo de ambiente, los pocos caballos con dentadura adecuada para aprovechar el nuevo tipo de vegetación tuvieron más oportunidades de sobrevivir que el resto. Eso les dio mayores chances de reproducirse y, por selección del ambiente, esa característica fue transmitiéndose a sus descendientes.

Explicación de _____ → Al cambiar el tipo de ambiente, los caballos modificaron su dentadura para poder aprovechar el nuevo tipo de vegetación. Luego, transmitieron hereditariamente esa característica a los descendientes.

4. **Indiquen** las afirmaciones correctas (C) y las incorrectas (I). **Corrijan** estas últimas en sus carpetas.

- a. El filósofo griego Anaximandro sostenía que los seres vivos cambian a lo largo del tiempo.
- b. El filósofo griego Aristóteles sostenía que la organización de los seres vivos cambia a lo largo del tiempo.
- c. La hipótesis de Lamarck se conoce como "idea de la herencia de los caracteres adquiridos".
- d. Un individuo es heterocigótico respecto de una característica si recibe el mismo alelo de ambos progenitores.
- e. La migración genética se produce cuando hay intercambio de genes entre individuos de una misma población.
- f. Dos poblaciones de la misma especie que no intercambian sus genes, es decir que están aisladas sexualmente, pueden evolucionar por separado luego de muchos años.
- g. El uso indiscriminado de antibióticos no genera resistencia en las bacterias por selección natural.
- h. Para que se produzca la especiación simpátrida a partir de una población, tiene que establecerse previamente una barrera geográfica.

Aplicación

5. Lean el siguiente texto y **resuelvan** las consignas que se proponen a continuación.

En los caracoles terrestres del género *Cepaea* se ha visto que, en una misma especie, la conchilla puede ser amarilla, parda, rosada, anaranjada o roja, y que puede tener hasta cinco bandas marrones o negras que ornamentan su superficie. Por evidencias fósiles, se comprobó que esta variabilidad tiene una antigüedad de por lo menos 10.000 años. ¿Cómo se explica que estas variantes se hayan mantenido durante tanto tiempo?

Estos caracoles ocupan una variedad de hábitats que incluyen bosques, pantanos y rocas. Se ha comprobado que cada uno de los diferentes patrones de coloración proporciona la posibilidad de mimetizarse en diferentes fondos. Esta protección contra la predación en distintos subambientes explica cómo se mantiene la variación genética de la población.



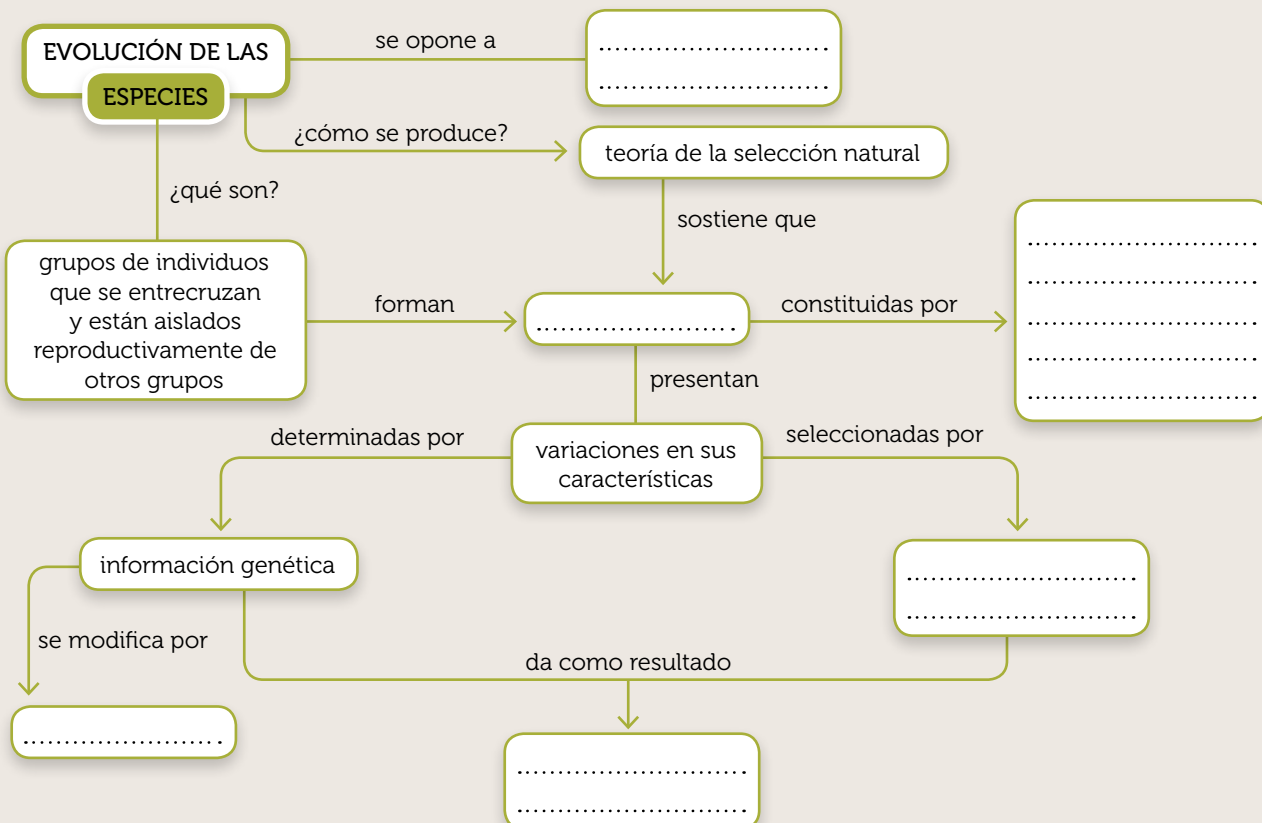
Algunas variedades de caracoles de la especie *Cepaea nemoralis*.

Massarini, Alicia y Liascovich, Rosa, *Biología 2. Genética y evolución*, Buenos Aires, Kapelusz, 2001.

- ¿Por qué llama la atención que la variedad de formas en que se expresa una característica de una especie se haya mantenido durante unos 10.000 años? ¿Qué resultado hubiera sido previsible teniendo en cuenta los mecanismos de selección natural?
- ¿Qué tipo de adaptación representa la coloración en este caso? ¿De qué modo asegura la supervivencia?
- ¿Qué resultado cabría esperar si el hábitat de estos caracoles estuviera circunscripto a un área muy acotada (por ejemplo, una zona rocosa)? **Fundamenten** la respuesta.

Conceptos en sistema

6. **Analicen** el gráfico y **agreguen** los siguientes conceptos en los lugares donde faltan: **poblaciones**, **cambios del ambiente**, **supervivencia de los más aptos**, **individuos de la misma especie que conviven en el mismo lugar en un momento dado**, **teorías fijistas**, **mutaciones**.



Hacer para conocer

Preguntas iniciales

¿Qué características permiten a los individuos de una población sobrevivir en un ambiente? ¿Cuáles son los individuos con más posibilidades de sobrevivir? ¿Qué condiciones del ambiente actúan como fuerza de selección?

Estudiar un caso de selección natural

A partir de numerosas observaciones, Charles Darwin llegó a la conclusión de que las especies no son inmutables, sino que cambian en el transcurso del tiempo. Los individuos de una especie que sobreviven son aquellos que presentan características favorables para vivir en un ambiente determinado (es decir, los que están mejor adaptados a ese ambiente). Estos individuos se reproducen y transmiten esas características a su descendencia. En esta actividad podrán analizar cómo ocurre este proceso en un caso concreto.

Procedimiento

1 **Lean** el siguiente texto y **observen** la ilustración.



Hace 150 años, un biólogo se trasladó a un bosque, donde predominaban pinos y abedules, para estudiar la población de cierta especie de mariposas. En esa especie existen dos variantes de color de alas: marrón claro y marrón oscuro. Durante el día, las mariposas reposan sobre los troncos de los árboles, donde las capturan los pájaros insectívoros que se alimentan de ellas. Luego de efectuar un recuento de la población de mariposas, encontró que el 50% correspondía a mariposas claras y el otro 50% a mariposas oscuras.

Variedades de mariposas de la misma especie que habitan en el bosque de pinos y abedules.

Trabajar en ciencias

Efectuar el recuento de una población

Cuando se estudia una población de animales en un ecosistema natural, frecuentemente surge la necesidad de efectuar un recuento de los individuos y medir las frecuencias de algunas características (como la del color de las alas de las mariposas del caso analizado). Un método habitual para llevar a cabo esta tarea es el **muestreo**: se cuenta cuidadosamente el número de individuos en una unidad espacial (por ejemplo, 1 m² del bosque) y se multiplica por la extensión total del área ocupada por la población (en este caso, todo el bosque).

2 **Contesten** las siguientes preguntas.

- a. ¿Cuál es el árbol de corteza más clara? ¿Y el de corteza más oscura?
- b. ¿En qué árbol será más fácil para los pájaros identificar y capturar las mariposas claras? ¿Y las mariposas oscuras?

3 Cien años más tarde, otro investigador viajó al mismo bosque para continuar con las observaciones acerca de la población de mariposas. El bosque había sido atravesado por una carretera: de un lado prosperaron los pinos y, del otro, los abedules. El científico anotó los datos en una tabla. **Analicen** la tabla y **contesten**.

	Mariposas claras	Mariposas oscuras
En el bosque de pinos	10%	82%
En el bosque de abedules	90%	18%

- a. ¿A qué se deben los cambios entre los porcentajes de mariposas claras y oscuras en las dos partes del bosque original? ¿Qué mariposas tuvieron más probabilidades de dejar descendencia en el bosque de pinos y por qué? ¿Y en el bosque de abedules? ¿Se confirmaron las hipótesis planteadas en el paso 2?
- b. Si, en los años siguientes, la corteza de los abedules se oscureciera por la contaminación del humo de las industrias en el pueblo aledaño, ¿qué variedad de mariposas tendría más probabilidades de sobrevivir en la parte del bosque donde prosperaron esos árboles?

4 **Debatan**: ¿cómo hubiera explicado Lamarck los resultados de ambas investigaciones? **Anoten** la respuesta.

Conclusión

5 **Redacten** en sus carpetas un informe de los casos estudiados. **Incluyan** dibujos de las mariposas, los troncos de los árboles y las tablas de datos. **Propongan** una tabla posible para la hipótesis que formularon en el paso b del punto 3. Al final, **expresen** claramente sus conclusiones.