

# BIOLOGÍA V

## EVOLUCIÓN: DIVERSIDAD Y CAMBIO

Patricia Ercoli

María de los Ángeles Maidana



EDITORIAL  
MAIPUE

# ÍNDICE

<b>Capítulo 1. Viaje imaginario al pasado de la biodiversidad</b> .....	11
<b>Preparando el equipaje de saberes</b> .....	11
<b>Antes de aprender algo nuevo...</b> .....	12
<b>Propiedades emergentes de los seres vivos y la naturaleza</b> .....	14
<b>Todos para uno y uno para todos: los sistemas en la naturaleza</b> .....	16
<b>Para continuar ambientándonos: concepto de ambiente en la naturaleza</b> .....	17
Cambia... todo cambia...: modificaciones en el ambiente .....	18
Relaciones entre los seres vivos y el ambiente .....	21
<b>Noción de tiempo geológico</b> .....	22
<b>Breve historia de la biodiversidad</b> .....	23
Bajo la lupa: evidencias de la evolución .....	23
El concepto de especie .....	25
Relaciones de parentesco entre las especies: ancestro común .....	26
Arbusto de la vida: representación de las relaciones de parentesco entre especies .....	27
“Es lo que hay”: adaptación y selección natural .....	28
Micro y macroevolución .....	31
Nociones básicas de genética: gen, alelos, mutación, ácidos nucleicos .....	31
<b>Concluyendo la primera etapa de nuestro viaje</b> .....	32
<b>Capítulo 2. Caminos, atajos y senderos de la evolución humana</b> .....	33
<b>Antes de aprender algo nuevo...</b> .....	33
<b>Teorías y evidencias de la evolución del linaje humano</b> .....	35
<b>Somos mucho más que uno: la importancia de la mirada evolutiva</b> .....	35
<b>Paleodetectives: en busca de las evidencias de la evolución humana</b> .....	36
<b>Comunicar a través del arte rupestre</b> .....	38
<b>El lugar del hombre en el reino animal</b> .....	39
<b>Con ustedes: los primates</b> .....	41
<b>Los homínidos</b> .....	42
Si de supervivencia se trata: adaptaciones .....	43
Señas particulares: bípedos .....	43
Aventuras y desventuras de la bipedestación .....	44
<b>Asuntos de familia: el linaje homínido y la diversidad en el género Homo</b> .....	45
<b>Hipótesis sobre los orígenes del Homo sapiens</b> .....	47
<b>¡Al mundo! Expansión de los homínidos</b> .....	48
Migraciones del Homo ergaster .....	48
Migraciones del Homo sapiens .....	50
<b>Origen del hombre americano: poblamiento de América</b> .....	50
<b>Expansión del hombre en el planeta: el hombre como factor evolutivo</b> .....	51
<b>Evolución del cerebro humano: la cefalización en el mundo animal</b> .....	53
<b>Hominización y cerebralización: origen evolutivo del cerebro humano</b> .....	54
Estructuras y funciones básicas del cerebro humano .....	56
<b>Cambia... todo cambia...: evolución biológica y cultural</b> .....	57
<b>Uso del fuego: a las brasas</b> .....	58

<b>Caminante no hay camino, se hace camino al andar: determinismo biológico y relaciones entre genes y ambiente</b> .....	59
<b>Vida nómada y sedentarismo</b> .....	60
<b>Concluyendo esta escala en nuestro viaje evolutivo</b> .....	61
<b>Capítulo 3. Cambio evolutivo y el origen de las especies</b> .....	62
<b>Antes de aprender algo nuevo...</b> .....	62
<b>Somos tan distintos e iguales: variabilidad genética en las poblaciones</b> .....	63
Variabilidad genética en poblaciones .....	65
¿Es posible cuantificar esa variabilidad? .....	66
Equilibrio de Hardy-Weinberg y evolución .....	66
<b>Cambios en la estructura genética de las poblaciones: factores que modifican la variabilidad</b> .....	67
Reproducción sexual cruzada .....	67
Flujo génico y migración .....	67
<b>Selección natural</b> .....	68
<b>¿Qué es y qué no es una adaptación?</b> .....	69
La adaptación bajo la lupa.....	70
<b>Tipos de selección natural</b> .....	71
Selección natural estabilizadora .....	71
Selección natural disruptiva .....	71
Selección natural direccional .....	72
<b>Selección sexual</b> .....	72
<b>Selección artificial: el mejor amigo del hombre</b> .....	74
<b>Otro mecanismo para el cambio evolutivo: la deriva génica</b> .....	75
Efecto fundador .....	75
Efecto cuello de botella .....	75
<b>El origen de nuevas especies</b> .....	76
Mecanismos de aislamiento reproductivo .....	77
Aislamiento ecológico .....	77
Aislamiento etológico o conductual .....	77
Aislamiento temporal .....	77
Aislamiento mecánico .....	77
Aislamiento gamético .....	77
<b>Nace una especie: tipos de especiación</b> .....	78
Especiación alopátrica .....	78
Especiación parapátrica .....	79
Especiación simpátrica .....	79
Especiación peripátrica .....	80
Especiación por poliploidía .....	80
<b>El fin de una especie: las extinciones</b> .....	81
<b>Una gran oportunidad: radiación adaptativa de mamíferos</b> .....	85
<b>Desfile de modelos: teorías actuales de la evolución biológica</b> .....	86
<b>Otro punto de vista: la teoría neutralista</b> .....	88
<b>Recapitulando</b> .....	88

## Capítulo 4. Última escala: una mirada al microcosmos del cambio evolutivo.

<b>Las bases genéticas de la evolución</b> .....	89
<b>Antes de aprender algo nuevo...</b> .....	89
<b>Descifrando el lenguaje de la vida</b> .....	91
<b>Similares y diferentes</b> .....	93
<b>¿Es copia fiel?</b> .....	94
Central de copiado: la replicación del ADN .....	94
<b>“Houston: tenemos un problema”: cambios en la información genética y errores de copiado</b> .....	94
El papel de las mutaciones .....	95
Mutaciones génicas .....	96
Ni tan ventajosa, ni tan desventajosa... .....	96
Mutaciones cromosómicas .....	97
Mutaciones cromosómicas estructurales .....	97
Mutaciones cromosómicas numéricas .....	97
<b>¿Patas en lugar de antenas? Mutaciones en genes reguladores</b> .....	98
<b>Agentes mutagénicos</b> .....	100
Cáncer: desorden en la biblioteca .....	101
<b>Fuentes de variabilidad genética</b> .....	102
Bacterias superpoderosas .....	103
<b>Cortar-Copiar-Pegar: cambios genéticos inducidos</b> .....	103
¿Qué es un OMG?.....	104
Lo pedís... lo tenés... ¿cómo se obtiene un OMG? .....	105
Cultivos genéticamente modificados: controversia al plato .....	106
<b>Modificación genética en humanos ¿Ficción o realidad cercana?</b> .....	109
<b>Bibliografía</b> .....	111



2 Observando la figura:

- a) ¿Podrían inferir si estas dos aves pertenecen a la misma especie? ¿Por qué?
- b) ¿Qué es lo que determina que un grupo de individuos pertenezcan a una especie? ¿Qué harían para comprobarlo? Anoten sus impresiones y coméntenlas en la clase.



## SOMOS TAN DISTINTOS E IGUALES: VARIABILIDAD GENÉTICA EN LAS POBLACIONES

Si observamos con detenimiento, en la naturaleza, no hay dos individuos idénticos, ni siquiera los hermanos gemelos. Un análisis minucioso demuestra la individualidad: varía el tipo de cabellera, el color de piel, la forma de los ojos, la estatura, el funcionamiento de las diferentes partes del cuerpo, la predisposición a determinadas disfunciones o enfermedades, entre muchas otras. Y esto es aplicable a todos los seres vivos.

En el capítulo anterior, nos ocupamos del origen y evolución de nuestra especie y el linaje al que pertenecemos. En este capítulo, nos proponemos responder estos interrogantes: ¿por qué existen diferencias observables entre los seres humanos en particular y en los seres vivos de todas las especies, en general?, ¿por qué, más allá de las diferencias, nos identificamos como miembros de una misma especie?, ¿cuál es la importancia evolutiva de estas diferencias individuales?, ¿cómo se origina una especie?, ¿qué mecanismos intervienen en la evolución de las especies?

A mediados del siglo XIX, Charles Darwin y Alfred Wallace, coautores de la teoría de la selección natural, observaron y demostraron que los individuos que constituyen una población no son todos idénticos entre sí. Por el contrario, muestran variaciones que pueden estar dadas en el tamaño, la tasa de desarrollo, la coloración, entre otras muchas. A su vez, reconocieron que esas variaciones

son heredables: los descendientes reciben dichas características de sus progenitores. Sobre las causas de estas diferencias individuales, en el siglo XIX, las explicaciones sobre cómo se producían y transmitían, estaban basadas en la reproducción sexual y en la herencia de los caracteres adquiridos. Recién en la primera mitad del siglo XX, surgen modelos explicativos que amplían y completan las explicaciones darwinianas sobre el origen y herencia de las variaciones.

Con el redescubrimiento de los trabajos sobre herencia y genética de Gregor Mendel en 1900, se allana el camino para el desarrollo de la genética de poblaciones, un campo de la biología que articula los modelos y conceptos de genética con la teoría evolutiva formulada por Darwin y Wallace. La genética de poblaciones, por ejemplo, aporta modelos explicativos sobre el origen de la variabilidad genética, que es responsable de las diferencias fenotípicas entre los individuos de una población.

## Vocabulario



### Acervo génico

Conjunto de todos los alelos de todos los genes presentes en la totalidad de individuos de una población. También, denominado reservorio genético.

Hoy sabemos que la evolución biológica es el conjunto de cambios que se producen a lo largo del tiempo en la composición genética de una población y de las especies biológicas, dando lugar a la biodiversidad y la adaptación. Pero ¿de qué manera?

En el capítulo 1, definimos a una población, desde el punto de vista ecológico, como un conjunto de individuos de una misma especie, que interactúan entre sí, y comparten un tiempo y un espacio, representado por el ambiente. Pero para la genética de poblaciones, el concepto de población se redefine y, en lugar de un conjunto de individuos, se concibe como un conjunto de genes. Por lo tanto, una población es un grupo de organismos que comparten un **acervo génico**.

## Actividad

### Variabilidad en el aula

Elijan algunas variaciones sencillas de comparar en poblaciones humanas, por ejemplo, color de ojos o pelo, presencia de pecas, altura, longitud desde el codo hasta la falange del dedo mayor, lóbulo de la oreja pegado o libre, entre otras.

Observen y/o midan algunas de estas variaciones entre sus compañeros y registren los datos para las características seleccionadas de todos los integrantes de la clase. Vuelquen la información en una tabla que les permita calcular la frecuencia de cada característica. ¿Predominan las semejanzas o las diferencias? ¿Qué importancia biológica consideran que tienen estas variaciones?



## CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE LAS POBLACIONES: FACTORES QUE MODIFICAN LA VARIABILIDAD

La variabilidad genética presente en las poblaciones tiene su origen primario en las mutaciones, entendidas como cambios en el material genético. Las copias de ADN que se producen en las divisiones celulares en los distintos momentos de la **gametogénesis** deben permitir que el paso de la información genética de los progenitores a sus hijos sea fiel. Sin embargo, durante la replicación del ADN, pueden surgir errores de copiado y a ello denominamos mutaciones. Aquí es importante señalar que solo tienen valor evolutivo las mutaciones que se expresan, dando lugar a algún fenotipo y que, además, se heredan, por lo tanto se conservan en una población. Por sí sola, la mutación es poco efectiva como factor de cambio en las frecuencias alélicas. Se requiere de otra fuerza actuando, como la selección natural, para que aumente o disminuya con el tiempo la frecuencia de los alelos.

Otros factores que contribuyen a aumentar la variabilidad en una población son: la reproducción sexual cruzada y el flujo génico.

### Reproducción sexual cruzada

La reproducción sexual presenta con respecto a la reproducción asexual, la ventaja biológica de promover la variabilidad entre los miembros de una especie, ya que la descendencia es el producto de los alelos aportados por ambos progenitores, en lugar de ser una copia idéntica de un único progenitor.

La recombinación que tiene lugar durante la reproducción sexual es el resultado de mecanismos que abordaremos en el próximo capítulo.

### Flujo génico y migración

Prácticamente, no existen poblaciones naturales aisladas por completo de otras de la misma especie. Por lo general, entre poblaciones de una misma especie, se produce el desplazamiento de individuos o migración, dando por resultado el intercambio de alelos entre las mismas.

Es así que el flujo de genes puede introducir nuevos alelos en una población o modificar las frecuencias génicas. Como también puede hacer que poblaciones distantes sean genéticamente similares entre sí.

La interrupción del flujo génico es un hecho muy importante en el proceso de formación de especies como veremos más adelante. Cuanto menor sea el flujo génico entre dos poblaciones, más probable será que se acumulen diferencias, barreras reproductivas y estas poblaciones evolucionen, dando origen a nuevas especies.

El guepardo o chita es un ejemplo de lo que ocurre cuando se interrumpe el flujo génico. Después de habitar en la India, Cercano Oriente y África, en la actualidad, solo quedan unos 7000 ejemplares en el

### Vocabulario



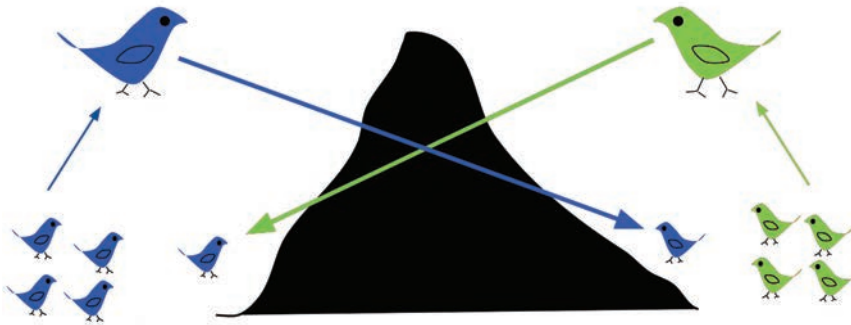
#### • Gametogénesis

Serie de divisiones celulares que conduce a la producción y maduración de células sexuales (gametos).



oriente y sur de África. La población se redujo mucho y, actualmente, todos los individuos existentes provienen de la reproducción de unos pocos, por lo que los apareamientos en poblaciones reducidas muchas veces es entre padres y descendientes, por la escasez de parejas potenciales. Esto da como resultado una disminución de las frecuencias alélicas. Los pocos guepardos que quedan son tan genéticamente similares entre sí, que pueden encontrarse idénticas manchas sobre la piel en muchos de ellos.

Entre los factores que disminuyen la variabilidad genética en las poblaciones, se encuentran la selección natural y la deriva génica, que desarrollamos a continuación.



Flujo génico entre poblaciones

## SELECCIÓN NATURAL

En el capítulo 1, presentamos, a modo de introducción, el mecanismo de selección natural, como una importante fuerza evolutiva de cambio en las especies. Este mecanismo es explicado por la teoría de la evolución de Darwin y Wallace. A continuación, retomaremos los aspectos claves de la misma y conoceremos los distintos modos de operar que tiene.

Para comprender el mecanismo de selección natural, es necesario tener en cuenta una serie de observaciones:

- En primer lugar, la existencia de rasgos heredables, las variaciones. Es decir, características que pasan de padres a hijos. Esto se debe a que las características biológicas son determinadas, en parte, por los genes que reciben los hijos de sus padres.
- En segundo lugar, la descendencia varía en sus rasgos heredables. Los individuos nacen con ligeras diferencias entre sí en color, tamaño, forma, comportamiento, etc., independientemente de que esas diferencias sean ventajosas o perjudiciales. Cada individuo es único.
- En tercer lugar, la gran capacidad reproductiva y estabilidad en el tamaño poblacional. Los organismos son capaces de generar más descendientes de los que su medio ambiente puede soportar, por lo que existe una competencia por los recursos limitados en cada generación.

En base a estas observaciones: en una población dada, algunos individuos pueden tener rasgos heredables (variaciones) que, frente a presiones ambientales, pueden representar una ventaja en términos de supervivencia y, aumentar las probabilidades de que sobrevivan, se reproduzcan y hereden esas características ventajosas a la descendencia. Por ejemplo, en una población de lobos del ártico, el pelaje claro es una ventaja respecto al pelaje oscuro, puesto que como todos los

lobos cazan, les posibilitará pasar inadvertidos frente a sus presas.

Debido a que los rasgos ventajosos son heredables y los organismos que los portan dejan más descendientes, los rasgos tenderán a volverse más comunes. Es decir, presentarse en una mayor proporción en la población en las siguientes generaciones. Esto no significa que la característica desfavorable desaparezca por completo. Eventualmente, puede nacer un lobo de pelaje oscuro. En el transcurso de varias generaciones, la población estará adaptada al ambiente que habita y con el que interactúa, mientras no surjan nuevas presiones selectivas.



Para los lobos del ártico, el pelaje claro es una característica ventajosa

## ¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES UNA ADAPTACIÓN?

El concepto de adaptación puede tener varios significados incluso dentro de la biología. Puede referirse tanto al resultado de los cambios que se producen en una población a lo largo del tiempo, como al proceso que da lugar a la fijación de variaciones favorables en una población, frente a una presión selectiva. En términos evolutivos, y es lo que nos interesa, una adaptación es una característica que se ha vuelto predominante en una población como resultado de la selección natural. Pero los seres vivos presentan muchas características que no necesariamente son adaptaciones. Entonces, ¿cómo reconocerlas? Las adaptaciones son propiedades emergentes de las poblaciones. Se trata de características que hacen a los individuos portadores de las mismas, más eficientes en la interacción con el ambiente. Un comportamiento que permite evadir depredadores, un rasgo anatómico que posibilita el acceso a nuevos recursos o una proteína enzimática con mayor eficacia son algunos posibles ejemplos de características que hacen que los organismos que las posean, tengan mayor éxito reproductivo. Como son heredables, ha de esperarse que quienes las posean, dejen un mayor número de descendientes que sus competidores y que esas variaciones ventajosas, sean cada vez más frecuentes en la población.

Un concepto diferente es la aclimatación. Se trata de un mecanismo que ocurre a nivel individual, como parte de los procesos de homeostasis y permiten que un organismo sobreviva cuando se expone a diferentes ambientes. Por ejemplo, si una persona viaja desde Buenos Aires a la Puna, en el noroeste de nuestro país, donde hay menor presión parcial de oxígeno en la atmósfera que a nivel del mar, debido a la altitud (más de 2000 metros), al principio es probable que se sienta cansado o mareado. Pero, pasadas algunas semanas, su cuerpo comenzará a producir mayor cantidad de glóbulos rojos y desaparecerán los síntomas de lo que llamamos “apunamiento”, lo cual significa que el organismo se aclimató.

Aunque resulte tentador buscar explicaciones adaptativas para todas las características que pueden presentar los organismos, una adaptación debe cumplir una serie de requisitos para ser considerada como tal, ha de:

- Ser heredable: ya que la selección natural actúa sobre características que se transmiten a la descendencia y se fijan en las generaciones siguientes. Por esto, la adaptación es una propiedad de las poblaciones y no del organismo individual.
- Ser funcional o ventajosa frente a una presión selectiva.
- Aumentar la eficacia biológica de los organismos que la posean.

## TIPOS DE SELECCIÓN NATURAL

En apartados anteriores, desarrollamos la idea de que la selección natural es una fuerza impulsora de la evolución, al producir cambios en las frecuencias alélicas de una población, pero no siempre actúa de la misma manera. En algunos casos, puede preservar características que favorecen a los individuos que presentan algún valor promedio en alguna variación; en otros, beneficiar a individuos en los que alguna característica se aleje de la media, o bien ayudar a fenotipos extremos.

Los científicos han propuesto una clasificación de los tipos de selección natural: la estabilizadora, la direccional y la disruptiva, que les presentamos a continuación.

### Selección natural estabilizadora

En el caso de la **selección natural estabilizadora** o **normalizadora**, el fenotipo intermedio para una variación se ve favorecido en relación a los fenotipos extremos. Un ejemplo lo constituye el peso de los bebés humanos al nacer. Registros de principios de siglo XX indicaban que los bebés con pesos intermedios tienen mayor probabilidad de sobrevivir que los bebés que son muy pequeños, ya que estos pierden calor de manera más rápida y son más sensibles a las enfermedades por infección, o los muy grandes, más difíciles de parir por el tamaño estrecho de la pelvis. En la actualidad, debido a cuidados prenatales, prácticas como la cesárea y atenciones de neonatología, esta tendencia puede verse modificada.

### Selección natural disruptiva

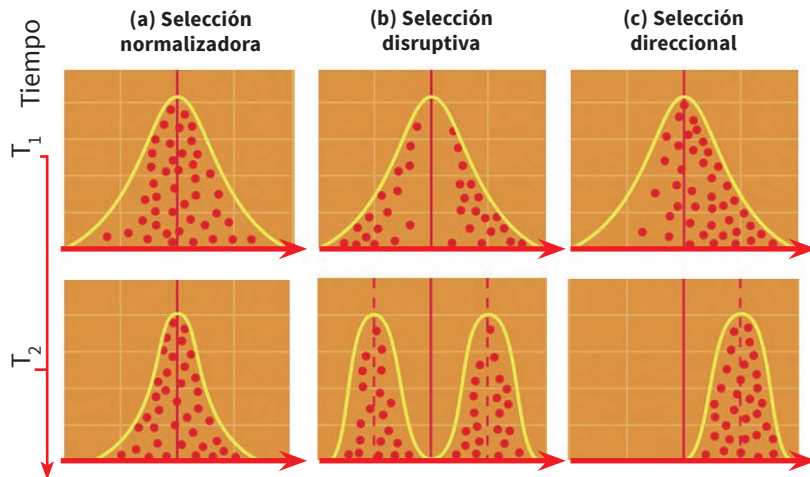
Cuando opera la **selección natural disruptiva**, también llamada **diversificadora**, se ven favorecidos los fenotipos extremos para una variación presente en una población. A largo plazo, los fenotipos intermedios pueden desaparecer. Por ejemplo, en los “insectos hoja”, sus colores y formas del cuerpo, similares a hojas de árboles, les aportan una ventaja para camuflarse. Los individuos de color verde se camuflan bien en hojas vivas y los de color pardo, en las hojas muertas. Sin embargo, los individuos intermedios de color amarillo no se pueden camuflar en ningún sitio y tienen menor eficacia biológica; por lo tanto, menos probabilidades de sobrevivir, reproducirse y dejar descendientes.



Fenotipos posibles en insectos hoja

### Selección natural direccional

En la **selección natural de tipo direccional**, se favorece uno de los valores extremos de una característica fenotípica (variación) determinada. Si esta selección opera en el transcurso de varias generaciones, dará como resultado una tendencia evolutiva dentro de la población, es decir, la permanencia de dicho fenotipo en el tiempo. Esta situación puede revertirse cuando los cambios ambientales favorezcan a otros fenotipos o cuando se alcanza un fenotipo óptimo. Entre los ejemplos más conocidos de la selección direccional, se encuentra el gigantismo en las tortugas de las islas Galápagos. En este archipiélago, las tortugas del género *Chelonoidis*, no tienen depredadores naturales, no se ocultan ni son veloces. A su vez, los ejemplares mayores pueden obtener mayor cantidad y diversidad de alimentos; por lo tanto, pueden producir un mayor número de huevos o crías y disponer de grandes reservas energéticas, lo cual les permite sobrevivir mejor en las temporadas adversas para ellas. Bajo estas condiciones particulares, la selección natural favorece a los individuos más grandes, con ejemplares que superan los 450 kg y longitudes superiores a los dos metros.



Tipos de selección natural

### SELECCIÓN SEXUAL

A mediados del siglo XIX, Charles Darwin escribió, a partir de sus observaciones e hipótesis: “En los animales cuyos sexos están separados, los machos difieren necesariamente de las hembras por sus distintos órganos de reproducción, que constituyen los caracteres sexuales primarios. Pero, además, los sexos difieren por lo que Hunter (anatomista inglés del siglo XIX) ha llamado caracteres sexuales secundarios, los cuales no están directamente relacionados con el acto de la reproducción...”.

Al observar la biodiversidad, encontramos que algunas características presentes en los animales, como el plumaje largo y colorido de pavos reales macho y la enorme cornamenta de los ciervos, resultan incómodas, en el mejor de los casos, para sus portadores. Darwin propuso que estos rasgos, que incluso pueden resultar desventajosos en términos de supervivencia, son el resultado de la selección sexual. Este tipo de selección actúa sobre la capacidad que tienen los organismos de una especie para conseguir pareja y reproducirse. Este proceso puede presentarse de dos maneras. En la **selección intrasexual**, tiene lugar una competencia entre los miembros de un sexo para aparearse con el sexo opuesto, por ejemplo, la competencia entre los machos de los elefantes marinos

para controlar un harén. En la **selección intersexual**, los miembros de un sexo ejercen fuertes presiones selectivas sobre las características del sexo opuesto mediante la elección de sus parejas. La presencia de un rasgo particular entre los miembros de un sexo puede hacerlos de algún modo más atractivos al sexo opuesto.

Los machos y hembras de muchas especies de animales son similares en el tamaño y la forma. Pero en otras, las diferencias son notables. Se considera que la selección sexual es la principal causa de las diferencias morfológicas entre machos y hembras de una misma especie, lo que se denomina **dimorfismo sexual**. En muchas especies, los machos son, a menudo, más grandes y fuertes, intensamente coloreados o dotados con adornos visibles. Mientras que las hembras, son las que, casi siempre, seleccionan de manera activa a su pareja entre las opciones disponibles, favoreciendo a aquellos ejemplares que tengan más desarrolladas ciertas características.

## Actividad

### Tipos de selección en la naturaleza

Indiquen con qué tipo de selección están relacionados los siguientes casos. ¿Qué evidencia presentada les permite inferir el tipo de selección que opera?

- Los ciervos macho compiten por las hembras. El análisis de las pinturas rupestres muestra que el tamaño del ciervo no ha cambiado mucho en miles de años. Se ha observado que los ciervos excesivamente grandes son demasiado “ambiciosos” y reúnen harenes de hembras muy numerosos que, a su vez, atraen a más competidores. Como resultado, los ciervos más grandes emplean más tiempo en luchar que en aparearse, mientras que los ciervos medianos se cuelan en los harenes y se reproducen.
- Cuando la hembra de la especie de salmón *Oncorhynchus kisutch* desova, los machos se acercan al nido y vierten su esperma fecundando los huevos. Los que logran hacerlo son, por un lado, los machos más grandes que luchan entre sí por acercarse y, por el otro, los más pequeños, que logran llegar ocultándose entre las rocas, evitando así ser vistos y competir con otros machos.
- El DDT fue un insecticida ampliamente usado a partir de la década del 40. Luego de varios años de uso intensivo, perdió su eficacia sobre los insectos. En la actualidad, más de 200 especies de insectos son resistentes a través de diferentes mecanismos. La resistencia al DDT es un carácter genético (raro en un comienzo) que se convierte en un carácter favorable por la presencia de DDT en el medio ambiente.

## Actividades

### 1 Un hito chino ha separado a plantas

La Gran Muralla de China, que comenzó a construirse en el siglo V a. C. para obstaculizar a las tribus merodeadoras, también dificulta el flujo de genes de plantas. Así, lo señala un artículo publicado en la revista *Nature* en el año 2003. Hongya Gu y su equipo de la Universidad de Pekín estudiaron plantas de tres sitios. En dos de ellos, el terreno está separado por el muro, que tiene seis metros de altura y es igual de ancho. En el tercer sitio de control, un sendero estrecho de montaña atraviesa la vegetación. El equipo analizó 416 muestras de ADN de seis especies con diferentes hábitats, estilos de polinización y sistemas reproductivos. Encontraron que plantas de la misma especie, que crecen en ambos lados de la muralla, son genéticamente diferentes.

- ¿Cómo explicarían los cambios en la composición genética de estas poblaciones?
- ¿Qué incidencia puede tener el tipo de polinización en el mantenimiento del flujo génico?

### 2 ¿A qué modelo de especiación puede corresponder la figura? Fundamenten su respuesta.



## EL FIN DE UNA ESPECIE: LAS EXTINCIONES

Opabinia, un animal con una garra en su trompa frontal, cinco ojos en la cabeza, cuerpo segmentado y branquias en la parte superior... es tan extraño que parece un ser de otro planeta. Sin embargo, esta criatura que habitó algunos mares de la Tierra, hoy se encuentra extinta, al igual que el 99% de las especies que alguna vez vivieron en el planeta. Opabinia, pertenece a la fauna de Burgess Shale: animales que representan la primera explosión de vida pluricelular conocida y comprobada en los mares del Cámbrico.

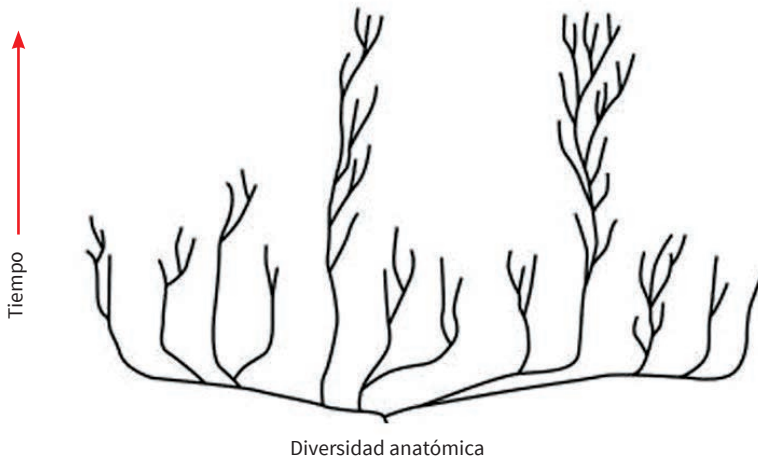
Stephen Jay Gould, uno de los biólogos evolutivos más destacado del siglo XX (1941-2002), denomina al fenómeno de Burgess Shale “episodio concentrado de diversificación” y sostiene que la





Opabinia

historia de la vida es la narración de una explosión de formas anatómicas diferentes, seguida de su casi total eliminación y la posterior diferenciación, y no tanto el relato convencional de un aumento constante de excelencia, complejidad y diversidad de especies biológicas. La tesis principal de Gould es que la evolución de las formas de vida procede, mediante extinciones masivas, que restringen la variedad de diseños drásticamente y al azar: “la vida evoluciona mediante diezmación y diversificación”.



Representación del árbol de la vida que refleja las lecciones de Burgess Shale: diversificación y diezmación

## El túnel del tiempo



Los fósiles de Burgess Shale, que datan de hace 530 millones de años, fueron hallados en una cantera de la Columbia Británica en 1909 por Charles Doolittle Walcott, paleontólogo norteamericano. En una primera interpretación del hallazgo, se consideró a estos animales como versiones ancestrales o primitivas de grupos de organismos actuales. Más de 50 años después, en 1971, el profesor Harry Whittington, de la Universidad de Cambridge, publica una monografía con una revisión no solo de la fauna de Burgess Shale, sino de toda la historia de la vida, incluida nuestra propia evolución.

Comparados con los mares de Burgess Shale, es posible que los océanos de hoy en día contengan muchas más especies, pero con muchos menos planes anatómicos. La fauna de Burgess Shale presentaba una gran variedad anatómica. A tal punto que, en la actualidad, el casi millón de especies de artrópodos descritos, se encuadra en cuatro grupos principales, mientras que la fauna de Burgess Shale revela más de 20 diseños diferentes a los conocidos en la actualidad.



Cuando se analiza la historia de la biodiversidad en nuestro planeta, nos encontramos con que la extinción es un fenómeno muy frecuente, a punto tal que los científicos afirman que constituye el destino de toda especie. En el contexto de la macroevolución, se analizan las extinciones, que resultan irreversibles, y afectan a especies o taxones de nivel superior.

Las extinciones se producen de modo más o menos continuo a lo largo del tiempo geológico, dando lugar al surgimiento de otras especies, y a este proceso se lo conoce como **extinción de fondo**. En algunas ocasiones, la tasa de extinción se eleva bruscamente durante un tiempo breve, un suceso conocido como **extinción masiva o en masa**. Cada extinción en masa cambia la biodiversidad del período geológico siguiente y puede implicar la eliminación de una enorme cantidad de especies llegando a provocar incluso la desaparición de grupos taxonómicos completos, como órdenes o familias. Desde otro punto de análisis, la extinción de grupos enteros ofrece nuevas oportunidades para los organismos sobrevivientes.

Los investigadores, quienes reconstruyen estos hechos a partir de la evidencia aportada por el registro fósil, identifican cinco grandes períodos de extinciones masivas. Y reconocen un sexto período de extinción que está ocurriendo ahora.

A diferencia de las extinciones anteriores, ocurridas por fenómenos físicos y/o biológicos: caída de un meteorito, variación en la temperatura global, trastornos en el desarrollo embrionario, entre otros, la “Sexta Extinción”, como ha de llamarse, tiene como unas de sus causas un factor biótico: el hombre.

Todos los seres vivos ocasionan un impacto sobre el medio ambiente. Desde las lombrices y su papel en la modificación del suelo, hasta los castores que hacen diques en los cursos de agua, tienen un efecto sobre el entorno físico. Pero el impacto provocado por el *Homo sapiens*, es decir, por nosotros, es mucho más complejo de analizar. Factores culturales, sociales, económicos y políticos forman parte del entramado.

Según un informe elaborado por la Auditoría General de la Nación, para el período 2011-2016, en Argentina, hay 564 especies de fauna silvestre:

- **En peligro de extinción:** aquellas especies cuya supervivencia será improbable si los factores causantes de su regresión continúan actuando.
- **Amenazadas:** especies que por exceso de caza, por destrucción de su hábitat o por otros factores, son susceptibles de pasar a la situación de especies en peligro de extinción.
- **Vulnerables:** especies que debido a su número poblacional, distribución geográfica u otros factores, aunque no estén actualmente en peligro, ni amenazadas, podrían correr el riesgo de entrar en dichas categorías.

Las causas principales son:

- Pérdida y degradación del hábitat
- Avance de la frontera agropecuaria
- Caza ilegal
- Tráfico de especies o de productos derivados
- Contaminación
- Cambio climático
- Introducción de especies exóticas
- Sobrepastoreo



## Lectura

### Denuncian la muerte masiva de cóndores envenenados en la Patagonia

La organización ambiental “Aves Argentinas” informó que un “poderoso agrotóxico” prohibido en nuestro país provocó estas muertes. ¿A quiénes responsabilizan?

Al menos 23 cóndores fueron hallados muertos envenenados en dos zonas de la Patagonia argentina, una situación que en menos de un año se dio en otras regiones del país sudamericano, informó hoy la organización ambiental “Aves Argentinas”. “Un poderoso agrotóxico, prohibido en el país, fue usado como veneno. En Argentina, el uso ilegal de agrotóxicos está diezmando las poblaciones naturales del cóndor andino”, informó este organismo. El hallazgo de aves muertas ocurrió en las ciudades patagónicas de Chos Malal y Perito Moreno, en las provincias de Neuquén y Santa Cruz, y se suma a las “muertes masivas” ocurridas en poco más de un año en las provincias de Jujuy y Mendoza, respectivamente. “Han muerto envenenados más de 90 cóndores en el país y los casos de muerte masiva se siguen repitiendo a un ritmo que amenaza de extinción a la especie”, La organización indicó que los estudios toxicológicos realizados por la Fundación Bioandina Argentina “determinaron la causa de muerte (de las aves) por ingesta de un poderoso agrotóxico organofosforado, cuyo uso está prohibido en el país”. Aves Argentinas advirtió que, “desgraciadamente, algunos pobladores rurales ilegalmente siguen usando veneno para tratar de controlar grandes carnívoros como pumas, zorros e incluso perros”. Con eso, sin embargo, “causan la muerte de especies carroñeras, encargadas de mantener la limpieza del ambiente, y también contaminan el suelo, el agua y ponen en peligro todas las formas de vida, incluso la humana”.

Fuente: perfil.com

#### Actividad

##### Al rescate del Espíritu de los Andes

1 A partir de la lectura del artículo:

- Definan los actores involucrados y cuál es la participación de cada uno.
- Identifiquen los conflictos de intereses y valores que están en juego. ¿Qué actores entran en tensión en dichos conflictos?
- Busquen información sobre el programa Conservación del Cóndor Andino.
- Elaboren una campaña de difusión para redes sociales.

2 Teniendo en cuenta que nada se puede valorar si no se conoce, en grupos, busquen información sobre alguna de las especies incluidas en las categorías anteriores para nuestro país.

Pueden realizar un mapa georreferencial de la distribución de la especie, contáctense con organizaciones y asociaciones que lleven adelante programas de conservación, averigüen si existe legislación vigente que proteja a la especie en cuestión, etc. Con la información recolectada, elijan algunas de estas opciones con el propósito de promover la toma de conciencia acerca de la problemática por parte de los diferentes actores de la comunidad, diseñen una campaña de difusión con pósteres, publicaciones para redes sociales, preparación de un stand en la feria de ciencias, videos, entre otros.