





Autora: Sylvia Mader



Impreso: 9786071515308



ISBN: Pendiente



VitalSource: Pendiente

DESCRIPCIÓN GENERAL

El objetivo principal de este libro es ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos más importantes de la Biología, los que le permitan entender lo que sucede a su alrededor, de manera que puedan dar sentido al mundo que los rodea desde el punto de vista de la Biología y de la ciencia. Por citar un caso, el estudiante aprenderá qué son los virus, cuáles sus características y lo relevantes que se han vuelto en el mundo globalizado.

Organizado en unidades, en el texto se presenta primero un módulo para involucrar a los estudiantes en la aplicación del contenido a su vida, así como lecturas para centrarse en temas importantes. Por añadidura, al principio de cada unidad la sección “Seguimiento de los temas” ofrece una relación del contenido con cada uno de los temas; al final, la sección “Vinculación de los conceptos” funciona como preámbulo para los temas de la siguiente unidad.

CONTENIDO

1. Parte I: La célula
 2. Parte II: Base genética de la vida
 3. Parte III: Evolución
 4. Parte IV: Microbiología y evolución
 5. Parte V: Evolución y biología de las plantas
 6. Parte VI: Evolución y diversidad de los animales
 7. Parte VII: Biología animal
 8. Parte VIII: Comportamiento y ecología
- Apéndices
Glosario
Índice

RECURSOS

Smartbook
Presentaciones en PPT

Mader

Biología

Primera edición

Parte I La célula

- Unidad 1 Una visión de la vida
- Unidad 2 Química básica
- Unidad 3 La química de las moléculas orgánicas
- Unidad 4 Estructura y función de la célula
- Unidad 5 Estructura y función de la membrana
- Unidad 6 Metabolismo: energía y enzimas
- Unidad 7 Fotosíntesis
- Unidad 8 Respiración celular

Parte II Base genética de la vida

- Unidad 9 El ciclo de la célula y la reproducción celular
- Unidad 10 Meiosis y reproducción sexual
- Unidad 11 Patrones mendelianos de la herencia
- Unidad 12 Biología molecular del gen
- Unidad 13 Regulación de la expresión de los genes
- Unidad 14 Biotecnología y genómica

Parte III Evolución

- Unidad 15 Darwin y la evolución
- Unidad 16 Cómo evolucionan las poblaciones
- Unidad 17 Especiación y macroevaluación
- Unidad 18 Origen e historia de la vida
- Unidad 19 Taxonomía sistemática y filogenia

Parte IV Microbiología y evolución

- Unidad 20 Virus, bacterias y arqueas
- Unidad 21 Evolución y diversidad de los protistas
- Unidad 22 Evolución y diversidad de los hongos

Parte V Evolución y biología de las plantas

- Unidad 23 Evolución y diversidad de las plantas
- Unidad 24 Plantas con flor: estructura y organización
- Unidad 25 Plantas con flor: nutrición y transporte
- Unidad 26 Plantas con flor: control de respuestas de crecimiento
- Unidad 27 Plantas con flor: reproducción

Parte VI Evolución y diversidad de los animales

- Unidad 28 Evolución de los invertebrados
- Unidad 29 Evolución de los vertebrados
- Unidad 30 Evolución de los seres humanos

Parte VII Biología animal

- Unidad 31 Organización y homeostasis de los animales
- Unidad 32 Circulación y sistemas cardiovasculares
- Unidad 33 Sistemas linfático e inmunitario
- Unidad 34 Sistemas digestivos y nutrición
- Unidad 35 Sistemas respiratorios
- Unidad 36 Regulación de los fluidos corporales y sistemas excretores
- Unidad 37 Neuronas y sistemas nerviosos
- Unidad 38 Órganos de los sentidos
- Unidad 39 Sistemas de locomoción
- Unidad 40 Hormonas y sistemas endocrinos
- Unidad 41 Sistemas reproductores
- Unidad 42 Desarrollo y envejecimiento

Parte VIII Comportamiento y ecología

- Unidad 43 Ecología del comportamiento
- Unidad 44 Ecología de las poblaciones
- Unidad 45 Comunidad y ecología de los ecosistemas
- Unidad 46 Principales ecosistemas de la biósfera
- Unidad 47 Conservación de la biodiversidad

Apéndices

Glosario

Índice

Parte I

La célula

Contenido:

- Unidad 1** Una visión de la vida
- Unidad 2** Química básica
- Unidad 3** La química de las moléculas orgánicas
- Unidad 4** Estructura y función de la célula
- Unidad 5** Estructura y función de la membrana
- Unidad 6** Metabolismo: energía y enzimas
- Unidad 7** Fotosíntesis
- Unidad 8** Respiración celular

Como se mencionó en la sección 1.1, hay ciertas características generales que comparten todas las formas de vida. También sabemos que la célula es la unidad básica de la vida. Sin embargo, antes de explorar las diversas funciones de la célula, necesitamos entender de qué están hechas. Para ello, vamos a realizar una rápida exploración a la química. Comenzaremos por comprender la química básica y la naturaleza del agua, que es probablemente una de las moléculas más importantes para la vida tal como la conocemos. Una vez que establezcamos los fundamentos químicos de la vida, continuaremos con la estructura de las moléculas orgánicas, como los carbohidratos y las proteínas, que se utilizan para desempeñar las funciones celulares.

Al estar vivas las células deben obtener energía y diversas sustancias, al tiempo que mantienen un ambiente interno por homeostasis. La mayoría de los capítulos de esta unidad nos ayudarán a entender cómo las células logran estos objetivos. También exploraremos la manera en que la estructura de la célula se relaciona con su función, ya sea como un organismo unicelular o como parte de un tejido, un órgano o un organismo pluricelular. En unidades posteriores analizaremos el proceso de reproducción celular y la respuesta ante los estímulos.

Puesto que la célula constituye el fundamento de toda vida, comprender estos conceptos le servirá conforme avance hacia secciones posteriores del libro.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD

Los resultados de aprendizaje de esta unidad se enfocan en tres temas principales de las ciencias de la vida.

Evolución	Examinar cómo los elementos inanimados se pueden combinar para producir una célula viva.
Naturaleza de la ciencia	Describir cómo se emplea la ciencia para investigar fenómenos celulares.
Sistemas biológicos	Evaluar cómo los componentes celulares operan en conjunto para funcionar y vivir.

Una visión de la vida

Contenido de la unidad:

- 1.1 Características de la vida
- 1.2 Evolución y clasificación de la vida
- 1.3 El proceso científico
- 1.4 Desafíos que enfrenta la ciencia

Los temas de evolución, naturaleza de la ciencia y sistemas biológicos son importantes para entender la biología.

© Gerald Metropoulos; Zoo/McGraw-Hill Education; (investigadores) Fuente: NOAA; (arrecife); © Vlad61/Shutterstock RF



Nuestro planeta es el hogar de una asombrosa diversidad de vida. Se estima que hay más de 15 millones de especies diferentes, incluyendo la nuestra, el *Homo sapiens*, que habitan en la Tierra. Asimismo, la vida se encuentra en todas partes, desde las fosas más profundas en los océanos hasta las cimas de las montañas más elevadas. La biología es el área del estudio científico que se enfoca en comprender todos los aspectos de los organismos vivos. Para entender mejor lo que significa estar vivo, los biólogos exploran la vida a nivel molecular en la información contenida en nuestros genes, hasta las interacciones ecológicas a gran escala en múltiples especies y en sus entornos.

En el presente libro vamos a enfocarnos en tres temas que definen esas exploraciones. El primero es la evolución, el tema central de la biología y la explicación de cómo es que la vida se adapta y cambia con el transcurso del tiempo. El segundo tema es la naturaleza de la ciencia, la cual es un proceso que depende de la experimentación y de pruebas de hipótesis, para validar sus hallazgos. El tercer tema son los sistemas biológicos. A lo largo del libro, descubrirás que la vida está interconectada en muchos niveles, desde las similitudes en nuestra información genética hasta el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas.

A medida que avancemos en el capítulo considera cómo los seres humanos estamos interconectados con otras especies en esos tres temas.

Conforme leas la unidad, piensa en las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué la evolución es un tema central de las ciencias biológicas?
2. ¿De qué formas la vida está interconectada?
3. ¿Cómo utilizan los investigadores el método científico para estudiar la vida?

Seguimiento de los temas

Parte 1 La célula

UNIDAD 1 UNA VISIÓN DE LA VIDA

Evolución	Entender el proceso científico, la teoría de la evolución y la interacción de los sistemas biológicos es importante para el estudio de la biología.
Naturaleza de la ciencia	Los científicos hacen observaciones, formulan hipótesis y realizan experimentos con la finalidad de entender los principios de la vida.
Sistemas biológicos	Desde las comunidades de organismos hasta las células individuales, la vida se basa en átomos y moléculas.

1.1 Características de la vida



Resultados de aprendizaje

Al terminar de estudiar esta sección, serás capaz de:

1. Distinguir cada uno de los niveles de organización biológica.
2. Identificar las características básicas de la vida.

La **biología** es el estudio científico de la vida. La vida en la Tierra adopta una asombrosa variedad de formas, que con frecuencia, funcionan y se comportan de maneras que resultan extraordinarias para los seres humanos. Por ejemplo, las ranas incubadoras gástricas (*Rheobatrachus*) se tragan a sus embriones y, tiempo después, ¡los dan a luz expulsándolos por la boca! Algunas especies de bejines, un tipo de hongos, son capaces de producir billones de esporas cuando se reproducen. Los tiburones toro matan a sus hermanos y se los comen cuando aún están dentro del cuerpo de la madre. Algunas orquídeas *Ophrys* se parecen tanto a las abejas hembra que las abejas macho intentan aparearse con ellas. Los pulpos y los calamares poseen sorprendentes habilidades para resolver problemas a pesar de tener un cerebro pequeño. Algunas bacterias viven apenas 15 minutos, mientras que la vida de los pinos de cerdas cónicas (*bristlecone*) es tan larga como la de 10 generaciones de seres humanos. En resumen, desde las mayores profundidades oceánicas hasta una de las capas de la atmósfera, la tropósfera, la vida es abundante y diversa.

La figura 1.1 ilustra los principales grupos de organismos vivos. De izquierda a derecha, las bacterias son organismos microscópicos ampliamente distribuidos con una estructura muy sencilla. Un *Paramecio* es un ejemplo de un protista microscópico. Los protistas son más grandes y complejos que las bacterias. Los demás organismos incluidos en la figura 1.1 son visibles a simple vista. Pueden distinguirse por la forma como obtienen su alimento. Una colmenilla es un hongo que digiere su alimento externamente. Un girasol es una planta fotosintética que elabora su propio alimento y un pulpo es un animal acuático que ingiere su alimento.

Si bien la vida es extraordinariamente diversa, se puede definir mediante algunas características básicas comunes a todos los organismos. Al igual que los objetos inanimados, los organismos se componen de elementos químicos. Asimismo, los organismos obedecen las mismas leyes de la química y la física que rigen todo cuanto existe en el Universo. Sin embargo, las características de la vida nos brindan conocimiento de su naturaleza, y nos ayudan a distinguir a los organismos vivos de los objetos inanimados.

La vida está organizada

La organización compleja de la vida (figura 1.1) comienza con los **átomos**, unidades básicas de la materia. Los átomos se combinan para formar **moléculas** pequeñas, las cuales se unen para constituir moléculas de mayor tamaño dentro de una **célula**, unidad básica más pequeña de vida. Aunque una célula está viva, se encuentra constituida por moléculas que no poseen vida. Algunas células, como el *Paramecio* organismo unicelular, viven de manera independiente. En algunos casos, los organismos unicelulares se reúnen para formar colonias, como por ejemplo el alga microscópica llamada *Volvox*.

Muchos organismos vivos son **pluricelulares**, lo cual significa que contienen más de una célula. En los organismos pluricelulares, las células con funciones similares se combinan para formar **tejidos**; un ejemplo son el tejido nervioso y el



Figura 1.1 Diversidad de la vida. La biología es el estudio científico de la vida. Ésta es una muestra de las diversas formas de vida que se encuentran en el planeta Tierra.

tejido muscular presente en los animales. Los tejidos, a su vez, constituyen **órganos** como el cerebro en el caso de los animales o las hojas en el caso de las plantas. Los órganos trabajan en conjunto para formar **sistemas de órganos**; un ejemplo es el cerebro, el cual trabaja con la médula espinal y con una red compleja de nervios para constituir el sistema nervioso. A su vez, los sistemas de órganos se unen para formar un **organismo**, como un elefante.

Los niveles de organización biológica se extienden más allá del organismo individual. Una **especie** es un grupo de organismos que comparten ciertas características y que pueden reproducirse entre sí. Todos los miembros de una misma especie que comparten un área particular pertenecen a una **población**. Un bosque cercano, por ejemplo, puede albergar a una población de ardillas grises y a una población de robles blancos. Las poblaciones de varios animales y plantas en el bosque constituyen una **comunidad**. La comunidad de poblaciones interactúan con el ambiente físico (agua, tierra, clima) para formar un **ecosistema**. Colectivamente, todos los ecosistemas de la Tierra constituyen la **biósfera**.

En la figura 1.2 (página siguiente) se observa que cada nivel de organización biológica se organiza en forma jerárquica desde lo más simple a lo más complejo. Al ascender en la jerarquía, cada nivel adquiere *propiedades nuevas y emergentes*, o características nuevas y únicas que están determinadas por las interacciones entre las partes individuales. Por ejemplo, cuando las células se separan en trozos de membrana y en líquidos, tales partes, por sí solas, no pueden constituir todas las características de la vida. Sin embargo, todos los niveles de organización biológica están interconectados y funcionan como sistemas biológicos. Por ejemplo, un cambio en las concentraciones de dióxido de carbono (una molécula pequeña) puede afectar el funcionamiento de órganos, organismos y ecosistemas enteros. En otras palabras, la vida está interconectada en diversos niveles.

La vida requiere materiales y energía

Los organismos vivos no pueden mantener la organización ni continuar con las actividades propias de la vida sin una fuente

externa de nutrientes y energía (figura 1.3). El alimento provee nutrientes, los cuales se utilizan como bloques de construcción o como energía. La **energía** es la capacidad para efectuar un trabajo, y se requiere trabajo para mantener la organización de la célula y del organismo. Cuando las células utilizan moléculas provenientes de los nutrientes para constituir sus partes y productos, llevan a cabo una secuencia de reacciones químicas. El término **metabolismo** (del griego, *metabolé*, que quiere decir “cambio”) abarca todas esas reacciones químicas que ocurren en una célula.

La principal fuente de energía de casi toda la vida existente en la Tierra proviene del Sol. Las plantas y algunos otros organismos son capaces de captar la energía solar y realizar la **fotosíntesis**, un proceso en el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de la energía lumínica solar. Todos los seres vivos necesitan energía, materia orgánica producida por las plantas mediante la fotosíntesis y materia inorgánica.

El flujo de la energía y el ciclo de la materia entre los organismos también determinan cómo funciona un ecosistema (figura 1.4). Dentro de éste, el ciclo de la materia y el flujo de la energía inician cuando los productores, como las plantas, toman la energía solar y los nutrientes inorgánicos para producir alimento mediante la fotosíntesis. El ciclo de la materia (las flechas azules en la figura 1.4) ocurre a medida que las sustancias químicas se mueven de una población a otra en una cadena alimentaria, hasta que la muerte y la descomposición permiten que los nutrientes inorgánicos regresen a los productores. Por otro lado, la energía (flechas rojas) fluye del Sol a través de las plantas y de otros miembros de la cadena alimentaria conforme se alimentan unos de otros. La energía se disipa gradualmente y regresa a la atmósfera en forma de calor. Como la energía no es cíclica, los ecosistemas no podrían existir sin la energía solar o sin la capacidad que tienen los organismos fotosintéticos para absorberla.

El clima de un ecosistema determina en gran medida no sólo dónde se encuentran diferentes ecosistemas en la biósfera, sino también qué comunidades habitan en el ecosistema. Por ejemplo, los desiertos existen en áreas con mínima cantidad de precipitación pluvial, mientras que los bosques requieren de mucha lluvia. Los dos ecosistemas con mayor diversidad biológica —las selvas tropicales y los arrecifes de

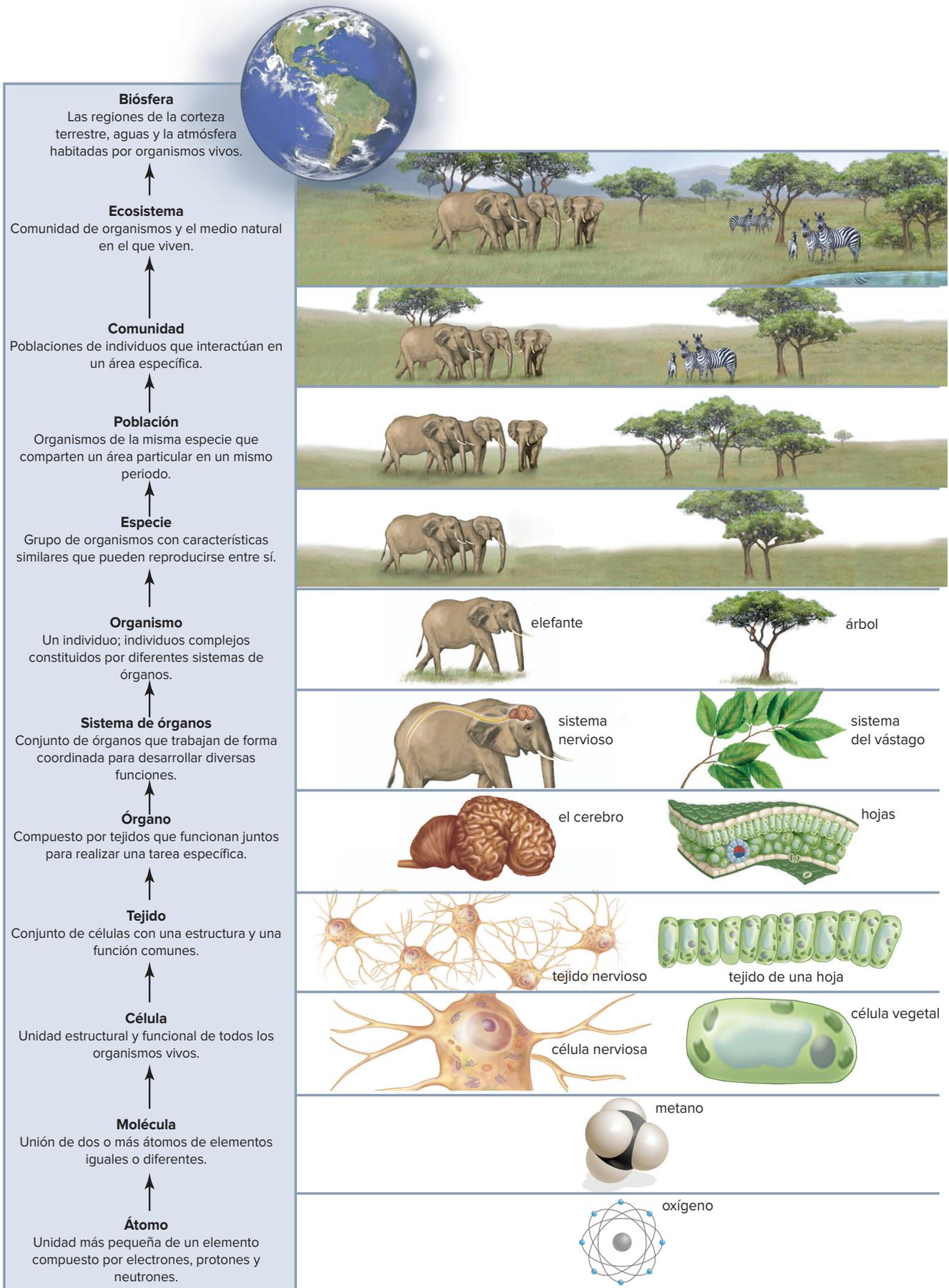


Figura 1.2 Niveles de organización biológica. Toda la vida está conectada por niveles de organización biológica que van desde los átomos hasta la biósfera.



© Justin Reznick/Getty RF

Figura 1.3 Obtención de nutrientes y energía. Toda la vida, incluyendo a este oso y al pescado, necesitan obtener energía.

coral— se encuentran en lugares donde es más abundante la energía solar. Otro ejemplo de un ecosistema común en Norteamérica son los pastizales, en los cuales se encuentran poblaciones de conejos, halcones y varios tipos de pastos, entre muchas otras especies. Esas poblaciones interactúan entre sí conformando cadenas alimentarias, donde una población se alimenta de otra. Por ejemplo, los conejos comen pasto, mientras que los halcones se alimentan de conejos y de otros organismos.

Los organismos vivos mantienen la homeostasis

Para sobrevivir, es imperativo que un organismo conserve un estado de equilibrio biológico u **homeostasis** (del griego, *homoios*, “semejante”, y *stasis*, “estabilidad”). Para que la vida continúe, la temperatura, el nivel de humedad, la acidez y otros factores fisiológicos deben permanecer dentro del margen de tolerancia del organismo. La homeostasis se mantiene por medio de sistemas que monitorizan las condiciones internas, y realizan ajustes necesarios y de rutina.

Los organismos poseen intrincados mecanismos de retroalimentación y control que no requieren de ninguna actividad consciente. Tales mecanismos pueden controlarse mediante uno o más tejidos, o bien, por medio del sistema nervioso. Cuando tú estudias y se te olvida de almorzar, tu hígado libera azúcar almacenada para mantener los niveles de glucosa en la sangre dentro de los límites normales. Muchos organismos dependen del comportamiento para regular su ambiente interno. En los animales, tales comportamientos son controlados por el sistema nervioso y, por lo general, de forma inconsciente. Por ejemplo, una lagartija es capaz de elevar su temperatura interna tendiéndose al sol, y de enfriarse al colocarse bajo la sombra.

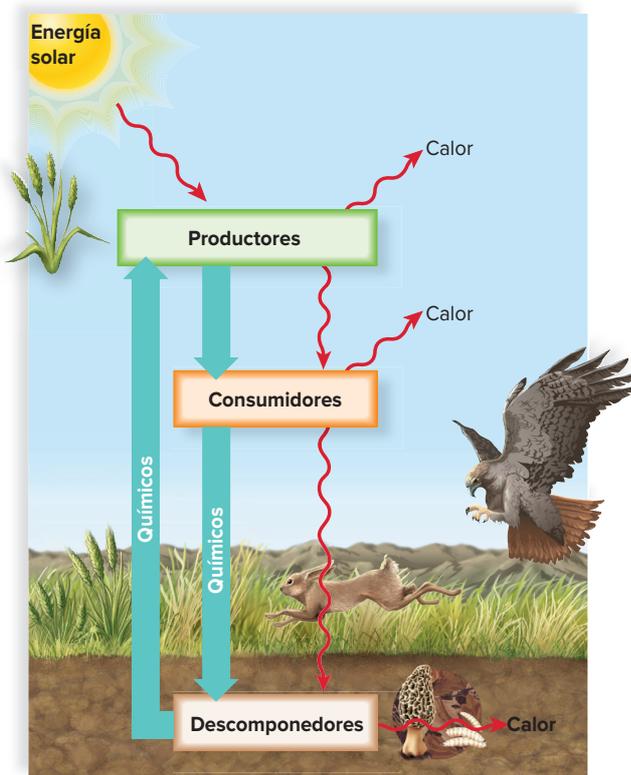


Figura 1.4 Ciclo de sustancias químicas y flujo de energía en un ecosistema. En un ecosistema, el ciclo de la materia (flechas azules) y el flujo de energía (flechas rojas) se inician cuando las plantas utilizan la energía solar y los nutrientes inorgánicos para producir su propio alimento. La materia y la energía pasan de una población a otra en una cadena alimentaria. Con el tiempo, la energía se disipa en forma de calor. Cuando los organismos mueren y se descomponen, las sustancias químicas inorgánicas regresan a las plantas una vez más.

Los organismos vivos responden

Los organismos vivos interactúan con el entorno y con otros organismos. Incluso los organismos unicelulares pueden responder al entorno. En algunos, el movimiento de cilios microscópicos o el golpeteo de flagelos con forma de látigos, los mueven hacia la luz o bien los alejan de ella. Los organismos pluricelulares pueden dar respuestas más complejas. Un buitre es capaz de detectar a un animal muerto a un kilómetro de distancia y volar hacia su fuente de alimento. Una mariposa monarca siente la proximidad del otoño e inicia su migración hacia el sur, donde los recursos son abundantes.

En los organismos vivos la capacidad de respuesta a menudo da como resultado movimiento: las hojas de una planta se dirigen hacia la luz solar, y los animales corren hacia lugares seguros. Las respuestas adecuadas ayudan a asegurar la supervivencia del organismo y le permiten continuar con sus actividades diarias. En conjunto, esas actividades constituyen el *comportamiento* del organismo. Los organismos manifiestan una variedad de comportamientos cuando mantienen la homeostasis, buscan y compiten por energía, nutrientes, refu-

gio y parejas. Muchos organismos muestran comportamientos complejos de comunicación, caza y defensa.

Los organismos vivos se reproducen y se desarrollan

La vida sólo procede de la vida. Todas las formas de vida tienen la capacidad de **reproducirse**, o de formar otro organismo similar. Las bacterias, los protistas y otros organismos unicelulares simplemente se reproducen. En la mayoría de los organismos pluricelulares, el proceso reproductivo comienza con el apareamiento donde se une el espermatozoide del macho con el óvulo de la hembra. La unión del espermatozoide y el óvulo, seguida de múltiples divisiones celulares, da como resultado un individuo, el cual experimenta etapas de **desarrollo** o cambio hasta convertirse en adulto.

Cuando los organismos vivos se reproducen, sus **genes**, la información genética, se transfiere a la siguiente generación. Las combinaciones aleatorias de la información genética contenida en el espermatozoide y en el óvulo, garantizan que la descendencia posea características nuevas y diferentes. Un embrión se desarrolla en una ballena, o en un ser humano debido al conjunto específico de genes que hereda de sus progenitores. En todos los organismos, los genes están constituidos por moléculas largas de ADN (**ácido desoxirribonucleico**). El ADN aporta el modelo, o las instrucciones, para la organización y el metabolismo del organismo específico. Todas las células de un organismo pluricelular contienen el mismo conjunto de genes, pero únicamente algunos de éstos se activan en cada tipo de célula especializada. Como habrás notado, no todos los miembros de una especie son exactamente iguales, y existen diferencias evidentes entre especies. Esas diferencias son el resultado de **mutaciones** o cambios heredables en la información genética. La mutación provee una fuente importante de variación en la información genética. Sin embargo, no todas las mutaciones son malas; las diferencias observables en el color de ojos y del cabello son ejemplos de mutaciones.

Las mutaciones ayudan a crear una asombrosa diversidad de vida, incluso dentro de un grupo de organismos que, de otra forma, serían idénticos. En ocasiones, los organismos heredan características que les permiten ser más aptos para su forma de vida.

Los organismos vivos presentan adaptaciones

Las **adaptaciones** son modificaciones que hacen que los organismos sean más capaces de funcionar en un ambiente específico. Por ejemplo, los pingüinos están adaptados a vivir en las frías aguas de la Antártida. Una capa extra de plumas suaves está cubierta por plumas cortas y gruesas, las cuales forman una capa impermeable. Las capas de grasa también mantienen a las aves calientes mientras se encuentran en agua fría. La mayoría de las aves tienen extremidades anteriores adaptadas para el vuelo, pero los pingüinos poseen alas regordetas y aplanadas apropiadas para nadar. Sus patas y colas sirven como timón en el agua, pero sus patas planas



© Photodisc/Getty RF

Figura 1.5 Los organismos vivos presentan adaptaciones.

Los pingüinos han desarrollado comportamientos complejos, como deslizarse en el hielo para conservar energía y adaptarse a su entorno.

también les permiten caminar en el suelo. Los pingüinos presentan muchas otras adaptaciones de comportamiento para vivir en la Antártida. Por ejemplo, a menudo se deslizan sobre su vientre en la nieve para conservar energía cuando quieren desplazarse rápidamente (figura 1.5). Colocan sus huevos—uno o dos, cuando mucho— entre sus patas, donde los protege un saco de piel, lo cual también permite a las aves apañarse para obtener calor mientras se encuentran erguidas e incuban sus huevos.

Desde los pingüinos hasta las secuoyas gigantes, la vida en la Tierra es muy diversa, porque durante largos periodos los organismos responden a ambientes en constante cambio desarrollando adaptaciones nuevas. Las adaptaciones no son intencionales, pero ofrecen el marco de referencia para el cambio evolutivo. La **evolución** (del latín *evolutio*, “desenvolvimiento”) incluye la forma en que las poblaciones de organismos cambian a lo largo de muchas generaciones para volverse más aptos para sus entornos. Todos los organismos vivos tienen la capacidad de evolucionar, y el proceso de evolución remodela de forma constante todas las especies del planeta, brindando potencialmente una manera en que los organismos subsistan, a pesar del entorno cambiante. Nos ocuparemos con mayor detalle de ese proceso en la siguiente sección.



Evalúa tu aprendizaje 1.1

1. En los niveles de organización biológica distingues entre un ecosistema y una población.
2. Realiza un listado de las características comunes presentes en todos los organismos vivos.
3. Explica cómo se relacionan las adaptaciones con el cambio evolutivo.

1.2 Evolución y clasificación de la vida



Resultados de aprendizaje

Al terminar de estudiar esta sección, serás capaz de:

1. Explicar la relación entre el proceso de selección natural y el cambio evolutivo.
2. Distinguir entre los tres dominios de la vida.

A pesar de la diversidad en cuanto a forma, función y estilo de vida, los organismos comparten las mismas características básicas. Como se mencionó, todos están constituidos por células organizadas de manera similar. Sus genes están compuestos de ADN, y efectúan las mismas reacciones metabólicas para obtener energía y mantener su organización. La unidad de la vida sugiere que todos los organismos descienden de un ancestro común: la(s) primera(s) célula o células.

Evolución: el concepto fundamental de la biología

La frase “descendiente común con modificación” resume el proceso de la evolución, porque significa que conforme hay descendencia de ancestros comunes, también se producen modificaciones que causan que los organismos se adapten a su ambiente. A través de muchas observaciones y experimentos, Charles Darwin llegó a la conclusión de que la **selección natural** es el proceso que hace posible la modificación, es decir, la adaptación.

Selección natural

Durante el proceso de selección natural, algún aspecto del ambiente elige qué rasgos son más adecuados para transmitirse a la siguiente generación. El agente selectivo puede ser abiótico (parte del ambiente físico, como la altitud) o biótico (un ser vivo que forma parte del entorno, como un ciervo). La figura 1.6 muestra cómo los hábitos alimenticios del ciervo, con el tiempo, podrían afectar las características de las hojas de una planta terrestre específica.

Las mutaciones fomentan la selección natural porque introducen variaciones entre los miembros de una población. En la figura 1.6, una especie de planta generalmente produce hojas lisas, pero ocurre una mutación que causa que un ejemplar de esa planta tenga hojas cubiertas por pequeñas extensiones o “vellosidades”. La planta de hojas peludas (pilosas) tiene una ventaja, porque el ciervo (el agente selectivo) prefiere comer las hojas suaves, no las que tienen vellosidades. Por consiguiente, la planta de hojas peludas sobrevive mejor y produce más semillas que la mayoría de sus vecinas. Como resultado, la mayoría de las plantas de generaciones posteriores de esta especie producen hojas con vellosidades.

Al igual que con este ejemplo, Darwin pensó que aunque todos los individuos de una población tienen el potencial para reproducirse, no todos lo hacen con el mismo éxito. El obstáculo para la reproducción puede ser resultado de diversos factores, incluyendo la incapacidad para captar recursos, como cuando las jirafas de cuello corto, a diferencia de las de cuello largo, no logran alcanzar su fuente de alimento, o bien, una incapacidad de algunos animales de patas cortas para escapar de ser devorados, ya que poseer patas largas podría salvarles la vida.

Cualquiera que sea el ejemplo, observamos que los organismos con rasgos ventajosos suelen producir más descendencia que quienes carecen de ellos. De esta forma, los organismos vivos cambian con el paso del tiempo, y esos cambios se transmiten de una generación a la siguiente. Durante largos periodos, la introducción de rasgos nuevos y más ventajosos a la población pueden modificar de forma drástica una especie. La selección natural tiende a dar forma a una especie, de manera que se ajuste a su ambiente y a su estilo de vida, y es capaz de crear nuevas especies a partir de las existentes. El resultado final es la diversidad de vida clasificada en tres dominios (figura 1.7).

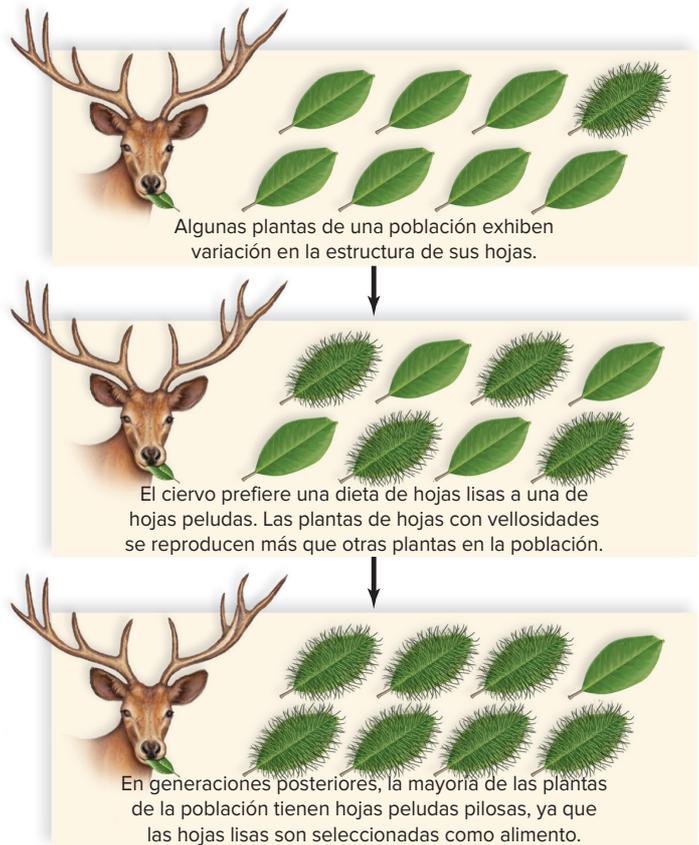


Figura 1.6 Selección natural. La selección natural favorece o desfavorece nuevos rasgos introducidos en una población mediante mutaciones. A lo largo de muchas generaciones, las fuerzas selectivas como la competencia, la depredación y el ambiente físico alteran la composición de una población, favoreciendo a aquellos más adecuados para el ambiente y el estilo de vida.

Organización de la diversidad

Un árbol evolutivo es como un árbol genealógico. Al igual que un árbol genealógico muestra cómo un grupo de personas descienden de una pareja, un árbol evolutivo sigue la ruta ascendente de la vida hacia un antepasado común (figura 1.7). Una pareja tal vez tenga varios descendientes, y así como una población puede ser un ancestro común de varios grupos, cada uno se adaptó a un conjunto particular de condiciones ambientales. Por tanto, con el tiempo, surgieron formas de vida diversas. La evolución se considera el concepto unificador de la biología, ya que explica muchos aspectos de ella, incluyendo la forma como los organismos vivos surgieron de un solo ancestro.

Ya que la vida es tan diversa, resulta útil agrupar a los organismos en categorías. La **taxonomía** (del griego *tasso*, “ordenar”, y *nomos*, “reglas”) es la disciplina que se encarga de identificar y agrupar los organismos de acuerdo con ciertas reglas. La taxonomía da sentido a la desconcertante variedad de vida en la Tierra y pretende ofrecer un conocimiento valioso acerca de la evolución. La **sistemática** es el estudio de las relaciones evolutivas entre organismos. A medida que los especialistas en sistemática aprenden más acerca de los organismos vivos, se modifica la taxonomía. Los especialistas en sistemática utilizan con frecuencia la tecnología del ADN para revisar la información actual y descubrir relaciones entre organismos antes desconocidas.

Varias de las categorías de clasificación básica, o categorías taxonómicas, que van de lo particular hacia lo general son: **especie, género, familia, orden, clase, phylum (o filo), reino y dominio** (tabla 1.1). La categoría menos incluyente, la

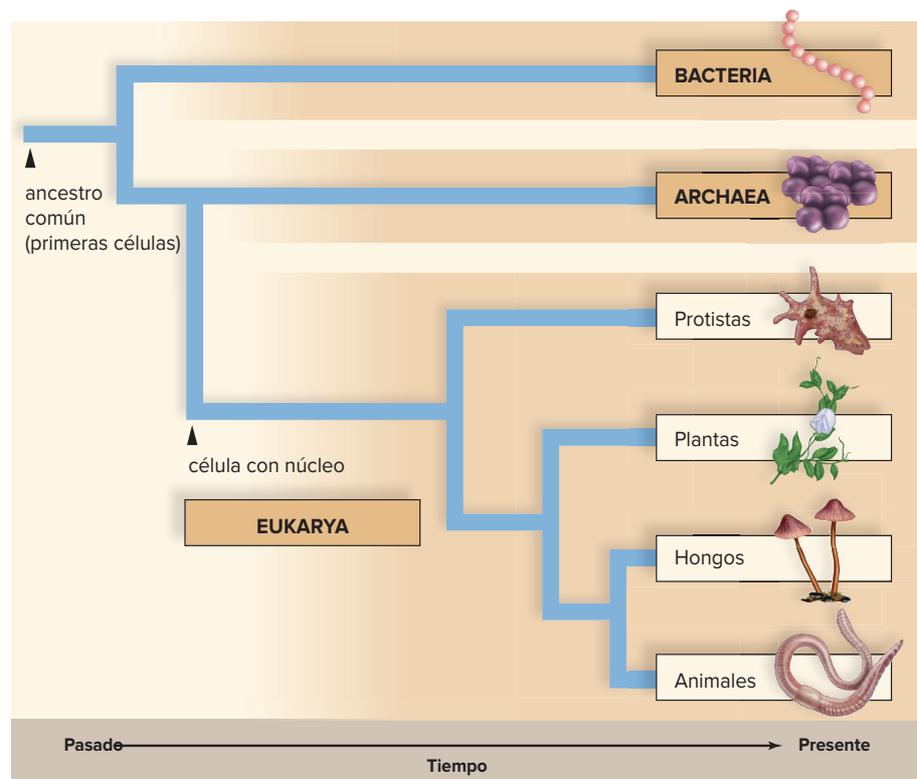
Tabla 1.1 Niveles de clasificación

Categoría	Humanos	Maíz
Dominio	Eucariota	Eucariota
Reino	Animal	Vegetal
Phylum	Cordados	Antofita
Clase	Mamíferos	Monocotiledóneas
Orden	Primates	Comelinales
Familia	Homínidos	Gramíneas
Género	<i>Homo</i>	<i>Zea</i>
Especie*	<i>H. sapiens</i>	<i>Z. mays</i>

* Para especificar un organismo, se debe utilizar el nombre binomial completo; por ejemplo, *Homo sapiens*.

especie (del latín, *species*, “modelo, tipo”) se define como un grupo de individuos que pueden reproducirse entre sí. Cada categoría de clasificación sucesiva por arriba de una especie incluye más tipos de organismos que la anterior. Las especies dentro de un género comparten muchas características específicas y están más estrechamente relacionadas; en tanto que las especies ubicadas en el mismo reino comparten sólo características generales. Por ejemplo, todas las especies del género *Pisum* se parecen mucho —es decir, se ven como plantas de guisantes—, pero las especies en el reino vegetal son muy variadas, como es evidente cuando comparamos los pastos con los árboles. Las especies pertenecientes a diferentes dominios guardan la relación más distante.

Figura 1.7 Árbol evolutivo de la vida. Conforme los organismos existentes cambian con el tiempo, dan origen a nuevas especies. Los estudios de la evolución indican que todos los organismos vivos proceden de un ancestro común que vivió hace 4000 millones de años. El dominio Archaea y el dominio Bacteria incluyen a los procariotas. El dominio Eukarya incluye tanto organismos unicelulares como pluricelulares que poseen un núcleo limitado por una membrana.



Dominio

La evidencia bioquímica actual sugiere que hay tres **dominios**: **Bacteria**, **Archaea** y **Eukarya**. La figura 1.7 muestra la relación evolutiva de los tres dominios. Tanto el dominio Bacteria como el Archaea podrían haber evolucionado del primer ancestro común tan pronto como la vida comenzó. Estos dos dominios incluyen a los **procariotas**, los cuales carecen del núcleo limitado por una membrana que se encuentra en los **eucariotas** del dominio Eukarya. Sin embargo, las arqueas organizan su ADN de forma diferente que las bacterias, y sus paredes y membranas celulares son químicamente más similares a los eucariotas que a las bacterias. Por tanto, la conclusión es que el dominio Eukarya se separó de la línea de descendencia de las arqueas.

Los procariotas tienen una estructura sencilla pero metabólicamente compleja. Las arqueas (figura 1.8) pueden vivir en ambientes acuáticos que carecen de oxígeno o que son demasiado salados, calientes o ácidos para la mayoría de los demás organismos. Quizás esos ambientes son similares a los que prevalecían en la Tierra primitiva, y las arqueas (del griego *archae*, que significa “antiguo”) son las formas menos evolucionadas de vida, como su nombre lo indica. Las bacterias (figura 1.9) están adaptadas de manera muy diversa para vivir casi en cualquier lugar: el agua, la tierra y la atmósfera, así como en nuestro organismo piel, boca o intestino grueso.

Reinos y supergrupos

En el pasado, la clasificación del dominio Eukarya dividió los organismos en uno de cuatro reinos (figura 1.10). Los **protistas** (reino Protista), que comprendían un grupo muy diverso de organismos, los cuales van desde formas unicelulares hasta unas cuantas pluricelulares. Algunos son fotosintetizadores y otros deben obtener su alimento del exterior. Los protistas comunes incluyen las algas, los protozoarios (o protozoos) y los hongos acuáticos.

La figura 1.7 muestra que las plantas, los hongos y los animales evolucionaron a partir de los protistas. Las **plantas** (reino Plantae) son organismos pluricelulares y fotosintéticos. Algunos ejemplos de plantas incluyen azaleas, cinias y pinos. Entre los **hongos** (reino Fungi) se encuentran los conocidos mohos y hongos que, junto con las bacterias, ayudan a descomponer los organismos muertos. Los **animales** (reino Animalia) son organismos pluricelulares que deben ingerir y

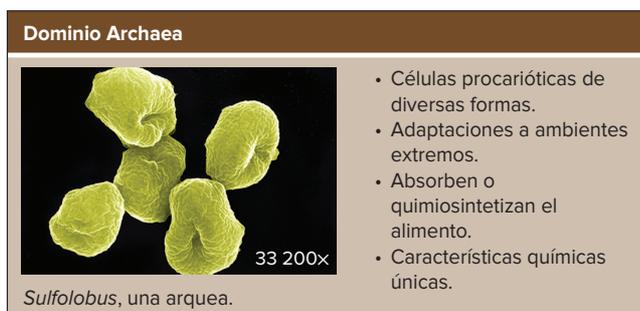


Figura 1.8 Dominio Archaea.



Figura 1.9 Dominio Bacteria.



Figura 1.10 Dominio Eukarya. En la actualidad, el dominio Eukarya consta de cuatro reinos.

procesar su alimento. Los cerdos hormigueros, las medusas y las cebras son animales representativos de este reino.

Recientemente, el desarrollo de técnicas mejoradas para analizar el ADN de los organismos (véase la sección 14.1) sugiere que no todos los protistas comparten el mismo linaje evolutivo, lo cual significa que la evolución de los eucariotas se realizó a lo largo de varias rutas. Un nuevo grupo taxonómico, llamado **supergrupo**, se está desarrollando para explicar esas relaciones evolutivas. Actualmente hay cinco supergrupos del dominio Eukarya. Sin embargo, conforme continúan los estudios, se revisa tanto la relación como la estructura de esos grupos. Exploraremos la estructura de los supergrupos eucarióticos con mayor detalle en la sección 21.1.

Nombre científico

Los biólogos utilizan la **nomenclatura binomial** para asignar a cada organismo vivo un nombre de dos términos llamado nombre científico. Por ejemplo, el nombre científico del muérdago es *Phoradendron tomentosum*. La primera palabra corresponde al género, y la segunda es la designación de cada especie (*epíteto específico*) dentro de un género. El género puede abreviarse (por ejemplo, *P. tomentosum*) y, si la especie no se ha determinado, podría indicarse simplemente con una abreviación genérica (por ejemplo, *Phoradendron* sp.). Los biólogos utilizan universalmente los nombres científicos para evitar confusiones. Los nombres comunes tienden a superponerse y a menudo difieren dependiendo de la localidad y del idioma de un país determinado. Pero los nombres científicos se basan en el latín, una lengua utilizada universalmente que hasta hace no mucho tiempo era bien conocido por la mayoría de los investigadores.



Evalúa tu aprendizaje 1.2

1. Explica de qué manera la selección natural origina nuevas adaptaciones en una especie.
2. Lista los niveles de clasificación taxonómica de la más incluyente a la menos incluyente.
3. Describe las diferencias que pueden utilizarse para distinguir entre los diferentes reinos del dominio Eukarya.

1.3 El proceso científico



Resultados de aprendizaje

Al terminar de estudiar esta sección, serás capaz de:

1. Identificar los componentes del método científico.
2. Distinguir entre una teoría y una hipótesis.
3. Analizar un experimento científico e identificar hipótesis, diseño experimental, grupo de control y conclusiones.

El proceso científico concierne al estudio de la biología. Como se observa en la figura 1.2, las múltiples etapas de organi-

zación biológica significan que la vida puede estudiarse en diversos niveles. Algunas disciplinas biológicas son citología, el estudio de las células; anatomía, el estudio de la estructura; fisiología, el estudio de las funciones; botánica, el estudio de las plantas; zoología, el estudio de los animales; genética, el estudio de la herencia, y ecología, el estudio de las interrelaciones entre organismos y su ambiente.

Religión, estética, ética y ciencia son formas en las cuales los seres humanos buscan dar orden al mundo natural. La investigación científica difiere de otras formas de conocer y aprender porque utiliza el **método científico**, que es una serie estandarizada de pasos para obtener nuevo conocimiento que es ampliamente aceptado entre los estudiosos. El método científico (figura 1.11) actúa como una directriz para los estudios dentro de una disciplina. Los científicos a menudo modifican o adaptan el proceso para su campo particular de estudio.

La observación

Los científicos creen que la naturaleza está ordenada y es medible —es decir, que las leyes naturales, como la ley de la gravedad, no cambian con el tiempo—, y que un suceso o *fenómeno* natural puede entenderse más plenamente por medio de la **observación**, una manera formal de “ver lo que ocurre”.

Los científicos utilizan todos sus sentidos para realizar observaciones. El comportamiento de los chimpancés puede observarse con la ayuda de medios visuales, la secreción de una mofeta se percibe con el sentido del olfato, y los ruidos de advertencia de una víbora de cascabel brindan información auditiva de peligro inminente. Los científicos también extienden la capacidad de sus sentidos mediante el uso de instrumentos; por ejemplo, el microscopio nos permite observar objetos que jamás veríamos a simple vista. Por último, los científicos logran expandir su comprensión aún más tomando ventaja del conocimiento y las experiencias de otros científicos. Por ejemplo, pueden consultar estudios pasados en una biblioteca o en internet, o podrían hablar directamente con quienes están investigando temas similares o escribirles.

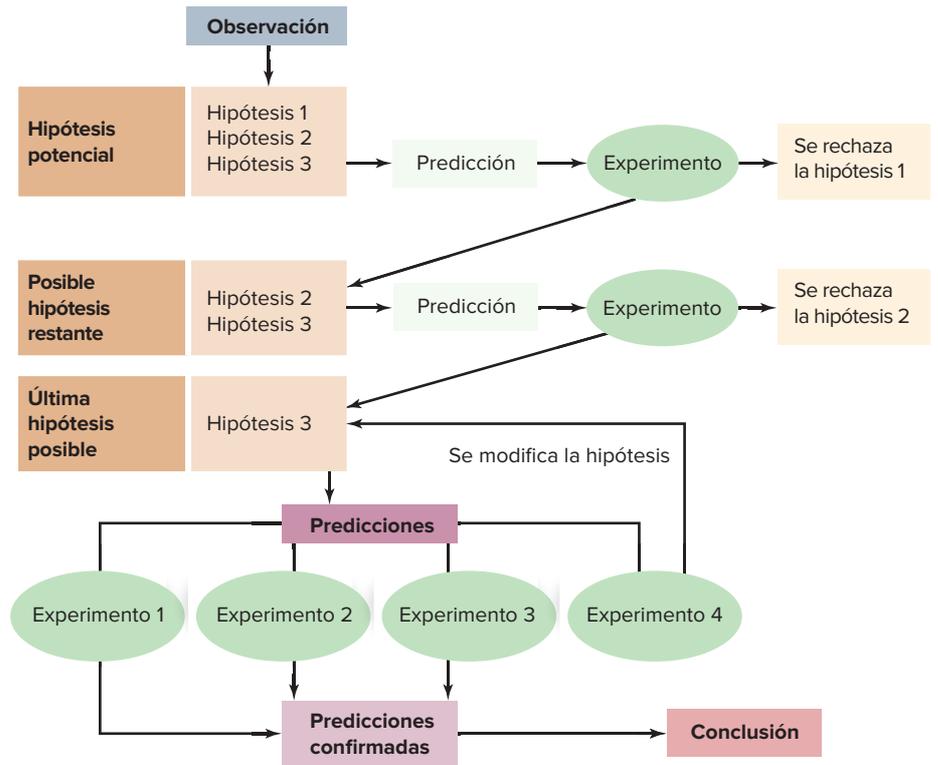
Hipótesis

Después de realizar observaciones y reunir conocimientos acerca de un fenómeno, un científico emplea el razonamiento inductivo para formular una posible explicación. El **razonamiento inductivo** ocurre siempre que una persona utiliza el pensamiento creativo para combinar hechos aislados en un todo coherente. En algunos casos, el azar ayuda a un científico a llegar a una idea.

Un caso famoso es el de la penicilina antibiótica, descubierta en 1928. Mientras examinaba una placa de Petri con bacterias que se habían contaminado con el moho *Penicillium*, Alexander Flemming observó un área que estaba libre de bacterias. Flemming, un experto precoz en sustancias antibacterianas, razonó que el moho podría haber producido un compuesto antibacteriano.

Una posible explicación de un evento natural se denomina **hipótesis**, la cual no es una mera suposición; más bien, es

Figura 1.11 Diagrama de flujo del método científico. Sobre la base de observaciones nuevas y/o previas, un científico formula una hipótesis. Esta última se utiliza para desarrollar predicciones que se someten a prueba mediante experimentos posteriores y observaciones, y los nuevos datos pueden apoyar o no la hipótesis. Al realizar un experimento, un científico con frecuencia elige volver a someter a prueba la misma hipótesis, o bien, una hipótesis relacionada. Las conclusiones de muchos experimentos distintos, pero relacionados, pueden conducir al desarrollo de una teoría científica. Por ejemplo, los estudios vinculados con el desarrollo, la anatomía y los restos fósiles apoyan la teoría de la evolución.



un enunciado informado susceptible de someterse a prueba de una manera adecuada para los procesos de la ciencia.

Todas las experiencias pasadas de un científico, sin importar cuáles hayan sido, tienen el potencial de influir en la formulación de una hipótesis. Sin embargo, un científico considera la hipótesis como aquella que pueda someterse a prueba. Las creencias morales y religiosas, aun cuando son muy importantes en la vida de muchas personas, difieren entre culturas y a lo largo del tiempo, y podrían no ser científicamente comprobables.

Predicciones y experimentos

Con frecuencia, los científicos llevan a cabo un **experimento**, es decir, una serie de procedimientos diseñados para recopilar datos con la finalidad de someter a prueba una hipótesis. Para determinar la forma adecuada de hacerlo, los científicos emplean el **razonamiento deductivo**, el cual implica una lógica “si, entonces”. Al diseñar el experimento el científico puede hacer una **predicción**, es decir, anticipar un resultado, con base en el conocimiento de los factores que intervienen en el experimento.

La forma como un científico intenta llevar a cabo un experimento se llama **diseño experimental**. Un buen diseño experimental asegura que los científicos estén examinando la contribución de una variable específica, llamada **variable experimental**, a la observación. El resultado se denomina **variable de respuesta**, o variable dependiente, porque se debe a la variable experimental:

Variable experimental (variable independiente)	Variable de respuesta (variable dependiente)
Factor del experimento que se somete a prueba.	Resultado o cambio que ocurre debido a la variable experimental.

Para garantizar que los resultados sean significativos, un experimento incluye tanto grupos de prueba como un grupo de **control**. Un grupo de prueba se expone a la variable experimental, pero el grupo de control no. Si este último y los grupos de prueba muestran los mismos resultados, el experimentador sabe que carece de sustento la hipótesis que predice una diferencia entre ellos.

Los científicos a menudo emplean un **modelo** para someter a prueba una hipótesis. Con frecuencia se elige la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* o el ratón *Mus musculus* como organismos modelo, ya que permiten a los investigadores controlar aspectos del experimento, como la edad y los antecedentes genéticos. Los biólogos celulares suelen utilizar ratones para modelar los efectos de un nuevo fármaco. Al igual que los organismos modelo, los sistemas modelo permiten al científico controlar variables específicas y condiciones ambientales de una forma que no sería posible en la naturaleza. Por ejemplo, los ecólogos utilizan programas de cómputo para modelar la manera como las actividades humanas afectarán el clima de un ecosistema específico. Mientras que los modelos ofrecen información útil, no siempre responden completamente a la pregunta original. Por ejemplo, de manera ideal, un medicamento que resulta efectivo en ratones de-

bería idealmente probarse en humanos, y los experimentos ecológicos que se realizan mediante simulaciones de cómputo deberían verificarse en experimentos de campo. Los biólogos, y todos los demás científicos, diseñan y revisan continuamente sus experimentos para entender mejor cómo los diversos factores influyen en su observación original.

Presentación y análisis de datos

Es factible presentar los **datos**, o resultados, de experimentos científicos en diversos formatos incluyendo tablas y gráficas. Una gráfica muestra la relación entre dos cantidades. En muchas gráficas, la variable experimental se grafica en el eje x (horizontal), y el resultado, en el eje y (vertical). Las gráficas son herramientas útiles para resumir datos de una manera clara y simplificada. Por ejemplo, la gráfica lineal de la figura 1.12 muestra la variación en la concentración de colesterol en la sangre en un estudio de cuatro semanas de duración. Las barras arriba y abajo de cada dato representa la variación, o el error estándar, en los resultados. El título y las leyendas nos ayudan a leer una gráfica; por consiguiente, cuando ob-

serve una gráfica, primero vea los dos ejes para determinar a qué se refieren. Al observar esta gráfica en particular, sabemos que los niveles de colesterol más altos en la sangre se registraron durante la semana 2, y podemos ver también en qué grado variaron los valores durante el estudio.

Publicaciones científicas

Por lo regular, los estudios científicos se publican en revistas especializadas (figura 1.12), de manera que todos los aspectos de un estudio están disponibles para la comunidad científica. Antes de que la información se publique en revistas especializadas, por lo general, es revisada por expertos, quienes se aseguran de que la investigación sea creíble, exacta, sin sesgos y bien ejecutada. Otro científico debería estar en condiciones de leer acerca de un experimento en una revista especializada, repetirlo en un lugar diferente y obtener los mismos resultados (o similares). Algunos artículos son rechazados para su publicación por los revisores, cuando éstos creen que hay algo cuestionable acerca del diseño de un experimento o con la manera como se efectuó. Un proceso de rechazo es importante en la ciencia, ya que los investigadores revisan críticamente sus hipótesis, predicciones y diseños experimentales, de manera que su siguiente intento dirija sus hipótesis de una manera más precisa. Con frecuencia, se requieren varias revisiones antes de que una investigación se acepte para su publicación en una revista especializada.

Las revistas de divulgación científica (figura 1.12), como *Audubon*, difieren de las revistas especializadas en que informan acerca de hallazgos científicos al público en general. La información incluida en estos artículos, por lo regular, se obtiene de informes publicados por primera vez en revistas especializadas.

Teoría científica

La meta última de la ciencia es entender el mundo natural en términos de **teorías** científicas, las cuales son conceptos que unen hipótesis relacionadas y bien fundamentadas. En el lenguaje coloquial, la palabra *teoría* se refiere a una idea especulativa. En cambio, una teoría científica está fundamentada en una amplia gama de observaciones, experimentos y datos, a menudo de diversas disciplinas. Algunas de las teorías básicas de la biología son:



© Ricochet Creative Productions LLC

Figura 1.12 Publicaciones especializadas. Las revistas especializadas, como *Evolution*, son publicaciones académicas donde los investigadores comparten sus hallazgos con otros científicos. Las revistas de divulgación sobre temas científicos, como *Audubon* (mostrada aquí) y *Scientific American*, incluyen artículos que por lo general están escritos por reporteros para una audiencia mucho mayor.

Teoría

Celular

De la homeostasis

De la evolución

Concepto

Todos los organismos están constituidos por células, y las células nuevas provienen sólo de otras preexistentes.

El ambiente interno de un organismo permanece relativamente constante, dentro de un rango que favorece la vida.

Todos los organismos vivos tienen un ancestro común, pero cada uno está adaptado a una forma de vida particular.

Como se mencionó, la teoría de la evolución es el concepto unificador de la biología porque concierne a muchos aspectos de la vida. Por ejemplo, la teoría de la evolución permite a los científicos entender la historia de la vida, así como la anatomía, la fisiología y el desarrollo embrionario de los organismos. Incluso es posible describir el comportamiento en términos de la evolución, como veremos en un estudio que se analizará más adelante en este capítulo.

La teoría de la evolución ha sido una teoría científica fructífera, esto significa que ha ayudado a los científicos a generar nuevas hipótesis. Como esta teoría ha recibido apoyo de muchas observaciones y experimentos durante más de 100 años, algunos biólogos se refieren al **principio** de evolución, un término que en ocasiones se utiliza para referirse a las teorías que son aceptadas de manera general por un abrumador número de científicos. Algunos prefieren el término **ley**, en vez del de principio. Por ejemplo, en un capítulo posterior referente a las relaciones de energía, examinaremos las leyes de la termodinámica.

Un ejemplo del método científico

Ahora se sabe que la mayoría de las úlceras estomacales e intestinales (llagas abiertas) son causadas por la bacteria *Helicobacter pylori*. Supongamos que los investigadores desean determinar cuál de dos antibióticos es mejor para el tratamiento de las úlceras. Cuando los médicos clínicos realizan un experimento, tratan de alterar únicamente las variables experimentales —en este caso, los medicamentos sometidos a prueba. Al grupo control no se le administran los fármacos, pero uno o más grupos de prueba sí los reciben. Si, por azar, el grupo control presenta los mismos resultados que un grupo de prueba, los investigadores de inmediato saben que los resultados de su estudio son inválidos, porque los medicamentos podrían no tener nada que ver con los resultados. El estudio descrito en la figura 1.13 muestra cómo los investigadores estudiarían esta hipótesis:

Hipótesis: El antibiótico B recientemente descubierto es un mejor tratamiento para las úlceras que el antibiótico A, que se emplea actualmente.

A continuación, los investigadores podrían decidir utilizar tres grupos experimentales: un grupo control y dos de prueba. Es importante reducir el número de posibles variables (diferencias), como género, peso y otras enfermedades, entre los grupos. Después, los investigadores dividen aleatoriamente

Figura 1.13 Ejemplo de un estudio controlado. En este estudio, un gran número de personas son asignadas a alguno de los tres grupos. El grupo control recibió un placebo y ningún medicamento. Uno de los grupos de prueba recibió el medicamento A, y el otro grupo de prueba recibió el medicamento B. Los resultados se representan en una gráfica, donde se muestra que el medicamento B es un tratamiento más eficaz que el medicamento A para combatir las úlceras.

Hipótesis de estado:
El antibiótico B es un mejor tratamiento para las úlceras que el antibiótico A.



© Andrey Popov/shutterstock RF

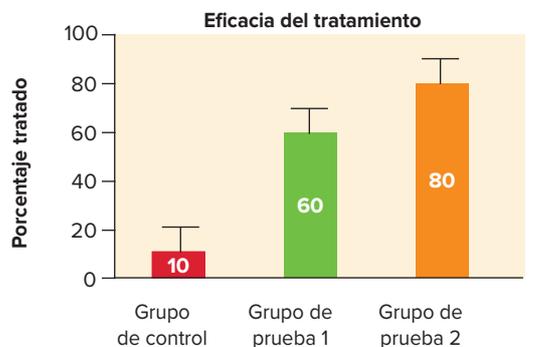
Se realiza el experimento:
Los grupos reciben el mismo tratamiento, excepto por lo que se mencionó.



Recopilar datos:
Cada sujeto fue examinado para determinar la presencia de úlceras.



© Phamie/Science Source



te un grupo muy grande de voluntarios de forma equitativa entre los tres grupos. La intención es que cualquier diferencia quede distribuida de manera equitativa entre los tres grupos. Esto es posible únicamente si los investigadores cuentan con un gran número de voluntarios. Los tres grupos se tratan de la siguiente manera:

- *Grupo control:* Los sujetos con úlceras no reciben tratamiento con antibiótico.
- *Grupo de prueba 1:* Los sujetos con úlceras reciben tratamiento con el antibiótico A.
- *Grupo de prueba 2:* Los sujetos con úlceras reciben tratamiento con el antibiótico B.

Una vez que los investigadores determinaron que todos los voluntarios padecen úlceras, querrán que los sujetos piensen que todos están recibiendo el mismo tratamiento. Ésta es una forma adicional de proteger los resultados de cualquier influencia distinta de la medicación. Para lograrlo, los sujetos del grupo control reciben un placebo, es decir, un tratamiento que parece ser el mismo que el que se administró a los otros dos grupos, pero que en realidad no contiene medicación. En ese estudio, el uso de un placebo ayudaría a asegurar el mismo compromiso por parte de todos los sujetos del estudio.

Resultados y conclusión

Después de dos semanas de administración de la misma cantidad de medicamento (o placebo), se examinan los revestimientos del estómago y del intestino de cada sujeto, para determinar si las úlceras aún están presentes. La endoscopia es un procedimiento que implica introducir un endoscopio (un tubo pequeño y flexible con una cámara diminuta en el extremo) por la garganta hacia el estómago y hasta la parte superior del intestino delgado. Entonces, el médico puede ver el revestimiento de estos órganos para determinar si aún hay úlceras. Las pruebas realizadas durante una endoscopia también permiten saber si está presente la *Helicobacter pylori*.

Como la endoscopia es un procedimiento un tanto subjetivo, tal vez sea mejor si el examinador no está al tanto de a cuál grupo pertenece cada sujeto; de otra forma, el prejuicio del examinador influiría en el examen. Cuando ni el paciente ni el técnico están al tanto del tratamiento específico, el estudio se denomina de doble ciego.

En este estudio, los investigadores quizá decidan determinar la eficacia del medicamento por el porcentaje de personas que ya no padecen úlceras. Así, por ejemplo, si 20 personas de 100 aún tienen úlceras, significa que el medicamento es 80% efectivo. La diferencia en la eficacia se observa fácilmente en la gráfica de la figura 1.13.

Conclusión: Con base en sus datos, los investigadores concluyen que su hipótesis es válida.



Evalúa tu aprendizaje 1.3

1. Identifica el papel de la variable experimental en un experimento.
2. Distingue entre los papeles del grupo de prueba y el grupo control en un experimento.
3. Describe el proceso por el cual un científico podría someter a prueba una hipótesis referente a una observación.

1.4 Desafíos que enfrenta la ciencia



Resultados de aprendizaje

Al terminar de estudiar esta sección, serás capaz de:

1. Distinguir entre ciencia y tecnología.
2. Resumir los principales desafíos que enfrentan la ciencia y la sociedad.

Como hemos visto en este capítulo, la ciencia es una forma sistemática de adquirir conocimiento acerca del mundo natural, y es una actividad ligeramente diferente de la **tecnología**. Esta última es la aplicación del conocimiento científico según los intereses de los seres humanos. Las investigaciones científicas son la base de la mayoría de nuestros avances tecnológicos. Como suele suceder, una nueva tecnología, como su teléfono celular o un nuevo fármaco, se basa en años de investigaciones científicas. Sin embargo, a pesar de los avances científicos y tecnológicos logrados, aún hay muchos desafíos que enfrenta la sociedad. En esta sección exploraremos unos cuantos de tales desafíos que los científicos están investigando activamente.

Pérdida de biodiversidad y del hábitat

La **biodiversidad** es el número total y la abundancia relativa de especies, la variabilidad de sus genes, y los diferentes ecosistemas donde vivimos. Se estima que la biodiversidad de nuestro planeta ronda los 8.7 millones de especies (sin contar las bacterias) y, hasta ahora, se han identificado y nombrado aproximadamente sólo 2.3 millones de ellas. La **extinción** es la muerte de una especie o de una categoría taxonómica de mayores dimensiones. Se estima que en la actualidad se pierden cientos de especies cada año debido a las actividades humanas, y que el 38% de todas las especies, incluyendo la mayoría de los primates, aves y anfibios, podrían estar en peligro de extinción antes de que concluya el siglo. En muchos casos, las extinciones están asociadas al cambio climático (figura 1.14). Los biólogos están alarmados por la tasa actual de extinción y plantean la hipótesis de que tal vez



© Polaris/Newscom

Figura 1.14 Cambio climático y extinción. El *Melomys rubicola* era nativo de las islas del gran arrecife de Australia. Sin embargo, no se le ha visto desde 2009 y se cree que es la primera especie de mamífero extinto como resultado del cambio climático.

compita con las tasas de las cinco extinciones masivas que han ocurrido durante la historia de nuestro planeta. La última extinción masiva, que ocurrió hace cerca de 65 millones de años, ocasionó que se extinguieran muchas especies vegetales y animales, incluyendo a los dinosaurios.

Los dos ecosistemas más diversos biológicamente —las selvas tropicales y los arrecifes de coral— son hogar de muchos organismos. Los ecosistemas también se ven amenazados por las actividades humanas. Las copas de los árboles de las selvas tropicales, por sí solas, albergan una variedad de organismos, incluyendo orquídeas, insectos y monos. Los arrecifes de coral, que se encuentran mar adentro frente a los continentes y las islas cerca del ecuador, están constituidos por esqueletos de carbonato de calcio de animales marinos llamados corales. Los arrecifes brindan un hábitat a muchos animales, incluyendo medusas, esponjas, caracoles, cangrejos, langostas, tortugas marinas, morenas y algunos de los peces más coloridos del mundo. Al igual que las selvas tropicales, los arrecifes de coral están severamente amenazados por el incremento en la población humana. Algunos arrecifes tienen una antigüedad de 50 millones de años; no obstante, en tan sólo unas cuantas décadas, las actividades humanas han destruido alrededor del 25% de todos los arrecifes coralinos y degradado seriamente otro 30%. A ese ritmo, casi tres cuartas partes podrían destruirse en menos de 40 años. Se dispone de datos estadísticos similares para las selvas tropicales.

La destrucción de ecosistemas saludables tiene muchos efectos no intencionales. Por ejemplo, dependemos de ellos para obtener alimento, fármacos y diversas materias primas. El drenado de pantanos naturales de los ríos Mississippi y Ohio, así como la construcción de diques, han agravado los problemas de inundaciones, volviendo inhóspitas las tierras que alguna vez fueron fértiles. La destrucción de las selvas sudamericanas ha exterminado a muchas especies que quizás habrían servido de base para obtener el siguiente medicamento milagroso, al tiempo que ha disminuido la disponibilidad de muchos tipos de madera. Sólo hasta ahora comenzamos a darnos cuenta de que dependemos de los ecosistemas aún más por los servicios que nos brindan. Así como el ciclo de

la materia ocurre dentro de un solo ecosistema, todos los ecosistemas mantienen los ciclos de la materia en la biósfera. El trabajo de los ecosistemas asegura que las condiciones ambientales de la biósfera sean adecuadas para continuar la existencia humana. Y varios estudios indican que los ecosistemas no pueden funcionar de forma adecuada, a menos que sigan siendo diversos biológicamente. Exploraremos el concepto de biodiversidad con mayor detalle en los capítulos 44 a 47.

Brotos de enfermedades

En la última década, la gripe aviar (H5N1 y H7N9), la influenza porcina (H1N1), el síndrome respiratorio agudo grave (SARS), y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) han estado presentes en las noticias. Se les llama enfermedades emergentes porque son relativamente nuevas para los seres humanos. ¿De dónde provienen dichas enfermedades? Algunas de ellas pueden ser el resultado de la exposición nueva o creciente a poblaciones de animales o de insectos que actúan como vectores de las enfermedades. Cambios en el comportamiento humano y el uso de tecnología también pueden dar como resultado nuevos padecimientos. Se piensa que el SARS surgió en Guandong, China, debido al consumo de civetas, un tipo de gato exótico considerado una exquisitez culinaria. Las civetas posiblemente se infectaron por exposición a murciélagos de herradura que se venden en mercados abiertos. La enfermedad de los legionarios surgió en 1976 debido a la contaminación bacteriana de un gran sistema de aire acondicionado en un hotel. Las bacterias prosperaron en la torre de enfriamiento utilizada como fuente de agua para el sistema de aire acondicionado. Asimismo, la globalización implica el transporte por todo el mundo de enfermedades que anteriormente estaban restringidas a comunidades aisladas. Los primeros casos de SARS se reportaron en el sur de China en noviembre de 2001. Hacia finales de febrero de 2003, el SARS había llegado a nueve países/provincias, sobre todo a través de los viajes aéreos.

Algunos patógenos mutan y cambian de huéspedes, transfiriéndose de las aves a los humanos, por ejemplo. Antes de 1997, se pensaba que la influenza aviar afectaba únicamente a las aves. Una cepa mutante se transfirió a los seres humanos en el brote de 1997. Para controlar la epidemia, los oficiales mataron a 1.5 millones de pollos para eliminar la fuente del virus. Nuevas formas de gripe aviar (o influenza aviar) se descubren cada cierto número de años.

Las enfermedades que resurgen también son motivo de preocupación. A diferencia de una enfermedad emergente, a una que resurge, aun cuando durante tiempo atrás se sabía que era causa de enfermedad en los seres humanos, no se le consideraba un riesgo para la salud debido al nivel relativamente bajo de incidencia en las poblaciones humanas. Sin embargo, las enfermedades que resurgen suelen causar problemas. Un excelente ejemplo es el brote de Ébola en África occidental entre 2014 y 2015. Se registraron brotes de Ébola desde 1976, pero por lo general sólo habían afectado a grupos reducidos de personas. El brote surgido en 2014 y 2015 fue un evento de dimensiones mucho mayores. Aunque las

Fuente: NOAA, "Global Climate Change: Facts", <http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>



Figura 1.15 Aumento en la concentración atmosférica de dióxido de carbono. El promedio global de concentración de dióxido de carbono excede actualmente 400 ppm y contribuye al cambio climático y al calentamiento global.

cifras exactas nunca se conocerán, se estima que más de 28 000 personas fueron infectadas, y que dicha enfermedad causó más de 11 000 muertes. El brote trastornó la vida en sociedades de varias naciones de África occidental.

Tanto las enfermedades emergentes como las que resurgen tienen el potencial de causar estragos en la salud de seres humanos alrededor del planeta. Los científicos investigan no sólo las causas de esas enfermedades (por ejemplo, los virus), sino también sus efectos en el cuerpo y los mecanismos mediante los cuales se transmiten. Examinaremos con más detalle los virus en el capítulo 20.

Cambio climático

El término **cambio climático** se refiere a las modificaciones en los ciclos normales del clima en la Tierra que podrían atribuirse a la actividad humana. El cambio climático se debe principalmente a un desequilibrio en el ciclo químico del elemento carbono. Normalmente, el carbono se recicla dentro de un ecosistema. Sin embargo, debido a las actividades hu-

manas, se libera a la atmósfera más dióxido de carbono que el que se elimina. En 1850 el CO₂ atmosférico era de alrededor de 280 partes por millón (ppm); en la actualidad, es de más de 400 ppm (figura 1.15). El aumento se debe sobre todo a la quema de combustibles fósiles y a la destrucción de bosques para abrir paso a la agricultura y al pastoreo. Actualmente, la cantidad de dióxido de carbono liberado a la atmósfera es de alrededor del doble de la cantidad que permanece en la atmósfera, y se cree que la mayor parte se disuelve en los océanos, lo cual incrementa la acidez de éstos. La mayor cantidad de dióxido de carbono (y de otros gases) en la atmósfera está causando

un aumento en la temperatura, un fenómeno que se conoce como **calentamiento global**. Estos gases permiten que los rayos del Sol pasen, pero absorben e irradian el calor de regreso a la Tierra, un fenómeno llamado *efecto invernadero*.

Entre los científicos de todo el mundo hay consenso en cuanto a que el cambio climático y el calentamiento global están causando alteraciones significativas en muchos ecosistemas de la Tierra y que representan uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo. A lo largo de este libro, regresaremos al tema de cómo el cambio climático afecta los ecosistemas, reduce la biodiversidad y contribuye a las enfermedades humanas. Examinaremos el cambio climático con mayor detalle en el capítulo 46.



Evalúa tu aprendizaje 1.4

1. Explica cómo una nueva tecnología difiere de un descubrimiento científico.
2. Explica por qué la conservación de la biodiversidad es importante para la sociedad humana.
3. Resume cómo las enfermedades emergentes y el cambio climático tienen el potencial de influir en toda la población humana.

Vinculación de los conceptos con los temas

Evolución	Naturaleza de la ciencia	Sistemas biológicos
<ul style="list-style-type: none"> • La evolución es el concepto fundamental de la biología; explica cómo las especies desarrollan adaptaciones a un ambiente en cambio continuo. • La selección natural es el mecanismo mediante el cual ocurre el cambio evolutivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La ciencia se basa en la capacidad de observar el mundo natural, para luego formular hipótesis como posibles explicaciones de tales observaciones. • Los científicos utilizan una serie ordenada de eventos, llamado método científico, para diseñar experimentos que exploren la estructura del mundo natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda la vida se basa en átomos y moléculas, los cuales, a la vez, están implicados en la formación de una célula, unidad básica de toda forma de vida. • Los miembros de una especie forman poblaciones. Las poblaciones de diferentes especies en un área determinada constituyen una comunidad. La interacción de una comunidad con el ambiente se denomina ecosistema. • Los ecosistemas se caracterizan por el flujo de energía y el ciclo de la materia.

Resumen

1.1 Las características de la vida

La **biología** es el área de la ciencia que estudia la vida. Aunque los organismos vivos son diversos, poseen ciertas características en común. Los organismos vivos:

- **Están organizados.** Los **átomos** y las **moléculas** son los componentes no vivos de las células. Todos los organismos están conformados por células (la unidad básica de la vida), pero pueden ser unicelulares o **pluricelulares**. Muchos organismos pluricelulares incluyen **tejidos, órganos y sistemas de órganos**. Por arriba del nivel de la célula, los organismos están organizados en **especies, poblaciones y comunidades**. Los **ecosistemas** y la **biósfera** representan los niveles superiores de organización biológica.
- **Requieren materia y energía.** Todos los organismos necesitan una fuente externa de materia y **energía**. **Metabolismo** es el término que se utiliza para resumir esas reacciones químicas en la célula. La fotosíntesis es un ejemplo de proceso metabólico.
- **Mantienen homeostasis.** La **homeostasis** es la capacidad de mantener estable un ambiente interno.
- **Responden a estímulos.** Los estímulos ayudan a un organismo a reaccionar ante los cambios en su ambiente, como sucede con la disponibilidad de alimento.
- **Se reproducen y se desarrollan.** Los organismos se reproducen para transmitir su información genética, incluida en los **genes** de su **ADN (ácido desoxirribonucleico)**, a la siguiente generación. Las **mutaciones** introducen variaciones en el ADN. **Desarrollo** es la serie de pasos que sigue un organismo para convertirse en adulto.
- **Sufren adaptaciones.** Las **adaptaciones** permiten que un organismo exista en un ambiente particular. La **evolución** es la acumulación de dichos cambios a lo largo de varias generaciones.

1.2 Evolución y clasificación de la vida

La vida en la Tierra es diversa, pero la teoría de la evolución unifica la vida y describe cómo todos los organismos vivos evolucionaron a partir de un ancestro común. La **selección natural** describe el proceso mediante el cual los organismos vivos descienden de un antepasado común. Las mutaciones ocurren dentro de una población, creando nuevos rasgos. Los agentes de la selección natural, presentes en los ambientes tanto biológicos como físicos, dan forma a las especies con el paso del tiempo y pueden crear nuevas especies a partir de las ya existentes.

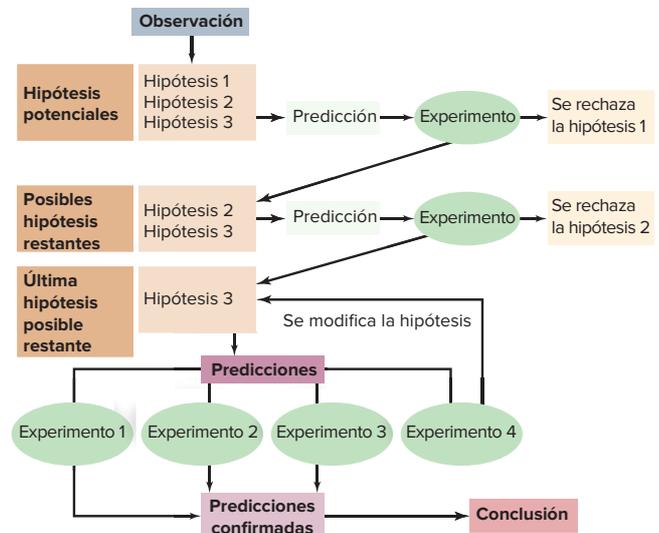
En **taxonomía**, los organismos se asignan a una **nomenclatura binomial**, escrita en *cursivas*, que consiste en el género y el epíteto específico. Desde la categoría menos incluyente hasta la más incluyente, así cada **especie** pertenece a un **género, a una familia, a un orden, a una clase, a un phylum, a un reino** y, finalmente, a un **dominio**. La sistemática es el estudio de las relaciones evolutivas entre especies.

Los tres dominios de la vida son Archaea, Bacteria y Eukarya. El **dominio Archaea** y el **dominio Bacteria** incluyen **procariontas**, organismos unicelulares sencillos estructuralmente, pero complejos metabólicamente. El **dominio Eukarya** incluye **eucariotas**, entre los que se encuentran los protistas, los hongos, las plantas y los animales. Los organismos **protistas** pueden ser unicelulares o pluricelulares, e incluyen a los protozoarios y la mayoría de las algas. Entre los **hongos** se encuentran los conocidos mohos y las setas. Las **plantas** son conocidas por ser los organismos fotosintetizadores pluricelulares del mundo, en tanto que los **animales** son organismos pluricelulares que ingieren su alimento. Los organismos del dominio Eukarya también se clasifican en **supergrupos** para reflejar las relaciones evolutivas.

1.3 El proceso científico

Mientras estudian el mundo natural, los científicos utilizan un proceso llamado **método científico**.

- Las **observaciones**, junto con datos anteriores, se utilizan para formular una hipótesis. El **razonamiento inductivo** permite a un científico combinar hechos en una **hipótesis**.
- Se realizan nuevas observaciones y/o **experimentos** para someter a prueba la hipótesis. El **razonamiento deductivo** permite el desarrollo de una **predicción** de lo que podría ocurrir como resultado del experimento. Un buen **diseño experimental** incluye una **variable experimental** y un grupo **control**. Los científicos utilizan modelos y organismos **modelo** en su diseño experimental.
- Se elaboran conclusiones acerca de si los resultados apoyan la hipótesis o no.
- Los resultados se envían a una publicación especializada para su revisión por parte de la comunidad científica.
- Con el tiempo, múltiples conclusiones de un área específica permitirían a los científicos establecer una **teoría** (o **principio** o **ley**), como la teoría celular o la teoría de



la evolución. Esta última es un concepto unificador en la biología.

1.4 Desafíos que enfrenta la ciencia

Mientras la ciencia investiga los principios del mundo natural, la **tecnología** aplica ese conocimiento a las necesidades de la sociedad. Algunos desafíos que actualmente investigan los científicos incluyen:

- La pérdida de la **biodiversidad** y de los hábitat como los arrecifes de coral o las selvas tropicales, lo cual a menudo origina la **extinción** de especies.
- *Enfermedades emergentes*, como la influenza aviar y el MERS.
- El impacto del **cambio climático** y del **calentamiento global**.

Evaluación

Autoevalúate

Elige la respuesta correcta para cada pregunta.

1.1 Las características de la vida

1. ¿Cuál de las siguientes no es una propiedad de todos los organismos vivos?
 - a) Organización.
 - b) Obtención de materia y energía.
 - c) Cuidado de su descendencia.
 - d) Reproducción.
 - e) Respuesta al ambiente.
2. El nivel de organización que incluye organismos de la misma especie en un área determinada se denomina:
 - a) Población.
 - b) Ecosistema.
 - c) Especie.
 - d) Biósfera.
3. El proceso que implica transmitir la información genética entre generaciones se denomina:
 - a) Selección natural.
 - b) Reproducción.
 - c) Desarrollo.
 - d) Metabolismo.

1.2 Evolución y clasificación de la vida

4. ¿Cuál de los siguientes incluye organismos procarióticos?
 - a) Protistas.
 - b) Hongos.
 - c) Arqueas.
 - d) Plantas.
5. El nivel de clasificación menos incluyente en la siguiente lista es:
 - a) Una especie.
 - b) Un reino.
 - c) Un dominio.
 - d) Un *phyllum*.

6. El proceso por el cual ocurre la evolución se denomina:
 - a) Selección natural.
 - b) Desarrollo.
 - c) Reproducción.
 - d) Taxonomía.

1.3 El proceso científico

7. Después de formular una hipótesis, un científico
 - a) Publica la hipótesis en una revista especializada.
 - b) Somete a prueba la hipótesis realizando experimentos.
 - c) Determina cómo evitar tener un control.
 - d) Se asegura de que las condiciones ambientales sean las correctas.
 - e) Formula una teoría científica.
8. Los experimentos examinan la contribución de _____ a la observación.
 - a) La variable de respuesta
 - b) El grupo control
 - c) La desviación estándar
 - d) La variable experimental
9. ¿Cuál de los siguientes enunciados no está correctamente vinculado?
 - a) Modelo: una representación de un objeto que se utiliza en un experimento.
 - b) Variable experimental: factor de un experimento que se puede poner a prueba.
 - c) Ley: una teoría que no está apoyada por evidencia experimental.
 - d) Datos: los resultados de un experimento o una observación.

1.4 Desafíos que enfrenta la ciencia

10. ¿Cuál de los siguientes conceptos aplica el conocimiento científico a las necesidades de la sociedad?
 - a) Evolución.
 - b) Taxonomía.
 - c) Sistemática.
 - d) Tecnología.
11. ¿Cuál de los siguientes conceptos representa la pérdida permanente de una especie?
 - a) Selección natural.
 - b) Efecto invernadero.
 - c) Extinción.
 - d) Cambio climático.
12. H5N1 y MERS son ejemplos de
 - a) Especies extintas.
 - b) Formas de gases de efecto invernadero.
 - c) Hábitat en peligro.
 - d) Enfermedades emergentes.

Participa

¿Cómo se manifiestan las características generales de la vida en tus actividades diarias?

Piensa críticamente

1. Un investigador vierte una tintura en un plato de cultivo y observa que las bacterias sobreviven, a pesar de su

exposición a la luz solar. Decide realizar una prueba para saber si la tintura protege contra la luz ultravioleta (UV). Expone a un grupo de platos de cultivo que contienen bacterias y tintura, y otro grupo que contiene sólo bacterias expuestas a la luz UV. Las bacterias en todos los platos mueren. Completa el siguiente diagrama.

2. Tienes la inquietud de cultivar tomates de gran tamaño, y observas que un fertilizante de marca afirma producir plantas más grandes que otro de marca genérica. ¿Cómo someterías a prueba esta afirmación?
3. En la actualidad, los científicos están explorando la posibilidad de que exista vida en algunos de los planetas y satélites naturales de nuestro Sistema Solar. Supón que eres un científico que trabaja en uno de esos equipos de investigación, y que se le asignó la tarea de determinar si una nueva forma de vida potencial presenta características de comportamiento o adaptación. ¿Cuál sería tu hipótesis? ¿Qué tipos de experimentos diseñarías?

