

CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES DE

BIOLOGÍA

Luis Felipe Jiménez (Coordinador)

Conocimientos fundamentales de Biología



Luis Felipe Jiménez (Coordinador)

PEARSON
Educación

COLECCIÓN CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES



PEARSON
Educativa

**Conocimientos
Fundamentales de Biología. Vol. I**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente

RECTOR

Lic. Enrique del Val Blanco

SECRETARIO GENERAL

Mtro. Daniel Barrera Pérez

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez

SECRETARIA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Mtro. José Antonio Vela Capdevila

SECRETARIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD

Mtro. Jorge Islas López

ABOGADO GENERAL

Mtra. María de Lourdes Sánchez Obregón

DIRECTORA GENERAL DE LA ESCUELA

NACIONAL PREPARATORIA

Mtro. Rito Terán Olguín

DIRECTOR GENERAL DEL COLEGIO

DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Mtra. Carmen Villatoro Alvaradejo

COORDINADORA DEL CONSEJO ACADÉMICO

DEL BACHILLERATO

Dr. Alejandro Pisanty Baruch

DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS

DE CÓMPUTO ACADÉMICO

Dr. Francisco Cervantes Pérez

COORDINADOR DE UNIVERSIDAD

ABIERTA Y EDUCACIÓN A DISTANCIA

Lic. Néstor Martínez Cristo

DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL

Colección Conocimientos Fundamentales

Esta colección es parte de un programa de la UNAM orientado a la producción de libros y materiales digitales para el bachillerato.

Colección Conocimientos Fundamentales

Conocimientos Fundamentales de Biología. Vol. I

Luis Felipe Jiménez
(Coordinador)

Rosaura Ruiz Gutiérrez
Arturo Argueta Villamar
Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas
Irene Quiroz Amenta
Julieta Chacón López
María Refugio Saldaña García
Juan Núñez Farfán
María Cristina Hernández Rodríguez
Luis Felipe Jiménez García



Universidad Nacional Autónoma de México
México, 2006



México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

JIMÉNEZ, LUIS FELIPE *et al.*
Conocimientos Fundamentales de Biología. Vol. I

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

ISBN: 978-970-26-0959-9

Área: Bachillerato

Formato: 21 × 27 cm

Páginas: 192

Programa Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior

Coordinación general: Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez y Dr. Arturo Argueta Villamar

Coordinación operativa: Mtro. Alfredo Arnaud Bobadilla

Coordinación editorial: Lic. Consuelo Yerena Capistrán

La Coordinación agradece la colaboración de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. Se agradece también a la Academia Mexicana de Ciencias.

Conocimientos fundamentales de Biología. Vol. I

1ª edición, 2006

Colección Conocimientos fundamentales

D. R. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Cd. Universitaria, 04510, México, D. F.

Secretaría de Desarrollo Institucional

ISBN 970 32 3838 6

PRIMERA EDICIÓN, 2006

D.R. © 2006 por Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Atacomulco No. 500 – 5º piso

Col. Industrial Atoto

53519, Naucalpan de Juárez, Edo. de México

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. Núm. 1031

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

ISBN 10: 970-26-0959-3

ISBN 13: 978-970-26-0959-9

Impreso en México. *Printed in Mexico.*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 09 08 07 06



Presentación

El saber, entendido como fuerza que impulsa de manera determinante al desarrollo, tanto individual como social, constituye una condición necesaria para el crecimiento, la democracia, la equidad y la libertad.

En el contexto de la sociedad del conocimiento, la formación media superior se ha convertido en un tema de atención prioritaria para las instituciones educativas. Sus nuevas tendencias, oportunidades y posibilidades, su función de enlace entre los niveles básico y profesional y su situación estratégica en el proceso formativo, dotan al bachillerato de un gran potencial.

El libro que tienes en tus manos es producto de un muy estimable esfuerzo hecho por la Universidad Nacional Autónoma de México para fortalecer al bachillerato. Forma parte de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior, concebida bajo la visión de que los acelerados cambios y transformaciones de las últimas décadas en los diversos campos del saber y del quehacer humano, deben reflejarse en los contenidos educativos del siglo que inicia. En tal sentido, este ciclo de estudios está siendo objeto de un profundo análisis.

Entre los aspectos que, sin duda, impulsarán al bachillerato, están su articulación orgánica con las etapas educativas posteriores; el establecimiento de estrategias de atención a requerimientos pedagógicos específicos; la modificación curricular sustentada en el perfil de egreso y en los conocimientos relevantes y pertinentes que requiere el estudiante; el mejoramiento de la docencia, y la incorporación de nuevas tecnologías a la enseñanza-aprendizaje en esta etapa.

Con base en lo anterior, la Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, ha emprendido un programa conducente a replantear los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en este nivel de estudios.

Los libros y materiales de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior son el punto de partida para establecer los cimientos de una formación que, efectivamente, te proporcione una cultura general interdisciplinaria y de capacidades específicas para que puedas responder a las exigencias de un entorno cada vez más complejo y demandante. Dichos conocimientos, además de las habilidades y valores correspondientes, deben prepararte también para el aprendizaje a lo largo de tu vida.

La Colección cuenta con la participación de destacados académicos de la Universidad, en el marco de un programa institucional destinado a rendir sus mejores frutos en beneficio de los jóvenes del bachillerato en México y en América Latina.

*Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector de la Universidad
Nacional Autónoma de México*

Prefacio

La Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, emprendió la tarea de reflexionar sobre los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en el bachillerato, bajo la premisa de que la enseñanza media superior tiene como objetivos principales la formación de estudiantes que continúen sus estudios en la licenciatura y el posgrado, con posibilidades reales de incorporarse a la vida laboral, con un claro compromiso social.

Las disciplinas elegidas para trabajar en una primera etapa fueron: biología, filosofía, física, geografía, matemáticas, literatura y química. Se formaron grupos de trabajo integrados por profesores del bachillerato, la licenciatura y el posgrado, que definieron los conocimientos fundamentales de cada disciplina, en función de su desarrollo reciente, de su pertinencia en el marco de la enseñanza media superior y del impulso a la interdisciplina.

La definición de los conocimientos fundamentales tiene como fin el determinar los saberes básicos e imprescindibles con que los estudiantes deben contar al término del ciclo del bachillerato y proporcionar a los alumnos una cultura general de la disciplina, que les permita estar preparados para incursionar en nuevos espacios del saber.

Una vez establecidos tales conocimientos, se integraron grupos de trabajo más amplios para elaborar los contenidos de los libros, de los discos compactos y de la página web, que son los tres materiales de apoyo a tu formación que incluye este programa. Éstos se insertan en el marco de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para que puedas usarlos con la orientación y apoyo de tus profesores.

La definición y la producción de los materiales de esta Colección, contó con la amplia participación de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. También contribuyó en la tarea un selecto grupo de miembros de la Academia Mexicana de Ciencias, quienes hicieron sugerencias para mejorar los materiales. A todos ellos, nuestro reconocimiento y gratitud.

El Programa de Fortalecimiento del Bachillerato, del que forma parte la **Colección Conocimientos Fundamentales** es una iniciativa de la UNAM destinada a apoyar y fortalecer los estudios de bachillerato en lengua española.

Con esta primera serie de libros y materiales para siete disciplinas, nuestra Universidad inicia esta Colección que habrá de enriquecerse con una serie de nuevos títulos, realizados con la calidad y el profesionalismo propios de nuestra Casa de Estudios. Están dirigidos a los maestros y estudiantes del nivel medio superior.

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Institucional

Acerca de los autores

Dr. Luis Felipe Jiménez García

Profesor Titular “C” de la Facultad de Ciencias, UNAM.
Biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias, UNAM.
Postdoctorado en el Laboratorio Cold Spring Harbor, Nueva York.
Investigador Nacional y Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.
Presidente de la Sociedad Iberoamericana de Biología Celular.

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez

Profesora Titular, Facultad de Ciencias, UNAM.
Bióloga, Maestra y Doctora en Ciencias, UNAM.
Investigadora Nacional y Vicepresidenta de la
Academia Mexicana de Ciencias.

Dr. Arturo Argueta Villamar

Profesor de la Facultad de Ciencias de la UNAM.
Biólogo, Maestro y Doctor en Ciencias, UNAM.
Miembro del grupo “Estudios filosóficos, históricos y sociales de la Ciencia”.

M. en C. Julieta Chacón López

Profesora Titular, Colegio de Ciencias y Humanidades-Sur, UNAM.

M. en C. Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas

Profesor Titular, Escuela Nacional Preparatoria Número 4.
Distinción Universidad Nacional, Docencia en Ciencias Naturales 1999.

Biól. Irene Quiroz Amenta

Profesora Titular, Escuela Nacional Preparatoria, UNAM.
Premio Universidad Nacional 2005.

Dr. Juan S. Núñez Farfán

Investigador Titular, Instituto de Ecología, UNAM.
Investigador Nacional y Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.
Coordinador del Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.
Presidente de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología.

M. en C. María del Refugio Saldaña García

Profesora Asociada, Colegio de Ciencias y Humanidades-Azcapotzalco.
Distinción Universidad Nacional 2005.

Dra. Ma. Cristina Hernández

Profesora de la Facultad de Ciencias de la UNAM.
Bióloga, Maestra y Doctora en Ciencias, UNAM.
Pertenece al grupo “Estudios filosóficos, históricos y sociales de la Ciencia”.

Además de los autores, colaboraron en la presente obra:

La Dra. Annie Pardo Semo y la Dra. María de Lourdes Segura Valdez contribuyeron con el desarrollo del tema de matriz extracelular.

Revisaron diferentes versiones del manuscrito y nos hicieron llegar comentarios y sugerencias el Dr. Jorge Membrillo Hernández, el M. en C. Aquiles Bernal Moreno, la Dra. Annie Pardo Semo, Dra. María de Lourdes Segura Valdez, M. en C. María Josefina Segura Gortares, M. en C. Gustavo Guzmán, M. en C. Rosa María Yedra Vilchis, M. en C. Refugio Valadez, M. en C. Patricia Díaz González. El Dr. Rodolfo Cárdenas Reygadas de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala de la UNAM. El M. en C. José de Jesús Moncayo Sahagún y la M. en C. Luz del Carmen Gómez Salazar, ambos del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Oriente, hicieron una revisión técnica detallada del contenido. Agradecemos la concepción y elaboración de varias de las figuras a la Dra. María de Lourdes Segura Valdez y a la M. en C. Reyna Lara Martínez. La M. en C. Sandra Saitz Ceballos elaboró varias figuras que fueron base para muchas de las versiones finales. La figura 6 la redibujaron María Teresa y Luis Jiménez. Las micrografías de mitosis se obtuvieron a partir de preparaciones elaboradas por los estudiantes de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM Sarai Cruz Gómez y Roberto López Cruz. La figura de meiosis fue proporcionada por la Dra. Rosario Ortiz Hernández. La figura de mitocondria se obtuvo de material de Yamilka Rodríguez, estudiante del programa de doctorado conjunto UNAM-Universidad de la Habana. El M. en A. Aldi de Oyarzábal nos facilitó su acuarela de *L. schismatica* para ilustrar la figura 1. Las preparaciones de cromosomas humanos fueron proporcionadas por la M. en C. Rosa María Arana Trejo del Hospital General de México. La Dra. Frida Díaz Barriga hizo comentarios valiosos durante el desarrollo de la obra. El Dr. Francisco Bolívar Zapata, del Instituto de Biotecnología de la UNAM nos proporcionó la imagen del plásmido pBR322, a partir de la cual se dibujó la versión final.

A través de un curso, también recibimos valiosos comentarios de los profesores Neri del Carmen Becerra Tapia, Patricia Jiménez Gandera, Guillermo Pérez Saldaña, Carmen Patricia Rodríguez Pérez, Alma Cecilia Rosas Pulido, María Josefina Segura Gortares, Virginia Tamayo Ortega, Eréndira Álvarez Pérez y Ricardo Noguera Solano

Para la elaboración de algunas figuras se utilizaron las siguientes fuentes:

Schleiden, M.J. (1838). *Contribution to phytogenesis*. Müller Arch. Anat. Physiol. Part II. (traducción); Strasburger, E. (1884). *Die controversen der indirekten kerntheilung*. Arch. F. micr. Anat. 23: 246-304; Albarracín, A. (1992). *La teoría celular en el siglo XIX. Historia de la ciencia y de la técnica*. Akal, Madrid; Hooke, R. (1665). *Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon*. Martin and Allestery, London. Edición facsimilar de Dover Publications, Inc., New York, 1961; Leewenhoek, A. (1678). *De natis e femine genitalia animalcules*. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. 142: 1040-1046; Leewenhoek, A. (1684). *Microscopical observations, about animals in the surf of the teeth, the substance call'ed worm in the nose, the cuticula consisting of scales*. Phil. Trans. 559: 568-574; Sahagún, B. (sin fecha). *El códice florentino*. Edición facsimilar en tres volúmenes del gobierno de México, en 1979; Flemming, W. (1879). *Beiträge zur kenntniss der zelle und ihrer lebenserscheinungen*. Archiv. F. mikrosk. Anat. 18: 151-259.

La Coordinación de Publicaciones Digitales de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM, a través de la Mtra. Clara López Guzmán, Act. Guillermo Chávez Sánchez, Lic. Miguel Ángel Mejía Argueta, L.D.G. Lizbeth Luna González contribuyó al desarrollo del proyecto. La D.C.V. Dulce Carolina Córdova Cruz, el D.C.V. Daniel Haro Gómez, la Lic. en Let. Hisp. Julieta Sánchez Morales y el L.D.G Salvador Silva elaboraron varias de las figuras.

Foto de portada

Stenocereus thurberi

“Pitaya dulce”

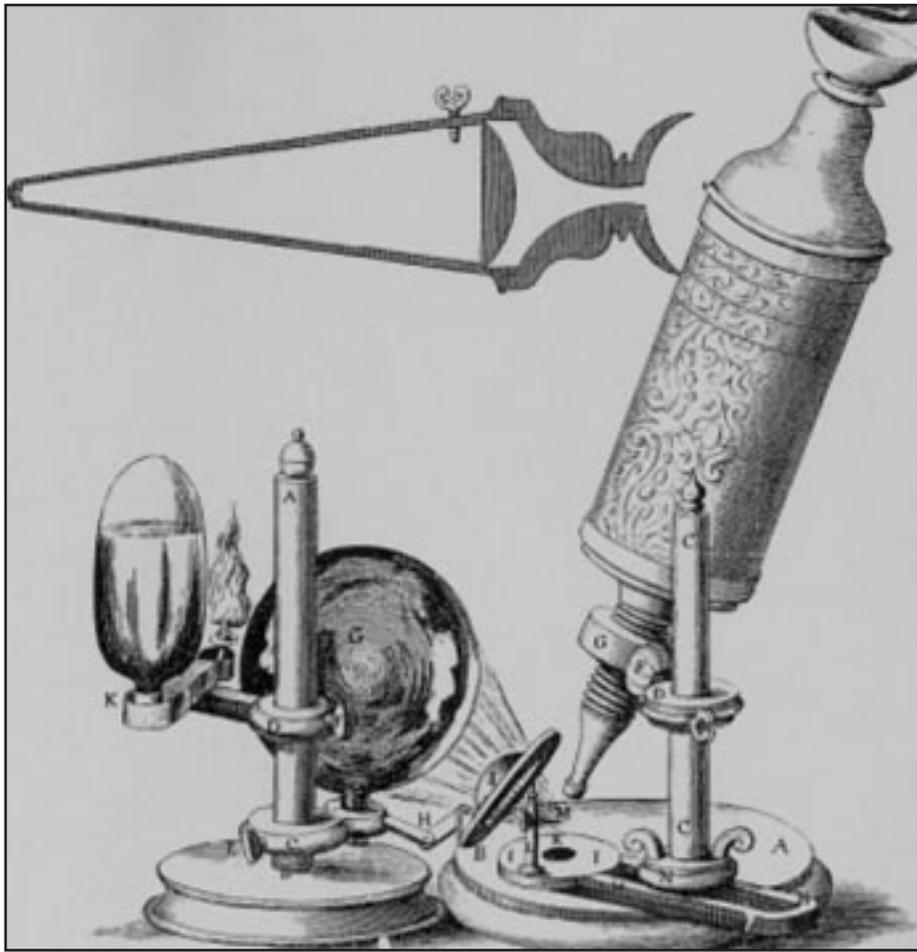
Jardín Botánico, UNAM

Determinación de la especie: Dr. Salvador Arias Montes,
Instituto de Biología, UNAM

Índice

Presentación.....	V
Prefacio.....	VII
Acerca de los autores.....	IX
Introducción	1
Módulo 1 La biología como ciencia.....	1
Introducción	1
Tema 1 El objeto de estudio de la biología.....	2
1.1 ¿Qué es la vida?	2
1.2 ¿Qué es lo que caracteriza a los seres vivos?	6
1.3 Niveles de organización	8
<i>Resumen</i>	9
<i>Términos fundamentales</i>	10
<i>Actividades de aprendizaje</i>	10
<i>Autoevaluación</i>	12
Tema 2 Concepciones sobre la ciencia	14
2.1 ¿Qué es la ciencia?.....	14
2.2 Historia de la biología	21
2.3 Caracterización y métodos de investigación en la biología	26
<i>Resumen</i>	29
<i>Términos fundamentales</i>	30
<i>Actividades de aprendizaje</i>	30
<i>Autoevaluación</i>	31
Tema 3 La biología y sus grandes generalizaciones	33
3.1 Teoría celular	33
3.2 Teoría de la evolución	37
3.3 Teoría del gen	40
<i>Resumen</i>	45
<i>Términos fundamentales</i>	46
<i>Actividades de aprendizaje</i>	46
<i>Autoevaluación</i>	47
Módulo 2 Biología celular, molecular y bioquímica.....	53
Introducción	53
Tema 1 Biología molecular de la célula.....	54
1.1 Tipos de células	54
1.2 Organización y funciones de la célula	58
1.3 La célula y su relación con el ambiente	71
1.4 El interior de la célula	75
1.5 Estructuras celulares y movimiento	100
1.6 Ciclo de vida de la célula	103

<i>Resumen</i>	110
<i>Términos fundamentales</i>	110
<i>Actividades de aprendizaje</i>	111
<i>Autoevaluación</i>	114
Tema 2 Multicelularidad	116
2.1 Matriz extracelular.....	116
2.2 Uniones celulares.....	118
<i>Resumen</i>	121
<i>Términos fundamentales</i>	122
<i>Actividades de aprendizaje</i>	122
<i>Autoevaluación</i>	123
Tema 3 Reproducción de los individuos	124
3.1 Reproducción asexual.....	124
3.2 Origen de la reproducción sexual.....	125
<i>Resumen</i>	126
<i>Términos fundamentales</i>	127
<i>Actividades de aprendizaje</i>	127
<i>Autoevaluación</i>	128
Módulo 3 Genética	135
Introducción	135
Tema 1 Biología molecular del gen	135
1.1 Descifrando la configuración molecular del gen.....	136
1.2 El gen en acción.....	145
<i>Resumen</i>	156
<i>Términos fundamentales</i>	156
<i>Actividades de aprendizaje</i>	156
<i>Autoevaluación</i>	158
Tema 2 Biología genómica	160
2.1 Biotecnología y organismos transgénicos.....	160
2.2 El genoma de las especies biológicas.....	163
<i>Resumen</i>	166
<i>Términos fundamentales</i>	167
<i>Actividades de aprendizaje</i>	167
<i>Autoevaluación</i>	168
Bibliografía	173
Respuestas de los ejercicios de autoevaluación	175



MÓDULO 1

La biología como ciencia

Introducción

La biología es la ciencia que estudia a los seres vivos. Surge de manera formal en el siglo XIX y ha definido su objeto de estudio a lo largo de la historia; ha establecido conceptos, teorías y principios y varios enfoques metodológicos para abordar el estudio de la vida.

Este campo de conocimiento que inició como la descripción y la clasificación del mundo viviente, se ha transformado en una ciencia que busca comprender las funciones y las estructuras de los seres vivos; integra temas fundamentales en el estudio de los organismos, como son: el desarrollo, la herencia, la evolución, la interacción con el medio y con otros organismos. Tiene también una amplia gama de aplicaciones prácticas y ha contribuido al desarrollo de una gran cantidad de campos aplicados, como la medicina, la ingeniería genética, la biotecnología, la agricultura y la cría y mejora de animales, entre otras.

Esta diversidad de enfoques ha traído como consecuencia la gran diversificación de esta ciencia en numerosas disciplinas que abarcan un amplio conjunto de campos de conocimiento, pero mantienen una serie de principios y teorías

generales, entre las que se encuentran la teoría celular, la teoría de la evolución y la teoría del gen, que le dan unidad al pensamiento biológico.

La biología en la actualidad ha conformado una gran trama conceptual y metodológica que ha logrado comprender y explicar la enorme complejidad de los seres vivos. Además, sus conocimientos tienen importantes consecuencias en la sociedad ante la crisis ambiental y la necesidad de plantear nuevas estrategias en el uso de los recursos naturales, donde el conocimiento biológico es fundamental.

En este primer módulo pretendemos que el estudiante conozca las características fundamentales de los seres vivos, las diferentes formas de abordar su estudio, que comprenda cómo la biología ha llegado a constituirse en una de las ciencias más importantes del siglo XX, y de principios del siglo XXI y que conozca los planteamientos centrales de las principales generalizaciones de la biología: la teoría de la evolución, la teoría celular y la teoría del gen.

También nos interesa que comprenda la naturaleza de las actividades realizadas por los biólogos, que tome en cuenta cómo se construyen las teorías, los métodos y las vías que se utilizan para llegar a ellas, así como el papel que los científicos del área biológica realizan en la sociedad.

Tema 1. El objeto de estudio de la biología

En esta parte no se trata de plantear una definición de vida, lo que resulta ser muy difícil, sino de conocer las características de los seres vivos. Una de las principales características que tienen es la capacidad de evolucionar, de cambiar de una generación a otra, lo que con el transcurso del tiempo lleva al origen de nuevas especies.

1.1 ¿Qué es la vida?

Desde nuestros orígenes, los seres humanos nos hemos interesado por las innumerables manifestaciones de la naturaleza. Nos ha impresionado la increíble diversidad de organismos que habitan nuestro mundo. Nos ha maravillado la belleza de las flores, la majestuosidad de algunos animales, la increíble laboriosidad de las abejas. Nos hemos preocupado por conocer los ciclos de vida de algunas especies que han sido utilizadas como alimento o vestido y de aquellas que nos provocan enfermedades.

A lo largo de nuestra historia nos hemos relacionado de muy diversas maneras con los seres vivos que nos rodean y los hemos percibido en función de distintos marcos de referencia. Al principio nos provocaban temor y admiración, después pensamos que su existencia se debía a los actos de creación de seres omnipotentes y pensamos que nuestra propia especie constituía el centro y objetivo final de esta creación.

En la actualidad sabemos que la gran diversidad del mundo vivo es el resultado de un proceso, denominado **evolución** biológica, mediante el cual las especies cambian a través del tiempo para dar origen a especies nuevas. Estos cambios tienen que ver con modificaciones en la forma o el funcionamiento de los organismos, que los llevan a formar nuevas especies a partir de antepasados comunes. Dichas transformaciones son el resultado de una serie de acontecimientos y procesos naturales que han dado lugar a los millones de organismos que existen y han existido sobre la Tierra, incluyendo nuestra propia especie.

Estos planteamientos fueron argumentados con suficiente claridad en el libro *El origen de las especies* publicado por Charles Darwin (1809-1882) en 1859, donde plantea la *teoría de la evolución por selección natural*. Esta teoría ofreció un marco conceptual distinto para el estudio de la vida.

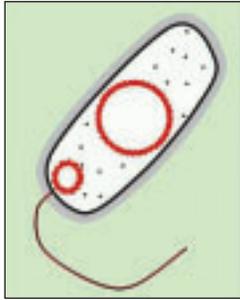
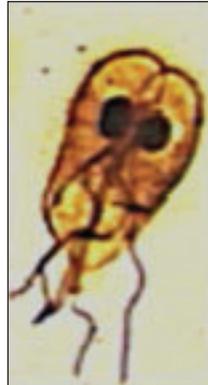
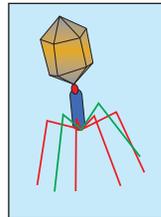
1 BACTERIA*Escherichia coli***2 PROTISTA***Giardia lamblia***3 HONGO***Amanita muscaria***4 PLANTA***Lacandonia schismatica***VIRUS****Bacteriófago T4****5 ANIMAL***Melleagris gallopavo*

Figura 1 Las diferentes formas de vida se agrupan en cinco reinos. Los virus no pertenecen a ninguno de ellos.

La teoría de la evolución constituye la teoría unificadora más importante de la biología. Antes de su planteamiento, el estudio de los seres vivos constituía un cúmulo de hechos y observaciones desarticuladas. Con esta teoría, la diversidad de los organismos, las semejanzas y diferencias entre sus distintas clases, las pautas de distribución y comportamiento, las interacciones y las adaptaciones tuvieron un principio de estructuración. Esta teoría constituyó el hilo que tejió los diversos fenómenos relacionados con los seres vivos.

Tuvo que pasar mucho tiempo para que esta gran comprensión del mundo vivo llegara. Antes de ello fue necesario tener un mayor conocimiento de los organismos, desarrollar enfoques teóricos y metodológicos diversos y contar con la genialidad de grandes naturalistas y científicos que explicaron la complejidad de los fenómenos biológicos. Gracias a todo ello se dio forma y contenido a esta gran ciencia que es la **biología**.

La biología ha sido definida como el estudio de la vida. Pero una pregunta que siempre ha estado presente en los estudiosos de la naturaleza es *¿qué es la vida?*

A lo largo de la historia se han generado diversos tipos de respuestas a esta interrogante. Desde las mágicas o metafísicas que atribuyeron esencias o fuerzas vitales a los fenómenos de la vida, hasta las meramente científicas que nos hablan del metabolismo, de la acción de genes, de la herencia y de la evolución, fenómenos biológicos fundamentales. La respuesta a qué es la vida, de este modo, ha estado ligada al desarrollo mismo de la cultura y de la ciencia.

La mayor parte de los pueblos de la prehistoria creían que existían espíritus residentes en montañas, ríos, árboles, animales y personas. Este concepto, denominado **animista**, fue extinguiéndose poco a poco, pero se siguió creyendo que los seres vivos poseían algo que los distinguía de la materia inanimada; y, justamente, explicar la naturaleza de eso que llamamos vida ha sido uno de los objetivos de la biología. El problema es que “la vida” sugiere la existencia de “algo” (una sustancia o **esencia**) y durante mucho tiempo los filósofos y los biólogos han tratado en vano de encontrarla.

Desde el siglo XVI los estudiosos de la naturaleza pensaban que los sistemas vivos eran esencialmente distintos de los no vivos, debido a que contenían una “fuerza vital” que les proporcionaba la capacidad de realizar funciones que no podían llevarse a cabo fuera del organismo vivo. A esta corriente se le conoce como **vitalismo** y a sus seguidores vitalistas.

En el siglo XVII surge una corriente denominada **mecanicismo** que estaba en oposición con el vitalismo, ya que planteaba que la vida era algo muy especial pero no radicalmente distinto de los sistemas no vivos. René Descartes (1596-1650) fue un gran defensor de este enfoque. Sostenía que los sistemas vivos funcionaban del mismo modo que una máquina. A estas personas se les llamó **mecanicistas** y, más tarde, **fisicistas**.

En el siglo XIX, el debate acerca de las características propias de los seres vivos había avanzado y se discutía si la química de los organismos vivos funcionaba del mismo modo que en el laboratorio. Los vitalistas pensaban que las reacciones químicas que se llevaban a cabo en los organismos no podían realizarse experimentalmente en los laboratorios, y clasificaron a estas reacciones en químicas y vitales. El desarrollo de la química permitió conocer que había sustancias inorgánicas que podrían transformarse en orgánicas, como es el caso del cianato de amonio que se transforma en urea demostrado por Friedrich Wöhler (1800-1882), argumento en que se apoyaron los mecanicistas, debido a que pensaban que las complejas reacciones de los seres vivos podían reducirse a otras más simples y más fácilmente comprensibles.

Los vitalistas se apoyaban en el hecho, también demostrado por el avance de la química orgánica, de que en los tejidos vivos se encontraban muchos compuestos nuevos que no habían sido vistos en el mundo no vivo. A finales del siglo XIX, el principal vitalista fue Luis Pasteur (1822-1895) quien pensaba que los cambios que se daban cuando los jugos de la fruta se transformaban en vino eran “vitales” y podían ser llevados a cabo sólo por las células de la levadura. En 1898 se demostró que una sustancia extraída de la levadura podría producir fermentación fuera de la célula viva, la cual recibió el nombre de **enzima**. De este modo, se comprobó que la reacción “vital” de la que hablaba Pasteur era una reacción química.

Las explicaciones vitalistas eran diversas; sin embargo, no existía ninguna teoría aglutinante ni convincente. Este enfoque fue perdiendo fuerza cuando, en el nivel molecular y celular, los procesos fisiológicos y del desarrollo se explicaron como procesos fisicoquímicos; de este modo, las posturas de los vitalistas resultaron superfluas. El desarrollo de nuevos conceptos biológicos que explicaban fenómenos que se utilizaban como pruebas del vitalismo, también trajeron como resultado su declive.

En la actualidad sabemos que tanto mecanicistas como vitalistas tenían razón parcialmente. Los mecanicistas acertaron al señalar que no existen componentes metafísicos de la vida y que en el nivel molecular, la vida se puede explicar según los principios de la química y la física. Su principal logro fue aportar una explicación natural de los fenómenos físicos, eliminando enfoques metafísicos que eran aceptados por muchas personas. Por su parte, los vitalistas tenían razón al afirmar que los organismos vivos no son como la materia inerte, sino que poseen muchas características propias que no se encuentran en la ma-

teria inanimada. Un aspecto particularmente importante es que cuentan con programas genéticos conformados a través del proceso evolutivo, que son los que controlan los fenómenos vitales.

El abandono del vitalismo, en lugar de representar una victoria del mecanicismo, dio lugar a un nuevo sistema explicativo. Este nuevo enfoque, denominado **organicismo**, plantea que los procesos biológicos a nivel molecular se pueden explicar perfectamente por mecanismos fisicoquímicos, pero que dichos mecanismos tienen una influencia cada vez menor, o casi nula, en los niveles superiores de integración.

El organicismo sostiene que *las características exclusivas de los organismos no se deben a su composición, sino a su organización*. Concibe a los seres vivos como sistemas organizados y da mucha importancia a la historia evolutiva de los programas genéticos que controlan sus funciones vitales.

Este enfoque sostiene que la materia se encuentra organizada en diferentes estructuras, que van desde las más pequeñas hasta las más grandes y de las más simples a las más complejas. Esta organización delimita niveles que permiten comprender el estudio de los seres vivos. Cada **nivel de organización** incluye a los niveles inferiores y, a su vez, forma parte de los superiores, además de que cada uno posee características propias, denominadas características emergentes. Así, una proteína no es sólo la suma de los aminoácidos que la conforman, sino que tiene características específicas que no se encuentran en los aminoácidos aislados.

El concepto de emergencia es un pilar de este enfoque; se refiere a que en todo sistema estructurado emergen nuevas propiedades que no se habrían podido predecir por muy bien que se conozca el nivel anterior. Este concepto fue condensado en una máxima concisa “el todo es más que la suma de sus partes”.

De este modo, el organicismo sostiene que es la organización de las partes la que controla todo el sistema y que existe integración en todos los niveles, desde la célula a los tejidos, órganos, sistemas y organismos completos. Esta integración se manifiesta en el nivel bioquímico y del desarrollo y en el comportamiento en el organismo completo. Por tanto, ningún sistema puede explicarse por completo describiendo las propiedades de sus componentes de manera aislada. La base del organicismo, entonces, es que los seres vivos poseen organización.

Como vemos, el interés fundamental de los biólogos se ha transformado del esfuerzo de ofrecer una respuesta válida a la pregunta *¿qué es la vida?* a la búsqueda de explicaciones sobre lo que caracteriza a los seres vivos.

Para los biólogos modernos sigue siendo muy complejo establecer una definición válida de la vida, como es para los físicos definir el concepto de energía. No existe una respuesta única ni una definición simple, ni una sola manera de trazar una línea divisoria entre lo vivo y lo no vivo.

En este sentido, Ernst Mayr (1904-2005) sostuvo que el proceso de vivir puede estudiarse desde un punto de vista científico, se puede describir e incluso definir lo que es vivir; se puede definir lo que es un organismo vivo; y se puede intentar establecer una distinción entre lo vivo y lo no vivo, cosa que no puede hacerse con la abstracción “vida”.

De este modo, aunque desde el punto de vista semántico (es decir, del significado), es muy complejo definir lo que es la vida, esto no quiere decir que no pueda abordarse su estudio desde otra perspectiva. De hecho, la biología se constituyó como ciencia y avanzó de manera impresionante cuando se centró en el conocimiento de lo que significa ser vivo, ya que la vida no existe en abstracto, los que existen son los seres vivos. Por ello, cuando los naturalistas profundizaron en las explicaciones sobre su origen, su funcionamiento, su historia, su relación con el medio y con otros seres vivos, la biología se desarrolló de manera sorprendente.

La biología en la actualidad ha logrado precisar y conocer las características fundamentales de los seres vivos con un grado considerable de certeza y ha de-

finido diferentes aproximaciones en las que puede enfocarse el estudio de lo vivo. Para ello, ha establecido una serie de principios y conceptos que definen las características fundamentales de los organismos. Al mismo tiempo éstos han sido estudiados considerando distintos niveles de organización, que van desde los niveles atómicos y moleculares hasta los ecológicos y evolutivos.

1.2 ¿Qué es lo que caracteriza a los seres vivos?

En la actualidad existe consenso entre los biólogos y los filósofos sobre la naturaleza de los seres vivos. Se sostiene que los organismos están compuestos por los mismos elementos y presentan procesos comunes a todas las formas de vida. Se ha establecido que todos los seres vivos están compuestos por **células** y su funcionamiento está basado en una bioquímica común y que todas las funciones en el nivel molecular (y casi todas en el nivel celular) obedecen las leyes de la física y la química. Se rechaza totalmente el vitalismo, pero se considera que los organismos son fundamentalmente diferentes de la materia inorgánica.

Se acepta que los seres vivos conforman sistemas ordenados jerárquicamente, con un gran número de propiedades emergentes que no se observan nunca en la materia inanimada y, lo más importante, que sus actividades están gobernadas por programas genéticos que contienen información adquirida a lo largo del tiempo. De este modo, todos los seres vivos mantienen sus caracteres hereditarios a través del material genético formado por **DNA**, que utiliza un **código genético** universal. Cada unidad biológica contiene material genético específico que la hace distinta a las demás.

Algunas de las características específicas de los seres vivos se señalan a continuación:

- a) Son el producto de aproximadamente 3 500 millones de años de evolución y todas sus características reflejan esta historia, ya que la estructura, el funcionamiento, el desarrollo, el comportamiento y las actividades de los organismos están controladas por programas que son el resultado de la información genética acumulada a lo largo de la historia de la vida en el planeta.
- b) Los seres vivos presentan un dualismo que surge del hecho de que poseen un genotipo y un fenotipo. El genotipo constituye el total de la información genética de un individuo y el fenotipo, la totalidad de características de un individuo, resultado de la interacción del genotipo con el ambiente. Para entender el genotipo se necesitan explicaciones evolutivas y para la comprensión del fenotipo se requieren explicaciones funcionales.
- c) Están formados por los mismos átomos que la materia inanimada, pero las moléculas responsables del desarrollo y funcionamiento de los organismos (ácidos nucleicos, proteínas, carbohidratos) son moléculas que no existen en la naturaleza no viva.
- d) Son sistemas complejos y ordenados que se caracterizan por poseer muchos tipos de mecanismos de control y regulación que mantienen el estado estacionario del sistema.
- e) Los organismos son sistemas adaptados como resultado del proceso de **selección natural**.
- f) Son sistemas programados para realizar actividades dirigidas hacia un objetivo, desde el desarrollo embrionario hasta las actividades fisiológicas y de comportamiento.
- g) Los organismos que se reproducen sexualmente, recorren un ciclo de vida muy concreto, el cual comienza con un óvulo fecundado, que pasa por varias etapas embrionarias o larvarias hasta llegar al estado adulto.

- h)* Obtienen constantemente energía y materiales del exterior y eliminan los productos de desecho de su metabolismo.

Estas características les confieren un conjunto de capacidades que no existen en los sistemas inanimados:

- a)* Capacidad de evolucionar. Los seres vivos tienen un ancestro común y se han transformado en un proceso denominado evolución biológica. Todos los biólogos sostienen que los seres vivos no permanecen estables, sino que por el contrario, se caracterizan por la aparición de variaciones que dan como resultado la formación de nuevas especies, a partir de antepasados comunes.

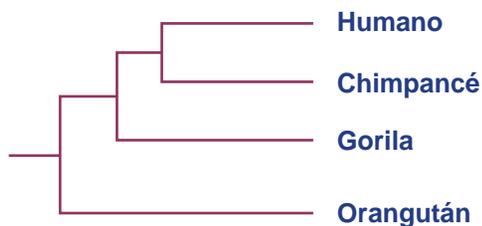


Figura 2 Los seres vivos tienen capacidad de evolucionar. Las relaciones evolutivas se pueden expresar en esquemas como éste.

- b)* Capacidad de autorreplicarse. En la actualidad se considera que todos los seres vivos tienen un antepasado común que apareció hace aproximadamente 3 500 millones de años; por tanto, surgen de material genético común. Esta idea de que los seres vivos provienen de otro ser vivo y de que no son producto de la generación espontánea, es fundamental para entender la continuidad de la vida. Esta cualidad constituye una característica esencial de los seres vivos: la capacidad de reproducirse por sí mismos.

Existe una gran diversidad de patrones de reproducción entre los distintos grupos de seres vivos. Por ejemplo, los organismos más primitivos como los procariontes, tienen un tipo de reproducción asexual, llamada fisión binaria, donde la célula madre duplica su material genético y celular, el cual se reparte equitativamente en dos células hijas, por lo que son genéticamente idénticas al original. La mayor parte de los organismos presentan reproducción sexual, que implica la unión de dos gametos para formar una nueva entidad genética, debido a que se produce intercambio de material genético de ambos progenitores. En las plantas y otros grupos taxonómicos se dan procesos muy diversos de reproducción, entre ellos la reproducción sexual.

- c)* Capacidad de crecer. El crecimiento biológico es el aumento en el tamaño de las células individuales de un organismo, del número de células o de ambos fenómenos.
- d)* Capacidad de metabolizar. Se refiere al conjunto de reacciones químicas y transformaciones de energía que involucran la síntesis y degradación de moléculas.
- e)* Capacidad de autorregularse, para mantener el complejo sistema en estado estacionario. Todos los organismos tienen la capacidad de regular su medio interno para mantener condiciones estables. Esto lo realizan mediante múltiples ajustes de equilibrio dinámico que son controlados por mecanismos de regulación que se encuentran interrelacionados. Estos procesos son muy complejos ya que implican la vigilancia y la regulación continua de diferentes factores. La célula, por ejemplo, presenta cambios

constantemente, absorbe energía y materiales del entorno, sin embargo, permanece estable ya que cuenta con mecanismos que le permiten regular esta interacción con el ambiente.

- f) Capacidad de responder a estímulos del ambiente.
- g) Capacidad de cambiar en el nivel del fenotipo y del genotipo. La diversidad del mundo vivo es algo que ha maravillado a los seres humanos desde su aparición hace miles de años. Los seres vivos presentan muy diversos tipos de ciclos de vida y de características morfológicas y conductuales. En la actualidad existen un millón y medio de especies descritas y se piensa que esto sólo representa el 5% de las especies que hoy habitan en el planeta.

1.3 Niveles de organización

Los seres vivos pueden ser estudiados a diferentes niveles. Como toda la materia del universo, están compuestos de átomos organizados en diferentes niveles de complejidad. Muchos de esos átomos forman moléculas con propiedades que se manifiestan en las células, las que a su vez se organizan en tejidos y órganos. El conjunto de los seres vivos forma parte de la biosfera.

Átomos y moléculas

Los seres vivos están formados por un conjunto de átomos y moléculas que conforman una estructura material que presenta un alto grado de organización y complejidad. En ella existen mecanismos moleculares que regulan la comunicación e intercambio de materia y energía con el ambiente e intervienen en la regulación de las funciones básicas de la vida como son la nutrición, la reproducción, el crecimiento, la respiración, la excreción, etcétera.

El 95% de los átomos que forman parte de los seres vivos son el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el azufre. A partir de estos elementos se conforman moléculas orgánicas o biomoléculas como los ácidos nucleicos, las proteínas, los lípidos y los carbohidratos, así como moléculas inorgánicas como el agua y los gases y contienen otros elementos como las sales minerales que son fundamentales para realizar las funciones metabólicas de los organismos. El DNA, que es un ácido nucleico, por ejemplo, contiene la información genética que determina las características de los organismos.

Estas moléculas se encuentran en todos los grupos de seres vivos desde los más simples hasta los más complejos, lo que permite afirmar que la vida surgió de un ancestro común hace muchos millones de años.

Existen estructuras más complejas como las membranas que limitan las células y los organelos celulares (como ribosomas o flagelos) que llevan a cabo funciones específicas dentro de la célula.

Célula

Un nivel de complejidad mayor está representado por la célula misma, que es la unidad funcional, metabólica y reproductiva de los seres vivos. Existen formas de vida constituidas por una sola célula, como las bacterias y los protozoarios; asimismo, los seres vivos más complejos están formados por una gran diversidad de células que cumplen funciones específicas.

A nivel celular pueden reconocerse dos niveles de organización claramente diferenciados. Por un lado se encuentran los **procariontes**, que representan a los organismos formados por una célula carente de núcleo celular, y por otro lado los **eucariontes**, que constituyen organismos formados por una o más células que presentan núcleo celular y diversas estructuras celulares.

Asociación de células

Los seres vivos presentan dos tipos de asociaciones celulares: las colonias y los seres pluricelulares. Las colonias son seres vivos que se agrupan para incrementar sus posibilidades de sobrevivencia, aunque son capaces de realizar las mismas tareas y de sobrevivir de manera aislada. Existen colonias tanto de procariontes como de eucariontes.

Los seres pluricelulares, en cambio, presentan una interrelación muy estrecha, ya que las células que los componen forman un sistema muy complejo que funciona como un todo. De esta manera, su asociación implica la especialización y la adquisición de características bien diferenciadas, lo que trae como consecuencia, en organismos más complejos, la formación de tejidos (constituidos por grupos de células que comparten una función similar), de órganos (diferentes tipos de tejidos unidos estructuralmente y coordinados en sus actividades) y de sistemas (órganos que trabajan juntos de manera integrada desempeñando una función particular). Los sistemas de órganos conforman a los organismos completos.

Asociación de individuos

Este nivel de organización presenta distintos niveles de complejidad. Existen agrupaciones de individuos de una misma especie, que han sido denominadas poblaciones, así como agrupaciones conformadas por individuos de diferentes especies, asociación que recibe el nombre de comunidades. Los ecosistemas, representan un nivel de complejidad mayor, ya que constituyen una unidad de organización biológica conformada por todos los organismos de un área determinada y el ambiente en el que viven. Se caracterizan por las interacciones entre factores bióticos y abióticos.

Biosfera

Es el espacio de la superficie del planeta (aire, suelo y agua) que está habitada por seres vivos. La interacción de los distintos grupos de organismos y el ambiente es el objeto de estudio de la ecología y su transformación en el tiempo ha sido un campo de investigación fundamental para los estudiosos de la evolución.

Resumen

Desde nuestros orígenes nos hemos interesado por conocer a los seres vivos que nos rodean; nos hemos preocupado por desentrañar el misterio de la vida. Una de las primeras respuestas a esta gran interrogante la dieron los vitalistas, quienes sostenían que los seres vivos poseían una *fuera vital* que los hacía distintos a los no vivos. Los mecanicistas, en cambio, pensaban que los organismos eran algo especial, pero no radicalmente distinto de la materia inanimada, por lo que plantearon que funcionaban del mismo modo que una máquina. En la actualidad los biólogos más que responder a la pregunta de qué es la vida, se han enfocado al estudio de lo que significa ser vivo; para ello se ha propuesto un nuevo enfoque, denominado organicismo, que sostiene que los seres vivos se encuentran organizados en distintos niveles jerárquicos, que se caracterizan por poseer programas genéticos conformados a través del proceso evolutivo y que son los que controlan los fenómenos vitales.

Se ha establecido que los seres vivos presentan las siguientes características fundamentales: *a)* están compuestos por materia orgánica basada principalmente en átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, etc. y presentan procesos comunes a todas las formas de vida; *b)* están conformados por células y su funcionamiento está basado en una bioquímica común; *c)* conforman sistemas ordenados jerárquicamente con un gran número de propiedades emergentes que no se encuentran en la materia inanimada; *d)* sus actividades están gobernadas por programas genéticos que contienen información adquirida a lo largo del tiempo; *e)* mantienen sus características hereditarias a través del material genético formado por DNA, que utiliza un código genético universal; *f)* poseen un genotipo que constituye el total de la información genética de un individuo y un fenotipo que se refiere a la totalidad de características que presenta, resultado de la interacción del genotipo con el ambiente; *g)* son el producto de aproximadamente 3 500 millones de años de evolución y sus características reflejan esta historia; *h)* son sistemas complejos y ordenados y poseen muchos tipos de mecanismos de control y regulación que los mantienen en estado de equilibrio.

Términos fundamentales

Biología, células, código genético, DNA, evolución, mecanicismo, niveles de organización, organicismo, selección natural, vida, vitalismo.

Actividades de aprendizaje

1. Observa diferentes tipos de seres vivos (insectos, árboles, hongos, animales domésticos, etc.). Analiza qué tienen en común. Compáralos con diferentes tipos de piedras o minerales, ¿en qué se diferencian?

Objetos naturales	Puntos en común	Diferencias
Seres vivos		
Minerales		

2. Elabora un mapa conceptual utilizando los términos fundamentales.