

Biología

BACHILLERATO

Marta Patricia Velázquez Ocampo



Velázquez Ocampo, Marta Patricia.
Biología, 1; bachillerato / Marta Patricia Velázquez Ocampo; il. Andrés Ramírez, Anthony Sharpe, Miguel Cabrera. -- 3a ed. -- México: ST Editorial, 2009.
232 p.: il., 26 cm.
Bibliografía: p. 227
Incluye cuadernillo de actividades adicionales
ISBN 978-607-7529-11-8

1. Biología – Estudio y enseñanza (Superior). 2.
Biología – Manuales de laboratorio. I. Ramírez, Andrés,
il. II. Sharpe, Anthony, il. III. Cabrera, Miguel, il.
IV. t.

574-scdd20

Biblioteca Nacional de México



ST Distribución, S.A. de C.V.

Gustavo Baz 47-A, Parque Industrial Naucalpan, Naucalpan, Estado de México.
Teléfono: (01 55) 53 01 35 81

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, registro número 3342.

© Derechos reservados 2009

Primera edición: México D. F., noviembre de 2005

Segunda edición: México D. F., enero de 2008

Tercera edición: Estado de México, enero de 2009

Primera reimpresión de la tercera edición: Estado de México, enero de 2010

© 2009, Marta Patricia Velázquez Ocampo

ISBN: 978 607 7529 11 8

Director general: Joaquín Trejos

Director editorial: Alonso Trejos

Editor en jefe: Giorgos Katsavavakis

Coordinadora editorial: Áurea Camacho

Edición: Áurea Camacho

Director de arte: Ernesto Bolaños

Diagramación: Daniela Hernández, Jeffrey Torres

Diseño de portada: Milagro Trejos

Ilustraciones: Andrés Ramírez, Anthony Sharpe, Miguel Cabrera

Asistente de producción: Laura López

Fotografías: Stockxchange, archivo ST Editorial

Impresión: Transcontinental

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro
en cualquier medio sin permiso escrito de la editorial.
Impreso en México. Printed in Mexico.

st-editorial.com

01 800 714 1007 (ATENCIÓN AL CLIENTE)

comentarios (@)st-editorial.com

Esta reimpresión de *Biología 1*, de Marta Patricia Velázquez Ocampo
se terminó de imprimir en enero de 2010 en los talleres
de Reproducciones Fotomecánicas S. A. de C. V.,
con domicilio en Democracias #116, col. San Miguel Amantla,
Delegación Azcapotzalco, C.P. 02700 México, D. F.

contenido

Presentación	6
Organización del libro	7
Competencias	8

UNIDAD 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS

Evaluación diagnóstica	12
TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA	15
La biología como ciencia	15
Campo de estudio de la biología	17
Relaciones interdisciplinarias	20
Relación de la biología con la tecnología y la sociedad	22
TEMA 2: NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA	25
Desde las partículas hasta el ecosistema	25
Niveles de organización de la materia (infográfico)	28
Método científico y su aplicación	30
Observación	31
Planteamiento del problema	31
Información previa	31
Hipótesis	32
Diseño experimental	32
Experimentación	33
Análisis de los resultados	33
Conclusiones	33
Informe escrito	34
Teoría	34
Límites de la biología	35
TEMA 3: CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE LOS SERES VIVOS	37
Estructura celular	38
Metabolismo	38
Homeostasis	39
Reproducción	39
Crecimiento y desarrollo	40
Irritabilidad	40
Adaptación	40
Fronteras de la vida	41
TEMA 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS	42
Bioelementos primarios y secundarios	42
Moléculas inorgánicas de interés biológico	45
Agua	45
Escala de pH	47
Sales minerales	48
Biomoléculas orgánicas	50
Carbohidratos	51



Lípidos	57
Proteínas	61
Ácidos nucleicos	65
Requerimientos nutricionales de los seres vivos	69
TEMA 5: TEORÍAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA	74
Teoría de la generación espontánea	74
Teoría de la biogénesis	75
Teoría de la panspermia	77
Teoría de la evolución química	78
La Tierra primitiva	78
Experimento de Miller-Urey	79
Reacciones de condensación	80
Sistemas precelulares	80
Concepciones actuales sobre el origen de la vida	81
Autoevaluación	85
UNIDAD 2	
BIOLOGÍA CELULAR	
Evaluación diagnóstica	88
TEMA 6: LA CÉLULA	91
Célula procariótica	92
Célula eucariótica	93
Endosimbiosis	94
TEMA 7: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR	97
Estructura de las células animal y vegetal (infográfico)	98
Sistema de membrana	101
Membrana celular	101
Retículo endoplásmico	103
Aparato de Golgi	104
Vacuolas	104
Vesículas	105
Material genético	105
Núcleo	105
Nucleoide	106
Matriz citoplasmática y componentes celulares	107
Citoesqueleto	107
Ribosomas	108
Lisosomas	108
Mitocondrias	109
Cloroplastos	110
TEMA 8: METABOLISMO CELULAR	112
Energía y seres vivos	112
¿Qué es la energía?	113
Reacciones exotérmicas y endotérmicas	114
El ATP y la energía en las células	116
Control de la célula en sus reacciones metabólicas	117
Enzimas	118
Catabolismo y anabolismo	120
Nutrición celular	121



Nutrición autótrofa	121
Nutrición heterótrofa	128
Respiración	130
Respiración aerobia	131
Respiración anaerobia y fermentación	134
Autoevaluación	137
UNIDAD 3	
DIVERSIDAD BIOLÓGICA	
Evaluación diagnóstica	140
TEMA 9: VIRUS	143
Definición y características	143
Clasificación de los virus	146
Retrovirus	146
Importancia de los virus	146
Virodes y priones	148
TEMA 10: CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS	150
Linneo	151
Whittaker	152
Woese	153
Árbol filogenético actual (infográfico)	154
TEMA 11: DOMINIO EUBACTERIA	156
Definición y características	156
Criterios de clasificación	158
Importancia de las bacterias	159
TEMA 12: DOMINIO ARCHAEA	161
Definición y características	161
Criterios de clasificación	162
Importancia de las arqueobacterias	163
TEMA 13: DOMINIO EUKARIA	164
Definición y características	164
Criterios de clasificación e importancia	165
Reino <i>Protista</i>	165
Reino <i>Fungi</i> (hongos)	174
Importancia de los hongos	177
Reino <i>Plantae</i> (plantas)	177
Reino <i>Animalia</i> (animales)	182
México como país megadiverso	191
Autoevaluación	193
SECCIÓN FINAL	
Prácticas de laboratorio	196
Autoevaluaciones complementarias	217
Autoevaluación final	221
Respuestas	225
Fuentes consultadas	227
Estudio eficaz	228

presentación

La biología es una ciencia fascinante que nos muestra las maravillas de la naturaleza, describe los procesos que mantienen la vida y las relaciones entre todos los seres vivos, incluidos nosotros, los seres humanos.

Nadie aprecia aquello que no conoce y por ello es indispensable que los jóvenes conozcan el mundo vivo, descubran sus secretos y por medio del conocimiento lleguen a valorarlo y a buscar estrategias para conservarlo. De allí nace la importancia de la enseñanza de la biología en el bachillerato.

Asimismo, es importante desarrollar en los estudiantes una cultura y actitud científicas, y fomentar la búsqueda de respuestas a los problemas planteados, mediante la observación sistemática y el examen objetivo de evidencias experimentales.

Este libro tiene como objetivo presentar la biología de manera sencilla y accesible, sin perderse en listas interminables de nombres y procesos complicados que desalientan el estudio de esta ciencia. Se presenta la información completa, pertinente y actualizada de cada tema, manejada de manera atractiva. Igualmente, se muestra la relación de los contenidos con la vida cotidiana, para despertar el interés de los alumnos, y se describe la biodiversidad que nos rodea haciendo énfasis en la gran variedad de especies que forman el patrimonio natural de nuestro país.

El presente libro **se apega totalmente al programa de Biología 1** propuesto por la Dirección General del Bachillerato (DGB), tanto en contenido como en las actividades que propone, para lograr el aprendizaje significativo. Como sabemos, el actual modelo educativo ha incorporado el **enfoque basado en competencias**, mediante la aplicación de estrategias para que los alumnos aprendan y vayan desarrollando sus habilidades, a partir de la reflexión, el análisis de lecturas, la experimentación y la respuesta a problemas que los induzcan a pensar.

Entre los temas que se analizan se encuentran: características de los seres vivos, método científico, componentes químicos en los seres vivos, teorías acerca del origen de la vida; la célula, su metabolismo y sus funciones, incluidas la fotosíntesis y la respiración; y la biodiversidad, basada en la clasificación más actualizada de los seres vivos.

El principal objetivo de este libro es que tanto profesores como estudiantes disfruten y lleguen a sentir cada vez más el asombro y aprecio por el mundo vivo que los rodea, y así contribuir a mejorarlo y conservarlo.

De antemano, se agradece cualquier comentario o sugerencia por parte de los lectores que sirvan para mejorar esta obra. Se pueden enviar a la autora a la siguiente dirección electrónica: comentarios@st-editorial.com

Como un apoyo adicional al libro, el docente podrá encontrar material didáctico que complementará su labor en el aula, en nuestra página web: bachillerato.st-editorial.com



organización del libro

UNIDAD 2 BIÓLOGÍA CELULAR

Introducción: Una breve descripción de la importancia de la biología celular en la ciencia y en la vida cotidiana.

Objetivo: Establecer las bases teóricas para comprender la complejidad de los sistemas vivos.

RETRATO: Biografía de Rudolf Virchow, fundador de la biología celular.

LEY COMENTADA: Una breve descripción de la ley de la conservación y transformación de la energía.

Célula: Un diagrama conceptual que muestra la célula como un sistema abierto que interacciona con su entorno.

Figura 1: Una ilustración que muestra la célula y sus componentes principales: citoplasma, núcleo, mitocondria, vesículas y membrana plasmática.

autoevaluación

Célula procariota: Una descripción detallada de las características principales de las células procariotas.

Figura 2: Una ilustración que muestra una célula procariota con sus componentes: citoplasma, nucleoide, mitocondria y membrana plasmática.

Figura 3: Una ilustración que muestra una célula eucariota con sus componentes: citoplasma, núcleo, mitocondria, vesículas y membrana plasmática.

Figura 4: Una ilustración que muestra una célula animal y una célula vegetal.

Figura 5: Una ilustración que muestra una célula procariota.

Autoevaluación: Una lista de preguntas para evaluar el conocimiento adquirido.

Como apoyo al texto principal, el libro contiene una serie de secciones complementarias que le dan un valor agregado.

Evaluación diagnóstica: evalúa los conocimientos previos que tienen los estudiantes para enfrentar los temas.

Mapa conceptual: permite visualizar en forma sintética los principales conceptos de la unidad. [1]

Toma notas y retratos: descripción de los aportes científicos que han dejado descubrimientos o personajes importantes para el desarrollo teórico y práctico de la ciencia. [2]

Lecturas: proporcionan información adicional sobre algún tema de interés, para ser comentado en clase, de acuerdo con los lineamientos que plantee el profesor o profesora. [3]

Ilustraciones: brindan información valiosa para motivar la inteligencia visual y resolver problemas y ejercicios. [4]

Infografías: presentan en dos páginas información relacionada con la unidad. Recurren a imágenes descriptas matemáticamente y que invitan a los estudiantes a asumir una posición activa en su proceso de enseñanza-aprendizaje.



Glosario: se incluye en los márgenes de algunas páginas la definición de términos importantes. [5]

Autoevaluación y respuestas: serie de ejercicios que tiene la finalidad de evaluar el conocimiento adquirido en cada unidad. Al final del libro se incluyen las respuestas impares de todas las autoevaluaciones, con el fin de que los estudiantes completen su proceso de aprendizaje. [6]

Prácticas adicionales: en cada autoevaluación se incluye el sitio web de **ST Editorial**, donde el docente podrá acceder, mediante una clave personal, a ejercicios adicionales para sus alumnos. [7]

Prácticas de laboratorio: requieren material accesible y equipo básico de laboratorio. Su objetivo es motivar a alumnos y guiarlos a la investigación experimental.

Estudio eficaz: son recomendaciones concisas y útiles acerca de cómo estudiar y prepararse para los exámenes. Incluye una descripción de mapa mental y mapa conceptual para que los estudiantes puedan crear los suyos.



competencias

construir un nuevo ser humano

El enfoque de competencias, como complemento del **paradigma constructivista de la educación**, es una herramienta que nos permite comprender que el ser humano tiene un potencial ilimitado de capacidades que puede descubrir y desarrollar con ayuda de su familia y de las instituciones educativas.

Las **competencias** son capacidades que la persona desarrolla en forma gradual durante el proceso educativo, que incluyen conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, en forma integrada, para dar satisfacción a las necesidades individuales, académicas, laborales y profesionales.

El **aprendizaje significativo** por parte de los estudiantes requiere saber conocer, saber hacer, saber convivir y saber ser, para atender la solución de situaciones problemáticas, en un contexto determinado de la vida real y con criterios previamente establecidos.

Educar con el **enfoque en competencias** representa crear experiencias de aprendizaje –suficientes para que los estudiantes “movilicen” sus capacidades de forma integral–, e indispensables para realizar satisfactoriamente sus actividades.

La **conciencia y el desarrollo de las capacidades del individuo** pueden llevarlo a la articulación de otras competencias para sus nuevos retos de aprendizaje. La complejidad de las competencias puede ir en aumento, en dependencia de los intereses y necesidades personales del individuo y de las situaciones que debe atender en su mundo familiar, social, cultural, político y laboral.

Las **competencias esenciales o genéricas** les permitirán comprender el mundo, aprender a vivir en él y aportar lo propio para transformarlo en niveles superiores. Existen categorías generales en las competencias que deben consolidar, y cada una se subdivide en las competencias específicas que formarán el perfil del egresado de este nivel educativo. Este tipo de competencias se podrán entretejer más adelante con las **competencias disciplinares** y las **laborales**, que conforman un todo armónico y le dan pleno sentido al proceso educativo.

Profesoras y profesores tienen la función de motivar, orientar e impulsar las potencialidades de sus estudiantes; establecer los **resultados de aprendizaje** por cada competencia y prever las evidencias alcanzadas (de producto, conocimiento, proceso o actitud). Al **evaluar las competencias** deberán considerar si las evidencias obtenidas lograron los resultados de aprendizaje esperados y, así, determinar si los estudiantes han alcanzado tal o cual competencia.



A continuación, se muestran algunos ejemplos de este libro donde se aplican las once competencias genéricas:



autorregulación y cuidado de sí



pensamiento crítico



trabajo colaborativo o en equipos

1

Conocerse, valorarse y abordar los problemas y retos a partir de objetivos.

U1/p. 61 (proteínas, párrafo 2, fig 29)

5

Desarrollar innovaciones y proponer soluciones a problemas a partir de un método seleccionado.

U1/p. 77 (experimenta y aprende)

8

Participar y colaborar de manera efectiva en trabajos de equipo.

U3/p. 150 (construye y aprende)

2

Ser sensible al arte, apreciarlo e interpretarlo en todas sus expresiones.

U3/p. 191 (ejercicio 2)

6

Mantener una postura personal sobre temas de interés y considerar otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.

U1/p. 24 (construye y aprende)



responsabilidades cívicas y éticas

3

Elegir y practicar estilos de vida saludables.

U1/p. 35 (experimenta y aprende)



aprendizaje autónomo

9

Participar con una conciencia cívica y ética en la vida de la comunidad, de la región, de México y del mundo.

U3/p. 168 (aplica y aprende)

4



comunicación

7

Aprender por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.

Sec. final/p. 200 (vayamos más lejos)

10

Mantener una actitud respetuosa hacia la diversidad de culturas, creencias, valores, ideas y prácticas sociales de otras personas.

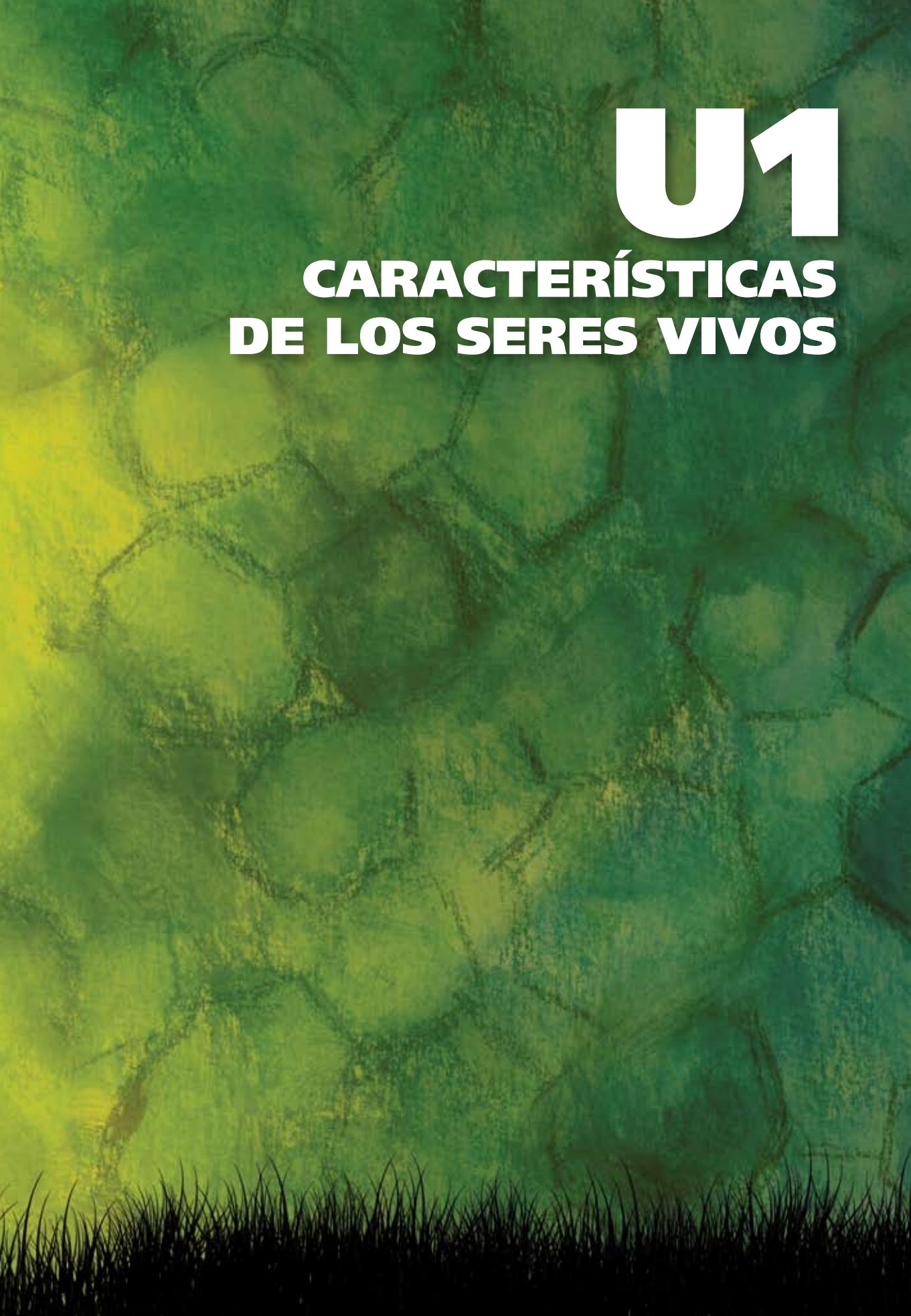
U1/p. 78 (construye y aprende)

11

Contribuir al desarrollo sustentable del medio ambiente, de manera crítica y con acciones responsables.

U3/p. 192 (construye y aprende)



The background of the image is a photograph of a lush green landscape from an aerial perspective. It features several winding, dark green paths or waterways that cut through a lighter green field. The overall texture is organic and natural.

U1

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS



evaluación diagnóstica

Mis conocimientos

Responde las siguientes preguntas.

1. Describe las características más representativas de un ser vivo.

2. ¿Cuál es el objeto de estudio de la biología?

3. Explica la diferencia entre una célula y una molécula.

4. Nombra dos ejemplos de carbohidratos.

5. Explica la función principal de los lípidos en los seres vivos.

6. Menciona dónde se ubica el ADN de un ser humano.

7. Menciona dos teorías que hablen del origen de la vida.

8. Describe la teoría de la generación espontánea.

Mis habilidades

Explica qué aspectos deberías tomar en cuenta para resolver un problema aplicando el método científico.

Mis destrezas

Elabora un mapa mental en el que representes las biomoléculas que forman a los seres vivos.

Mis actitudes

Responde lo que se te pide.

1. Da tu opinión acerca de la importancia de la biología en tu vida cotidiana.

2. Expón tus puntos de vista acerca de las teorías del origen de la vida.

UNIDAD 1

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS

Introducción

Si observas el paisaje que te rodea, te percatarás de que nuestro entorno está conformado por infinidad de formas en las que se manifiesta la vida: desde pequeños insectos, hasta enormes árboles que llegan a ser milenarios. El paisaje de nuestro mundo sería desolador si no estuviera embellecido por los colores y formas de los seres vivos que comparten con nosotros este planeta.

¿Cómo se inició la vida?, ¿cómo

ha surgido esa gran diversidad de especies?, ¿cómo se transmiten los caracteres hereditarios? Preguntas como éstas han sido esenciales para el ser humano y son objeto de estudio de la biología.

En esta unidad aprenderás cómo se trabaja en la ciencia y cuál es el campo de acción de la biología, sus alcances y sus límites. Nos adentraremos en el campo de la biología molecular y de las teorías

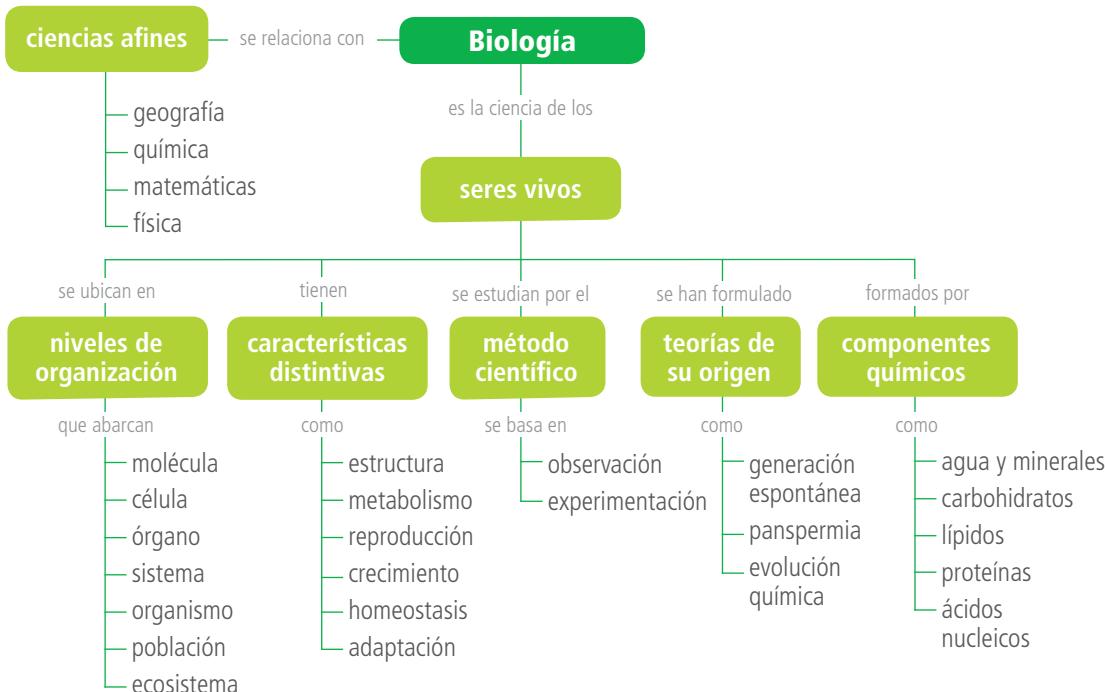
que ha formulado el ser humano para entender y explicar el origen de la vida. En este aspecto, la ciencia sigue avanzando y todavía no podemos decir que ya se tiene la teoría definitiva; tal vez seas tú quien contribuya a esclarecer lo que se inició hace cientos de años y nos hagas mirar hacia nuevos horizontes. Los temas que estudiaremos los puedes ver en el mapa conceptual de esta página.



Objetivo

Explicar el origen y las características de los seres vivos a partir de la conceptualización de la biología como ciencia, su campo de estudio, su importancia y su relación con otras ciencias. Analizar

las bases químicas inherentes a los seres vivos y comparar las diferentes teorías acerca del origen de la vida y sus características distintivas, así como su contextualización en situaciones reales.





TEMA 1

INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA

Desde tiempos inmemoriales, el ser humano ha tenido la inquietud de conocer, describir y explicar los fenómenos relacionados con la vida: de este modo nació la biología.

En un principio, la biología fue una disciplina predominantemente descriptiva que consistía en hacer un largo inventario de todas las especies de plantas y animales del planeta. Los naturalistas –los biólogos del pasado– se dedicaban a colectar organismos y describirlos minuciosamente, asignándoles un nombre científico.

La biología como ciencia

La biología fue objeto de largas discusiones filosóficas que pretendían explicar la “esencia de la vida” a partir de la reflexión influida por las ideas preconcebidas de los que participaban en ellas. Poco a poco, al apoyarse cada vez más en una observación cuidadosa y metódica de los fenómenos naturales, la biología pasó de ser una ciencia descriptiva –y algunas veces subjetiva– a ser una ciencia experimental y objetiva (figura 1), de manera que se fueron cambiando viejas ideas para dar lugar a nuevas teorías científicas.

Figura 1.

La biología nace de la inquietud por explicar los fenómenos naturales.



La biología actual se basa en tres teorías que causaron gran controversia en el momento de ser propuestas, pero que están ampliamente fundamentadas por todas las evidencias generadas y documentadas hasta la fecha.

Estas tres teorías, pilares de la biología actual, son:

Teoría celular. Demuestra que todos los seres vivos están formados por células y por lo tanto da **unidad** al mundo vivo.

Teoría de la evolución. Muestra que los seres vivos que conocemos –con toda su **diversidad**– tuvieron un origen común y están emparentados entre sí.

Teoría del gen. Nos muestra la base de la **continuidad**, de la permanencia de los caracteres hereditarios que van pasando de una generación a otra.

Así, hoy en día, a través de la unidad, diversidad y continuidad de los seres vivos, podemos integrar la enorme gama de fenómenos biológicos y estudiarlos objetivamente.

La tecnología es un gran apoyo para la ciencia, y nos ha permitido en años recientes la comprensión de los fenómenos biológicos en todos los niveles, desde el microscópico y bioquímico, hasta la imagen macrocósmica de nuestro planeta azul visto desde el espacio, lo que nos ha hecho cobrar conciencia de que la Tierra semeja un enorme ser vivo que responde como un todo a los daños que recibe (figura 2).

Además, los grandes avances de la biología molecular han permitido al ser humano no sólo comprender la forma en que funcionan los seres vivos, sino también la manera en que éstos pueden ser reprogramados genéticamente. La biología ha cobrado una enorme importancia, tanto por los avances de la genética como por la creciente necesidad de encontrar alternativas para disminuir el impacto ambiental producido por el ser humano en los diversos ecosistemas del planeta, al grado de que se dice que estamos viviendo actualmente en el siglo de la biología.

Los descubrimientos que se han realizado han permitido controlar enfermedades que antes nos asolaban, desarrollar nuevas estrategias para una mayor producción de alimentos y desarrollar biotecnologías que facilitan la vida de la humanidad. Sin embargo, la biología va más allá del desarrollo de tecnología que pueda mejorar la calidad de vida de los seres humanos; para muchos la biología sigue siendo una gran aventura, el reto de develar los secretos de la naturaleza por el simple hecho de atreverse a hacerlo.

Asumamos el reto y disfrutemos del viaje.

Figura 2.

La tecnología moderna nos ha permitido ver a la Tierra como un enorme ser vivo.



TOMA NOTA

La biología es una ciencia experimental y sistemática que pretende brindar una descripción de los procesos que comparten los seres vivos, la forma en que se mantiene y

multiplica la vida, la biodiversidad y las relaciones que existen entre los organismos y su medio ambiente.



Campo de estudio de la biología

Al leer el periódico podremos encontrar una noticia sobre el descubrimiento de una nueva cura para el cáncer y, más adelante, podemos leer algo referente a un fósil de dinosaurio recién descubierto en alguna zona de nuestro país. Al encender la televisión, tal vez escuchemos en las noticias que hubo una protesta de los ambientalistas por la comercialización de productos transgénicos o que se ha observado un nuevo virus que hace estragos en la población. Camino a la escuela, observamos un insecto volando sobre una flor, mientras nos ponemos a resolver en la mente los problemas que tenemos de tarea. En todo lo que nos sucede día a día interviene la biología (figura 3).

La biología estudia los seres vivos en todos sus niveles, desde la molécula hasta el individuo completo. Estudia también los genes, así como las bases neuronales del pensamiento, la forma en que funcionan los seres vivos, las relaciones de las especies con su medio ambiente, el origen de las enfermedades que nos deterioran, el comportamiento animal y la historia de la vida.

En términos más concretos, la biología es una ciencia experimental y sistemática que pretende describir los procesos que comparten los seres vivos, la forma en que se mantiene y multiplica la vida, la biodiversidad y las relaciones de los organismos con su medio ambiente.

Así, pues, la biología se puede estudiar en un laboratorio o en el campo; podemos interesarnos en los procesos microscópicos que ocurren en los seres vivos, estudiar las biomoléculas, o bien, estudiar los órganos de un animal o una planta. Podemos de igual forma estar interesados en todo un conjunto de organismos, su comportamiento y sus respuestas ante los cambios ambientales.



Figura 3.

¿Has pensado en qué otras actividades de tu vida diaria participa la biología? La alimentación es una de ellas.

La biología abarca un campo tan amplio del conocimiento, que se estudia de manera especializada en alguna de sus ramas. Veamos cuáles son las más importantes y lo que estudia cada una de ellas en los cuadros 1, 2 y 3 que se muestran a continuación.

CUADRO 1

PRINCIPALES RAMAS DE ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA



Rama	Objeto de estudio
Bioquímica	Compuestos y reacciones químicas de los seres vivos.
Biofísica	Procesos físicos de los seres vivos.
Genética	Procesos hereditarios, desde el nivel molecular, el nivel celular, el de un individuo y el de la población.
Citología	Estructura y procesos celulares.
Histología	Tejidos de animales y plantas.
Anatomía	Estructura y localización de órganos y sistemas de los seres vivos.
Fisiología	Funciones de los seres vivos.
Embriología	Procesos del desarrollo, a partir de la fecundación.
Paleontología	Fósiles y evidencias de la evolución.
Etología	Comportamiento animal.
Ecología	Relaciones de los seres vivos entre sí y con su medio ambiente.
Evolución	Historia de la vida y las teorías sobre el proceso que dio lugar a la biodiversidad actual.
Taxonomía	Clasificación de los seres vivos, de acuerdo con los criterios establecidos por los avances en anatomía, fisiología, bioquímica y genética.

CUADRO 2

OTRAS RAMAS DE LA BIOLOGÍA, SEGÚN LOS ORGANISMOS QUE ESTUDIAN



Rama	Objeto de estudio
Microbiología	Organismos de tamaño microscópico, abarcando virus, bacterias, protozoarios y hongos
Virología	Virus
Bacteriología	Bacterias
Micología	Hongos
Ficología	Algas
Protozoología	Protozoarios
Botánica	Plantas
Zoología	Animales

CUADRO 3**RAMAS DE LA BIOLOGÍA, SEGÚN EL TIPO DE ANIMALES QUE ESTUDIAN**

Rama	Objeto de estudio
Ictiología	Peces
Ornitología	Aves
Herpetología	Anfibios y reptiles
Entomología	Insectos
Mastozoología	Mamíferos

APLICA Y APRENDE

Un ornitólogo y una entomóloga salieron al campo para complementar sus actividades. De pronto, encontraron un ave única que se posó sobre un árbol y rápidamente devoró un insecto que representaba una nueva especie recién descubierta.

¿Cuál de los dos profesionales lamentó lo ocurrido?

**LEE Y COMENTA**

Lee las siguientes notas sobre investigaciones científicas recientes. Identifica las ramas de la biología que intervienen en cada una de ellas. Señala cuál te interesó más y por qué.

**La cocaína y la química cerebral**

El consumo de cocaína y de otras drogas afines produce una fuerte adicción ya que altera la producción del neurotransmisor dopamina, vinculado con la sensación de placer y el hábito adictivo. Pero lo interesante aquí es que los mismos cambios ocurren cuando se somete a los adictos a estímulos ambientales que pueden asociarse con el consumo de la droga. Así, se podrá profundizar en la investigación de los mecanismos de la adicción, sin necesidad de que los sujetos investigados estén sometidos al consumo frecuente de la droga. El doctor Leonard Howell, quien

trabaja con monos adictos y es investigador del centro para estudio de Primates Yerkes, de Georgia, Estados Unidos, reportó lo anterior durante un encuentro académico de la sociedad estadounidense de Neurociencias, celebrado recientemente en California. Howell y sus colegas buscan desarrollar bloqueadores de la producción de dopamina que sean más efectivos que los actualmente disponibles en el mercado, los cuales sólo funcionan una vez que se ha consumido cocaína. “Queremos –dice Howell– encontrar algo que evite, en forma definitiva, el consumo de la droga”.

¿Cómo ves? México: UNAM, año 1, núm. 2, enero 1999, p. 5.

| Las peligrosas semillas del codo de fraile

[...] Un foco de alerta se prendió el pasado mayo en Jalisco cuando la Secretaría de Salud del estado reportó 16 casos de intoxicación y dos muertes, causados por ingerir una semilla "quema grasa" conocida como codo de fraile o yoyote. Esta especie, *Thevetia peruviana*, es un arbusto de 3 a 9 m de altura, posiblemente originaria de México. El jugo lechoso que se extrae de su tronco se ha utilizado en la medicina tradicional para tratar afecciones de la piel y la infusión de sus hojas en la curación de hemorroides. Los curanderos también la usan para combatir el "mal de ojo" y la "caída de mollera", y con sus frutos secos se elaboran los cascabeles que portan algunos danzantes en manos y pies [...].

Hace algunos años el codo de fraile empezó a utilizarse para controlar la obesidad; según los yerberos sus semillas queman la grasa corporal. Y efectivamente, si se ingieren pequeñas porciones de estas semillas, parecidas a una almendra, se baja de peso. Mucha gente llegó a la conclusión de que si con un pedacito se lograba eliminar esos molestos kilos de más, ¿por qué no tomarse el doble? Al fin y al cabo, como es natural no hace daño, ¿cierto? Lamentablemente no. Esta planta contiene un compuesto que afecta el funcionamiento del corazón y la dosis terapéutica está muy cercana a la dosis letal [...]. Es por eso que esta planta ha sido retirada de los mercados y se sanciona a quien la vende.

¿Cómo ves? México: UNAM, año 4, núm. 45, agosto 2002, p. 6.

| Detener el envejecimiento de las células

Hace aproximadamente un año, un grupo de investigadores biomédicos anunció que había descubierto una manera de detener el envejecimiento de las células. Jerry Shay y Woodrig Wright, profesores de biología y neurociencia de la Universidad del Centro Médico Sudoeste de Texas, en Dallas, Estados Unidos, tomaron células del prepucio (subproducto de circuncisiones) y les agregaron un gen que produce una enzima llamada telomerasa. Normalmente, las células del prepucio se dividen cerca de 60 veces antes de envejecer. Pero en este caso las células se han dividido más de 300 veces y no presentan aún señales de vejez. Otros investigadores han realizado experimentos similares

con células de retinas humanas. Estas células también parecen ser inmortales. Los investigadores todavía no pueden saber si este método para detener el envejecimiento celular podrá ser de alguna utilidad para retardar el envejecimiento del cuerpo humano, debido a que esa telomerasa tiene un lado oscuro: se encuentra en 85% de todos los tumores cancerígenos. Ésta podría ser la razón por la que las células cancerígenas proliferan sin ningún control. Pero si los investigadores logran entender más a fondo cómo actúa la telomerasa, existe la posibilidad de que desarrollen métodos que logren contrarrestar en alguna medida tanto el envejecimiento como el cáncer.

¿Cómo ves? México: UNAM, año 1, núm. 10, septiembre 1999, p. 7.

| Mejor vida para los murciélagos

Cumple 10 años el Programa de Conservación de Murciélagos de México (PCMM). Probablemente muchas personas pensarian que sería mejor que este grupo de científicos encaminara sus esfuerzos a proteger, por ejemplo, a los pumas o al lobo mexicano, en vez de gastar dinero, tiempo y esfuerzo en los antipáticos murciélagos. Para entender la importancia de los murciélagos es interesante hacer un ejercicio mental: ¿qué pasaría si, con una varita mágica, los pudieramos desaparecer de la faz de la Tierra? Cosas, todas, terribles. Por ejemplo, frutos como higos, ciruelas, zapotes, guayabas, capulines y pitahayas se verían sin sus dispersores de semillas más importantes, debido a que los murciélagos acarrean de dos a cinco veces más semillas que las aves. Además,

las poblaciones de mosquitos en muchos sitios crecerían enormemente, ya que cada millón de murciélagos destruye unas 10 toneladas de insectos por noche (y sólo en el noreste del territorio nacional se calcula que viven más de 50 millones de ejemplares). Los murciélagos también realizan labores conservacionistas: cuando un terreno de la selva es cortado y quemado, las primeras semillas que llegan a la zona son las que transportan los quirópteros, nombre científico de estas aladas criaturas. El PCMM es un programa que fundó y dirige Rodrigo Medellín Legorreta, investigador del Instituto de Ecología de la UNAM, y cuenta con la colaboración de ésta, de la Bat Conservation International y del Instituto Nacional de Antropología e Historia [...]

¿Cómo ves? México: UNAM, año 7, núm. 76, marzo 2005.

Relaciones interdisciplinarias

Los científicos, especialmente de las épocas actuales, no trabajan aislados. Siempre hay distintos ángulos para atacar un mismo problema, y al participar especialistas de varias disciplinas es posible lograr un mejor resultado. Por ejemplo, podríamos citar el caso del descubrimiento de la estructura del ADN.

Al principio, Mendel hablaba de caracteres hereditarios que se manifestaban en sus experimentos con chícharos, pero no sabía dónde se ubicaban físicamente estos misteriosos caracteres. Posteriormente, los citólogos descubrieron los cromosomas, que estaban dentro de las células; y luego los químicos entraron en acción al identificar la naturaleza química de los ácidos nucleicos, pero no sabían cuál era la forma de la molécula. Entonces, los físicos se hicieron cargo del problema y utilizaron aparatos especializados para tomar imágenes del ADN y dieron a conocer sus resultados. Finalmente, un biólogo y un físico, Watson y Crick, publicaron su famoso modelo de la doble hélice del ADN.

Actualmente, muchos de los estudios que se hacen del ADN se apoyan en el uso de computadoras para poder manejar la enorme cantidad de datos que se obtienen, cuando por ejemplo se estudia el genoma de un organismo, es decir, cuando se quiere descifrar toda la información genética de una determinada especie. El producto de dichas investigaciones muchas veces es materia de controversia porque algunas de sus aplicaciones se pueden considerar contrarias al bien y a la moral. Se habla entonces de la ética en la ciencia y, más específicamente, de la bioética.

Veamos ahora otro tipo de estudio biológico.

Se ha observado que el guepardo es un animal en proceso de extinción. Se ha tratado de ubicar el hábitat en el que viven los pocos que quedan y para esto se marcan en un mapa las zonas donde se les ha podido localizar. Asimismo se están haciendo conteos de los ejemplares para determinar estadísticamente cuántos nacen y cuántos mueren cada año. Se analiza su pasado y las razones por las cuales ha llegado a disminuir tanto su población.

APLICA Y APRENDE

1. ¿Qué disciplinas están involucradas en el estudio del guepardo?



2. Hagamos un recuento de las ciencias vistas hasta ahora que se relacionan con la biología. Identifícalas en el texto de las relaciones interdisciplinarias.



TOMA NOTA

La interdisciplinariedad consiste en la relación y cooperación entre las diferentes ramas de una ciencia –en este caso, de la Biología–, así como entre otras ciencias como la química, la

física, las matemáticas, la geografía, etc. Con esta mutua ayuda se logran mejores resultados en las investigaciones de los fenómenos a estudiar.

Seguramente tus respuestas de la actividad anterior indican que las ciencias relacionadas con la biología son:

Química. Nos proporciona los fundamentos para entender la naturaleza molecular de la estructura de los seres vivos, las reacciones que se llevan a cabo en sus procesos metabólicos, la forma en que éstos son regulados y los factores que pueden alterarlos.

Física. Da las bases para el estudio de los procesos de intercambio de materia y energía que suceden en los seres vivos, como la conducción eléctrica en las células nerviosas, el transporte de material en una membrana, la regulación de la temperatura de un organismo, así como la ultraestructura de las moléculas.

Matemáticas. Se aplican cuando hacemos conteo de organismos, cuando analizamos los datos que se obtienen en un experimento o cuando elaboramos gráficas para, a partir de ellas, deducir información sobre algún modelo experimental.

Historia. Nos puede describir eventos que han sucedido y que han impactado a los seres vivos.

Geografía. Nos indica dónde se encuentra el hábitat de una especie y cuáles son los climas de determinada región para establecer la relación con su flora y su fauna.

Ética. Disciplina filosófica que establece la naturaleza moral de las acciones que se realizan, en este caso, con respecto a la aplicación de las nuevas tecnologías biológicas que se han desarrollado.

Relación de la biología con la tecnología y la sociedad

Tal vez tú imagines a un científico como a un personaje aislado y excéntrico. Nada más alejado de la realidad. Un científico es una persona como cualquier otra que tiene problemas económicos, vota por algún partido político y tiene sus convicciones acerca de la religión o la filosofía. Al ser una actividad humana, la investigación científica se ve afectada por factores sociales, económicos y políticos; a su vez también influye en éstos. Muchas de las teorías científicas han sido influenciadas por el pensamiento filosófico de su tiempo y han tenido una trascendencia social y política importante.

En nuestro país el desarrollo científico se ha visto limitado por factores económicos y políticos. Los centros de investigación se han multiplicado y han mejorado sus instalaciones y equipo; sin embargo, aún queda mucho por hacer para que se reciba el impulso y apoyo necesarios, de manera que nuestra investigación científica pueda responder a las necesidades actuales.

Por eso se requiere crear conciencia de que la actividad científica forma parte importante del quehacer humano de una sociedad.

La ciencia puede concebirse desde dos perspectivas distintas. En primer lugar, existe la llamada ciencia pura, que es la investigación científica sistematizada que se lleva a cabo para descubrir los misterios de la naturaleza. La ciencia pura o ciencia básica ha descubierto infinidad de procesos que nos permiten entender mejor los fenómenos de la vida, desde procesos a nivel macroscópico, hasta los más finos y detallados comportamientos de las moléculas que conforman un ser vivo. La ciencia pura brinda la información sobre la cual se desarrolla la ciencia aplicada. La ciencia aplicada, por su parte, consiste en hacer uso práctico del conocimiento, es decir, de investigar un fenómeno determinado con la finalidad de resolver algún problema concreto.

En realidad ambos enfoques se combinan; la vida del ser humano ha podido mejorar, tanto por los avances en la investigación biológica básica, como por la ciencia aplicada que los ha convertido en realidades tangibles con las que tenemos contacto todos los días.

Las ciencias aplicadas relacionadas con la biología son la **medicina**, la **agronomía**, la **veterinaria** y las **ciencias ambientales**. En todas ellas se pretende elevar la calidad de la vida humana y, por lo tanto, de la sociedad.

La combinación de la tecnología con la biología ha dado lugar a la **biotecnología**, que se ha utilizado desde tiempos ancestrales; por ejemplo, al utilizar microorganismos para fermentar el jugo de uva y producir vino.

En la actualidad los avances de la biotecnología han sido espectaculares. El descubrimiento de la estructura del ADN ha abierto la posibilidad a la modificación genética de diversos organismos, a la obtención de productos como vacunas, hormonas y medicamentos que antes nunca se hubiera imaginado obtener.

Asimismo, los avances de la tecnología, puestos al servicio de la ciencia, han permitido perfeccionar las técnicas de diagnóstico de enfermedades, gracias al uso de ultrasonido, pruebas de resonancia magnética, marcadores de contraste y mucho más.

Estamos también ante un nuevo panorama en cuanto al desarrollo de cultivos mejorados, con **plantas transgénicas** que pueden resistir heladas, suelos empobrecidos y todo tipo de plagas, y que además producen frutos que resisten muchos días en el mercado sin deteriorarse.

El ganado y los animales de granja han sido mejorados por nuevas técnicas genéticas: tienen rendimientos óptimos, se mantienen sanos y proporcionan productos de alta calidad, aunque no se ha demostrado que sean inocuos para el ser humano o los demás seres vivos (figura 4).



Planta transgénica.

Planta a la que se le ha insertado un gen de otra especie, que puede ser animal, planta o bacteria.

Figura 4.

Los alimentos transgénicos han generado grandes controversias: algunos afirman que pueden causar daños a la salud y al equilibrio ambiental, mientras que otros señalan que son beneficiosos para la economía.

Hemos aprendido a utilizar los microorganismos a nuestro favor, al modificarlos genéticamente hemos logrado que elaboren detergentes, saborizantes, azúcares y mucho más.

Las enfermedades que antes causaban gran mortandad ahora son curables, el promedio de vida del ser humano se ha ido elevando cada vez más, de alrededor de los 35 años en la época romana a 70 años o más en la mayoría de los países desarrollados.

Los retos que quedan por vencer son las nuevas enfermedades para las que aún no existe cura, tales como el sida y el cáncer, aunque se han alcanzado avances muy importantes en las investigaciones al lograr tratamientos que prolonguen y provean una calidad de vida aceptable a los que padecen estos males.

Por otra parte, necesitamos enfrentar los problemas ambientales que hemos generado por varios años y para ello lo mejor que podemos hacer es intensificar la investigación en busca de soluciones, sin olvidar que de nuestra actitud ante la naturaleza depende nuestra supervivencia; somos parte del mundo vivo y por lo tanto es nuestra responsabilidad conservarlo.

No podemos negar que los avances de la biotecnología han sido formidables y que todos nos hemos visto beneficiados por ellos; sin embargo, surge la interrogante acerca de lo que el futuro pudiera depararnos al modificar en un instante seres vivos que tardaron millones de años en evolucionar. Las consecuencias pudieranemerger cuando ya no haya posibilidades de dar marcha atrás. Ésta es la razón por la cual se hacen llamados de atención sobre la utilización de las nuevas tecnologías: deben ser usadas con cuidado, midiendo cada paso y escuchando las voces que apelan a la reflexión sobre la forma en que son aplicadas.

CONSTRUYE Y APRENDE

Elabora en equipo un periódico mural donde se muestren los avances de la biología y su impacto en la sociedad. Realicen en el grupo un debate acerca del tema y elaboren sus conclusiones.





TEMA 2

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

Se cree que la materia del universo se originó de una gran explosión ocurrida hace miles de millones de años. Las primeras partículas formadas fueron muy pequeñas, y ahora son parte de los elementos químicos que conocemos: protones, electrones, neutrones y otros más. Éstas se fueron agrupando por acción de fuerzas físicas de atracción y repulsión, y dieron lugar a los primeros átomos.

Desde las partículas hasta el ecosistema

A través del tiempo, la materia se ha agrupado y reagrupado, dando lugar a estructuras de mayor tamaño y grado de complejidad. Así, podemos decir que la materia existe en el universo en distintos niveles de complejidad, según como se encuentre organizada.

Cuando los **átomos** se combinan pueden llegar a formar **moléculas**, por ejemplo, el hidrógeno combinado con el oxígeno forma el agua. Aquí los dos elementos combinados constituyen una estructura con mayor nivel de complejidad, que no es sólo la suma de sus partes, sino que asume una forma y función distintas a las que tenían sus elementos originalmente. Así, vemos que el oxígeno y el hidrógeno son gases, mientras que el agua es un líquido.

Las moléculas pueden unirse y formar estructuras más complejas: los **organelos celulares**, como lisosomas, cloroplastos, mitocondrias o ribosomas; que conforman una célula.

Una **célula** no es sólo la unión de un conjunto de moléculas que forman organelos, sino que éstas se encuentran organizadas y cooperan entre sí para cumplir ciertas funciones y dar lugar a una estructura de mayor complejidad.

Las células pueden ser sencillas –como la de una bacteria– o complejas –como una neurona humana o un linfocito.

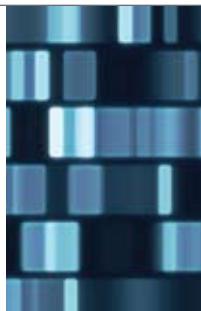
Algunas células son en sí un organismo, otras se asocian y forman colonias y otras son parte de un **tejido**, que es la unión de células que cumplen una función determinada. Así, el tejido muscular permite el movimiento, mientras que el tejido epidérmico es la capa externa que protege a los seres vivos.

Los tejidos, a su vez, forman parte de **órganos** que conforman los **sistemas** de un organismo vivo. Por ejemplo, el corazón y los vasos sanguíneos conforman el sistema circulatorio de animales y humanos, y el sistema vascular de una planta está formado por los tejidos del xilema y del floema y por dos órganos principales: la raíz y el tallo.

Como vemos, un organismo puede tener varios sistemas funcionando coordinadamente, lo que lo mantiene con vida. La organización en este caso es crucial, ya que cualquier evento que altere la disposición de los elementos que conforman ese ser vivo puede producir la muerte. La muerte sería, entonces, el proceso en el que se desorganiza la materia viva.

Un organismo –un pato, una hormiga o un pino– es un enorme conjunto de átomos perfectamente organizados que dan lugar al maravilloso proceso de la vida. Sin embargo, los niveles de organización de la materia llegan todavía más allá: los organismos de una misma especie forman parte de una **población** –como los peces de una laguna o las ardillas de un bosque–, y ésta, a su vez, es parte de una **comunidad** en la que conviven distintas especies en un espacio común –por ejemplo, las ardillas junto con los árboles y los insectos del bosque–. Estos elementos, al interactuar con los elementos no vivos del ambiente, como el sol, el agua o el suelo, conforman un **ecosistema**. Todos los ecosistemas de nuestro planeta forman parte de la **biosfera**, que es el nivel de organización más alto que conocemos. Para que esa biosfera funcione adecuadamente y sobreviva, es importante que cada organismo que la forma asuma el papel que le corresponde.

En el cuadro 4 puedes ver ejemplos de los diferentes niveles de organización que hemos explicado. También puedes revisar el infográfico de las páginas 28 y 29 para que, por medio de las imágenes, te quede más claro este tema.



TOMA NOTA

Por su descubrimiento de la estructura del ADN, el biólogo y zoólogo estadounidense James Dewey Watson (1928) y el biofísico británico Francis Harry Compton Crick (1916-2004) recibieron el premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1962. Como verás en el infográfico, el ADN pertenece al nivel molecular dentro de la organización de la materia.

CONSTRUYE Y APRENDE

Elabora un cartel en el que pegues recortes de imágenes que representen los distintos niveles de organización de la materia y explícalo en clase. Puedes apoyarte en el infográfico de las páginas 28 y 29.



CUADRO 4. NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

Nivel	Ejemplos
Partícula subatómica	Protón, neutrón
Átomo	Hidrógeno, carbono
Molécula	CO_2 , H_2O , proteína
Organelo	Mitocondria
Célula	Muscular
Tejido	Músculo cardíaco
Órgano	Corazón
Sistema	Circulatorio
Organismo	Ardilla
Población	Grupo de ardillas
Comunidad	Ardillas, plantas, insectos, aves
Ecosistema	Ardillas, plantas, insectos, aves, sol, tierra, agua (bosque)
Biosfera	Planeta Tierra

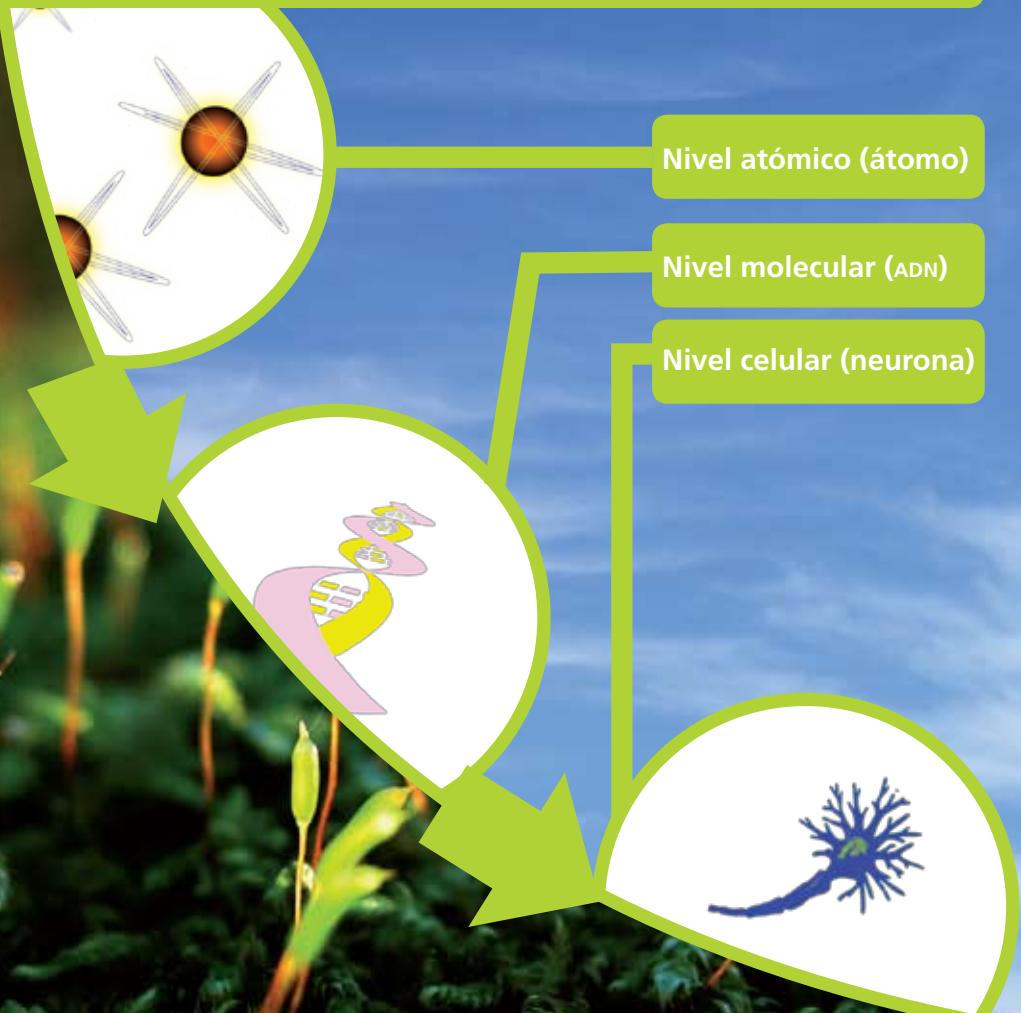
APLICA Y APRENDE

Elabora un mapa mental donde expliques cada uno de los niveles de organización de la materia.



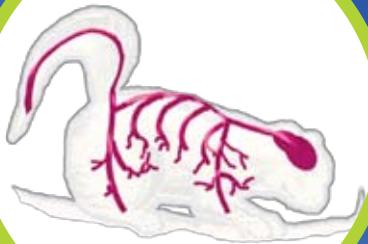
Niveles de organización de la materia

Con el objetivo de hacer más sencillo el estudio de la naturaleza y los seres vivos, se han establecido diferentes niveles de organización, que van desde los átomos hasta los ecosistemas o la biosfera del planeta. Sin embargo, es importante hacer énfasis en que esta división es artificial, ya que en realidad todos los elementos se encuentran interconectados y dependen unos de otros para su funcionamiento. En las imágenes podrás ver cómo un elemento de un nivel es fundamental para la conformación del siguiente nivel, así que uno no existe sin el otro.





Nivel del organismo
(ardilla voladora siberiana)



Nivel de aparato
(sistema nervioso)



Niveles ecológicos
(población, comunidad,
ecosistema)



Nivel de órgano
(encéfalo)

Nivel de tejido
(tejido nervioso)



Colección Bachillerato

Esta colección tiene como propósito cubrir las necesidades de la currícula propuesta por la DGB. Los libros se apegan totalmente a los programas de estudio de dicha institución y están elaborados con el enfoque de educación basado en competencias.

Biología 1

El contenido de este libro está estructurado en tres unidades. Su objetivo es dotar a los alumnos de los elementos necesarios para comprender los diversos aspectos involucrados en el estudio de la biología, como el método científico y su aplicación, los estudios genéticos, la evolución de las especies y la clasificación de los seres vivos. Cuenta con una serie de interesantes actividades que se pueden desarrollar individual o colectivamente, cuya finalidad es reforzar los temas tratados de forma práctica. Además, ayuda a los alumnos a entender de qué manera los seres vivos interactúan entre sí y con su ambiente físico, así como la importancia de mantener el equilibrio ecológico, de respetar y cuidar a todos los seres vivientes, parte fundamental de su educación y formación para la vida.

Valores agregados

- Cuadro de competencias.
- Tres infográficos especiales.
- Lecturas de actualidad.
- Prácticas de laboratorio.
- Estudio eficaz.

permite
además

- Conocer los elementos del medio ambiente (externos) que alteran los procesos biológicos.
- Conocer los procesos internos (químicos) que han propiciado la aparición de la vida sobre la Tierra.

- Entender el origen y evolución de la biología como parte del conocimiento humano y la importancia que tiene el estudio de otras ciencias para complementarla.

Sobre la autora

Marta Patricia Velázquez Ocampo es licenciada en Biología por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Su **experiencia docente** es de más de 25 años, obtenida en instituciones

como la UNAM, el Colegio de Bachilleres y la Universidad del Valle de México. Es **elaboradora** de los programas de Biología 2 y Temas selectos de biología 1 y 2 de la DGB.

Es **autora** de los libros *Biología 2 y Temas selectos de biología 1*; además, es **coautora** de *Temas selectos de biología 2*, todos publicados por ST Editorial.



st-editorial.com

01 800 714 1007 (ATENCIÓN AL CLIENTE)

comentarios (@)st-editorial.com

ST
ST EDITORIAL®