

Biología celular y humana

ECO
EDICIONES



Ojea • Cárdenas

Biología celular y humana

Ojea • Cárdenas



Prefacio

Esta obra es una propuesta didáctica para un curso básico de Biología. En los dos primeros módulos se hace énfasis en la estructura y función celular a nivel molecular, así como en algunos procesos metabólicos que ocurren en ella tales como nutrición, diferenciación, reproducción y envejecimiento celular. Estos aspectos en conjunto proporcionan las bases para lograr una mejor comprensión de la fisiología normal del cuerpo humano y de las alteraciones de salud comunes y de origen ocupacional que pueden afectar los diferentes sistemas orgánicos, temas que se abordan en el módulo 3. Para cerrar la propuesta, en el módulo 4, se hace énfasis en los problemas de salud humanos debido a su interacción con los microorganismos. Todo este panorama tiene como fin, motivar a los estudiantes a aplicar los conocimientos adquiridos en el cuidado y mejoramiento de la salud personal y de la comunidad donde convive o labora.

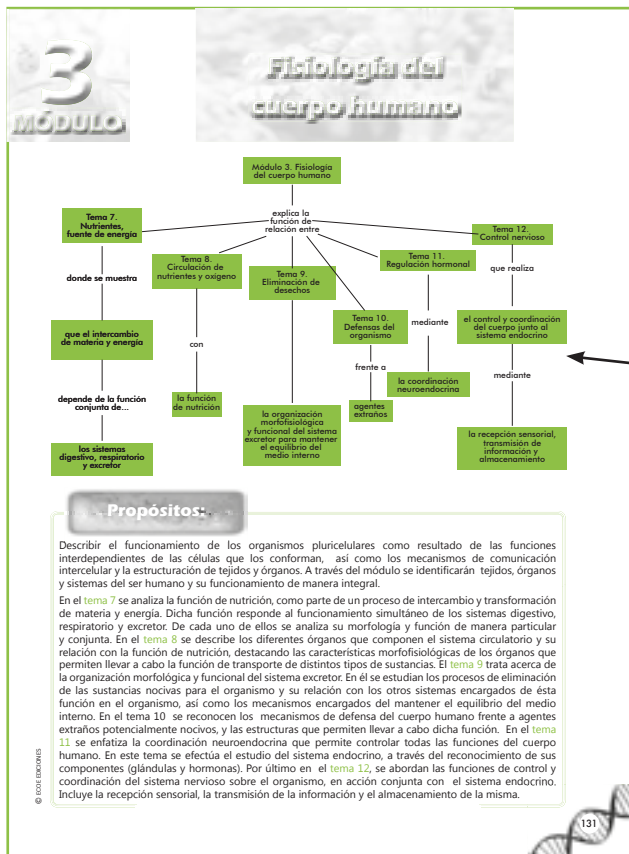
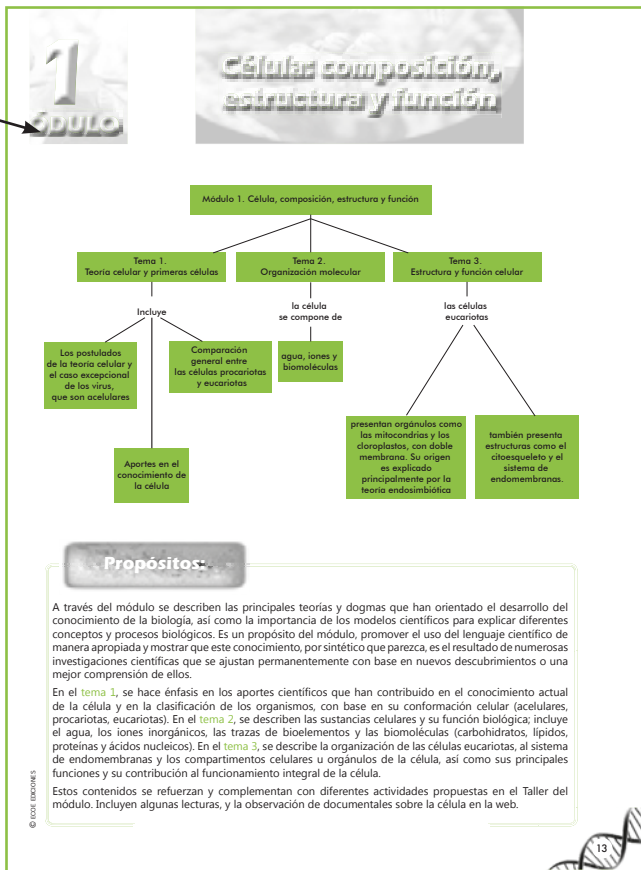
Junto al estudio de estos contenidos, también proponemos a los estudiantes involucrarse permanentemente y con responsabilidad en la identificación de sus dudas e inquietudes y en la necesidad de indagar en diferentes fuentes para intentar resolverlas; enriqueciendo su conocimiento al compartir e intercambiar ideas con otros estudiantes y con el docente. La lectura y estudio de cada módulo es fundamental para obtener buenos resultados, y así mismo, es necesario realizar las diferentes actividades que se sugieren al final de cada tema, sumado a la realización colaborativa de los talleres y a la socialización de los resultados, evaluando siempre con criterio las dificultades que se presentaron y las estrategias que se utilizaron para superarlas, así como la concientización de los aciertos graduales en todo el proceso.

Motivamos a los estudiantes a ejercitar continuamente sus habilidades de pensamiento crítico mediante la explicación con argumentos, la formulación de opiniones debidamente sustentadas y la formulación de ideas y estrategias que puedan contribuir a la solución de un problema determinado. Así mismo, promovemos el desarrollo de competencias de comprensión lectora, de escritura y de comunicación oral y escrita; de la interpretación de información de texto y gráfica (ilustraciones, tablas, diagramas), ya que en conjunto contribuyen en la comprensión de cada tema y en la adquisición de fundamentos para comprender y explicar los diferentes modelos científicos que se incluyen en diferentes aspectos de esta ciencia.

Puesto que este curso es en esencia teórico, sugerimos un par de talleres virtuales donde se pueden apreciar excelentes microfotografías de la célula y algunos videos de los procesos internos, los cuales no son tan fáciles de plasmar en una ilustración. Para lograr el desarrollo de estas propuestas, se ha definido una estructura de contenidos y secciones didácticas, que explicaremos a continuación:



Los módulos. Esta obra se ha organizado en cuatro módulos generales, que contribuyen a dosificar el tiempo de dedicación a cada uno, con base en la intensidad horaria del curso.



Los diagramas de contenidos del módulo. Este diagrama permite ver de manera global los contenidos que se desarrollarán y los propósitos del autor.

Lectura para iniciar el módulo.

Su objetivo es abrir un espacio de reflexión sobre algún aspecto de interés relacionado con los temas del módulo y empezar a motivar al estudiante para que comparta sus opiniones al respecto.

Lectura

Dinámica y construcción del conocimiento científico

La explicación de los fenómenos de la naturaleza, las hipótesis, las teorías y las leyes universales son elementos que se relacionan entre sí para la construcción del conocimiento científico. Galileo Galilei demostró que las leyes universales se manifiestan en diversidad de fenómenos naturales y que su carácter es invariante en el tiempo y en el espacio. Son ejemplos de ellas la ley de gravedad de Newton, las leyes de la termodinámica y las leyes de la herencia de Mendel. Según el biólogo E. O. Wilson, "Todos los seres vivos obedecen a las leyes de la física y la química", las cuales pueden expresarse mediante relaciones matemáticas.

Las teorías científicas son explicaciones posibles más amplias que las hipótesis, por ello son consideradas también como modelos científicos. Sus postulados y axiomas se apoyan en las leyes universales, observaciones y datos que permiten incluso hacer predicciones sobre el fenómeno considerado. Son ejemplos de ellas, la Teoría del Big Bang sobre el origen y evolución del universo, la cual se sustenta en las leyes universales de la física, particularmente en la teoría de la relatividad, así como en los principios heliocéntricos y cosmológicos de Copérnico. En el campo de la biología se incluyen la teoría celular, la teoría endosimbiótica, la teoría del mundo prebiótico, la teoría de la evolución de las especies por selección natural y las teorías genéticas. A pesar de la consistencia de cada una de estas teorías, es importante tener en cuenta, que permanecen en prueba y podrían refutarse con una sola evidencia que las contradiga.

Reflexión

1. Identifique dos ideas mencionadas en la lectura que usted considera importantes para el estudio de la biología. Argumente cada una de ellas.
2. En la figura se incluyen los procesos de pensamiento que contribuyen en la construcción del conocimiento. Explique por escrito cuáles de ellas le han sido más útiles, en la construcción de algún conocimiento científico, y otro de la vida cotidiana en particular.
3. Realice una breve reseña sobre una ley o teoría mencionada en la lectura.

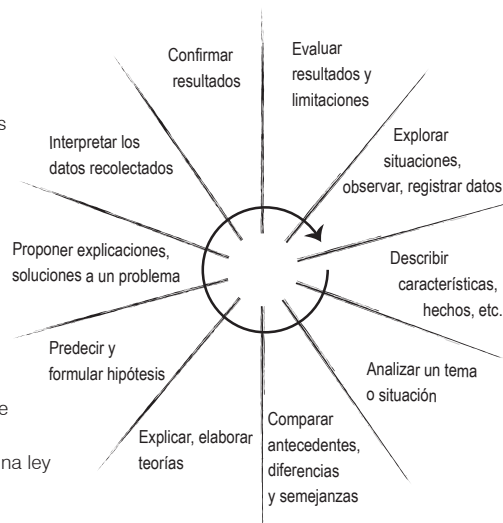



Figura 1.1. Algunos procesos de pensamiento.

Amplíe el contenido de esta lectura en:

<http://trucha.ens.uabc.mx/biologia/Notas/23%20teorias.htm>
<http://www.biologia.edu.ar/introduccion/4intro.htm>
http://www.lifesorigin.com/chap10/ma_world.php

Los temas. Cada uno de los cuatro módulos, incluye tres o cuatro temas para facilitar su desarrollo por parte del docente y su preparación por parte de cada estudiante. Al comienzo de cada tema se indican las competencias específicas y los subtemas que se desarrollarán.



TEMA 1

Teoría celular y primeras células

Competencias específicas

- Describir las principales características de las células procariotas y eucariotas que sustentan su clasificación en diferentes dominios de vida.

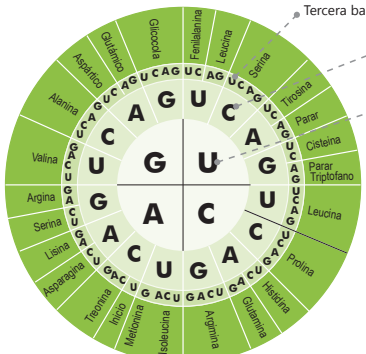
Subtemas: 1.1. Teoría celular. 1.2. Línea de tiempo en el conocimiento de la célula. 1.3. Células sin envoltura nuclear definida, procariotas. 1.4. Células con envoltura nuclear, eucariotas.

1.1. Teoría celular

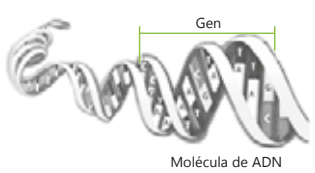
La Teoría celular explica por qué razón la célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos que habitan el planeta, excepto los virus que son acelulares. Incluye los siguientes postulados:

- Todos los seres vivos que habitan el planeta se componen de una (unicelulares) o más células (pluricelulares).
- Toda célula procede de otra preexistente, que ha copiado su información genética antes de dividirse en dos células hijas.
- Toda célula se compone básicamente de las mismas sustancias químicas: agua, trazas de minerales, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, conocidas como "moléculas de la vida o biomoléculas".
- La célula es la unidad funcional de los seres vivos, porque independientemente del organismo al cual se haga referencia, es en ella donde ocurre las reacciones químicas que se necesitan para vivir.

Todos los organismos (celulares y acelulares) tienen su información genética almacenada en la denominada "molécula de la herencia" (ADN para la mayoría de organismos o ARN para los retrovirus). Tal molécula corresponde a una secuencia de bases nucleótidas que varían de un individuo a otro dentro de la misma especie y son las que determinan todas sus características. La decodificación de esta molécula se realiza con base en el código genético universal, que es compartido por todos los organismos existentes, lo que sugiere que provienen de un ancestro común. Cada triplete de bases nucleótidas del ADN corresponden a un aminoácido específico.



© ECOE EDICIONES



Molécula de ADN

Figura 1.2. Código genético universal, con base en el cual se decodifica la información de la molécula de la herencia (ADN o ARN).

La sección CTSA. Al final de cada tema se incluye la sección de lectura titulada CTSA. Avances de la ciencia y la tecnología y su impacto sobre la sociedad y el ambiente, cuya función es destacar algún hecho científico relacionado con el tema, junto los beneficios que involucra para las personas y sus posibles efectos en el ambiente. Las lecturas incluidas, tienen una sección de reflexión y un par de direcciones web, donde el estudiante puede ampliar el tema.



Avances de la ciencia y la tecnología y su impacto en la salud humana y ambiental.

Aportes de la biología celular en el diagnóstico médico

Los avances en el conocimiento de la célula, respecto a su composición, estructura y funcionamiento de los orgánulos, así como de los diferentes procesos que ocurren en ella, tales como la síntesis de sustancias, división celular, respiración celular e incluso su muerte, se apoyan en la investigación de diferentes ramas de la ciencia, como las descritas en la tabla 1.1.



Citoquímica. Es una parte de la biología, en la que se hace énfasis en el análisis químico de las sustancias que se producen en la célula y el lugar donde se sintetizan.

Biología molecular, estudia la función biológica de las biomoléculas (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), así como el metabolismo celular, es decir, la producción de la energía necesaria para realizar las funciones vitales de toda célula.

Bioquímica. Estudia las reacciones químicas que ocurren en la célula, las moléculas participantes y las enzimas que contribuyen en su realización, así como los productos de tales reacciones y sus efectos a nivel biológico. También explica cómo se comunican las células para transportar las sustancias de un lugar a otro de un organismo.

Filogenética. Estudia las semejanzas y diferencias de la composición molecular en las distintas especies de seres vivos, que contribuyen en el conocimiento de la evolución de las especies.

Biofísica. Estudia los fenómenos físicos y las leyes que ayudan a explicar diferentes funciones vitales.

Genética. Estudia la estructura y funcionamiento de los genes así como la regulación (inducción y represión) de la síntesis intracelular de enzimas y de otras proteínas.

Citogenética. Estudia las enfermedades relacionadas con el número o estructura de los cromosomas, con base en muestras celulares de la sangre periférica, la médula ósea y el fluido amniótico.

Citopatología. Es una rama de la medicina que se dedica a la investigación y análisis de los cambios que evidencian las células y su relación con posibles enfermedades como el cáncer.

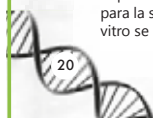
Genómica. Ciencia que contribuye en el conocimiento de la secuencia de los genomas, y la identificación de genes relacionados con diferentes patologías.

Biotecnología celular. Mientras que los citólogos estudian la estructura y las funciones de las células, los biotecnólogos celulares emplean esta información para elaborar dispositivos que ayuden a detectar las células anormales, o procedimientos como la terapia de genes.

Tabla 1.1. Ciencias que contribuyen al conocimiento de las células.

El estudio de la célula ha ido de la mano con el avance de la resolución del microscopio como instrumento de observación y de las técnicas de tinción y marcación de moléculas. Así mismo, ha sido necesaria la implementación de técnicas de laboratorio especializadas como la centrifugación diferencial y la sedimentación para la separación de los componentes celulares, con base en su tamaño y densidad. Los cultivos de células in vitro se utilizan para estudiar el crecimiento y la diferenciación celular.

© ECOE EDICIONES



El Taller. Esta es una sección que se sugiere realizar al finalizar el estudio del módulo. Algunas actividades se pueden resolver individualmente, pero en otras se hace explícita la realización en grupo, con base en los aportes y la colaboración permanente hasta su finalización, de cada integrante, asumiendo este trabajo como una preparación para la práctica laboral, donde los resultados dependen en gran parte del trabajo en equipo.

Taller. Módulo 1

Objetivos:

- Reforzar y aplicar los conocimientos de cada uno de los temas propuestos en el módulo para promover diferentes habilidades del pensamiento crítico, así como las competencias de indagación, comunicación oral y escrita y trabajo en equipo.
- Socializar los resultados del taller con otros colegas del curso y analizar las aplicaciones de los contenidos del módulo en la vida personal y laboral.

1. Lectura. Habilidades del pensamiento crítico.

En términos simples, las habilidades de pensamiento son todas aquellas herramientas de la mente para interactuar con el entorno; algunas de ellas promueven la iniciación del pensamiento en un aspecto determinado, por ejemplo iniciar una lectura, observar un gráfico, escuchar un comentario, percibir un olor o sabor, etc. Otras habilidades mantienen la mente enfocada en un pensamiento en particular (analizar, comparar, organizar, relacionar, etc.) y también hay otras habilidades que ayudan a cerrar o concluir el tema. Dicho de otra manera, son como los tiempos del director de una película: luces, cámara, acción.

Por ejemplo, la realización de esta lectura, abre o crea un espacio mental para comenzar a analizar el tema y enfocarse en él. A medida que se realiza la lectura, se involucran diversas habilidades tales como la interpretación, la comparación, la clasificación, la inferencia, etc. y si la concentración se mantiene al finalizar la lectura podrán formularse una opinión, inquietudes, dudas, conclusiones, etc. que le dan un cierre al menos temporal al proceso de pensamiento iniciado con la lectura. Las habilidades de pensamiento contribuyen en el proceso de aprendizaje, con el apoyo de varios procesos como:

- La exploración y el descubrimiento del entorno. Implica observar con curiosidad un asunto en particular, formular preguntas críticas acerca de él, así como hacer conjeturas con argumentos sólidos, evitando al máximo la ambigüedad, la exageración o cualquier otro tipo de distorsión.
- La recopilación de información y su interpretación. Exige indagar en fuentes fidedignas sobre el asunto en particular, teniendo en cuenta según el caso los resultados de investigaciones experimentales que apoyen el tema, teorías y modelos aceptados por la comunidad científica, entre otras.
- El análisis de los resultados y la evaluación del proceso. Exige el análisis imparcial de la información recopilada o de los resultados de un proceso, así como de sus obstáculos, estrategias para superarlos y de los aciertos con sus posibles beneficios.



Figura 3.19. Algunas habilidades de pensamiento.

Google

U.S. Mexico Canada United Kingdom France Germany Spain Italy Japan India Singapore South Korea Taiwan Hong Kong

Puede ampliar sus conocimientos sobre las habilidades del pensamiento crítico en:
<http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>; <http://www.criticalthinking.org/>;
<http://austhink.com/critical/pages/fallacies.html>; <http://ciruelo.uninorte.edu.co>,

© ECOE EDICIONES

La evaluación del módulo. Está organizada por temas; aunque se incluye al final del módulo, la sugerencia es que cada estudiante debe resolver la evaluación de cada tema a medida que complete su estudio.

Módulo 1. Evaluación

Esta sección está organizada por temas, con algunas de las siguientes partes: Comprensión y aplicación de conceptos, Pensamiento crítico, Explicación y argumentación a favor o en contra, Selección y apareamiento de ideas. Resuelva cada una de ella en hojas aparte y entréguelas al docente para su retroalimentación en grupo.

Tema 1. Teoría celular y primeras células

1.1. Evalúe su comprensión de conceptos

1.1.1. Compare por escrito las siguientes parejas de términos o expresiones mencionados en el tema

- Teoría endosimbiótica y teoría celular.
- Código genético y genoma.
- Citoquímica, Citología.
- Citogenética, citopatología.
- Citología urinaria, citología del esputo.

1.2. Argumente a favor o en contra de las siguientes afirmaciones:

- La teoría celular se aplica tanto a los organismos celulares como a los acelulares.
- La invención del microscopio permitió el descubrimiento de las células.
- La teoría celular ha tenido varios ajustes desde su primeros postulados.
- La teoría celular debería reajustarse a la luz del conocimiento que se tiene actualmente sobre los virus.
- Las células procariotas y eucariotas presentan semejanzas y diferencias.

Tema 2. Organización molecular de la célula

2.1. Evalúe su comprensión de conceptos

2.1.1. Represente las siguientes ideas mediante un esquema:

- Un carbohidrato es una cadena carbonada.
- El almidón es un polisacárido hecho de monómeros de glucosa.
- Un fosfolípido se componen de un glicerol, dos cadenas carbonadas y un grupo fosfato.
- Todas las células contienen agua, carbohidratos, lípidos y proteínas.
- Todas las células tienen una molécula con la información genética.
- Las enzimas y los anticuerpos son tipos de proteínas.
- Las células vegetales acumulan carbohidratos en forma de almidón.
- El glucógeno es un carbohidrato muy ramificado mientras que la celulosa no.
- Los niveles de organización atómico y molecular en los seres vivos son abióticos.
- Los niveles de organización bióticos en los seres vivos son: célula, órganos, tejidos, sistemas y organismo.
- Las moléculas de colesterol dan flexibilidad a las membranas celulares.
- El glucógeno y la celulosa son polímeros ramificados mientras que las proteínas no.
- Las ceras que recubren algunas partes de las plantas cumplen una función protectora.
- Las proteínas se pliegan por las interacciones entre los átomos que las componen.
- Los aminoácidos ácidos y básicos se diferencian en su estructura.
- Las proteínas fibrosas y las globulares se diferencian en sus plegamientos.



Las ayudas del Sistema de información en línea (SIL). Esta sección incluye algunos vínculos en la web que permiten reforzar los contenidos de cada módulo. Tiene tres secciones: tiempo para leer, tiempo para observar y tiempo para interactuar.

Sistema de información en línea (SIL) ▼

Módulo 1. Célula: composición, estructura y función

Tema 1: Precursores de las primeras células

Tiempo para leer	Las primeras células vivas http://www.windows2universe.org/earth/Life/first_life.html&lang=sp
Tiempo para observar	Los dominios de los organismos celulares http://www.bionova.org.es/animbio/anim/tresdom.swf Teoría endosimbiótica http://www.bionova.org.es/animbio/anim/endosimbiosis.swf
Tiempo para interactuar	Explorando la clasificación de los organismos celulares http://tol.embl.de/ , www.darkenergybiosphere.org/adoptamicrobe/category/en-espanol http://tolweb.org/tree/home/pages/media.html Una mirada a la microscopía virtual http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/animaciones/neuro/principal.asp http://www.sciencelearn.org.nz/layout/set/lightbox/Contexts/Exploring-with-Microscopes/Sci-Media/Interactives/Which-microscope

Tema 2: Organización molecular de la célula

Tiempo para leer	Proteómica, hacia el entendimiento del lenguaje de las proteínas http://medicna.usac.edu.gt/quimica/biomol/prot.htm Una mirada a las biomoléculas http://themedicalbiochemistrypage.org/es/index.php
Tiempo para observar	El pH fisiológico http://www.johnkyrk.com/pH.esp.html Estructura básica de las macromoléculas http://www.bionova.org.es/animbio/anim/macromol/mcmolintr.swf Organización interior de la célula http://www.bionova.org.es La molécula de ADN explicada por J. Watson http://www.bionova.org.es/animbio/anim/watsonbp/watsonbp.html http://www.bionova.org.es/animbio/anim/wydc.html La replicación de la molécula de ADN http://www.bionova.org.es/animbio/anim/DNArpl.wmv http://www.johnkyrk.com/er.esp.html Síntesis de las proteínas http://www.bionova.org.es/animbio/anim/traduccin.html Plegamiento de las proteínas http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=180&cat=biology http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/proteins/hydrophobic%20force.swf
Tiempo para interactuar	Seleccione algunas moléculas vistas en el módulo http://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/cfb/chime_all.htm Los niveles de organización de la materia viva http://www.yellowtang.org/animations/organization.swf

Tema 3. Estructura y función celular

Tiempo para leer	Herramientas para estudiar células y tejidos http://www.medicina.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/introduccion.htm Visita guiada por la célula, un material de refuerzo sobre la célula http://webs.uvigo.es/mmegias/inicio.html La membrana plasmática, una estructura de cristal líquido http://www.unizar.es/lcma/divulgacion/pdf/cristales%20liquidos.pdf El cáncer como resultado de alteraciones en la señalización celular http://www.cicancer.org/elcancer42.php
Tiempo para observar	El citoesqueleto http://www.bionova.org.es/animbio/anim/citosk/citosk.html http://www.bionova.org.es/animbio/anim/ctsq.swf Movimiento de cilios y flagelos http://www.bionova.org.es/animbio/anim/flagellum.swf Estructura de la membrana plasmática http://www.bionova.org.es/animbio/anim/Membrana/Membrana.html http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/lipids/membrane%20fluidity.swf El funcionamiento del aparato de Golgi http://www.bionova.org.es/animbio/anim/golgi/rendgolgi1.swf Órganulos y sus funciones http://www.bionova.org.es/animbio/anim/cellinteract.swf
Tiempo para interactuar	Células vistas con diferentes técnicas de microscopía http://www.microscopyu.com/articles/livecellimaging/index.html http://bioscience.jpbb.com/cells/Media/a2228.swf http://bioscience.jpbb.com/cells/Media/a2160.swf

© ECOE EDICIONES

91

Finalmente, destacamos las expectativas de la llamada Nueva biología, promovida a nivel mundial por la Academia Nacional de ciencias de Estados Unidos, la cual se fundamenta en la reintegración de las subdisciplinas de biología y en su integración con otras áreas de la ciencia como física, química, informática, ingeniería y matemáticas con el fin de contribuir en la solución de problemas científicos y sociales, en cuatro líneas de investigación y desarrollo tecnológico: la producción de alimentos sanos y suficientes para la población humana, la comprensión y uso sostenible de la diversidad biológica, el uso de fuentes de energía limpia y la buena salud integral de la especie humana como norma.

Esperamos que esta obra cautive la atención de los docentes del área y de los estudiantes.

Cordialmente, Autoras

Contenido

Módulo 1:

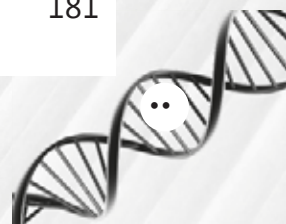
Célula: composición, estructura y función	13
Lectura. Dinámica y construcción del conocimiento científico	14
Tema 1. Teoría celular y primeras células.	15
CTSA: Aportes de la biología celular en el diagnóstico médico	20
Tema 2. Organización molecular de la célula	22
CTSA: Etiqueta nutricional, un derecho del consumidor	61
Tema 3. Estructura y función celular.	62
CTSA: Conocimiento de la célula: Clave en la industria de nuevos medicamentos.	81
Taller	82
Evaluación	87

Módulo 2:

Procesos metabólicos de la célula	92
Lectura. La más compleja de las fábricas.	93
Tema 4. Flujo de energía celular	95
CTSA: Algunas aplicaciones de la fermentación microbiana	104
Tema 5. Reproducción y diferenciación celular	105
CTSA: Diferenciación celular	113
Tema 6. Envejecimiento y muerte celular	115
CTSA: Pérdida de controles celulares y su relación con células cancerosas.	121
Taller	123
Evaluación	126

Módulo 3:

Fisiología del cuerpo humano	131
Lectura. Algunos aportes al conocimiento del organismo humano.	132
Tema 7. Nutrientes, fuentes de energía.	133
CTSA: Beneficios de la flora bacteriana en el tubo digestivo	153
Tema 8. Circulación de nutrientes y oxígeno	155
CTSA: Cerebro y adicciones.	172
Tema 9. Eliminación de desechos	173
CTSA: Trasplante renal, aspectos bioéticos en el debate.	181



Tema 10.	Defensas del organismo	182
	CTSA: Reacciones del sistema inmune frente a un órgano transplantado	193
Tema 11.	Regulación hormonal.....	194
	CTSA: Células madre en el tratamiento de la diabetes	207
Tema 12.	Control nervioso.....	208
	CTSA: La medicina aeroespacial.....	225
Taller	.....	226
Evaluación	.....	230
Módulo 4:		
Microorganismos y su impacto en la salud humana	.....	237
Lectura. Lo bueno y lo malo de los microorganismos.	.....	238
Tema 13.	Diversidad de microorganismos.....	239
	CTSA: Abatidores de temperatura para el control de microorganismos..	247
Tema 14.	Microorganismos acelulares (Dominio acytota, virus)	248
	CTSA: Enfermedades infecciosas emergentes, re-emergentes y endémicas	261
Tema 15.	Microorganismos procariotas (Dominios Archaea y Bacteria)	262
	CTSA: Infecciones intrahospitalarias (IIH) o nosocomiales	278
Tema 16.	Microorganismos eucariotas (Dominio Eukarya)	279
	CTSA: El problema de la resistencia a los antibióticos	292
Taller	.....	293
Evaluación	.....	298
Glosario	.....	302
Bibliografía	.....	313



Biología celular y humana



Esta obra incluye los fundamentos relacionados con la Biología celular y humana para que el estudiante pueda establecer relaciones entre la carga genética, los cuidados nutricionales, comportamentales y ambientales en general y su impacto en la salud.

A través del curso se describe la estructura celular, sus procesos metabólicos, la coordinación entre los diferentes sistemas del organismo humano y el efecto de algunos microorganismos en la salud humana. Incluye cuatro grandes módulos organizados por subtemas, con secciones didácticas como lecturas, refuerzo de contenidos en la web, conexión con los avances de la ciencia y la tecnología, evaluaciones y talleres.

Módulo 1. Célula. Composición, estructura y función.

Módulo 2. Procesos metabólicos de la célula.

Módulo 3. Fisiología del cuerpo humano.

Módulo 4. Microorganismos y su impacto en la salud humana.

Colección: Ciencias naturales

Área: Ecología y medio ambiente

ECO
EDICIONES



www.ecoediciones.com

