Universidad Autónoma
del Estado de México



Biología

Libro de texto basado en competencias

Julieta Jiménez Rodríguez · Cindy Ursula Rivas Arzaluz
Gabriela Morales Pacheco
Sandra Beltrán Durán · Orestes Pérez Villalva

2º
Semestre

Biología

Libro de texto basado en competencias

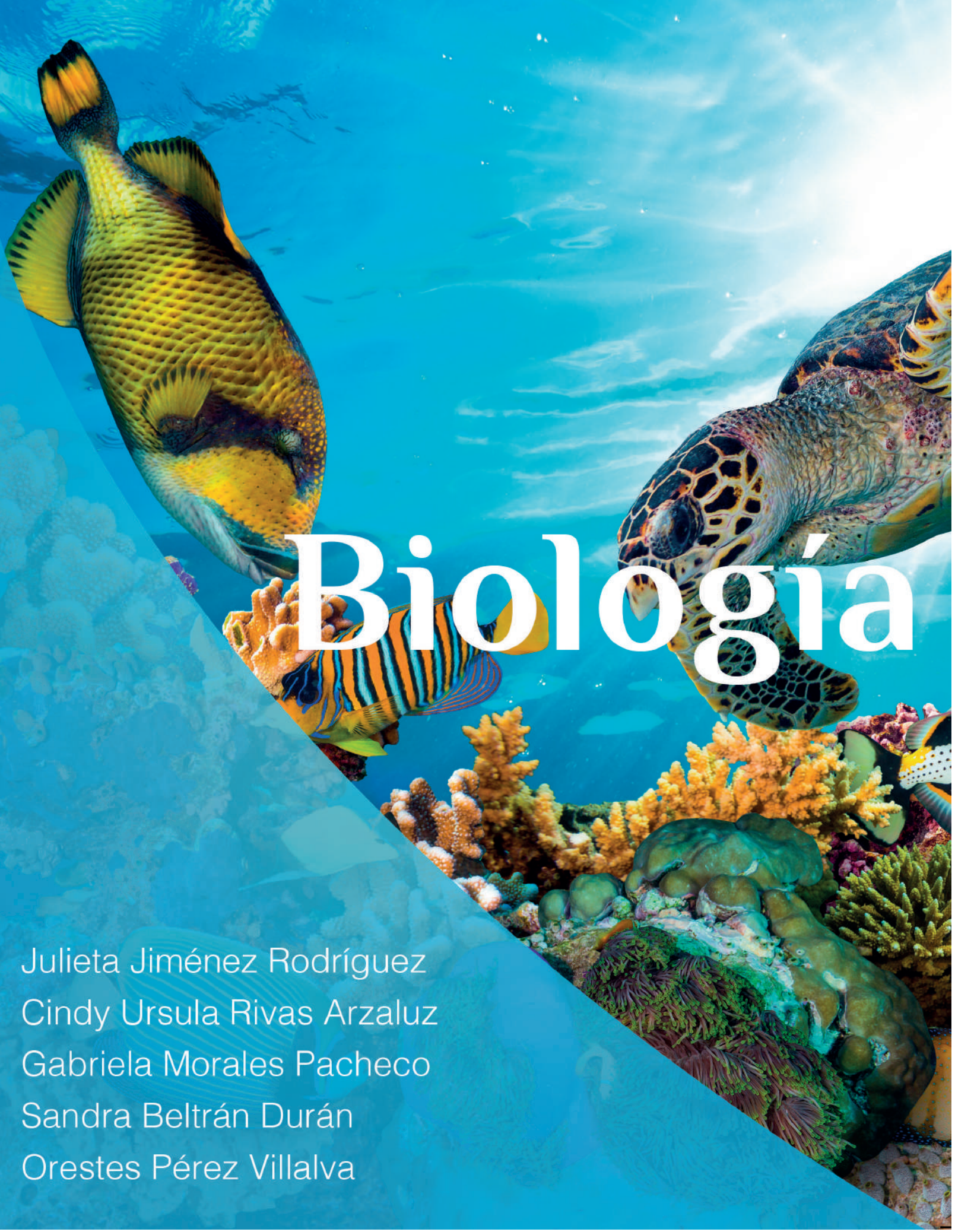
Dirección de Publicaciones Universitarias
Editorial de la Universidad Autónoma del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctora en Humanidades
María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Administración
Jorge Eduardo Robles Alvarez
Director de Publicaciones Universitarias

Doctora en Investigación Educativa
Eva Lilia García Escobar
Directora de Estudios de Nivel Medio Superior



Biología

Julieta Jiménez Rodríguez
Cindy Ursula Rivas Arzaluz
Gabriela Morales Pacheco
Sandra Beltrán Durán
Orestes Pérez Villalva

Primera edición, febrero 2022

BIOLOGÍA
Libro de texto basado en competencias

Autores

Julieta Jiménez Rodríguez
Plantel “Dr. Ángel Ma. Garibay Kintana” de la Escuela Preparatoria de la UAEM
Cindy Ursula Rivas Arzaluz
Plantel “Dr. Ángel Ma. Garibay Kintana” de la Escuela Preparatoria de la UAEM
Gabriela Morales Pacheco
Plantel “Dr. Ángel Ma. Garibay Kintana” de la Escuela Preparatoria de la UAEM
Sandra Beltrán Durán
Plantel “Lic. Adolfo López Mateos” de la Escuela Preparatoria de la UAEM
Orestes Pérez Villalva
Plantel “Lic. Adolfo López Mateos” de la Escuela Preparatoria de la UAEM

Universidad Autónoma del Estado de México
Av. Instituto Literario 100 Ote.
Toluca, Estado de México
C. P. 50000
Tel: (52) 722 277 38 35 y 36
http://www.uaemex.mx

El contenido de este material es responsabilidad de los autores, así como el tratamiento basado en competencias realizado a los libros de texto. Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra, sin el consentimiento previo y por escrito del editor. La Universidad Autónoma del Estado de México se deslinda de cualquier acción legal derivada de este material.

® Derechos reservados, 2016

ISBN: 978-607-633-422-5

Hecho en México

Responsable del Programa de Diseño y Producción Editorial: L. D. G. Miguel Angel Conzuelo Endeje
Corrección de estilo: L.L.L. Daniela Arellano Bautista
Portada: L. D. G. Gerardo Arturo Hernández Ramírez
Interiores: L.D.G. Nubia Liliana Díaz Alpízar

MENSAJE

A través de su historia, la Universidad Autónoma del Estado de México ha tenido como uno de sus objetivos fundamentales lograr que el estudiantado reciba una educación basada en el libre pensamiento, apelando a un sentido científico. La Escuela Preparatoria de la UAEM continuará mostrándose como un punto de inflexión para la comunidad estudiantil por la calidad de la educación que se ofrece al tiempo que se enseña a adquirir conocimientos, valores, habilidades y destrezas que favorezcan el entendimiento de nuestro entorno social y ambiental.

La responsabilidad de la Universidad Autónoma del Estado de México es asegurar que la educación que se imparte en la Escuela Preparatoria contribuya a ampliar el horizonte personal y profesional de los estudiantes. El enfoque para la apropiación del conocimiento parte de aprovechar la experiencia de vida y desde la autonomía de pensamiento y la reflexión lograr una comprensión más amplia de la realidad.

El material educativo que tienes en tus manos ha sido elaborado colegiadamente entre especialistas de cada una de las áreas del conocimiento. La creatividad, el pensamiento crítico y reflexivo, así como el espíritu científico del claustro de docencia e investigación se reúne en esta antología con el fin de que te acerques al conocimiento con una mirada crítica. Este ejemplar ha sido elaborado con el fin de establecer un aprendizaje dialógico que estimule tu curiosidad, que te sirva como guía, y que invariablemente te provoque pasión por el conocimiento.

El objetivo es lograr que recibas una educación integral e incluyente que incida de manera positiva en tu trayectoria escolar. Por ello es importante que asumas un compromiso personal, empeño y dedicación que te permita apropiarte del conocimiento.

Patria, Ciencia y Trabajo

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

INTRODUCCIÓN

El avance en el conocimiento científico en biología ha permitido comprender fenómenos tales como: los mecanismos moleculares que subyacen a los procesos hereditarios y los factores endógenos y ambientales que predisponen al cáncer. Por otra parte, gracias a los nuevos avances de la tecnología se han desarrollado nuevos fármacos para combatir enfermedades; sin embargo, aún hay grandes retos por afrontar y preguntas por responder; por ejemplo, la manera en cómo se podría modificar el comportamiento celular de un organismo mediante ingeniería genética.

El presente libro refleja la importancia de la biología en la sociedad actual y describe algunas de sus aplicaciones en áreas tales como la medicina, la industria y la alimentación. Los principales objetivos, al elaborar este libro de texto, fueron proporcionar al alumno los conocimientos modernos de la biología, así como promover en el discente el desarrollo de habilidades y destrezas, los cuales pondrán en práctica al resolver los ejercicios y planteamientos propuestos para cada módulo.

El contenido temático que se aborda en el presente libro consta de cuatro módulos, todos con un enfoque por competencias, que permiten el desarrollo de habilidades y capacidades de manera individual y social. En el módulo 1 se presentan conceptos básicos de Biología que van desde el origen de la vida en la Tierra hasta abordar la importancia del conocimiento biológico, y de sus aplicaciones en la sociedad actual. De acuerdo con el principio básico de los niveles de organización biológica, en el módulo 2 se abordan las estructuras y funciones de las biomoléculas, los organelos y su participación en los procesos vitales de las células como la reproducción y diferenciación. En este mismo módulo se da un primer acercamiento a los principios que rigen las leyes de la herencia.

El tercer módulo se concentra en el estudio del metabolismo celular y en la transferencia de la energía generada por la fotosíntesis y la respiración celular. Se proporcionan, además, algunas aplicaciones de estos procesos en la industria. Por último, en el módulo 4 se presentan los motivos para clasificar a los seres vivos, así como las estrategias de clasificación que tienen relevancia histórica. Finalmente, se describen las características generales de cada reino y dominio, de acuerdo con la clasificación más moderna.

Este libro tiene una vocación eminentemente didáctica. En cada tema se presenta un objetivo de aprendizaje, es decir, aquello que el estudiante debe ser capaz de realizar para demostrar lo aprendido una vez concluido el tema. Cada tema contiene, además, un apartado en donde se rescatan los conocimientos previos de cada alumno, así como numerosos cuadros e ilustraciones que permitirán una mejor comprensión de lo expuesto en el texto. Se encontrarán, también, términos resaltados en negritas y un glosario que facilitan la identificación de palabras clave. Al final de cada tema proporcionamos un resumen que permitirá al discente repasar los contenidos.

Esperamos que este libro de texto funja como una guía motivacional para los alumnos y un sólido acompañante de los profesores que imparten esta bella y apasionante asignatura.

¡Disfrútenlo!

Índice

MÓDULO 01
Biología y su impacto social

1.1 Biología. Concepto 12

1.1.1 Carácter científico y metodológico de la biología 13

1.1.2 Ramas de la biología y su relación con otras ciencias 14

1.1.3 Instrumentos de aplicación en biología (énfasis en microscopio) 20

1.2 Origen de la vida en la tierra. Aportaciones de Needham, Redi, Spallanzani, Pasteur. Relacionarlas con el método científico 28

1.2.1 Teoría quimiosintética del origen de la vida 37

1.2.2 Niveles de organización de la vida (importancia para su estudio): desde la célula hasta la Biósfera 40

1.3 Origen y evolución de células procariotas y eucariotas (Teoría endosimbiótica de Lynn Margulis) 47

1.4 Características de los seres vivos 51

1.5 Estado actual de la biología. Relación con la tecnología-sociedad 52

1.6 Importancia de la biología y sus aplicaciones 53

MÓDULO 02
Células, unidades de la vida

2.1 Célula. Concepto. (Robert Hooke) Postulados de la Teoría celular (Schleiden, Schwann, Virchow) 64

2.2 Estructura y funciones de las biomoléculas orgánicas e inorgánicas en los procesos celulares: Hidratos de carbono, Lípidos, Proteínas (enzimas, holoenzimas, coenzimas, cofactores), Vitaminas, Ácidos nucleicos, Minerales, Agua 71

2.3 Estructuras y funciones de células procariontes y eucariontes (con énfasis en organelos): Pared, Membrana, Citoplasma, Núcleo, Organelos membranosos, Organelos no membranosos 98

2.4 Transporte molecular a través de la membrana 132

2.5 Ciclo celular (duplicación de ADN, síntesis de ARN, síntesis de proteínas) 140

2.5.1 División celular 140

2.5.1.1 Mitosis y su importancia 147

2.5.1.2 Meiosis y su importancia 151

2.6 Reproducción a nivel de organismos (asexual y sexual) 155

2.7 Principios de la herencia 165

2.7.1 Leyes de Mendel 165

MÓDULO 03
Metabolismo

3.1 Metabolismo. Anabolismo-Catabolismo 190

3.2 Fotosíntesis. Concepto. Sustancias iniciales y Productos finales en cada fase (Luminosa y Ciclo de Calvin-Benson) 195

3.3 Respiración celular. Concepto. Productos iniciales. Productos finales 202

3.3.1 Secuencia o cadena de reacciones de la respiración celular 205

3.3.2 Glucólisis 205

3.3.3 Formación de acetil-coenzima A 206

3.3.4 Ciclo de Krebs 209

3.3.5 Sistema de transporte de electrones y fosforilación quimiosmótica u oxidativa 213

3.4 Fermentación 219

3.5 Aplicaciones en la industria 222

MÓDULO 04
Biosistemática

4.1 Origen de las especies. Conceptos generales 226

4.2 Biosistemática. Concepto. Utilidad. LUCA 231

4.2.1 Criterios para clasificar a los organismos desde Especie hasta Dominio 236

4.3 Nomenclatura binomial. Nombre científico. Normas de escritura 240

4.4 Características generales de los tres dominios (Arquea, Bacteria, Eukarya) y la modificación actual de reinos (protista, fungi, vegetal, animal). Ejemplos 242

4.5 Virus. Concepto. Características generales. Estructura. Formas. Tipos por su ácido nucleico. Ciclos virales 268

4.5.1 Importancia en la salud humana. Estudios de caso de enfermedades causadas por virus: herpes, molusco contagioso, poliomielitis, viruela, paperas, hepatitis, papiloma, rabia, sarampión, gripe, varicela, rubéola, ébola, VIH-sida 271



Biología y su impacto social



Módulo 1



Objetivo: reconocer el carácter científico y metodológico de la biología, sus ramas y su relación con otras ciencias, con la finalidad de resaltar su importancia en el estudio de los seres vivos.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: intégrate en un equipo con cinco compañeros y contesten las siguientes preguntas, únicamente con sus conocimientos previos, sin consultar libros ni páginas web.

Explique ¿por qué la ictiología y la microbiología no son ramas principales de la biología?

_____
_____
_____.

¿Qué tienen en común la mastología y la helmintología? _____
_____
_____
_____.

¿Qué relación tienen la colombofilia y la ornitología? _____
_____
_____
_____
_____.



Desarrollo

Desarrollo del contenido

1.1. Biología. Concepto

La biología es la ciencia que estudia el origen, la continuidad, la diversidad y las relaciones entre los seres vivos.

Como ciencia, la biología incluye un sistema conceptual que se agrupa en diferentes categorías o clases llamadas conceptos, estos son:

- Origen
- Continuidad
- Diversidad
- Relaciones

Dichos conceptos, a su vez, seleccionan y agrupan elementos distintos y diversos. Así, el término origen tiene como elemento la vida en el planeta Tierra, hablando del elemento unidad de la biología: la célula.

El concepto de continuidad de la vida tiene como elemento la evolución, toda vez que los seres vivos actuales son el resultado de especies pasadas que con el tiempo han sufrido cambios y transformaciones.

En el concepto diversidad de las especies existen elementos como evolución, mutación, adaptación, variabilidad y genética; es probable que a partir del hipotético LUCA,[1] Last Universal Common Ancestor (por sus siglas en inglés), desciendan todos los seres vivos fósiles y actuales.

Dentro del concepto relaciones se encuentra como elemento el ecosistema, en el que los seres vivos (constituyente biótico) están en relación con el medio físico (constituyente abiótico). Esto es: los ecosistemas están formados con partes bióticas y abióticas.

En la actualidad existe una gran biodiversidad (variedad de especies de seres vivos, tanto pluricelulares como unicelulares); sin embargo, la estructura fundamental de la vida es la célula.

1.1.1. Carácter científico y metodológico de la biología

La biología es una ciencia experimental que utiliza una metodología precisa para manejar los conocimientos y principios que la constituyen y orientan hacia la búsqueda de la verdad. Hoy, los fenómenos biológicos pueden ser observados, medidos y repetidos cuantas veces sea necesario hasta que arrojen resultados confiables, y todas las variables que en ellos participen pueden ser controladas, como lo exige la ciencia.

Un método es un orden sistemático que se sigue durante una investigación y es la clave para llegar a la verdad. Es importante no confundir el método con la técnica, el primero es un procedimiento, regulado y provisto de determinada eficacia; la técnica se refiere al conjunto de instrumentos de medición elaborados con base en los conocimientos científicos y la tecnología. El método no es un conjunto de técnicas. El método científico es el orden que sigue la investigación científica para la solución de problemas. "El método científico sigue el camino de la duda sistemática y aprovecha el análisis, la síntesis, la deducción y la inducción, lo cual quiere decir que contiene las operaciones lógicas en general" (Zorrilla, 2009: 61).

El método científico es la base de toda ciencia y la distingue de otro tipo de conocimientos (no científicos). Este método no es perfecto y requiere de conocimientos previos. Todas las ciencias, en una o en otra medida, siguen los pasos del método científico. Su aplicación se verá condicionada por el tema de estudio y por los conocimientos que se posean al respecto. No se cumplen en igual medida los pasos científicos en una investigación histórica que en una biológica (López Cano, 2012: 63)

Las etapas o pasos del método científico son diversos en nombre y número, según el autor que se consulte. Algunas de ellas son: observación, problema, hipótesis, diseño experimental, experimentación, resultados, teoría, ley.

[1] LUCA no significa que fue el primer organismo vivo, ni que sólo existía este organismo en un principio.



1.1.2 Ramas de la biología y su relación con otras ciencias

En la actualidad, el conocimiento que se tiene acerca de los seres vivos es tan amplio que el trabajo del biólogo se desarrolla por especialidades.

Los seres vivos se pueden conocer y estudiar desde diferentes perspectivas de estudio o ramas, algunas son las siguientes:

Rama	Objeto de estudio
Anatomía o Morfología	Estructura y conformación de los seres vivos
Citología	Células
Ecología	Interacción de los seres vivos con su ambiente
Embriología	Formación y desarrollo de los seres vivos, hasta su nacimiento
Etología	Comportamiento de los seres vivos
Evolución	Cambios heredables que sufren los seres vivos a través de las generaciones
Fisiología	Funciones de los seres vivos
Genética	Herencia
Histología	Tejidos
Paleontología	Restos o vestigios de los seres vivos fosilizados
Taxonomía	Clasifica y nombra a los seres vivos

La mayoría de estas ramas del saber se aplican a cualquiera de los grupos de seres vivos conocidos, por ejemplo, reinos: animal, fungi, protista, vegetal.

Existen ramas especializadas que se encargan de estudiar un grupo de seres vivos o algunos de los reinos o dominios, por ejemplo:

Rama	Objeto de estudio
Bacteriología	Se encarga del estudio de las bacterias (dominios Eubacteria y Arquebacteria)
Botánica	Es el estudio de los vegetales (reino Plantae)
Micología	Estudia a los hongos (reino Fungi)
Zoología	Estudia a los animales (reino Animalia) y se divide a su vez en varias disciplinas o ciencias, por ejemplo: Herpetología, estudia a los reptiles; Entomología, estudia a los insectos; Ornitología, estudia a las aves; Mastozoología, estudia a los mamíferos; Helmintología, estudia a los gusanos; Ictiología, estudia a los peces; Malacología, estudia a los moluscos, etc.

Algunas de estas ramas se especializan en estudiar partes de los animales, por ejemplo: la Conquiología estudia las conchas de los moluscos y es practicada por conquiólogos.

Ciencias auxiliares de la biología

La biología está ligada con otras ciencias que le ayudan al hombre a comprender de mejor manera algunos aspectos biológicos. Entre estas ciencias auxiliares de la biología citamos las siguientes:

- Astronomía: auxilia en la explicación de ciertos comportamientos de organismos, por ejemplo: la hibernación, migración, relojes biológicos.
- Economía: auxilia en conocer la producción distribución y consumo de los recursos naturales (entre ellos los de origen biológico).
- Ética: orienta en la forma (reflexiva, racional, con principios, normas y valores) con la que debe conducirse el hombre respecto a los problemas biológicos, por ejemplo: la clonación, la inseminación artificial, madres incubadoras.
- Física: ayuda a entender los principios de la microscopía, las leyes de la termodinámica, la energía de los seres vivos, entre otros fenómenos físicos.
- Geografía: facilita la localización y distribución en el planeta de los seres vivos, por ejemplo: especies en peligro de extinción.
- Historia: auxilia explicando la secuencia cronológica de hechos biológicos, como la extinción de los dinosaurios o del tigre de Tasmania.
- Matemáticas: auxilia en la elaboración de estadísticas, conteo de poblaciones, por ejemplo: la población de leones africanos, distribuida en géneros.
- Política: auxilia en la elaboración de leyes, en materia de protección ambiental, y reglamentos que tienden a preservar la vida de las especies, por ejemplo: la veda permanente de la caza del conejo teporingo (*Romerolagus diazi*).
- Química: favorece la comprensión de fenómenos biológicos, como las vías metabólicas, los ciclos biogeoquímicos de la materia, el flujo de energía.

Algunas de estas ciencias auxiliares dan origen a otras ciencias auxiliares, cuando tienen como objeto de estudio algunos aspectos biológicos con perspectivas muy específicas, entre ellas están:

M 1 Basado en Competencias

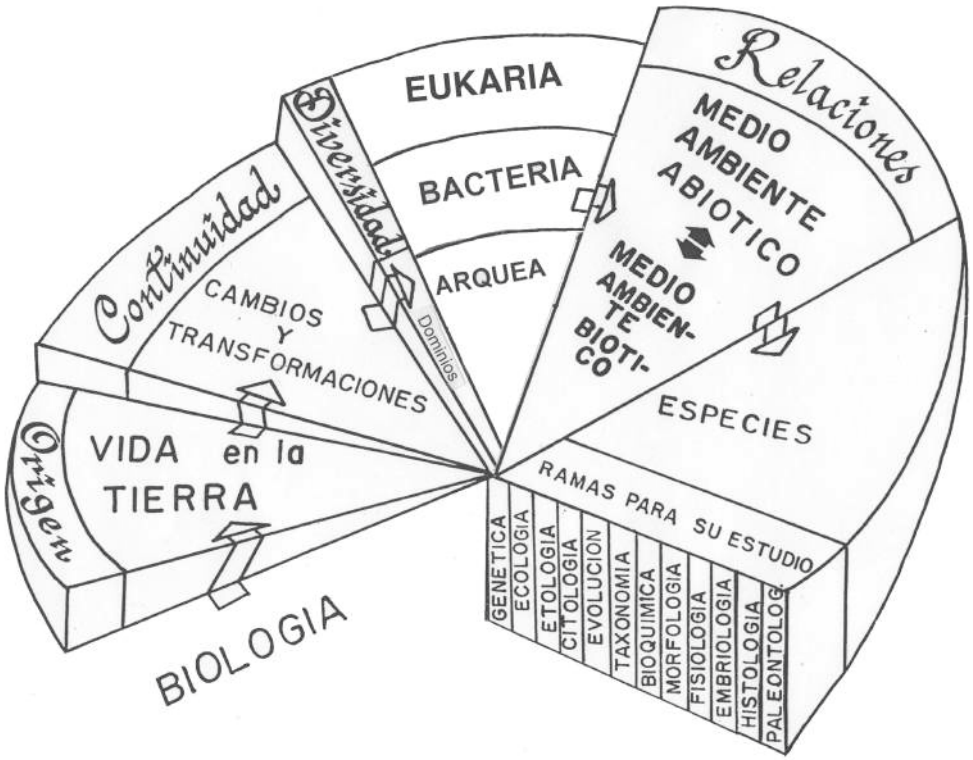
- **Bioética:** promueve la reflexión sobre el desarrollo de técnicas biomédicas, por ejemplo: fertilización in vitro, inseminación post mortem, congelación de embriones humanos, la eutanasia.

- **Biofísica:** estudia los fenómenos físicos en los organismos y los efectos que los agentes físicos tienen en ellos, por ejemplo: la física de la respiración; los efectos de las radiaciones en los seres vivos (radiobiología); los efectos de las fuerzas térmicas en los seres vivos (termobiología).

Ideas y conceptos claros y pertinentes

En el siguiente esquema encontrarás resumido, de manera gráfica, el concepto de biología y sus ramas.

Esquema 1. Concepto de biología



Fuente: elaborado por Orestes Pérez V.

Cuadro 1. Biología: conceptos, elementos y ramas para su estudio

Ciencia	Conceptos para la definición	Elementos para su estudio	Ciencias (ramas biológicas para su estudio)
Biología	Origen	Vida en la Tierra (seres vivos unicelulares y pluricelulares)	Citología (célula) Histología (tejidos) Morfología (forma y estructura). Fisiología (Función) Embriología (formación y desarrollo hasta el nacimiento).
	Continuidad	Cambios y transformaciones de la vida	Evolución (desarrollo de nuevas especies a través de las generaciones) Ontogenia (fornación y desarrollo del individuo) Filogenia (genealogía, parentesco e historia de las poblaciones) Genética (herencia) Etología (comportamiento) Paleontología (fósiles) Bioquímica (cambios químicos a nivel celular)
	Diversidad	Clasificación en dominios	Taxonomía (clasificaciones)
	Relaciones	Interacciones entre elementos bióticos y entre bióticos con abióticos.	Ecología (ambiente)

Fuente: elaborado por Orestes Pérez Villalva.

Vinculación del contenido con la realidad

Investiga ¿cuál es el campo de acción o áreas de investigación de las siguientes personas, dedicadas a aspectos relacionados con la biología? Incluye la fuente de consulta.

Sociobiólogo: _____
_____.

Sinecólogo: _____
_____.

Bioinformático: _____
_____.



Glosario

Glosario básico:

Ciencia. Es el conjunto de conocimientos que nos conducen a la verdad (Bunge, 1963).

Evolución. Se refiere a todos los cambios que han originado la diversidad de los seres vivientes en la Tierra, desde sus orígenes hasta el presente.

Método científico. Es el orden que sigue la investigación científica para la solución de problemas.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos (e incluye la fuente de consulta)

Adaptación _____
_____
_____.

Mutación _____
_____
_____.

Variabilidad _____
_____
_____.

Fuentes de información adicional

Cárdenas Guzmán, Guillermo (2015), "Modificar la vida: avances de la biología sintética", en: *¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia*, núm 195, febrero, UNAM, México, disponible en: http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/195/modificar-la-vida-avances-de-la-biologia-sintetica [consultado el 10 de septiembre de 2015].

Actividad

Actividad(es) de evaluación

Autoevaluación

Autoevaluación

Instrucción: relaciona las columnas (ramas y objeto de estudio de la biología).

Ramas	Objetos de estudios en los seres vivos
( ) Embriología	1. Cambios heredables
( ) Etología	2. Clasificación y nomenclatura
( ) Evolución	3. Comportamiento
( ) Fisiología	4. Estructura
( ) Histología	5. Tejidos
( ) Morfología	
( ) Taxonomía	

Actividad: investiga qué tipo de estudios realizan las siguientes ciencias e incluye la fuente de consulta.

Biogeografía: _____
_____.

Bioestadística: _____
_____.

Bioquímica: _____
_____.

Exobiología: _____
_____.

Geobiología: _____
_____.

M 1 Basado en Competencias

1.1.3 Instrumentos de aplicación en biología

(énfasis en microscopio)

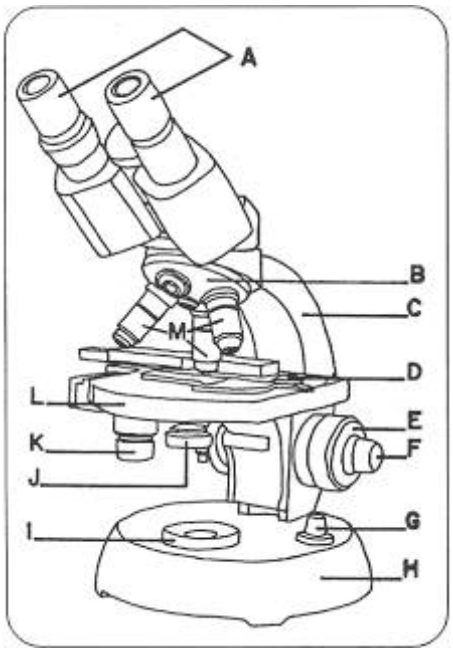
Objetivo: reconocer la importancia del microscopio en los avances biológicos.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: en tres minutos, escribe en los espacios correspondientes los nombres de las diferentes partes del microscopio de campo claro.

Reúnete con otros dos compañeros y comparen sus respuestas, poniendo énfasis en aquellas en las que coinciden.

Figura 1. Microscopio y sus partes



A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M

Fuente: http://goo.gl/EsYwsE

Desarrollo

Desarrollo del contenido

Microscopio

Uno de los instrumentos de óptica más útiles y quizá el más valioso en el laboratorio de biología es el microscopio,[2] ya que permite el estudio de estructuras u organismos que no se aprecian a simple vista; es considerado imprescindible en el estudio de la biología, permite ampliar la investigación en este campo al poder observar con detalle las células constituyentes de los seres vivos y en algunos casos, dependiendo de la complejidad del instrumento, las estructuras intracelulares, o bien, organismos completos (unicelulares) o pequeños fragmentos de organismos pluricelulares.

[2] Del griego *mikrós*: "pequeño" y *skopein*"observar".

Con el uso del microscopio el hombre ha podido acceder a un mundo de pequeños seres vivos. Su invención no se atribuye a una persona determinada.

Antecedentes históricos

Los romanos, en el siglo IV a.C., conocieron los lentes convergentes o microscopios simples,[3] elaborados con cristal de roca.

En 1529, Zachariaa Janssen, pulidor y tallador de lentes, combinó dos lentes convergentes, logrando un aumento sensiblemente superior al de las lupas comunes; es considerado como el antecesor del microscopio compuesto. A pesar de este suceso, el uso del microscopio compuesto[4] se difundió hasta la primera mitad de 1800, aunado a la teoría de los objetos iluminados.

Marcello Malpighi (1628-1694), fisiólogo italiano, aprendió a pulir lentes y a usarlos para las observaciones de sus trabajos, por lo que es considerado el primer microscopista; estudió tejidos de corazón, pulmones y capilares, entre otros.

El holandés Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723) fue el más destacado microscopista del siglo XVII; fue famoso por pulir sus propios lentes, alcanzando los 248 aumentos con un solo lente, mientras que el resto de los microscopios compuestos de la época lograban entre 20 y 30 aumentos. Montaba sus lentes en placas de plata o cobre, con un sistema de tornillos ajustables. Se le atribuye haber sido el primero en observar espermatozoides, levaduras, tejido nervioso y muscular, glóbulos rojos, protozoarios y bacterias. Tras su muerte, dejó 531 microscopios, de los cuales actualmente se conocen 10. Se le denomina el Padre de la microscopía.

Robert Hooke (1635-1703), microscopista y físico inglés; al observar un trozo de corcho al microscopio, se percató que estaba formado por pequeños compartimentos o "celdillas", parecidas a las celdas de los monasterios. Hooke acuñó el término célula.

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), naturalista y fisiólogo italiano, microscopista del siglo XVIII, estudió varias formas de vida microscópica.

> Uno de los hechos sobresalientes del siglo XVII fue la aplicación del microscopio a la observación de la naturaleza. Y no, como muy bien dice Guyénot, porque esta ampliación del poder de la investigación diese en seguida los resultados que eran lógicos de esperar. El espíritu aún no estaba maduro para interpretar correctamente las imágenes que los cristales de aumento ponían delante de los ojos. Se vieron células mucho antes de estar en condiciones de comprender lo que era una célula… Por lo tanto el microscopio planteó primero más problemas nuevos, que viejos solucionó… (Rostand, 1986:10).

Microscopios ópticos

Microscopio de campo claro. También conocido como microscopio compuesto, fotónico o de luz. Es el tipo más utilizado tanto por alumnos (en ocasiones llamado microscopio estudiantil) como por investigadores.

[3] Formado por una lente convergente de foco corto (lente de aumento).
[4] Formado por dos o más lentes convexas.



Las estructuras básicas del microscopio de campo claro son:

- **Objetivos:** lentes que recogen la luz que atraviesa la muestra, formando una imagen ampliada.
- **Oculares:** lente que examina la imagen formada por los objetivos, formando una imagen ampliada a la que le transmitió el objetivo utilizado.
- **Condensador:** lente que concentra la luz a la altura de la muestra por estudiar.
- **Fuente luminosa:** para iluminar el objeto de estudio.

Sus partes se agrupan en tres sistemas: mecánico, óptico y de iluminación.

I. Sistema mecánico, comprende:

A. Soporte, base o pie. Estructura de metal, de forma variada, es la parte más pesada y sirve para dar firmeza y estabilidad al aparato.

B. Columna. Estructura fija a la base, sostiene el condensador y el diafragma.

C. Brazo de potencia. Estructura vertical, curvada o angulada, situada entre la parte posterior del soporte y el tubo. En los modelos antiguos su extremo inferior se articula con la charnela que permite inclinar el microscopio.

D. Tubo. Cilindro hueco que proporciona sostén a los oculares y objetivos.

E. Revólver. Tambor giratorio situado en la porción inferior del tubo. Contiene un sistema rotativo de lentes llamados objetivos, debido a que están más cerca del objeto por estudiar.

F. Cremallera. Estructura dentada, sirve para alejar o acercar el objetivo al espécimen por observar.

G. Tornillo macrométrico o de avance rápido. Sirve para enfocar rápidamente la muestra por observar.

H. Tornillo micrométrico o de avance fino. Permite realizar un enfoque preciso de lo observado.

I. Platina. Lámina metálica, dispuesta horizontalmente paralela a la mesa de trabajo, generalmente rectangular, que sirve para colocar las preparaciones. Contiene una perforación para dejar pasar la luz del condensador, este último situado debajo de ella.

J. Carro de la platina. Estructura para fijar la preparación y deslizarla hacia adelante, atrás o lateralmente sobre la platina al accionar sus tornillos. El carro, además, tiene una regleta marcada en milímetros para facilitar la localización rápida de determinadas estructuras o detalles de la preparación.

II. Sistema óptico, comprende dos tipos de lentes, los objetivos y el(los) ocular(es):

A. Oculares. Situados en la parte superior del tubo, amplía la imagen producida por el objetivo (pero no aumenta su resolución) y la proyecta al ojo del observador.

B. Objetivos. Son las piezas más importantes del microscopio. La mayoría de los microscopios tienen de tres a cuatro objetivos dispuestos en el revólver, que al girarlos cambian rápidamente y se ajustan en el centro del tubo. Controlan el aumento y la calidad de la imagen del objeto por estudiar. Los aumentos de los objetivos están grabados en su parte externa. En cada microscopio existe el objetivo de inmersión (100X), que se usa con aceite para llenar el espacio de aire entre la laminilla y el lente, evitando así la dispersión de la luz y mejorando la imagen del objeto de estudio.

III. Sistema de iluminación, se encuentra bajo la platina y comprende:

A. Condensador. Sistema de lentes (de 2 a 4), que concentra en un cono la luz que ilumina el espécimen por estudiarse. Puede acercarse o alejarse de la preparación al accionar un tornillo.

B. Diafragma iris. Abertura regulable, formada por lo general de aspas y controlada por una palanca lateral, controla la cantidad de luz que llega a la laminilla

C. Anillo porta filtro. Algunos microscopios tienen este dispositivo que sirve para colocar discos de vidrios de colores para filtrar determinada longitud de onda que procede de la fuente de iluminación.

D. Fuente de iluminación. Generalmente es una lámpara incorporada a la base, con su interruptor y conectada a una fuente de energía eléctrica. La fuente de iluminación más simple es la luz natural, en este caso el microscopio está adaptado con un espejo que dirige la luz hacia arriba.

Se conoce como poder de resolución a la capacidad que tiene el ojo humano o una parte del sistema óptico del microscopio (determinado por los objetivos y el condensador en el microscopio óptico) de distinguir entre dos objetos que se encuentren muy cercanos. En otras palabras, se refiere a la menor distancia que debe existir entre dos puntos del objeto de estudio para que se puedan ver por separado. En consecuencia, entre más alto sea el poder de resolución de un microscopio, brindará una mejor calidad de las imágenes, traducida en claridad y riqueza de detalles.

El poder de resolución del ojo humano es de 0.2 mm a una distancia de observación de 25 cm. En contraste con el ojo humano, el microscopio de campo claro tiene un poder de resolución de 0.2 µm; el poder de resolución del microscopio electrónico de barrido (MEB) es de 2.5 nm; y el poder de resolución del microscopio electrónico de transmisión (MET) es de 1.0 nm.



El poder de resolución de un microscopio depende de:

- Sistema óptico (objetivos y condensador).
- Longitud de la onda de luz utilizada. La luz amarillo-verdosa (longitud de onda de 0.500 µm) es la más sensible para el ojo humano.
- Espesor de la muestra. Entre más delgada o fina sea la lámina cortada, es mejor, con la intención de que la luz pase a través de ella.
- Calidad de la fijación.
- Intensidad de teñido. Es conveniente teñir la muestra con colorantes adecuados, de otra manera, en el microscopio de campo claro no se percibe un contraste adecuado (se ven transparentes con poca estructura interna). El exceso de colorante o de su concentración también dificulta un contraste óptimo.

El aumento del microscopio es la relación existente entre el tamaño de la imagen y el objeto en medidas lineales independiente del poder de resolución. El aumento definitivo o total se calcula multiplicando el número del objetivo utilizado (expresado con una letra X), por el número del ocular. Ejemplo, si se observa un objeto con un objetivo 10X y el ocular está marcado con el número 20X, el aumento definitivo de la imagen es de 200.

Existen microscopios con otros sistemas ópticos y con utilidades muy precisas, revisemos algunos ejemplos:

- **De campo oscuro.** Su sistema de iluminación son rayos luminosos, con un condensador especial para iluminar la preparación oblicuamente de manera intensa, dando como resultado un campo oscuro y la muestra refleja la luz, por lo que se ve brillante. Útil en la observación de cristales en la orina y en la identificación de *Treponema pallidum* (bacteria causante de la sífilis).
- **Confocal de barrido.** Su sistema de iluminación es rayo láser y con un ordenador reconstruye las imágenes tridimensionales, mismas que se pueden rotar y observar desde cualquier ángulo.
- **De contraste de fases.** Con este microscopio las partes densas se ven oscuras y las menos densas se ven claras. Es útil para estudiar células y tejidos vivos. Existen dos modificaciones:
    1. De interferencia. Permite cuantificar masa hística.
    2. De interferencia diferencial. Sirve para evaluar las propiedades de las superficies celulares.
- De fluorescencia. Su sistema de iluminación es luz UV y un sistema de filtros. Es útil en la detección de moléculas con fluorescencia natural (autofluorescencia), por ejemplo: la vitamina A y algunos neurotransmisores. También tiene

aplicación con el uso de fluorescencia secundaria, por ejemplo: detección de antígenos y anticuerpos en la técnica de inmunocitoquímica.

- De luz ultravioleta. Su sistema de iluminación es luz UV y lentes de cuarzo. La muestra no se inspecciona directamente sino en una placa fotográfica. Es útil en la detección y cantidad de bases purinas y pirimidinas de los ácidos nucleicos en células individuales, evaluando así el grado de ploidía en cortes de tejido tumoral.

- Polarizador o de luz polarizada. Su sistema de iluminación son rayos luminosos con filtros (polarizador y analizador). Útil en el estudio de estructuras con birrefringencia, por ejemplo, el músculo estriado.

- Microscopio electrónico. El primer aparato de este tipo fue construido por Knoll y Ruska en 1931. Su sistema de iluminación utiliza un haz de veloces electrones (en lugar de rayos luminosos) con una longitud de onda muy corta. La fuente de estos electrones es un fino filamento de tungsteno en forma de "v". Consta de un condensador magnético que concentra los electrones; para impedir que estos electrones choquen con moléculas de aire o sean desviados, el tubo por el que pasan se encuentra al alto vacío. Además está equipado con un objetivo magnético, un proyector de imágenes intermedias y una pantalla fluorescente, o bien, una película fotográfica en donde se ven las imágenes del objeto por examinar proyectadas como sombras. Puede amplificar la imagen de un objeto más de un millón de veces.

Existen dos tipos de microscopios electrónicos:

1. Microscopio electrónico de transmisión (MET). En este aparato se usan cortes de tres a cuatro veces más pequeños y delgados que los usados en la microscopía óptica. También usa colorantes y fijadores diferentes a los de la microscopía óptica.

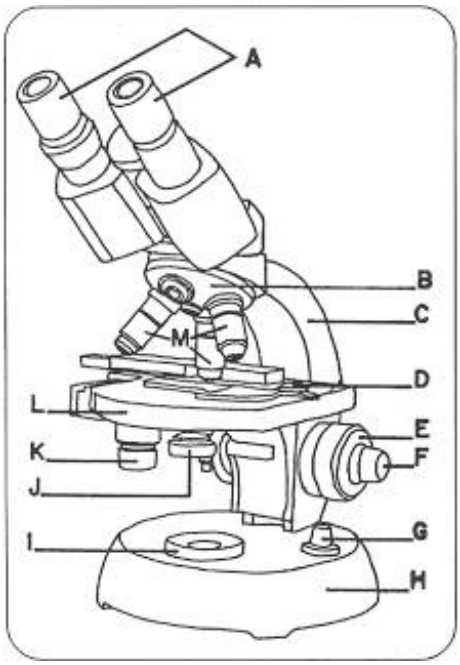
2. Microscopio electrónico de barrido (MEB). La muestra por observar es "barrida" en su superficie por los electrones, no la atraviesan.

M 1 Basado en Competencias

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Con el siguiente esquema corrobora tus aciertos y errores sobre las partes del microscopio de campo claro.

Figura 2. Microscopio y sus partes



A. Oculares
B. Revólver
C. Brazo
D. Carro de platina
E. Tornillo de avance rápido
F. Tornillo de avance lento
G. Interruptor de la fuente de luz
H. Pie, soporte o base
I. Fuente de luz
J. Condensador
K. Tornillos del carro de la platina
L. Platina
M. Objetivos

Tomado de: http://goo.gl/EsYwsE

Vinculación del contenido con la realidad

Revisa en la web la siguiente dirección electrónica, lee el texto, observa las fotografías y realiza un resumen de las aplicaciones que tiene el microscopio confocal. Entrégala a tu profesor(a) en la siguiente sesión de trabajo.

Centro de Investigación del Cáncer (SIC-USAL) (2015), "Aplicaciones confocal", Unidad de microscopía, Universidad de Salamanca, disponible en: http://goo.gl/oG80Kr [consultado el 28 agosto de 2015].

ABC Glosario

Glosario básico:

Anticuerpo. Proteína producida por linfocitos B tras estimulación por un antígeno, actúan específicamente contra él en respuesta inmune. Equivalente a inmunoglobulina.

Antígeno. Sustancia que desencadena la formación de anticuerpos y puede provocar una respuesta inmunitaria.

Birrefringencia o doble refracción. Es una propiedad de ciertos cuerpos, especialmente el espato de Islandia, de desdoblar un rayo de luz incidente en dos rayos linealmente

polarizados de manera perpendicular entre sí, como si el material tuviera dos índices de refracción distintos.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos (incluye la fuente de consulta)

Espectroscopía Raman _____
_____.

Hística _____
_____.

Fuentes de información adicional

Narváez Armas, Daniel J. (2015), *El microscopio compuesto, La microscopía: herramienta para estudiar células y tejidos*, Universidad de Los Andes, Venezuela, disponible en: http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/inicio.htm [Consultado el 28 agosto de 2015].

Actividad(es)



Evaluación en línea. Ingresa a la siguiente página web: "Prueba de microscopía", disponible en: https://goo.gl/SHOy0U [consultado en 29 de agosto de 2015]. Descarga e imprime el documento. Contesta las preguntas e investiga aquellas que no puedas contestar con tus conocimientos previos; adjunta las fuentes de información consultadas. Asiste a la siguiente sesión de trabajo con la prueba contestada y la investigación que realizaste.

Respuestas de evaluación

Coevaluación

Instrucción: intercambia tu tarea con el(la) compañero(a) que te asigne tu profesor(a), califica la prueba de tu compañero(a) y aclara tus dudas.



1.2 Origen de la vida en la Tierra. Aportaciones de Needham, Redi, Spallanzani, Pasteur. Relacionarlas con el método científico

Objetivo: recordar algunos experimentos científicos de la historia de la biología.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: contesta las siguientes preguntas en torno a la generación espontánea.

- ¿Qué clérigo inglés apoyó la Teoría de la generación espontánea, mencionando que la carne, después de un tiempo, se transforma en gusanos? _____.
- ¿Qué naturalista francés argumentó que en el aire existía la "fuerza vital" (Teoría vitalista), para que de la materia inanimada surgieran seres vivos? _____.
- ¿Qué italiano experimentó con frascos con carne, gasa, moscas y gusanos de éstas para desmentir la Teoría de la generación espontánea? _____.
- ¿Qué clérigo italiano experimentó con matraces, caldo de carne, almendras, chícharos y fuego para desmentir la Teoría de la generación espontánea? _____.
- ¿Qué químico francés experimentó con leche, sangre, orina, fuego y matraces con cuello deformado para destruir la Teoría de la generación espontánea? _____.



Desarrollo del contenido

El biólogo y escritor francés Jean Rostand (1894-1977) sitúa el punto de partida de la biología a mediados del siglo XVII, cuando predomina el método experimental de esta ciencia.

Cuerpo de conocimientos existentes

En el siglo XVII el origen de la vida estaba respaldado por la **Teoría de la generación espontánea**, que aseguraba que la vida podía surgir espontáneamente de la materia muerta; al respecto, el médico alquimista Jan Baptista Van Helmont escribió:

> El agua de fuente más pura, puesta en un recipiente impregnado de olor de un fermento, se enmohece y engendra gusanos. Los olores que ascienden del fondo de los pantanos producen ranas, babosas, sanguijuelas, hierbas… Haced un agujero en un ladrillo, meted en él hierba de albahaca molida, aplicad un segundo ladrillo sobre el primero, de manera que el agujero quede completamente cubierto, exponed los dos ladrillos al sol, y al cabo de algunos días, el olor de albahaca, obrando como fermento, cambiará la hierba en verdaderos escorpiones (Pasteur, 1864: 2).

El principal defensor de esta teoría fue Needham. La mayoría de los científicos apoyaban esta teoría argumentando que "el poner en duda que los escarabajos y las avispas son engendrados por el estiércol de vaca, es poner en duda la razón, el juicio y la experiencia". El origen de la vida parecía haber sido aclarado.

Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788) médico, matemático, botánico y naturalista francés, respaldaba la Teoría de la generación espontánea, también llamada Teoría de las moléculas orgánicas. Para Buffon, una vez que los seres vivos mueren, conservan su vitalidad en las moléculas, que sirven como moldes que mueven materia corrompida, apropiándose de partículas brutas que, por reunión, forman una multitud de cuerpos organizados, por ejemplo, gusanos de tierra, setas y otros sólo visibles a través del microscopio (Pasteur, 1864: 4). Buffon y Needham pensaban que todos los organismos contenían átomos vitales además de los átomos inorgánicos, y que eran estos átomos vitales los responsables de la actividad fisiológica (Promexa, 1982: 188). Al ser refutada la teoría sobre el origen de la vida por Spallanzani, argumentaron que en el aire existía la "fuerza vital" o "fuerza vegetativa": si se impedía que penetrara el aire a los frascos con materia muerta, se destruía la fuerza vital y no surgía la vida en ellos.

John Tuberville Needham (1713-1781), clérigo y naturalista inglés, partidario de la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida; aseguraba que podía surgir espontáneamente de la materia muerta, como la grasa del caldo de carnero, la sopa de semillas o de almendras, de donde se originaban animales microscópicos.

Planteamiento del problema

La Teoría de la generación espontánea era atacada por algunos científicos, pero Needham estaba decidido a defender la antigua teoría, ¿cómo era posible que se dudara de la palabra y los escritos de muchos eruditos?

Formulación de hipótesis

La vida podía surgir espontáneamente de la materia muerta, como la grasa del caldo de carnero, la sopa de semillas o de almendras en donde se originaban animales microscópicos. ¿Qué pasará si se calienta un líquido con materia orgánica muerta? Se terminará momentáneamente la vida contenida en él (pues así había sido durante siglos) y ¿si a ese líquido se le coloca un tapón de corcho para permitir que entre la fuerza vital contenida en el aire? Es lógico suponer que después de un tiempo surgirá la vida, por la acción de los átomos vitales contenidos en el líquido así tratado.

Experimentación o contrastación de hipótesis

En 1745, J. T. Needham realizó el siguiente experimento para verificar su hipótesis: colocó el caldo de carnero, recién retirado del fuego, en una botella y la tapó con un corcho; a continuación calentó la botella y su contenido para asegurar la muerte de todos los animalillos o huevos que quedaran en la botella, la dejó reposar por varios días.

M1 Basado en Competencias

Resultados

Al retirar el corcho de la botella y al examinar su contenido al microscopio, ¡maravillosamente el caldo contenía animalillos! La generación espontánea era un hecho irrefutable.

Francesco Redi (1626 -1697), naturalista, médico, poeta, erudito, físico y biólogo italiano. Proporcionó la primera demostración seria de la inexistencia de la generación espontánea; con sus investigaciones demostró que los gusanos de la carne en estado de putrefacción surgen de las moscas, con lo cual destruyó la Teoría de la generación espontánea (aunque siguió siendo refutada por los seguidores de Needham). Redi complementó sus trabajos sobre las moscas estudiando parásitos y otros animales.

Cuerpo de conocimientos existentes

> En la época de Redi, admitíase sin discusión que la materia inerte –ya que nunca hubiese vivido, ya que hubiese dejado de vivir– podía engendrar animales de orden inferior: gusanos, piojos, babosas, cochinillas, escorpiones, hasta ranas y ratones. Se pensaba que todo lo que fermenta y se pudre se transforma en un foco de nueva vida; y así, mediante esta generación espontánea o equívoca, se formaban continuamente una multitud de seres vivos, acaso tan numerosos como los que deben su existencia a la generación regular. Se trataba de un prejuicio secular, de un dogma eminentemente respetable, tanto por su antigüedad como por la fama de los hombres que daban fe de él. ¿No habían afirmado Aristóteles y Galeno, Plinio y Lucrecio, todos los físicos y todos los filósofos, cualesquiera que fuesen sus doctrinas o sus tendencias, tanto los discípulos de Aristóteles como los de Demócrito, que la vida nace de la podredumbre? ¿No se hablaba en el capítulo XIV del Libro de los Jueces, de la Biblia, de abejas engendradas por los despojos de un león muerto? ¿Además la observación diaria, casera, pudiéramos decir, no mostraba la generación espontánea de los gusanos en la carne corrompida o en el queso fermentado? (Rostand, 1986: 8).

Planteamiento del problema

El máximo mérito de Francesco Redi fue dudar sobre tal realidad o sobre el cuerpo de conocimientos existente en su época. Seguramente su poder de observación le hizo darse cuenta de que antes de que la carne se llenase de gusanos, era visitada por moscas para alimentarse. ¿Qué sucedería si se impide que las moscas se posen sobre la carne contenida dentro de un frasco?

Formulación de hipótesis

Redi tal vez deducía que las moscas no siempre tenían el mismo aspecto, se preguntaba si existían moscas machos y hembras, pues las veía copular; quizá tienen una reproducción parecida a las aves y ponen huevecillos sobre la carne, además de comer y defecar, ¿y si de los huevecillos nacen los gusanos? ¡Sí!, esa pudiera ser la explicación: si se impide que las moscas se posen sobre la carne contenida dentro de un frasco, después de un tiempo no habrá gusanos en ella.

Experimentación o contrastación de hipótesis

En la época de Redi algunos hechos, como la generación espontánea, eran aceptados sin dudar de ellos, pero él decidió realizar un experimento que le permitiera poner a prueba su hipótesis para dar explicación a sus observaciones. De esta manera, Redi puso trozos de carne en varios frascos de boca grande, unos los dejó abiertos, otros los cubrió herméticamente con un papel y un hilo en su extremo abierto.

Resultados

Días después, la carne contenida en los frascos abiertos estaba infestada de gusanos, pues previamente habían sido visitados por moscas, mientras que la carne contenida en los frascos cerrados estaba libre de ellos.

> En los frascos cerrados -dijo Redi- no he visto que naciese gusano alguno, incluso al cabo de muchos meses. ¿No se imponía así la conclusión de que la carne, por sí sola, es incapaz de producir gusanos y que su formación depende de una causa exterior? Sin embargo, objetarse que la esterilidad de la carne encerrada era debida a la falta de aeración (Rostand, 1986: 9).

Redi repitió su experimento, pero ingeniosamente se le ocurrió sustituir el papel por gasa con malla muy fina, para que dejase pasar el aire pero no los huevecillos de las moscas, que eran atraídas a ella por su olor, y los **resultados** fueron los mismos que en el experimento donde los cubrió con papel e hilo. Ahora sí quedó resuelto el problema: las moscas, entran a los frascos abiertos, comen y depositan en ellos sus huevos para que, cuando nazcan los gusanos (larvas de moscas), tengan alimento. Además, no podía ser acusado de impedir la entrada de aire (donde se creía residía la "fuerza vital" necesaria para transformar la carne en gusanos).

> El experimento de Redi tenía considerable alcance. ¿Lo que ocurría con las larvas de las moscas, no sucedería también con otros animales o plantas que se creen engendradas por la suciedad o la descomposición? ¿No tenemos tal vez, en todo lo que hay tendencia en ver una generación equívoca o espontánea, el desarrollo de un germen inadvertido?
>
> Esto es lo que piensa Redi. Según él, es preciso renunciar a la vieja doctrina que hace nacer lo vivo de lo no-vivo. La separación entre lo vivo y lo inerte es mucho más profunda de lo que primero se imaginaba. Si la materia viva puede perecer, la materia muerta no puede animarse, y todo lo que vive proviene necesariamente de una vida preexistente (Rostand, 1986: 9).

Desde 1668, con los experimentos de Francesco Redi, se supo que la vida procedía sólo de vida preexistente y no por generación espontánea de materia inanimada o por acción de la "fuerza vital", pero no fue aceptada en su totalidad por la comunidad científica, siguieron existiendo controversias respecto al origen de la vida.

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), naturalista y fisiólogo italiano, siguió los pasos del método científico para desmentir la ya vieja Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida. Spallanzani se opuso categóricamente a la teoría de la generación espontánea defendida por Buffon y Needham.



Cuerpo de conocimientos existentes

En el siglo XVII el origen de la vida parecía haber sido aclarado por los experimentos del clérigo inglés John T. Needham: la vida puede surgir a partir de la materia muerta, por acción de la "fuerza vital".

Planteamiento del problema

El problema que Spallanzani se decidió a afrontar fue el de explicar la aparición de los animalillos que supuestamente se formaban a partir de sustancias que no contenían vida en alguna de sus formas.

Spallanzani había leído los experimentos de Francesco Redi para explicar la aparición de larvas y moscas recién nacidas en la carne putrefacta –cuando en ésta depositaban sus huevos las moscas adultas–, explicación que lo convenció de que no existía la generación espontánea.

Formulación de hipótesis

Basado en el experimento presentado por Needham, Spallanzani se realizaba las siguientes preguntas y posibilidades: ¿Por qué han aparecido esos animalillos en el caldo calentado y en las sopas de semillas? Pues indudablemente porque Needham no calentó la botella todo el tiempo que era necesario y seguramente porque no la tapó herméticamente. ¡Una Ley y un orden debían presidir su nacimiento; no podían surgir al azar! ¡Debe de ser posible llegar a conocer el origen de aquellos seres! Pero, ¿cómo? (De Kruif, 1961: 37, 40)

Sí, de seguro faltó calor o tiempo en la ebullición en el experimento de Needham; o bien, hay huevecillos resistentes a las temperaturas empleadas, además pudieran existir huevecillos muy pequeños en el aire que llega hasta el caldo a través de los agujeros del corcho… ¿qué sucede si se utiliza un método diferente al corcho para cerrar herméticamente las botellas antes de ser sometidas al fuego?, además ¿qué pasará si se aumenta el tiempo en que las botellas con caldo se hiervan?

Experimentación o contrastación de hipótesis

Spallanzani lavó y dejó secar matraces, formó tres grupos: en el grupo A colocó diferentes tipos de semillas; en el grupo B depositó guisantes, y en el grupo C, almendras. Agregó agua pura en los matraces (de los tres grupos). A los matraces de los grupos A y B los cerró fundiendo sus cuellos con fuego. A los matraces del grupo C los tapó con corchos.Hirvió en calderos con agua el grupo A (que tenían fundidos sus cuellos) durante unos cuantos minutos. Al grupo B lo hirvió por una hora (también con sus cuellos fundidos). El grupo C de matraces tapados con corcho (no sellados a fuego) lo hirvió durante una hora.

Resultados

Días después abrió los matraces sellados al fuego (grupos A y B) y revisó bajo el microscopio el líquido que contenían; encontró que:

En el grupo A (que había hervido unos minutos), había pocos animalillos; dedujo que éstos resistieron la temperatura a la que fueron sometidos.

En el grupo B (que hirvió durante una hora), no logró encontrar ningún ser vivo.

En el grupo C (que hirvió durante una hora y tapó con corcho), descubrió que estaban llenos de animalillos, "eran como lagos donde nadasen peces de todas clases, desde ballenas hasta brecas" (De Kruif, 1961: 43). Con esto demostró que la Teoría de la generación espontánea era errónea. La vida sólo procede de la vida.

Si se cierran matraces herméticamente, con caldo en su interior, y se hierven el tiempo suficiente para matar a los animalillos que resisten al calor, nunca encontraremos ni un solo animal vivo, cualquiera que sea el caldo empleado y aunque lo conservemos hasta el día del juicio (De Kruif, 1961: 43).

Louis Pasteur (1822-1895), químico francés, demostró que no había generación espontánea, sino que en el polvo había esporas de organismos (seres vivos).

Cuerpo de conocimientos existentes

Los naturalistas de la época de Pasteur sabían que tanto vegetales como animales procedían de padres iguales a ellos, pero al generalizarse el uso del microscopio resurgía la Teoría de la generación espontánea (para explicar el recién descubierto mundo microscópico), como una idea preconcebida.

Pasteur conocía la manera de reproducción de las levaduras (gemación) y de los mohos microscópicos (esporulación).

La vieja Teoría de la generación espontánea tuvo auge en la Edad Media y hasta el año 1860 no se había concluido al respecto (a pesar de los resultados de Spallanzani), pues los seguidores de esta teoría argumentaban que al cerrar los matraces con fuego se privaba del aire a la infusión que hervía al fuego (estas condiciones se oponían al nacimiento de la vida). Seguían diciendo que el aire era indispensable como "fuerza o principio vital" para que la vida surgiera de manera voluntaria. Negaban la presencia de gérmenes en el aire.

Planteamiento del problema

Louis Pasteur se preguntaba: "¿Puede organizarse la materia por sí misma?" (Pasteur, 1864: 1). Decidió verificar que en líquidos putrescibles (leche, sangre y orina) era imposible que surgiera la vida de manera espontánea después de esterilizarlos, pues algunos científicos seguían siendo cuestionados por los seguidores de la Teoría de la generación espontánea al tener fracasos ocasionales.

Pasteur sospechaba que existían errores metodológicos en los autores que negaban tal teoría, si quería tener éxito debía controlar todas las variables que pudieran alterar sus experimentos. Además, había demostrado que en el polvo del aire existen muchas cosas amorfas: hollín, carbonato de cal; fibras de seda, lana, algodón; esporas de mohos, y si el aire que las contiene entra en contacto con las infusiones previamente



esterilizadas, las esporas se siembran y al cabo de tres a cuatro días se desarrollan los mohos microscópicos.

Formulación de hipótesis

Louis Pasteur piensa controlar todas las posibles variables (causantes de errores) en sus experimentos científicos considerando al mismo tiempo los argumentos de los defensores de la teoría espontánea sobre el origen de la vida.

¿Qué pasará si no se sellan los cuellos de los matraces con fuego para que el aire circule libremente durante el experimento?, ¿qué sucederá si se coloca un filtro en el cuello de los matraces para impedir la entrada de gérmenes del aire? –así no se obstruye la entrada del aire–, además ¿qué pasará si se deforman los cuellos de los matraces y en la parte más baja de ellos se coloca el filtro? y ¿qué si estos matraces con cuellos curvos son hervidos sólo algunos minutos, los suficientes para dejarlos estériles?

Experimentación o contrastación de hipótesis

Pasteur, por sugerencia de Antonie-Jérôme Balard (descubridor del bromo) (De Kruif,1961: 88), deformó con calor los cuellos de los matraces adelgazándolos, alargándolos y curvándolos (cuellos de cisne); éstos contenían líquido con sustancias factibles de ser un medio de cultivo para que surgiesen algunas formas de vida; los sometió al fuego y los dejó enfriar, durante 4 años no creció en ellos ninguna forma de vida. Su explicación fue que si el aire no entra bruscamente ni hay cambios bruscos de temperatura, los gérmenes aéreos no llegan al líquido, quedando toda partícula sólida del aire en las primeras curvas del cuello deformado.

Repitió el experimento anterior, pero al final agitó bruscamente el matraz, lo que permitió que entrara aire de manera rápida y brusca, arrastrando las partículas sólidas hacia la infusión que hasta ese momento se encontraba estéril. Dos o tres días después existían en ella animálculos y moho.

En otro momento, los matraces con infusión putrescible fueron adelgazados en sus cuellos y sometidos al fuego hasta hervir a 100°C, forzando a que el aire saliera por la presión del vapor de agua; unos minutos después, fundió el extremo de los matraces con fuego y los dejó enfriar. Posteriormente cortó el extremo de sus cuellos fundidos y entró el aire con fuerza provocando un silbido, llevando consigo el polvo, colocó estos matraces en el interior de una estufa. Al cabo del tiempo, algunos líquidos contenían animáculos y moho, otros no, debido a que los gérmenes no están distribuidos uniformemente en el aire y, dependiendo de las condiciones de humedad, calor o frío del exterior, en algunos lugares habrá más que en otros y en algunos otros no habrá. Pasteur repitió este último experimento en diversos lugares: su laboratorio, departamento, jardín, el observatorio astronómico de París, la montaña del Jura (departamento al que pertenece Dole, comunidad donde está su casa natal), a 800 metros sobre el nivel del mar, en el mar (22 de septiembre de 1860) y encontró organismos sólo si la temperatura fluctuaba entre 20 y 25°C, y si el lugar no estaba habitado, disminuía la probabilidad de encontrar organismos, lo mismo aplicó para la altura sobre el nivel del mar, entre más bajo el lugar, más probabilidades de encontrar microorganismos.

En marzo de 1863 realizó su experimento con sangre y orina de animales sanos, sin que se desarrollaran seres vivos y sin que se hicieran hervir esos líquidos durante el proceso. Repitió el experimento, pero en esta ocasión no cerró los matraces al fuego y en la curva más baja de los cuellos colocó un filtro de algodón de pólvora y los hirvió al fuego por unos minutos (Pasteur, 1864: 21)

Resultados

Luego de este último experimento disolvió el filtro de pólvora con alcohol y éter de unos matraces, de tal manera que el aire que entró llevaba consigo partículas orgánicas sólidas (gérmenes), que al llegar al líquido, hasta entonces estéril, encontraron las condiciones propicias para incubarse y proliferar. Al cortar el cuello de estos matraces y observarse el líquido al microscopio, se verificó la existencia de vida.

A otros matraces se les quitó el filtro de pólvora, se lavó y esa agua se observó con el microscopio, se encontraron partículas orgánicas con capacidad para desarrollarse en el líquido de los matraces.

Por último, a otros matraces simplemente se les cortó el cuello deformado y las muestras del líquido no mostraron vida en ninguna de sus formas.

Estos experimentos, desarrollados por Pasteur, iniciaron en 1860 y concluyeron en 1866.De esta manera se destruyó definitivamente la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida. Tenemos, pues, una infusión que recibe permanentemente aire sin modificar y que, sin embargo, no presenta ningún fenómeno de generación espontánea. [...]El Omne vivum ex vivo conserva el valor de una regla absoluta: no hay vida, por rudimentaria que sea, sin una vida precedente. Los seres microscópicos necesitan tener progenitores para vivir (Rostand,1986: 140, 141).

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Corrobora las respuestas a las preguntas sobre a la generación espontánea:

- ¿Qué clérigo inglés apoyó la Teoría de la generación espontánea mencionando que la carne, después de un tiempo se transforma en gusanos? John Tuberville Needham.

- ¿Qué naturalista francés argumentó que en el aire existía la "fuerza vital" (teoría vitalista), para que de la materia inanimada surgieran seres vivos? Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon.

- ¿Qué italiano experimentó con frascos, carne, gasa, moscas y gusanos de éstas para desmentir la teoría de la generación espontánea? Francesco Redi.

- ¿Qué clérigo italiano ensayó con matraces, caldo de carne, almendras, chícharos y fuego para desmentir la Teoría de la generación espontánea? Lazzaro Spallanzani.



- ¿Qué químico francés experimentó con leche, sangre, orina, fuego y matraces con cuello deformado para destruir la teoría de la generación espontánea? Louis Pasteur.

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Consulta el siguiente video en YouTube: "Como se inició la vida 20 Louis Pasteur" (02:10 min), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=qZTur4EXKpg [consultado el 9 de septiembre de 2015].



Glosario

Glosario básico

Bromo. Elemento químico, Br, número atómico 35 y peso atómico 79.909, por lo común existe como Br_2; líquido de olor intenso e irritante, rojo oscuro y de bajo punto de ebullición, pero de alta densidad. Es el único elemento no metálico líquido a temperatura y presión normales. Es muy reactivo químicamente; elemento del grupo de los halógenos, sus propiedades son intermedias entre las del cloro y las del yodo.

Matraz. Recipiente de vidrio, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa en los laboratorios para contener y medir líquidos.

Fuentes de información adicional

Consulta el siguiente video en YouTube: "El Origen de la Vida en la Tierra: Video Completo" (1:29:44), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=B-m1gx0s0Ro [consultado el 10 de septiembre de 2015].



Actividad

Actividad

Busca esquemas que ilustren los experimentos mencionados anteriormente realizados por Redi, Needham, Spallanzani y Pasteur.

Actividad(es) de autoevaluación

Investiga qué experimento hicieron los naturalistas Pouchet, Joly y Musset al conocer los resultados de Pasteur sobre la generación espontánea y cómo se relaciona Tyndal con ese experimento. Entrega un reporte manuscrito al profesor(a), con fuentes de consulta.

Instrucción: contesta las siguientes preguntas escribe dentro del paréntesis la letra que le corresponda.

( ) ¿Quién fue el principal defensor de la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida?

A) Needham B) Redi C) Spallanzani D) Pasteur

( ) ¿Quién desmintió definitivamente la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida?

A) Needham B) Redi C) Spallanzani D) Pasteur

( ) ¿Quién se opuso a la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, verificando que los gusanos de la carne putrefacta son larvas de moscas?

A) Needham B) Redi C) Spallanzani D) Pasteur

( ) ¿Quién se opuso a la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, sellando los cuellos de los matraces con fuego durante sus experimentos?

A) Needham B) Redi C) Spallanzani D) Pasteur

( ) ¿Quién defendió la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, citando que la "fuerza vital" contenida en el aire debería actuar en la materia inanimada?

A) Buffon B) Pasteur C) Redi D) Spallanzani

Instrucciones: contesta en manuscrito la siguiente pregunta en media cuartilla: ¿Qué habría pasado en la biología si no se hubiera desarrollado el microscopio? Vincula tu respuesta con los autores Buffon, Needham, Pasteur, Redi y Spallanzani. Cerciórate de anotar tu nombre completo y que tu trabajo carezca de faltas ortográficas. Por último, entrega el trabajo a tu profesor(a).

1.2.1 Teoría quimiosintética del origen de la vida (Oparin-Haldane)

Objetivo conocer el origen y evolución de la vida hasta la formación de seres eucariontes.

Rescate de conocimientos previos

Contesta la pregunta: ¿Qué crees que significa la palabra quimiosíntesis?!

_____.

Desarrollo del contenido



La Teoría quimiosintética del origen de la vida fue propuesta por el científico ruso Alexander Oparin (1894-1948) y el inglés John Haldane (1892-1964). Aunque trabajaron en forma independiente, coincidieron en afirmar que la vida surge en la Tierra por un proceso lento de evolución química. Es decir, que a partir de sustancias inorgánicas sencillas se formaron sustancias orgánicas, cada vez más complejas, hasta integrar las primeras formas de vida.



Oparin y Haldane mencionaron que antes de que surgiera la vida en la Tierra, ya existía una atmósfera primitiva, rica en gases como el hidrógeno (H_2), dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua y probablemente algo de amoniaco (NH_3) y metano (CH_4); plantearon que la atmósfera primitiva no tenía oxígeno libre, a diferencia de la actual. A medida que la Tierra se enfriaba, buena parte del vapor de agua se condensó y precipitó en forma de lluvias torrenciales para formar los mares primitivos.

Oparin-Haldane propusieron que la energía de los relámpagos, el calor que surgía del interior de la Tierra a través de las erupciones volcánicas y las radiaciones ultravioleta solares, reaccionaron con las moléculas de la atmósfera, y así se originaron una gran diversidad de moléculas orgánicas sencillas en ella que, al caer junto con la lluvia, se acumularon en los mares primitivos donde adquirieron la apariencia de una "sopa orgánica".

Es probable que las tormentas eléctricas y las lluvias torrenciales sucedieran durante millones de años. Así, los mares debieron recibir grandes cantidades de moléculas nuevas que posteriormente dieron origen a otras más grandes y complejas, como las que forman ahora a los seres vivos. En particular, las moléculas se integraron en coloides con capacidad de absorber sustancias e inclusive de dividirse y multiplicarse.

Oparin denominó a estos agregados coloidales **coacervados** y señaló que éstos probablemente evolucionaron y originaron las primeras células.

Los **coacervados** son agregados coloidales ricos en polímeros formados en una solución acuosa de protamina y ácido poliadenílico, los cuales son estables durante más tiempo si son capaces de llevar a cabo reacciones de polimerización.

Por su parte, Haldane sostuvo que antes de los coacervados o "protobiontes", lo primero que se formó fue una gran molécula capaz de realizar copias de sí misma a partir de materiales procedentes del ambiente, a las que le dio el nombre de "gen desnudo".

Experimento de Miller y Urey

A mediados del siglo XX, en 1953 el norteamericano Stanley Miller (1930-2007) y su maestro, el ruso Harold Clayton Urey (1893-1981), apoyaron la Teoría de Oparin-Haldane al idear un dispositivo para simular las condiciones primitivas de la Tierra donde mezclaron hidrógeno, amoniaco, metano y agua, y lo sometieron al fuego.

Después de accionar el dispositivo, el agua entró en estado de ebullición, convirtiéndose en vapor que se mezcló con los gases. Se aplicaron descargas eléctricas (simulando las tormentas eléctricas). Al enfriarse, las moléculas del vapor pasaron al estado líquido y se dejaron reposar por una semana. Al extraer y analizar una muestra de la solución, se encontró que en ellas se habían formado algunos compuestos orgánicos simples: ácidos grasos, urea, alcoholes, aldehídos y aminoácidos.

Con el experimento se verificó que la quimiosíntesis pudo haber ocurrido en las condiciones primitivas de la Tierra. De esa manera, los resultados de Miller y Urey dieron apoyo experimental a la Teoría de Oparin-Haldane, quedando claro que las

condiciones de la atmósfera primitiva permitían la formación de moléculas orgánicas simples y que éstas tenían la capacidad de combinarse para formar las moléculas orgánicas complejas presentes en los seres vivos.

El proceso que siguió desde la formación de agregados de moléculas orgánicas complejas, es decir, los coacervados, hasta el origen de los primeros seres vivos, no ha podido ser aclarado. Aún no se logra reproducir totalmente en el laboratorio el proceso del inicio de la vida ni de los seres aparentemente más sencillos, como las bacterias.

Actividad

Elabora un mapa mental o conceptual referente a la Teoría de la quimiosíntesis de Oparin y Haldane y otro sobre el experimento de Miller y Urey que la respaldaron.

"Sólo es posible entender la vida estudiando su origen y desarrollo"
Alexander Ivanovich Oparin

Para Oparin y Haldane, en la tierra primitiva había:

1. Una atmósfera oxidante (sin oxígeno), pero con bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, ácido sulfúrico, metano, amoniaco, vapor de agua e hidrógeno.

2. Radiaciones que impactaban la corteza, de tipo:

- Solar total
- Descargas eléctricas
- Ondas de choque
- Relámpagos
- Viento solar
- Rayos cósmicos

3. Otros tipos de energía:

- Radiación natural terrestre
- Calor volcánico (erupciones)
- Liberación de gases hacia la atmósfera
- Meteoritos

Estos tres aspectos anteriores se repetían de forma cíclica y continua, además de lluvias, dando como consecuencia el enfriamiento de la corteza y la formación de los mares y lagos en donde se concentraron compuestos orgánicos como:

- Glicina
- Ácido fórmico
- Ácido propiónico
- Ácido succínico
- Urea



A partir de éstos se formaron compuestos orgánicos cada vez más complejos, como:

- Aminoácidos
- Bases nitrogenadas
- Polipéptidos
- Macromoléculas orgánicas (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, ácidos nucleicos, vitaminas)

Y de ellos se realizaron agregados moleculares coloidales que las membranas celulares (compuestas de fosfolípidos, proteínas e hidratos de carbono), construyeron estructuras esféricas (globulares), aislaron una pequeña porción del ambiente líquido (que desarrolló un incipiente metabolismo) e intercambiaron materiales y energía con su ambiente externo.

Oparin denominó a estas estructuras coacervados, Sidney W. Fox las denominó proteinoides termales o microesferas proteinoides, capaces de mantener su estructura física y química, son independientes o autónomas de las reacciones de su entorno externo.

Para Haldane lo primero que se creó fue el "gen desnudo", un polímero de ácido nucleico; actualmente se piensa que el primer ácido nucleico que se creó fue el ARN con algunas variantes a partir de errores de su duplicación (de una de las cuales surgió el ADN) y posteriormente se especializó en síntesis de proteínas, quedando la función de almacén de la información necesaria para la duplicación en el ADN (por ser más estable a la degradación química). Estos ácidos nucleicos se aislaron en el interior de los coacervados, logrando reproducirse a partir de las instrucciones, primero del ARN y luego del ADN, contenidos en su interior.

De esta manera se considera que se originaron las membranas citoplásmicas y los ácidos nucleicos que se aislaron del ambiente al introducirse a los coacervados, surgiendo los procariontes (bacterias primitivas), y éstos, muy probablemente por endosimbiosis, dieron lugar a los eucariotes.

Anteriormente se pensaba que los primeros seres vivos fueron heterótrofos y anaerobios, pero hay evidencias (descubrimiento de bacterias quimiosintéticas) de que muy probablemente fueron autótrofos, quimiosintéticos, o fotosintéticos, antes que heterótrofos. Y con el surgimiento de la fotosíntesis, la atmósfera cambió de ser oxidante (sin oxígeno) a reductora (con oxígeno).

1.2.2 Niveles de organización de la vida (importancia para su estudio): desde el celular hasta la biósfera

Objetivo: resaltar la importancia de los niveles en que se clasifica la vida, de acuerdo con su organización.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: contesta las siguientes preguntas escribiendo dentro del paréntesis la letra que le corresponda.

( ) ¿En qué nivel de organización de la materia se ubica un conjunto de células similares en estructura con una función determinada?

A) Aparato B) Órgano C) Sistema D) Tejido

( ) ¿En qué nivel de organización de la materia se ubica un conjunto de diferentes tejidos con una función principal?

A) Aparato B) Órgano C) Sistema D) Tejido

( ) ¿En qué nivel de organización de la materia se ubica al conjunto de poblaciones con funciones de consumidores, productores, desintegradores?

A) Bioma B) Biósfera C) Comunidad D) Ecosistema

( ) ¿En qué nivel de organización de la materia se ubica al conjunto de biomas, en interacción con el ambiente?

A) Biósfera B) Comunidad C) Población D) Ecosistema

Desarrollo del contenido



Para hacer un estudio adecuado de los seres vivos existen los denominados niveles de organización de la materia, que van desde los niveles inferiores a la célula. En este caso, del estudio de la vida (biología), consideramos el nivel más inferior con vida: el celular, aunque actualmente se está estudiando la biología a nivel molecular, las moléculas que constituyen a las células carecen de las características propias de la vida.

A. Subcelular: conformado por las diferentes estructuras de la célula, que tienen funciones bien especificadas, por ejemplo: membranas, cloroplastos, mitocondria, citoplasma, ribosomas, etc.

B. Molecular: formado por todas aquellas moléculas de la célula, ya sea dentro de una estructura, como las membranas, o disueltas en el citoplasma o en el estroma de algunos organelos, ejemplos: hidratos de carbono, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, agua, etc.

C. Elemental o de elementos: constituido por los elementos químicos de las diferentes moléculas orgánicas e inorgánicas que constituyen el nivel molecular, por ejemplo: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, sodio, potasio, yodo, etc.

D. Subatómico: formado por aquellas partículas de los átomos que constituyen los elementos químicos, ejemplos: electrones, neutrones, protones.



Los niveles que contienen vida son:

A. Celular: está integrado por células; sus unidades (partes más pequeñas y que representan al todo) de estructura, de función y de origen. Esto es, una célula, o un conjunto de ellas, forma la estructura de los seres vivos,unicelulares o pluricelulares, respectivamente; las células realizan todas las funciones de un ser vivo pluricelular o unicelular; las células sólo provienen de otras células. En pocas palabras, la célula es unidad anatómica, fisiológica y de origen de los seres vivos. Los seres vivos, tanto pluricelulares como unicelulares, tienen las siguientes características:

- Organización celular: la materia, estructura y funciones de los seres vivos es compleja y sólo cobra vida cuando está en forma de células.

- Homeostasis o equilibrio: manteniéndose vivos mediante el intercambio de energía y materiales con su medio externo (muy variado).

- Reproducción: con la finalidad de preservar las especies, los organismos transmiten sus caracteres a sus descendientes por medio del mecanismo de la herencia.

- Captación de energía: de diferentes tipos, para transformarla y utilizarla en sus propias funciones y transferirla.

- Metabolismo: suma de reacciones químicas sintéticas o productivas y catalíticas o destructivas, efectuadas en sus células al realizar sus diferentes funciones, como crecer, nutrirse, reproducirse, adaptarse, etc.

- Irritabilidad: fenómeno que consiste en responder en variadas formas a los diferentes estímulos a los que están sometidos los organismos.

- Adaptación: es la serie de características heredables que facilitan la supervivencia y la perpetuación de los seres vivos en un ambiente dado (Curtis, 1992: 40-41).

Los seres vivos unicelulares sólo tienen este nivel de organización, el celular y, al mismo tiempo, el nivel individuo o de organismo.

Los siguientes niveles corresponden a seres vivos pluricelulares.

B. Histológico o de tejidos: algunos organismos tienen este nivel. Tejido es un conjunto de células similares en estructura con una función determinada; existen en el humano cuatro tejidos básicos:

1. Epitelial: con función de protección.
2. Conectivo: con función de unir las diferentes estructuras.
3. Muscular: con función de producir movimiento.
4. Nervioso: con función de irritabilidad (responder y enviar estímulos).

Algunos seres unicelulares se agrupan en colonias, sin formar tejidos.

C. Orgánico o de órgano: es un conjunto de diferentes tejidos con una función principal. Por ejemplo, el corazón de un mamífero está formado de diferentes tejidos (epitelial, conectivo, muscular y nervioso), cada uno de ellos con funciones diferentes y en conjunto con una función principal: bombear la sangre para que circule por los vasos sanguíneos.

D. De aparatos: es un conjunto de varios órganos, con funciones diferentes, pero del mismo orden; por ejemplo, el aparato digestivo del humano está constituido por diversos órganos, cada uno con un cometido distinto; todos los órganos en conjunto tienen como función principal contribuir a la digestión: masticación de los alimentos (rompimiento de los enlaces químicos por acción mecánica), ensalivación, deglución, peristalsis (mezcla y avance de los alimentos), rompimiento de los enlaces químicos de los alimentos, principalmente por acción de enzimas, hasta transformarlos en sus unidades estructurales, siendo entonces absorbidos hacia el torrente sanguíneo.

E. De sistemas: es un conjunto de diferentes órganos (con predominio de un tejido), cada uno con funciones específicas y del mismo orden a nivel general del organismo. El sistema nervioso humano está conformado por órganos diferentes y funciones muy específicas, pero con predominio de un tejido (nervioso) y una función del mismo orden, en este caso es la irritabilidad: recibe estímulos de diferente tipo (sensitivos, gustativos, olfatorios, dolorosos, etc.), elabora respuestas y las transmite a una glándula o a un músculo, provocando secreciones o movimientos. Esta función de irritabilidad está distribuida en todo el cuerpo y no sólo en una parte de él, como sucede en los aparatos.

F. Individual o de organismo: también llamado ser vivo; este nivel es el conjunto de aparatos y sistemas que constituyen a los individuos. Por ejemplo: amibas, bacterias (son unicelulares); hombre, ballena, rosal (son pluricelulares).

G. Población: conjunto de individuos de una misma especie que viven en un área geográfica determinada, por lo que los sujetos que la conforman están sujetos a las mismas condiciones físicas (disponibilidad de alimento, espacio, luz, temperatura, agua, etc.), que a su vez influyen en aspectos como el crecimiento, densidad de población, capacidad de dispersión, reproducción, adaptación. Ejemplo de ello: poblaciones de oso polar, pingüino, panda, sequoya de California, baobad o Adansonia digitata.

H. Comunidad: conjunto de poblaciones diferentes que interactúan entre sí y comparten el mismo medio y tienen tareas especializadas. En la comunidad de un bosque existen productores (vegetales), consumidores (herbívoros, mamíferos), desintegradores (hongos, bacterias, moluscos, insectos). Entre las poblaciones de una comunidad puede haber relaciones de depredación (los búhos cazan y comen serpientes y ratones), parasitismo (las aves son atacadas por corucos, los mamíferos por pulgas, garrapatas, gusanos intestinales), simbiosis (los líquenes están formados por asociación de bacterias o ficobiontes y hongos o micobiontes), etc.



I. Ecosistema: conjunto de comunidades diferentes (elemento biótico), que interactúan entre sí, además de relacionarse con el hábitat o espacio geográfico formado por el aire, suelo y agua (elemento abiótico).

Al elemento biótico de un ecosistema también se le llama biocenosis y al abiótico, biotopo; éste contiene los recursos suficientes para poder mantener la vida. Ejemplo de ecosistemas son: desierto, mar, charca, pradera, lago.

J. Bioma: conjunto de ecosistemas característicos de una gran zona biogeográfica donde habitan ciertos tipos de vida; ejemplos de este nivel son: tundra, estepa, bosque templado, sabana, bosque tropical.

K. Biósfera o ecosistema global: también llamada ecosfera, es el conjunto de biomas en interacción con el ambiente que les rodea (atmósfera, litósfera, hidrósfera).

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Instrucción: con las siguientes preguntas resueltas, corrobora tus aciertos y errores sobre los niveles de organización de la materia.

¿En qué nivel de organización de la materia se ubica un conjunto de células similares en estructura con una función determinada?

A) Aparato B) Órgano C) Sistema D) **Tejido**

¿En qué nivel de organización de la materia se ubica un conjunto de diferentes tejidos con una función principal?

A) Aparato B) **Órgano** C) Sistema D) Tejido

¿En qué nivel de organización de la materia se ubica al conjunto de poblaciones con funciones de consumidores, productores, desintegradores?

A) Bioma B) Biósfera C) **Comunidad** D) Ecosistema

¿En qué nivel de organización de la materia se ubica al conjunto de biomas, en interacción con el ambiente?

A) **Biósfera** B) Comunidad C) Población D) Ecosistema

Vinculación del contenido disciplinar en la realidad

- Investiga en qué consiste la Hipótesis de Gaia, propuesta por James Lovelock y Lynn Margulis.
- Investiga en qué consiste el nivel colonial de algunos seres vivos y menciona ejemplos.

- Entrega al profesor(a) tu reporte manuscrito y sin errores en la siguiente sesión de trabajo. Cerciórate de haber anotado la fuente de obtención de la información.

Glosario básico:

Glosario

Gaia. También conocida como Gea, era una diosa griega considerada la madre Tierra. James Lovelock lo usó para dar nombre a su hipótesis del equilibrio global.

Depredación. En el caso de los animales, es la acción de cazar ejemplares de otra especie para la subsistencia.

Ficobionte. Componente algal de una simbiosis. Se usa el término en el caso de los líquenes.

Coruco. Pequeño parásito de las aves domésticas y silvestres, ocasionalmente ataca al hombre.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos (incluye fuente de consulta)

Especie _____
_____
_____.

Baobad _____
_____
_____.

Sequoya _____
_____
_____.

Fuentes de información adicional

Consulta el siguiente video en YouTube: "La Sorprendente Hipótesis Gaia ¿La Tierra es un Ser vivo? –Analisis" (08:13), disponible en: https://goo.gl/plLQNF [consultado el 10 de septiembre de 2015].

Lovelock, James y Lynn Margulis (2015), Hipótesis de Gaia, disponible en: http://goo.gl/EyVEoS [consultado el 10 de septiembre de 2015].

M1 Basado en Competencias

Actividad

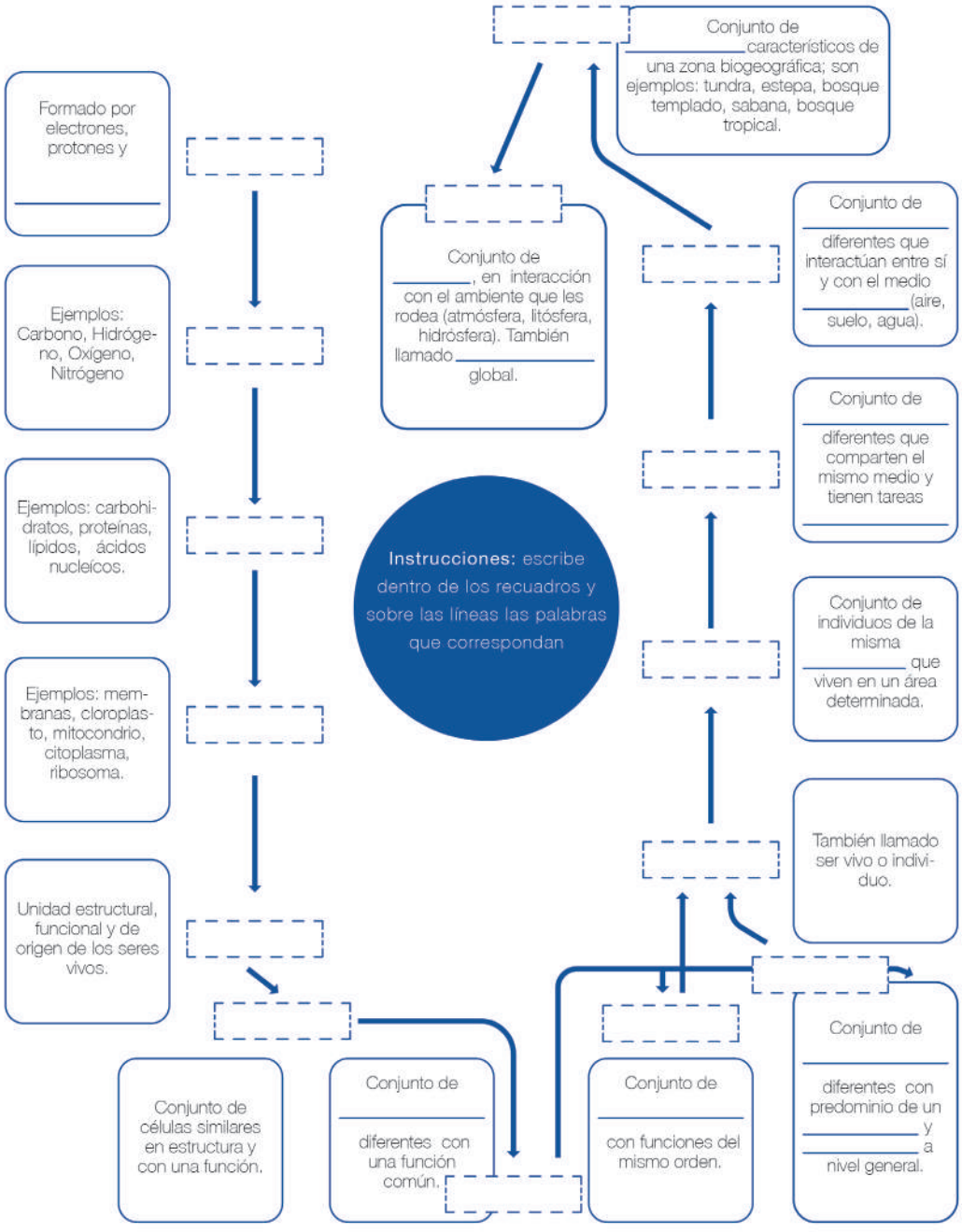
Actividad(es) de evaluación

Lee la instrucción y completa el siguiente esquema.

Coevaluación

Al final intercambia con un compañero(a) y califíquenlo, comenten los errores.

Esquema 2. Evaluación niveles de organización de la materia



Fuente: elaborado por Orestes Pérez.

1.3 Origen y evolución de células procariotas y eucariotas (Teoría endosimbiótica de Lynn Margulis)

Lynn Margulis (1938-2011), microbióloga, zoóloga y genetista estadounidense, propuso la Teoría de la Endosimbiosis Serial (SET) en 1967 en su obra On the origin of mitosing cells (Origen de las células mitóticas), teoría respaldada por algunos avances en biología molecular.

Se entiende por endosimbiosis la relación entre dos organismos, en donde uno vive dentro de otro. Esto implica que:

- No existió digestión del que entró.
- Ninguno muere.
- Ambos participantes se benefician.
- La descendencia (información genética) del organismo del interior permanece en el interior del organismo externo.
- La división del organismo exterior mantiene al otro simbionte en su interior.
- Ambos simbiontes heredan la simbiosis a sus descendientes, y la adquirieron de sus antecesores, perpetuando la simbiosis en sucesivas generaciones.
- Al perpetuar la simbiosis, pierden la capacidad de sobrevivir separados.

Esta teoría expone que las primitivas células eucariotas se originaron por la fusión de células procariotas (bacterias) en cuatro etapas sucesivas, en cada una de las cuales adquirieron nuevas funciones que les dieron ventajas adaptativas:

1. Adquisición de núcleo y citoplasma (núcleo + citoplasma): probable resultado de la simbiosis con bacterias termoacidófilas (arquebacterias), consiguiendo así la función para sintetizar proteínas.

2. Adquisición de flagelos y cilios por la simbiosis con antepasados de las espiroquetas. Permitió contar con la función de generar movimiento y distribuir el material genético de la célula hospedadora durante la mitosis, por medio de los centriolos; estos últimos tienen la misma estructura que los cilios y flagelos.

3. Adquisición de mitocondrias por la simbiosis con organismos similares a las actuales proteobacterias aerobias, y con esto sintetizaron mayor cantidad de ATP.

4. Adquisición de plastos (cloroplastos y orgánulos similares de algas) por simbiosis con organismos similares a las actuales cianobacterias (también llamadas algas verdiazules o verdín), sintetizando su propio alimento.

Con los cloroplastos y las mitocondrias (antiguamente células procariotas), las células hospedadoras adquirieron la posibilidad de obtener energía (ATP) y elaborar materia orgánica (adquiriendo las funciones de respiración celular y fotosíntesis). Además, tanto cloroplastos como mitocondrias se beneficiaron con protección y la obtención de sustancias elaboradas en las nacientes eucariotas. Estas últimas evolucionaron hasta las actuales eucariotas.



Existen evidencias de que tanto mitocondrias como cloroplastos se originaron de antiguas bacterias:

- Poseen ADN exclusivo (diferente al nuclear) y no asociado a histonas.
- Su ADN circular es similar, en estructura, al de las bacterias.
- La replicación y la transcripción de su ADN es similar a la de los procariontes.
- Poseen ribosomas propios (similares a los del citoplasma).
- Sus ribosomas son similares, en estructura, a los de la bacteria *Escherichia coli*, y similares en cuanto a su sensibilidad a los antibióticos.
- Sus ribosomas son 70s (característica procariota). En eucariotas son 80s.
- Se pueden dividir en dos y crecer igual que algunos seres unicelulares (bipartición).
- Poseen doble membrana:

  - La externa, igual a la plasmática, adquirida en el momento en que una célula hospedadora fagocitó a una procariota (futuro orgánulo).
  - La interna, similar a la de las procariotas.

- El proceso de obtención de energía o ATP se lleva a cabo en sus membranas (igual que en bacterias).
- Su síntesis de proteínas es autónoma (independiente a la que se efectúa en el resto de la célula).
- Las mitocondrias de animales y vegetales son muy similares, probablemente surgieron en las primeras etapas evolutivas de eucariotas –antes de que estas se diferenciaran–, y los cloroplastos se originaron posteriormente.
- Tal vez los cloroplastos surgieron por la endocitosis de una cianobacteria en una célula hospedadora.
- Los tilacoides de los cloroplastos son similares a las endomembranas de las cianobacterias.

Igualmente, existen pruebas en contra de esta teoría, pero también hay posibles argumentos para contrarrestarlas:

- Existen intrones (segmentos de ADN propios de eucariotas) tanto en el ADN mitocondrial y cloroplástico. Argumento: en algún momento de la evolución hubo transferencia entre ADN nuclear y ADN de mitocondrias y cloroplastos.

- Las células eucariotas no sobreviven sin mitocondrias ni cloroplastos, ni estos orgánulos sobreviven fuera de eucariotas. Argumento: la evolución ha permitido que no se pueda sobrevivir, porque actualmente no existen las condiciones anteriores para alimentarse ni para producir ATP, los genes que permitían sobrevivir fuera de la célula fueron transferidos al núcleo para asegurar la perpetuación de la simbiosis, permitiendo que el núcleo regule algunas actividades de mitocondrias y cloroplastos.

Ideas y conceptos claros y pertinentes



Resumen

- La Teoría de la quimiosíntesis (síntesis o producción, elaboración de compuestos químicos orgánicos a partir de inorgánicos) fue propuesta por Oparin y Haldane.
- Los compuestos iniciales fueron CO_2, H_2, NH_3, CH_4, H_2O y energía.
- Los compuestos finales fueron moléculas orgánicas diversas en la llamada "sopa primigenia" y de éstas se formaron los llamados coacervados (Oparin) y el gen desnudo (Haldane).
- Al unirse coacervados y gen desnudo dieron origen a los protobiontes.
- Los protobiontes evolucionaron a procariontes (células sin membrana nuclear) y éstos a eucariontes (con membrana nuclear).
- Los experimentos de Miller y Urey apoyaron la Teoría de la quimiosíntesis, al lograr obtener aminoácidos y otros compuestos orgánicos en el laboratorio. Probablemente la vida en sus inicios fue a partir de sustancias inorgánicas.
- Los primeros organismos fueron autótrofos, quimiosintéticos o fotosintéticos.
- Los seres autótrofos y fotosintéticos cambiaron la atmósfera terrestre de oxidante (sin oxígeno) a reductora (con oxígeno). Posteriormente surgieron los heterótrofos.
- Con la atmósfera oxidante cambiaron las condiciones que favorecían la quimiosíntesis.
- Existe evidencia de que los organismos eucariontes (con membrana nuclear) surgieron a partir de endosimbiosis, teoría propuesta por Lynn Margulis.
- Endosimbiosis, simbiosis donde organismos (procariontes) viven dentro de otro sin que ninguno muera y puedan crear descendencia.

    1. Núcleo (ADN diferente) y citoplasma con ribosomas (ARN) para sintetizar proteínas.
    2. Cilios y flagelos, para la movilidad celular y la división del ADN nuclear durante la cariocinesis.
    3. Mitocondrias, para la respiración celular: obtener energía (ATP) a partir de compuestos orgánicos, formando CO_2 y H_2O.
    4. Plastos, principalmente cloroplastos, para realizar la fotosíntesis: obtención de ATP y moléculas orgánicas (hidratos de carbono, prótidos y lípidos) a partir de sustancias inorgánicas: CO_2, H_2O, sales minerales, por acción de la luz y ayuda de la clorofila.



- La endosimbiosis implica que tanto los procariontes adquiridos como la célula hospedadora no puedan sobrevivir separadamente.

Vinculación del contenido con la realidad

Investiga qué descubrimiento reciente realizó J. William Schopf de la Universidad de California, Los Ángeles (UCLA), respecto a los procariontes. Entrega una nota informativa manuscrita al profesor(a) del grupo.

Consulta los siguientes videos en YouTube:

"Como se inició la vida 22 Sopa de ingredientes Aleksandr Oparin y JBS Haldane" (02:33 min), disponible en: https://goo.gl/Xv7Svo [consultado el 9 de septiembre de 2015].

"Como se inició la vida 23 Aminoácidos Stanley Miller y Harold Urey" (04:57 min.), disponible en: https://goo.gl/wUEmdK [consultado el 9 de septiembre de 2015].



Glosario

Glosario básico:

Endosimbiosis. Asociación en la cual un organismo habita en el interior del otro.

Cariocinesis. División en partes iguales del ADN nuclear durante la mitosis, incluye las etapas de profase, metafase y anafase.

Protobionte. Moléculas orgánicas precursoras (pre, antes y bio, vida o células) de las primeras células procariontas.

Polimerización. Proceso mediante el cual las moléculas simples, iguales o diferentes, reaccionan entre sí por adición o condensación y forman otras moléculas de peso doble, triple, etc.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos (incluye las fuentes de consulta)

Ácido poliadenílico _____
_____
_____.

Protamina _____
_____
_____.

Escherichia coli _____
_____
_____.

Fuentes de información adicional

Consulta el siguiente video en YouTube: "LA EVOLUCIÓN POR ENDOSIMBIOSIS DEL PROCARIOTA A LA CÉLULA EUCARIOTA" (16:42 min.), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VmaMpsKCipg [consultado el 9 de septiembre de 2015].

Alba Alderete, Patricia, (2015), "Lynn Margulis (1938-2011), La evolución de la célula", disponible en: http://www.jotdown.es/2012/01/lynn-margulis-1938-2011-la-evolucion-de-la-celula, [consultado el 19 de agosto de 2015].

Actividad



Busca imágenes que ilustren el aparato que diseñaron Miller y Urey para apoyar la Teoría de la quimiosíntesis de Oparin-Haldane.

Actividad(es) de evaluación

Instrucción: selecciona con una "X" dentro del paréntesis la secuencia correcta, relacionada con el origen y evolución de la vida.

A) NH_3 – energía – coacervados – procariontes – endosimbiosis – protobiontes – eucariontes. ( )

B) NH_3 – energía – coacervados – protobiontes – endosimbiosis – procariontes – eucariontes. ( )

C) NH_3 – energía – protobiontes – coacervados– procariontes – endosimbiosis – eucariontes. ( )

D) NH_3 – energía – coacervados – protobiontes – procariontes – endosimbiosis– eucariontes. ( )

E) NH_3 – energía – procariontes – coacervados – protobiontes – endosimbiosis – eucariontes. ( )

1.4 Características de los seres vivos

Los seres vivos tienen las siguientes características:

- Adaptación: es la serie de características heredables que facilitan la supervivencia de un ser vivo en un ambiente determinado.
- Captación de energía: la transforman en Trifosfato de adenosina (ATP) para poder utilizarla y llevar a cabo sus funciones.
- Homeostasis o equilibrio: los seres vivos se mantienen con vida mediante el constante intercambio de materiales con su ambiente externo.
- Metabolismo: entendido como la suma de reacciones químicas sintéticas o de producción, y catalíticas o destructivas, efectuadas en su interior al realizar sus diferentes funciones, como crecer, irritabilidad, moverse, nutrirse, reproducirse, entre otras.
- Organización de la materia: de estructura y función compleja en los organismos, esta organización hace referencia a las células.
- Reproducción: su finalidad es preservar las especies, transmitiendo los caracteres heredables a los descendientes (Curtis, 1992: 40-41).

Estas características las poseen tanto seres pluricelulares como unicelulares y están contenidas dentro del periodo llamado vida.



1.5 Estado actual de la biología. Relación con la tecnología-sociedad

Objetivo: sorprenderse ante el impacto social de la biología, la tecnología y la importancia de la biología y sus aplicaciones.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: intégrate en un equipo con cinco compañer@s y escriban tres ejemplos de aplicaciones de la biotecnología en alimentos, que produzcan beneficios actuales para la humanidad:

1)_____.

2)_____.

3)_____.



Desarrollo del contenido

Los avances tecnológicos y los propios conocimientos de la biología como ciencia no se desarrollan de manera aislada, generalmente están ligados a las otras ciencias básicas (física, química y matemáticas). Un ejemplo es la biotecnología aplicada a la microbiología; a esta ciencia aportan conocimientos la agronomía, bioquímica, ecología, física, genética, ingeniería, medicina, química, veterinaria, virología, entre otras. Su impacto se observa en áreas como la medicina y la farmacia (vacunas, antibióticos, ingeniería genética para tratar y corregir enfermedades), la industria (textil, plásticos, combustibles), la agronomía (alimentos transgénicos, plantas con resistencia a plagas, sequías o enfermedades), las ciencias ambientales (residuos sólidos biodegradables, preservación de recursos naturales terrestres y marinos, biocombustibles con poco impacto al entorno natural, biorremediación con microorganismos en sitios contaminados).

El desarrollo de la ciencia impacta en la calidad de vida de los pueblos. Entre más desarrollo científico tiene un pueblo, éste es más rico. En los últimos tiempos se ha visto que aquellos países en los que se invierten recursos para crear conocimientos científicos y tecnológicos mejoran su nivel de vida, por ejemplo, los países del primer mundo, quienes adquieren recursos con la venta de tecnología y conocimientos a otros países que no cuentan con ellos. Existe una relación estrecha entre sociedades-conocimientos-tecnología y nivel de vida.

La biología ha tenido un impacto social en muchas actividades como:

- Industria.
- Agricultura.
- Ganadería.
- Recuperación del ambiente contaminado.
- Elaboración de medicamentos y vacunas.

- Diagnósticos médicos más certeros.
- Tratamientos quirúrgicos más precisos.
- Prevención de enfermedades humanas.
- Prevención de enfermedades en animales y de vegetales.
- Estudios de ADN para:
  a) Determinar la paternidad.
  b) Identificar a los agresores sexuales.
  c) Identificación de cadáveres.
- Aplicaciones de la ingeniería genética, el uso de los plásmidos para transportar material genético entre especies.
- Bancos de genes, y los bancos de cordones umbilicales para tratar futuros problemas, ya que contienen células madre usadas en el tratamiento contra ciertos tipos de cánceres como, los mielomas y linfomas.
- La biología ya se está estudiando a nivel molecular.
- El genoma humano.
- Conocemos la función de algunos genes humanos, por ejemplo: el BRCA1 y BRCA2, productores de proteínas capaces de suprimir algunos tumores, en el cáncer de mama y de ovario.
- Se conoce a los anticuerpos monoclonales, útiles en el trasplante de órganos.

1.6 Importancia de la biología y sus aplicaciones

La investigación sobre los seres vivos se inició con bases formales aproximadamente 2 300 años atrás. Su progreso ha sido lento (Smallwood et al., 1986: 1), pero en los últimos años ha evolucionado a pasos agigantados, especialmente en lo referente a la genética.

Su importancia se ha visto a lo largo de la historia, como se puede observar en los siguientes ejemplos:

1. La domesticación de vegetales y animales para su uso en la alimentación, medicina, ganadería, vestido, vivienda, transporte, ornato, industria, etc.
2. La selección humana de las mejores especies vegetales y animales.
3. La creación de nuevas especies, con las mejores características y que prestan mayor utilidad al hombre.
4. La invención de medicamentos con fines terapéuticos o preventivos, como el caso de las vacunas que protegen a hombres y animales contra algunas enfermedades.

Puede decirse que los beneficios (aunque algunos de forma indirecta) del conocimiento biológico de las especies están presentes en muchos aspectos de nuestra vida, por ejemplo:

- **En nuestros alimentos:** tanto de origen vegetal (arroz, maíz, frijol, frutas, tubérculos, etc.), como animal (leche, huevo, carnes de peces, mamíferos o aves, quesos, etc.), y hongos macroscópicos (champiñones, setas, trufas, etc.); así como la utilización de hongos microscópicos en la elaboración de quesos y panes. Algunas bacterias son utilizadas para la fabricación de yogur.



- Opuntia *spp.*: conocida popularmente en México como nopal, es una planta cactácea con alto contenido en: fibra soluble (mucílagos, gomas, pectinas, y hemilcelulosa), que disminuye el colesterol en sangre, así como la absorción intestinal de los hidratos de carbono, esto es, tiene propiedades hipoglucemiantes, por lo que se usa para el tratamiento de la diabetes no insulinodependiente. Por su parte, sus frutos, las tunas, tienen compuestos antioxidantes como: carotenoides, vitaminas C (ácido ascórbico) y E, flavonoides, betalainas, compuestos fenólicos, antivirales, anticarcenogénicos, contiene: agua, proteínas, lípidos, minerales (calcio, magnesio, sodio, fierro, aluminio, potasio, entre otros.

El mucílago de nopal se utiliza en la industria alimentaria como espesante, reemplazantes de grasas, recubrimientos para alargar la vida en anaquel de algunos alimentos, frescos, congelados y procesados.

El nopal también es utilizado como forraje en la nutrición animal (Torres-Ponce et al., 2015).

- En la industria farmacéutica la obtención de penicilina se hace a partir de hongos microscópicos. De bacterias se obtienen antibióticos como la estreptomicina y tetraciclinas.

- Recientemente un grupo de científicos, a cargo del profesor Kim Lewis, de la Universidad de Northeastern de Boston (EU), crearon un antibiótico llamado Teixobactin, y es el primero que no desarrolla resistencia, actualmente está en fase de desarrollo preclínico (El Sol de Toluca, 2015).

- El etanol, alcohol obtenido de la fermentación del azúcar, contenido en frutos o granos, se utiliza para elaborar bebidas, antisépticos y perfumes.

- En la agricultura se usan las diatomeas como insecticidas, para desparasitar cultivos, como protección contra virus y mejorar suelos empobrecidos, pues contienen minerales.

- En el intestino de algunos animales existen bacterias que les ayudan a la digestión de algunos alimentos, por ejemplo: la degradación de la celulosa en los animales herbívoros.

Ideas y conceptos claros y pertinentes

En equipos corrijan y/o complementen sus respuestas de la sección de conocimientos previos, después de leer sobre los beneficios de la biotecnología aplicada a los alimentos, de los textos de Gloria Romero Vázquez y Miriam Maltos:

- Romero Vázquez, Gloria Ma. (2015), "Beneficios de la Biotecnología", en: Biotecnología: generalidades, riesgos y beneficios, disponible en: http://goo.gl/8CCfe [consultado el 9 de septiembre de 2015].

- Maltos, Miriam (2012), "Biotecnología alimentaria ¿riesgos o beneficios?", en: CienciaUNAM, DGDC-UNAM Actualidades Tecnología, disponible en: http://goo.gl/ax0hpy [consultado el 9 de septiembre de 2015].

Glosario básico:



Glosario

Genoma. Conjunto completo de ADN (material genético) en un organismo. En los seres humanos casi cada célula contiene una copia completa del genoma. El genoma contiene toda la información necesaria para que una persona pueda crecer y desarrollarse. El estudio del genoma ayuda a los investigadores a entender cómo se forman y cómo responden estas células ante los diferentes tipos de tratamiento. Esto puede llevar a nuevas formas de diagnosticar, tratar y prevenir el cáncer.

Morbilidad. Se refiere a la presentación de una enfermedad o síntoma de ésta, o a la proporción de padecimientos en una población. La morbilidad también implica los problemas médicos que produce un tratamiento.

Mortalidad. Término que se refiere al estado de ser mortal (destinado a morir). En el campo de la medicina es usado para definir la tasa de mortalidad o el número de defunciones en cierto grupo de personas en determinado periodo. Se puede notificar la mortalidad de personas con cierta enfermedad, que viven en un área del país o que son de determinado sexo, edad o grupo étnico.

Pectina. Polisacárido complejo presente en las paredes celulares de los vegetales, especialmente en las frutas, que se utiliza como espesante en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos (incluye las fuentes de consulta).

Hemicelulosa _____
_____
_____.

Plásmido _____
_____
_____.

Proteína _____
_____
_____

Parkinson _____
_____
_____.



Esquizofrenia _____
_____
_____

Fuentes de información adicional

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), "Declaración de la FAO sobre biotecnología", en: Biotecnologías Agrícolas en la agricultura, la silvicultura, la ganadería, la pesca y la agroindustria, disponible en: http://goo.gl/C1aVNm.

Actividad(es) de evaluación



Actividad

Consulta "Elaboración de una planta transgénica: Técnica de Agrobacterium tumefaciens" en: *Por qué biotecnología*, cuaderno núm. 18, Consejo argentino para la información y el desarrollo de la biotecnología, disponible en: http://goo.gl/R3t42x

Contesta la pregunta:



Autoevaluación

¿Cuál es la función de la bacteria Agrobacterium tumefaciens en la elaboración de plantas transgénicas? _____
_____
_____
_____
_____.

Escribe cinco actividades humanas y un ejemplo de cada una de ellas en las que exista la importancia de la biología.

Actividades humanas	Ejemplo de la importancia de la biología

Respuestas de autoevaluación

Comparte tu cuadro con otro compañero(a) y califícalo, comenta los errores.

Bibliografía



- Abrisqueta, José Antonio (s/f), *Perspectivas actuales de la genética humana*, Centro de Investigaciones Biológicas, Madrid, España.
- Alexander, Peter, Mary Jean Bahret, Judith Chaves, Gary Courts y Naomi Skolky D'Alessio (1992), *Biología*, Prentice Hall, New Jersey.
- Arana, Federico (2007), Biología I. *Los seres vivos como unidad*, Mc Graw-Hill, México.
- Becker, Wayne M., Lewis J. Kleinsmith, Jeff Hardin y Gregory Paul Bertoni (2007), *El mundo de la célula*, Pearson Educación, Madrid.
- Bunge, Mario (1963), *La Ciencia, su método y su filosofía*, Siglo XX, Buenos Aires.
- Curtis, Helena, N. Sue Barnes, Schneck y Graciela Flores (2000), *Biología*, Médica Panamericana, Buenos Aires.
- De Kruif, Paul (1961), "Lazzaro Spallanzani. Los microbios nacen en microbios", en *Los cazadores de microbios*, México, Diana.
- Estrada M. A., María Esther (2015), *"El mundo microscópico de Anton Van Leeuwenhoek"*, en El Sol de Toluca, 11 B, año LXVIII, núm. 23872, México, junio 21.
- Fried, George H., et al. (1991), *Biología*, Mc Graw-Hill, México.
- González González, Jorge. *"Los procesos transformados y los procesos alterados: Fundamentos para una Teoría procesual del conocimiento biológico"*, en Uroboros, vol.1, núm. 2, pp. 45-90.
- Kimball, John W. (1986), *Biología celular, México*, Addison-Wesley Iberoamericana.
- López Cano, José Luis (2012), *Método e hipótesis científicos*, Trillas, México.
- Margulis, Lynn (1986), *El origen de la célula*, Reverté, Barcelona.
- Martínez, Mercedes et al. (1992), *Maravillas de la biología*, Pedagógicas, México.
- Nason, Alvin (1980), *Biología*, Limusa, México.
- Nelson, Gideon E. (1991), *Principios de Biología*. Enfoque Humano, Limusa, México.
- Promexa, Spallanzani (1982), *Los doce mil grandes de las Ciencias Naturales*, vol. X, Milán, Italia.
- Ross, Michael H. y Pawlina Wojciech (2009), *Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular*, Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Rostand, Jean (1986), "Redi, Leeuwenhoek y el microscopio", en: *Introducción a la historia de la biología*, vol. 40, col. Obras maestras del pensamiento contemporáneo, Origen-Planeta, México.
- Sherman & Sherman (1992), *Biología: Perspectiva Humana*, México, Mac Graw-Hill.
- Ville, Claude A., Eldra Pearl Solomon, P. William Davis (1989), *Biología*, Iberoamericana, México.
- Zorrilla Arena, Santiago (2009), "El Método en la Investigación" en: *Introducción a la metodología de la investigación*, Cal y Arena, México.



Mesografía

- Alba Alderete, Patricia y Lynn Margulis (2011), "La evolución de la célula", disponible en: http://www.jotdown.es/2012/01/lynn-margulis-1938-2011-la-evolucion-de-lacelula/, consultado el 19 de agosto de 2015.
- Centro de Investigación del Cáncer (CSICUSAL) (2015), "Aplicaciones Confocal", disponible en: http://cicwebserver.dep.usal.es/confocal/web/WEB/apartados%20web%20%20micro/aplicaciones%20confocal.dwt, Campus Miguel de Unamuno, Universidad de Salamanca, Unidad de microscopía, España, consultado el 28 de agosto de 2015.
- Cárdenas Guzmán, Guillermo (2015), "Modificar la vida: avances de la biología sintética", en: ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, núm. 195, febrero, México, disponible en: http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/195/modificar-la-vida-avances-de-la-biologia-sintetica, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- "Cómo se inició la vida 20 Louis Pasteur" (02:10 min.), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=qZTur4EXKpg, consultado el 9 de septiembre de 2015.
- "Cómo se inició la vida 22 Sopa de ingredientes Aleksandr Oparin y JBS Haldane" (02:33min.), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=mRPSAeYQGco, consultado el 9 de septiembre de 2015.
- "Cómo se inició la vida 23 Aminoácidos Stanley Miller y Harold Urey" (04:57 min.), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=w9kiP7knmdg, consultado el 9 de septiembre de 2015.
- Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología (2015), "Técnica de Agrobacterium tumefaciens", en Por qué biotecnología, cuaderno núm. 18, disponible en: http://porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1&note=18, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- "El Origen de la Vida en la Tierra: Video Completo" (1:29:44), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=B-m1gx0s0Ro, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- González Becerra, Aldo (1998), "El tránsito desde la Ciencia básica a la Tecnología: la Biología como Modelo", Revista Iberoamericana de Educación, núm. 18, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid, disponible en: https://www.google.com.
- "La evolución por endosimbiosis del procariota a la célula eucariota" (16:42 min.), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VmaMpsKCipg, consultado el 9 de septiembre de 2015.
- "La Sorprendente Hipótesis Gaia ¿La Tierra es un Ser vivo? – Análisis" (08:13), disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=WWqrHxgvOQo, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- Lovelock, James y Lynn Margulis (2015), "Hipótesis de Gaia", disponible en: http://www.contra-versus.net/uploads/6/7/3/6/6736569/lovelock_margulis_gaia_2__contra-versus.pdf, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- Maltos, Miriam (2012), "Biotecnología alimentaria ¿riesgos o beneficios?", en: Cienciaunam. Dgdcunam, México, disponible en: http://ciencia.unam.mx/leer/133/Biotecnologia_alimentaria_riesgos_o_beneficios, consultado el 9 de septiembre de 2015.

- Narváez Armas, Daniel J. (2015), "El microscopio compuesto", en La microscopía: herramienta para estudiar células y tejidos, Universidad de Los Andes, Venezuela, disponible en: http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/inicio.htm, consultado el 28 de agosto de 2015.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (2015), "Declaración de la FAO sobre biotecnología", en Biotecnologías Agrícolas en la agricultura, la silvicultura, la ganadería, la pesca y la agroindustria, disponible en: http://www.fao.org/biotech/fao-statementon-biotechnology/es/, consultado el 10 de septiembre de 2015.
- Pasteur, Louis (1864), "La generación espontánea", conferencia dada en las "Veladas científicas de la Sorbona", 7 de abril, disponible en: http://www.uv.es/~orilife/textos/Pasteur.pdf, consultado el 19 de agosto de 2015.
- "Prueba de microscopía–EducarChile", disponible en: https://www.google.com.mx/#q=autoevaluación+sobre+el+microscopio+compuesto, consultado el 29 de agosto de 2015.
- Romero Vázquez, Gloria Ma. (2015), "Beneficios de la Biotecnología", en Biotecnología: generalidades, riesgos y beneficios, disponible en: http://www.uned.es/experto-biotecnologiaalimentos/TrabajosSelecc/GloriaRomero.pdf, consultado el 9 de septiembre de 2015.



Respuestas de actividades

Respuestas de autoevaluación (p. 18)

Instrucción: relaciona las columnas (ramas y objeto de estudio de la biología).

Ramas	Objetos de estudios en los seres vivos
(--) Embriología	1. Cambios heredables
(3) Etología	2. Clasificación y nomenclatura
(1) Evolución	3. Comportamiento
(--) Fisiología	4. Estructura
(5) Histología	5. Tejidos
(4) Morfología	
(2) Taxonomía	

Respuestas de autoevaluación (p. 36)

¿Quién fue el principal defensor de la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida?

A) **Needham** B) Redi C) Spallanzani D) Pasteur

¿Quién desmintió definitivamente la Teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida?

A) Needham B) Redi C) Spallanzani D) **Pasteur**

¿Quién se opuso a la teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, verificando que los gusanos de la carne putrefacta son larvas de moscas?

A) Needham B) **Redi** C) Spallanzani D) Pasteur

¿Quién se opuso a la teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, sellando los cuellos de los matraces con fuego durante sus experimentos?

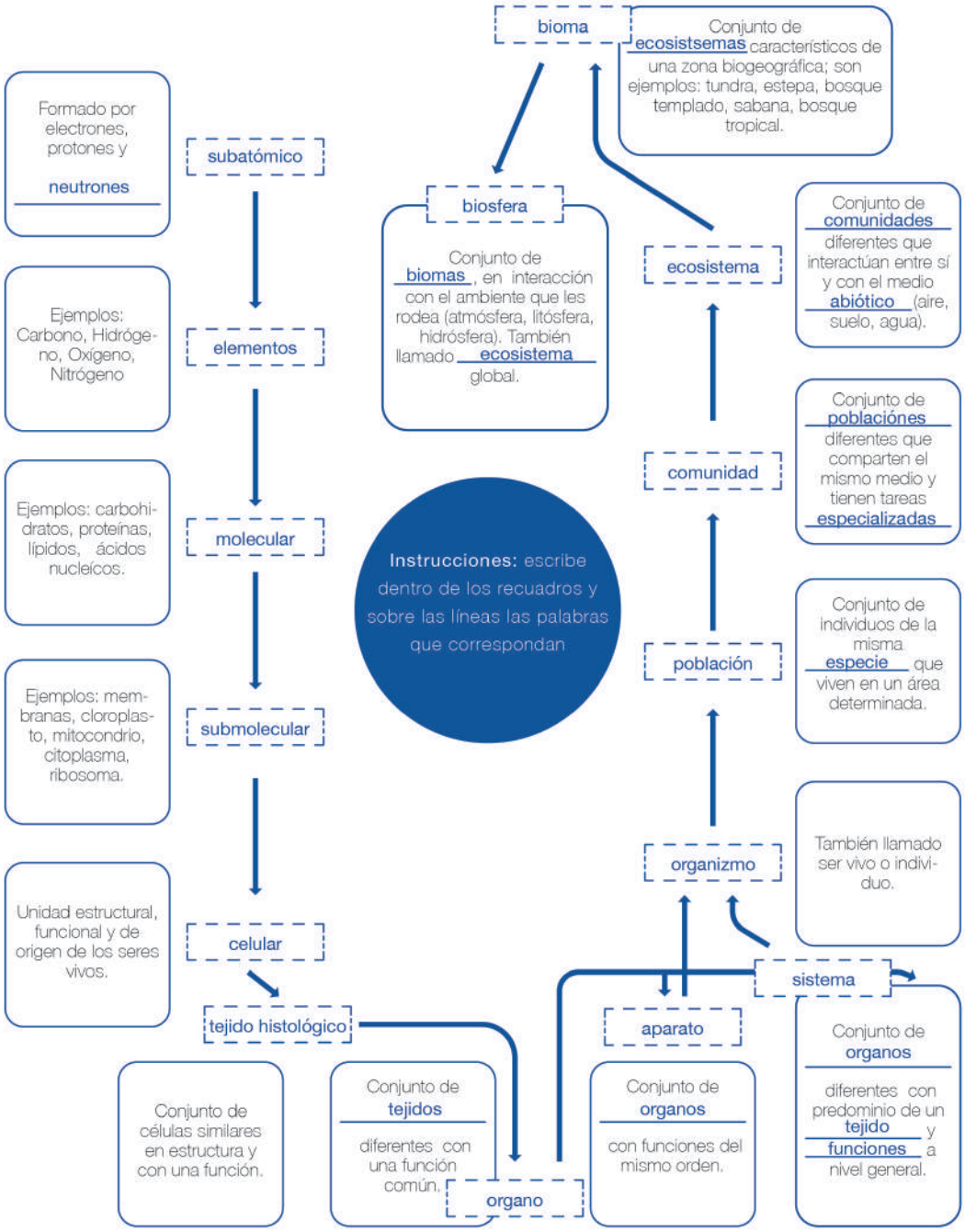
A) Needham B) Redi C) **Spallanzani** D) Pasteur

¿Quién defendió la teoría de la generación espontánea sobre el origen de la vida, citando que la "fuerza vital" contenida en el aire debería actuar en la materia inanimada?

A) **Buffon** B) Pasteur C) Redi D) Spallanzani

Respuestas de coevaluación (p. 46)

Esquema 2. Evaluación niveles de organización de la materia





Respuesta de autoevaluación (p. 51)

Instrucción: selecciona con una "X" dentro del paréntesis la secuencia correcta, relacionada con el origen y evolución de la vida.

A) NH_3 – energía – coacervados – procariontes – endosimbiosis – protobiontes – eucariontes. ( )

B) NH_3 – energía – coacervados – protobiontes – endosimbiosis – procariontes – eucariontes. ( )

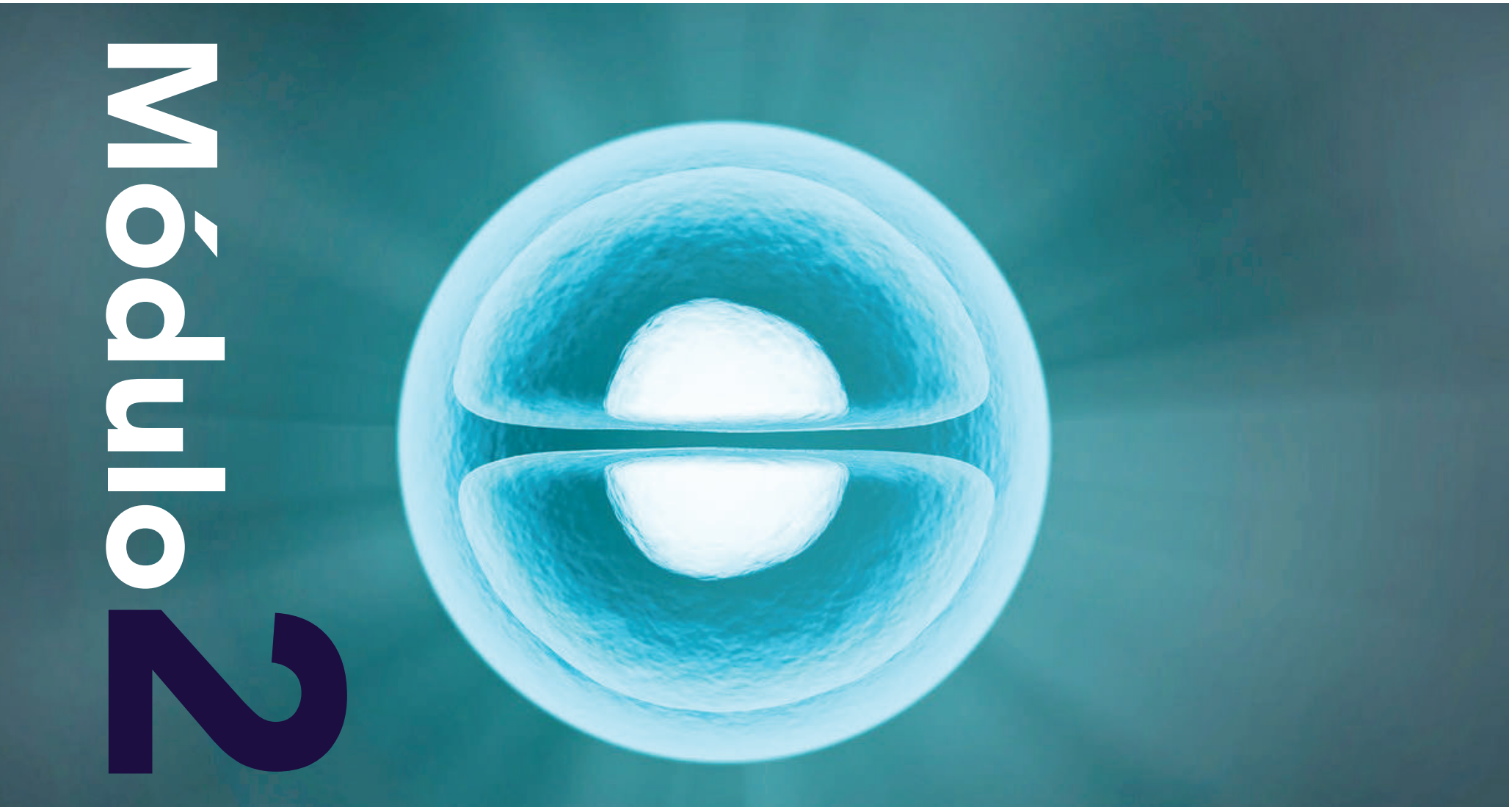
C) NH_3 – energía – protobiontes – coacervados– procariontes – endosimbiosis – eucariontes. ( )

D) NH_3 – energía – coacervados – protobiontes – procariontes – endosimbiosis– eucariontes.

E) NH_3 – energía – procariontes – coacervados – protobiontes – endosimbiosis – eucariontes. ( )

Células, unidades de la vida

Módulo 2



M2 Basado en Competencias

2.1. Célula. Concepto (Robert Hook) Postulados de la Teoría celular (Schleiden, Schwann, Virchow)

Objetivo: identifica a la célula como componente básico y fundamental de todos los seres vivos y reconoce los postulados básicos de la Teoría celular: unidad de estructura, unidad de función y unidad de origen.

Rescate de conocimientos previos

Organizados en equipos de cuatro, lleven imágenes que obtengan de internet o fotocopias de un libro, donde se muestre cómo y cuáles son los diferentes tipos celulares que conforman el cuerpo humano:

- Musculares
- Sanguíneas
- Espermatozoides
- Óvulos
- Cardiacas (del corazón)
- Epiteliales (de la piel)
- Hepáticas (del hígado)

Con estas imágenes elaboren un collage y explíquenlo a su profesor. Utilicen los trabajos para ambientar su salón de clases.

Desarrollo del contenido

Desarrollo

Teoría celular

La teoría celular es la más amplia y fundamental de todas las generalizaciones biológicas. Esta teoría afirma que todos los seres vivos, desde los más grandes, como las ballenas, hasta los más pequeños, como las bacterias, están constituidos por células. La célula es la unidad básica de todos los seres vivos. Existen seres muy pequeños, como las bacterias y los protozoarios, que están constituidos por una sola célula, por lo que se les llama organismos unicelulares. En cambio, los seres vivos u organismos más grandes, como los hongos, algunas algas, las plantas y los animales, están constituidos por muchas células, por lo que se les llama organismos pluricelulares.

El conocimiento sobre la célula se inicia en el siglo XVII y su desarrollo está estrechamente relacionado con la invención y perfeccionamiento del microscopio, instrumento que permitió a los primeros investigadores aumentar el tamaño de las imágenes de la materia viva, para poder observar lo que hasta ese momento era invisible para el ojo humano.

A continuación mencionaremos las aportaciones hechas por algunos científicos para el establecimiento de la Teoría celular.

Robert Hooke, físico, matemático y arquitecto inglés, dedicó tiempo al mejoramiento y empleo del microscopio compuesto. En 1665 publicó Micrographia, donde incluyó una descripción e ilustración de la estructura del corcho. Hooke introdujo el término célula para referirse a las pequeñas cavidades que observó con su microscopio en un pedazo de corcho muy delgado, que le recordaban pequeños cuartos o celdas de los monasterios, llamadas cellulae, en latín, de ahí el nombre.

El corcho es la corteza seca del árbol llamado alcornoque, por lo tanto, lo que Hooke realmente vio fueron las paredes de las células vegetales que constituyeron la corteza antes que se secara. En las plantas vivas encontró que las células estaban llenas de "jugos", pero, a pesar de esta observación, le dio mayor importancia a lo que en ese momento era más visible: la gruesa pared celular. Su microscopio compuesto (de dos lentes) no le permitió observar ninguna estructura intracelular, ya que sólo aumentaba 30 veces los objetos. A Hooke se le reconoce haber sido probablemente el primero que observó e identificó las células, además de legarnos el término célula.

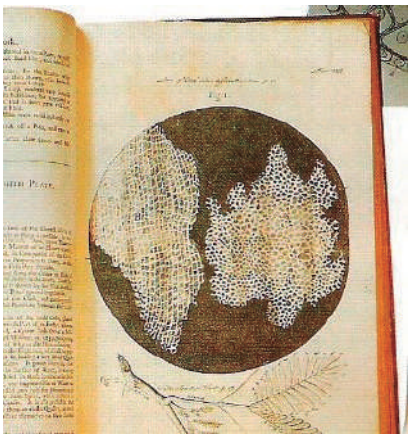


Figura 1. Dibujo de Robert Hooke que muestra los espacios, celdillas o cavidades que observó en el corcho, limitado por las paredes de celulosa.

Tomado de: http://goo.gl/1FfkcZ

Mientras Hooke realizaba sus investigaciones en Inglaterra, en un pueblo holandés, un comerciante llamado Anton Van Leeuwenhoek perfeccionó el método de pulido de vidrio, mejorando las lentes. Con ellas fabricó un pequeño microscopio simple (una lente), que aumentaba los objetos cerca de 300 veces. Leeuwenhoek era un gran observador y con los más de 500 microscopios que construyó descubrió un mundo desconocido para el ser humano: el de los microorganismos.

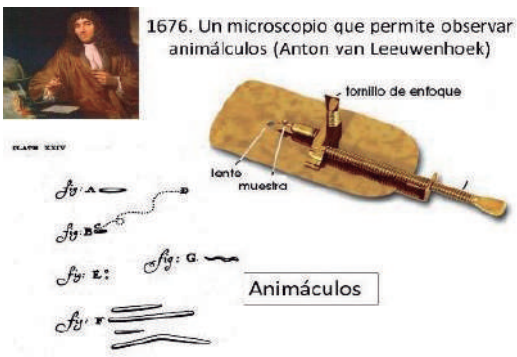


Figura 2. Leeuwenhoek y el microscopio que utilizó para realizar sus estudios.

Tomado de: http://goo.gl/b1nMGB

A partir de 1673, Leeuwenhoek da a conocer sus observaciones a una organización científica, la Real Sociedad de Londres, de la que Hooke formaba parte.

A Leeuwenhoek se le reconoce haber realizado las primeras observaciones de bacterias y protozoarios; con él se inicia la ciencia de la microbiología.

Con los descubrimientos de Hooke y Leeuwenhoek se sientan las bases de la biología celular. Lamentablemente este conocimiento permanece estacionario por más de un siglo. Es hasta principios del siglo XIX cuando se reconoce la importancia de las células para los seres vivos. Para estas fechas, las técnicas de preparación de tejidos y los microscopios habían mejorado notablemente.

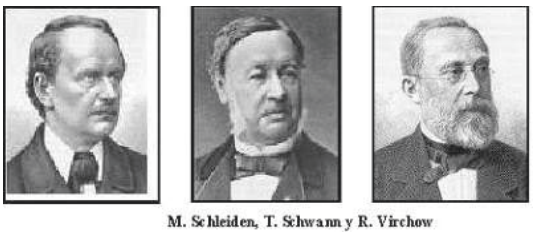
Años después, con los trabajos publicados por dos alemanes, el botánico Matthias Schleiden y el zoólogo Theodor Schwann, se consolida todo el conocimiento que existía sobre la célula.

En 1838, como resultado de sus observaciones en tejidos vegetales, Schleiden concluye que todas las plantas están constituidas por células. Al siguiente año, en 1839, después de estudiar por años el tejido animal, Schwann afirma que los animales también están constituidos por células. Asimismo, argumentan que cada célula es capaz de mantener una existencia independiente, ya que los procesos vitales de los seres vivos ocurren dentro de cada una de las células que lo constituyen.

Ambos científicos presentan pruebas claras y convincentes de sus ideas, logrando la aceptación general de los biólogos de la época y el establecimiento de la teoría celular, la cual afirma: Todos los seres vivos están constituidos por una o más células. La célula es la unidad básica de estructura y función de los seres vivos.

Posteriormente, en 1858, el patólogo alemán Rudolf Virchow, con los resultados de sus observaciones amplía la Teoría celular y agrega una tercera afirmación: Las células provienen sólo de otras células.

La Teoría celular es muy importante porque enfatiza la similitud de todos los seres vivos. En la actualidad se reconoce como una de las principales teorías de la biología.



M. Schleiden, T. Schwann y R. Virchow

Figura 3. Científicos que postularon la "Teoría celular".

Tomado de: http://goo.gl/O5fCZl

Concepto de célula

Los seres vivos son unicelulares o pluricelulares. Hagamos una analogía entre una casa y un organismo pluricelular; las unidades de construcción de una casa son los ladrillos, en un organismo multicelular, las células. Por lo tanto, las células son la unidad de estructura de todos los seres vivos.

- **Unicelular:** organismo formado por una célula.
- **Multicelular:** organismo o un tejido en el que todas las células son iguales.
- **Pluricelular:** organismo en el que las células están diferenciadas, es decir, hay diferentes tipos celulares.

Las células son consideradas las unidades funcionales de los seres vivos, pues todas las funciones metabólicas del organismo, como la respiración, nutrición, excreción, secreción, reproducción, etc., se realizan en ellas. La célula tiene todos los componentes químicos y físicos necesarios para su propio mantenimiento y crecimiento. Debido a esto, han logrado cultivarse (mantenerse vivas y reproducirse) in vitro, siempre y cuando dispongan de los nutrimentos esenciales y un ambiente adecuado.

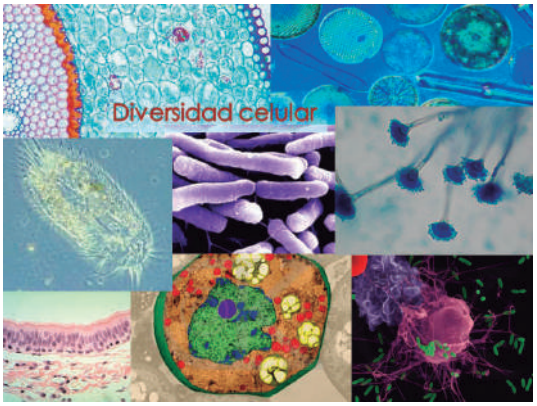


Figura 4. Diferentes tipos de células.

Tomado de: http://goo.gl/C9Pj3U

Resumen

Resumen

Una de las ideas más importantes en la historia de la biología es la Teoría celular, la cual propone que todas las formas de vida están compuestas por células. Fue resultado de las investigaciones iniciadas con el desarrollo de las lentes ópticas y su combinación para construir el microscopio compuesto.

La Teoría celular explica la naturaleza de la materia viva basándose en las células. Gran parte del desarrollo de la biología celular (rama dedicada al estudio de la célula) se debe a la aportación de científicos como:

Anton Van Leewenhoek: gracias al desarrollo de microscopios simples, sentó las bases de la Morfología microscópica.

Robert Hooke: observó por primera vez que el corcho y otras materias vegetales están formados por células (S. XVII).

Xavier Bichat: formuló la primera definición de tejido (conjunto de células con forma y función semejante).

Theodor Schwann y Matthias Schleiden: se percataron de la presencia de núcleos en animales y plantas, asentando el primer principio de la Teoría celular.

M2 Basado en Competencias

Rudolf Virchow: explicó el segundo principio de la teoría celular y estableció el concepto moderno de la herencia biológica.

Luis Pasteur: logró la aceptación de la Teoría celular con sus experimentos sobre la multiplicación de microorganismos unicelulares.

Santiago Ramón y Cajal: explicó el sistema nervioso como un grupo de unidades independientes.

Camillo Golgi: perfeccionó la observación de células usando nitrato de plata e identificando una de las células nerviosas.

Se puede resumir la Teoría celular con los siguientes conceptos:

- Todos los seres vivos están formados por células o por productos de su secreción.
- Todas las células provienen de otra preexistente.
- Es la unidad más pequeña que puede llevar a cabo todas las funciones vitales.
- Las células contienen información hereditaria para originar nuevas células.

En el lapso comprendido entre la propuesta de la Teoría celular (1838-1839) y finales del siglo XIX, debido a la carencia de técnicas para hacer cortes, teñir y fijar tejidos, y el poco poder resolutivo de los microscopios, las observaciones celulares fueron deficientes. Cuando se desarrollaron algunas técnicas y se mejoró la calidad de los microscopios, se pudieron hacer observaciones más completas, lo que permitió el descubrimiento de diversas estructuras intracelulares, así como procesos celulares.

Con la aparición del microscopio electrónico y el desarrollo de técnicas modernas como la ultracentrifugación, radiactividad, cromatografía, electroforesis, etc., se ha incrementado el conocimiento de las estructuras celulares a nivel molecular.

La Teoría celular ha servido como base en el campo de la biología celular y molecular.

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

La Teoría celular tuvo y tiene gran importancia porque demuestra que todos los seres vivos tienen algo en común: están formados por unidades similares en estructura y función. Es por ello que la teoría celular es uno de los pilares de la biología, que unifica a todos los seres vivos. Actualmente los avances de la tecnología, el desarrollo de microscopios cada vez más potentes y de técnicas de tinción especializadas nos han permitido descubrir los diferentes organelos celulares, conocer sus funciones, alcances y posibilidades de organelos, por lo que no dejamos de asombrarnos de las maravillas que existen dentro de cada pequeña estructura llamada célula.

Actividad individual

Actividad

Realiza una línea del tiempo en la que ubiques los acontecimientos relacionados con el descubrimiento de la célula y el desarrollo de la Teoría celular. Busca información para complementar la que encuentras en este texto e ilustra tu trabajo. Entrégalo por escrito a tu profesor.

Glosario básico:



Glosario

In vitro: experimento llevado a cabo fuera del organismo, animal o vegetal, en un recipiente de vidrio, con nutrimentos esenciales y un ambiente adecuado.

Técnicas de tinción: métodos para teñir estructuras celulares y así lograr visualizarlas.
Ultracentrifugación:
Radiactividad:
Cromatografía:
Electroforesis:

Actividad(es) de evaluación



Actividad

1. Investiga cuáles fueron los acontecimientos importantes relacionados con la Teoría celular.

Investigadores	Aportación
Anton Van Leeuwenhoek	
Jan Purkinje	
Robert Brown	
Theodor Schwann	
Matthias Schleiden	
Rudolf Virchow	
Robert Hooke	
Marcello Malpighi	

2. Escribe los postulados de la Teoría celular.

_____
_____
_____
_____.

M2 Basado en Competencias

Bibliografía

Bibliografía y mesografía

- Alonso, E. (2004), Biología. Un enfoque integrador, 2ª edición, México, McGraw Hill.
- Barnes, S. y Curtis, H. (2000), Biología, Buenos Aires, Médica Panamericana.
- Chamorro, M. (2011), Biología I, Nueva Imagen, México.
- Muñiz, E. (2010), Biología, 4ª edición. México, McGraw Hill.
- Ville Claude A., Eldra Pearl Solomon y P. William Davis (2000), Biología, México, Iberoamericana.
- Libro de biología, disponible en: http://prepaunivas.edu.mx/v1/images/pdf/libros/biologia_II.pdf, [Consultado el 3 de agosto de 2015].
- Biología, disponible en: https://www.google.com.mx/search?tbm=bks&hl=es&=Biología, [Consultado en agosto de 2015].
- Prescott, L.M. (1999), Microbiología, McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.

2.2 Estructura y funciones de las biomoléculas orgánicas e inorgánicas en los procesos celulares: Hidratos de carbono, Lípidos, Proteínas, Ácidos nucleicos, Vitaminas, Minerales, Agua

Objetivo: reconoce la estructura y función de las principales biomoléculas orgánicas e inorgánicas.

Rescate de conocimientos previos

Asume el reto; investiga para que puedas resolver las siguientes preguntas, posteriormente trae tus respuestas a la clase y compártelas con tus compañeros.

1. ¿De qué está hecho el caparazón de un cangrejo?
2. ¿Cuál es el material que conforma el tronco de un árbol?
3. ¿De qué está hecha la piel humana?
4. ¿Qué material recubre las plumas de un pato que evita que se mojen cuando nada en el agua?
5. ¿Qué porcentaje de tu cerebro está formado por agua?

Desarrollo del contenido

Desarrollo

Introducción

La cualidad más sobresaliente de los seres vivos es su complejidad y alto grado de organización, ya que poseen estructuras internas que contienen moléculas complejas.

Los organismos vivos están constituidos por los mismos elementos químicos, que también constituyen la materia inanimada; sin embargo, los organismos vivos poseen cualidades adicionales y extraordinarias que no exhibe la materia inanimada.

Revisemos algunos aspectos generales de la estructura y función de las moléculas presentes en la materia viva. Primero, la mayor parte de los componentes químicos de los organismos son moléculas orgánicas de carbono; muchas de ellas contienen también nitrógeno. Estos elementos no son abundantes en la materia inerte y se encuentran en la atmósfera y corteza terrestre, como bióxido de carbono, nitrógeno molecular, carbonatos y nitratos.

Tomando como ejemplo una bacteria, vemos que contiene un gran número de moléculas orgánicas; se calcula que Escherichia coli tiene alrededor de 3 mil clases diferentes de proteínas y 1 000 tipos distintos de bases nitrogenadas. En cambio, en el organismo humano puede haber 5 millones de proteínas distintas. Ninguna de las proteínas de la bacteria E. coli es idéntica a alguna proteína humana, aunque algunas funcionan del mismo modo.

Así, por ejemplo, las 3 000 proteínas que existen en la célula de E. coli están integradas tan sólo por 20 pequeñas moléculas diferentes llamadas aminoácidos.

Dándose por sentado que estas biomoléculas sencillas son idénticas en todas las especies, podemos deducir que todos los organismos vivos proceden de un antepasado común.

En el mundo, la materia está formada a partir de 92 elementos químicos que se encuentran en forma natural. En la integración y funcionamiento de los seres vivos intervienen, aproximadamente, de 18 a 25 elementos llamados bioelementos.

Bioelementos. Su distribución no es la misma, ni está en la misma proporción en los diferentes grupos de seres vivos, pero en general se puede considerar que 99% de la materia viva está formada por seis elementos importantes, para poder identificarlos fácilmente se les conoce como CHONPS, siglas de carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre. Los bioelementos se integran en diferentes combinaciones para formar moléculas de distintos tamaños que dan origen a los compuestos.

Cuadro 1. Composición atómica de tres organismos representativos

Elemento	Humano	Alfalfa	Bacteria
Carbono	19.37 %	11.34 %	12.14 %
Hidrógeno	9.31 %	8.72 %	9.94 %
Nitrógeno	5.14 %	0.83 %	3.04 %
Oxígeno	62.81 %	77.90 %	73.68 %
Fósforo	0.63 %	0.71 %	0.60 %
Azufre	0.64 %	0.10 %	0.32 %
CHONPS			
Total	97.90 %	99.60 %	99.72 %

Fuente: tomado de T. Audesirk. G. Audesirk. p. 50.

Además, existen varios minerales conocidos como oligoelementos, los cuales, a pesar de requerirse en cantidades traza, es decir, muy pequeñas, son indispensables para la vida, ya que tienen un papel insustituible en los procesos fisiológicos. Muchos de ellos catalizan infinidad de reacciones químicas, intervienen en la síntesis de vitaminas y forman parte de la organización estructural de las proteínas y otros compuestos. Por ejemplo, la carencia de hierro disminuye la formación de la hemoglobina, la proteína de los eritrocitos que se encarga de transportar el oxígeno. Otros minerales son el yodo (I), el potasio (K), el calcio (Ca), el sodio (Na), el cromo (Cr), el magnesio (Mg), el manganeso (Mn), el selenio (Se), el flúor (F), el cobre (Cu), el cinc (Zn) y el molibdeno (Mo). En el siguiente cuadro se enlistan algunos oligoelementos y el porcentaje de cada uno presente en el cuerpo humano.

Cuadro 2. Porcentaje de oligoelementos presentes en el cuerpo humano

Oligoelemento	% en el cuerpo humano
Sodio	0.2
Magnesio	0.1
Cloro	0.2
Potasio	0.4
Calcio	1.5

Como ya se mencionó, las principales moléculas orgánicas de los seres vivos son carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estas moléculas suelen estar formadas por subunidades que se ensamblan entre sí, como si fueran los ladrillos que conforman una enorme construcción. A los "ladrillos" les llamamos monómeros, y a la "construcción" completa, donde se han unido muchos ladrillos, le llamamos polímero. Estos polímeros, en el caso de las proteínas y el ADN, tienen características muy especiales, ya que están formados por subunidades distintas entre sí, digamos, por "ladrillos de distintos colores"; a eso deben su gran diversidad.

Analicemos un poco más de cerca los componentes que conforman a todos los seres vivos.

Hidratos de Carbono

Los también llamados **glúcidos** están formados por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en proporción aproximada de un átomo de carbono por dos de hidrógeno y uno de oxígeno 1:2:1 **[H-C-OH]**. Esto explica el origen del nombre: "hidrato de carbono" o "carbono con agua". Uno de los que no cumple con esta proporción es la desoxirribosa, ya que le falta un oxígeno.

Los seres vivos los usan como su principal fuente de energía. Se originan durante la fotosíntesis, mediante la cual se captura la energía radiante que se convierte en energía química, para posteriormente, por medio de otro proceso conocido como respiración celular, esa energía se pueda liberar para realizar las diversas funciones biológicas.

Algunos son importantes en la formación de otros compuestos, como los ácidos nucleicos. También forman parte de diversas estructuras de las células vivas, como las paredes celulares en las que la celulosa es un componente muy importante.

Se clasifican en tres tipos principales:

- **Monosacáridos o azúcares simples** (una molécula de azúcar).
- **Disacáridos u oligosacáridos** (dos a diez moléculas de azúcar).
- **Polisacáridos o azúcares complejos** (muchas moléculas de azúcar).

La palabra "sacárido" se deriva de un término griego que significa azúcar.

Monosacáridos: han sido descritos con la fórmula $(CH_2O)n$, donde n es el número de carbonos en el esqueleto, que puede ser de 3 a 7 carbonos, también como azúcares simples, porque son los carbohidratos más sencillos, es decir, no se pueden separar por hidrólisis en moléculas más pequeñas de azúcar.

Las pentosas, como la **ribosa** y la **desoxirribosa**, forman parte de las moléculas genéticas llamadas ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxirribonucleico (ADN), respectivamente. Entre las hexosas más importantes para los seres vivos están la glucosa y la fructosa. La glucosa es el monosacárido más común en los seres vivos y es la subunidad estructural de la mayor parte de los hidratos de carbono (disacáridos y polisacáridos). La glucosa es elaborada por las células de las plantas verdes durante la fotosíntesis y es el principal combustible, tanto en células vegetales como animales. La fructosa se encuentra en las frutas y en la miel de maíz.

Disacáridos: ¿Has consumido oligosacáridos?, ¿a qué saben? Desde luego que también son dulces y proporcionan energía. En nuestra mesa todos los días tenemos la sacarosa, que es el azúcar en grano con la que endulzamos el café o el agua de limón. Se obtiene a partir de la caña de azúcar o del betabel. Están formados por la unión de dos a 10 unidades de azúcar. Los disacáridos son un tipo de oligosacáridos formados por dos monosacáridos unidos por medio de un enlace glucosídico.

Otro disacárido familiar es la lactosa, que es el azúcar de la leche. Está formada por una molécula de glucosa y una de galactosa.

La maltosa es un disacárido compuesto por la unión de dos moléculas de glucosa y aparece en nuestro tubo digestivo cuando iniciamos el proceso de digestión de los alimentos que contienen polisacáridos.

Como es sabido, han surgido sustitutos del azúcar que no proporcionan energía al organismo y que son utilizados como productos dietéticos; sin embargo, quienes los consumen tienden a ingerir también otros alimentos y bebidas ricos en azucares, de manera que no resuelven sus problemas de obesidad.

Polisacáridos: como su nombre lo indica, son largas cadenas formadas por varias unidades de azúcar, incluso cientos de ellas. Se trata de polímeros formados por la unión de muchos monosacáridos. Algunos funcionan como reservas energéticas, tanto en plantas como en animales, mientras que otros cumplen funciones estructurales, es decir, dan forma y firmeza a ciertas estructuras en los organismos. Algunos ejemplos son:

- **Almidón:** es el polisacárido de reserva de las plantas. Está formado por la unión de cientos de unidades de glucosa que forman espirales compactas, de manera que se puedan almacenar adecuadamente. El enlace que se forma entre estas unidades de glucosa se conoce como alfa-glucosídico.

  Cuando las células de las hojas producen activamente azúcares mediante la fotosíntesis, almacenan una parte de ellos como almidón y otra la envían a las

raíces y a las semillas. En el caso de las semillas, esta reserva les proporciona la energía que necesitan cuando germinan y empiezan a crecer. Cuando consumimos productos como papas, trigo o maíz, aprovechamos esa reserva energética de las plantas y la convertimos en glucosa por medio de nuestros procesos digestivos.

- Glucógeno: se le conoce también como "almidón animal". Está formado por la unión de moléculas de glucosa que forman una estructura muy ramificada, es decir, con muchas cadenas laterales que se desprenden de la cadena principal. Esta ramificación permite que se pueda romper la cadena en varios puntos cuando es necesario liberar la energía que contiene. Los enlaces que se forman son alfa-glucosídico.

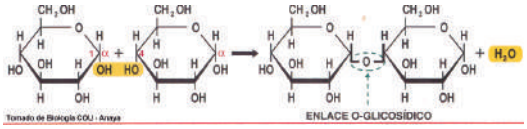


Figura 5. Estructura del glucógeno.

Tomado de: https://goo.gl/sVgoA6

¿Cómo funciona el glucógeno?

Imaginemos que hoy desayunaste un jugo de fruta, pan y mermelada. En todos estos alimentos hay grandes cantidades de azúcar que tu aparato digestivo convierte en glucosa. Ésta comienza a circular por tu sangre, pero, como en ese momento no necesitas tanta energía, guardas un poco para más tarde, así que envías al hígado el exceso de azúcar y allí se almacena en forma de glucógeno. Luego, cuando han pasado las horas y no has tenido oportunidad de volver a comer, la glucosa que circula en tu sangre comienza a decaer y es el momento de hacer un llamado al hígado para que libere glucógeno y provea de la energía que te hace falta. De esta manera, la cantidad de glucosa que circula en tu sangre se mantiene siempre constante y tú siempre tienes energía para realizar tus actividades. Este es un ejemplo de cómo el organismo mantiene el equilibrio (homeostasis), para lo cual necesita de la participación de algunas hormonas, una de ellas es la insulina.

- Celulosa: contiene moléculas de glucosa enlazadas de manera distinta a como se une con el almidón y el glucógeno, en este caso los enlaces son beta-glucosídico. La orientación de los enlaces entre las moléculas de glucosa en la celulosa provoca que esta sea fibrosa y por ello cumpla con una función estructural. Los polímeros de glucosa, en este caso, se unen y forman microfibrillas y éstas, a su vez, forman fibrillas que dan forma a los tallos y hojas de las plantas. La celulosa se encuentra en las paredes de las células vegetales. La utilizamos en las prendas de algodón y en muebles de madera, incluso forma parte de las hojas de este libro. Debido al tipo de enlace entre las unidades de glucosa en la celulosa, esta no es digerible para los seres humanos, así que si comemos la cáscara de frutas, las hojas de plantas y en general la fibra vegetal, no la podemos digerir, sin embargo, se aconseja incluir fibra en nuestra alimentación porque nos ayuda a eliminar mejor los desechos, como un vehículo que permite mantener la regularidad en las evacuaciones intestinales. En el caso de algunos animales, como las

vacas, en su aparato digestivo tienen microorganismos que les ayudan a digerir el pasto que consumen.

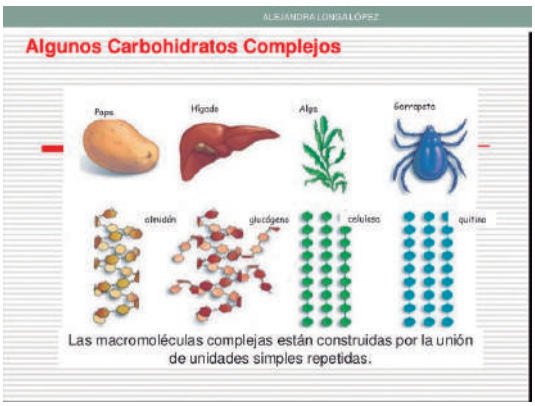


Figura 6. Estructura química del almidón, el glucógeno y la celulosa.

Tomado de: http://goo.gl/8jD0bX

- Quitina: este polisacárido se encuentra en el exoesqueleto de cangrejos, langostas e insectos, y también forma parte de la pared celular de los hongos. Si alguna vez has pisado un insecto, seguramente sentiste cómo truena su cubierta externa. Este también es un polisacárido estructural y en este caso cada unidad de glucosa contiene además un grupo amino (-NH2). Los enlaces entre las moléculas de quitina son como los de la celulosa, de modo que el ser humano tampoco puede digerirla. Recientemente se ha descubierto que la quitina se puede utilizar para elaborar un tipo especial de hilo que se usa como material de sutura.



Figura 7. La quitina procedente del caparazón de las langostas presenta importantes propiedades cicatrizantes; así, es un compuesto natural que se utiliza en la industria farmacéutica y cosmética, entre otras.

Tomado de: https://goo.gl/5Z1Qik

Lípidos

También conocidos como grasas, su característica principal es ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos no polares como el éter, cloroformo o benceno. Están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque pueden contener otros elementos como el fósforo, azufre, nitrógeno.

Los lípidos funcionan como **reservas energéticas** de las que se obtiene más energía en comparación con los hidratos de carbono. Por ejemplo, un gramo de hidratos de carbono proporciona 3.79 kcal al organismo, mientras que un gramo de grasa genera 9.3 kcal. Es por ello que las aves, sobre todo las migratorias, como el colibrí de cola ancha, almacenan grasa en su cuerpo, lo que les permite obtener toda la energía que necesitan sin tener que cargar un peso excesivo que les impediría volar. Nosotros, los seres humanos, también tenemos nuestras reservas, en las "llantitas",

que es donde se acumulan los excesos de nutrimentos que consumimos. Los lípidos también se aíslan del frío al formar una capa aislante que se ubica debajo de la piel de muchos animales. Así, los mamíferos marinos tienen una capa importante de grasa debajo de la piel.

Los lípidos se clasifican en tres grupos principales: **lípidos simples, complejos y esteroides.**

Lípidos simples

Sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. En este grupo se encuentran los aceites, las grasas y las ceras.

La función principal de **aceites y grasas** es la de ser reservas energéticas. Muchas de las grasas naturales se forman mediante la unión de una molécula de glicerol con tres de ácido graso, de allí que también se les llame **triglicéridos**.

Cada ácido graso que forma parte de un triglicérido consiste en una larga cadena de hidrocarburo con un grupo ácido o carboxilo (-COOH) en un extremo. Muchos de los ácidos grasos contienen de 16 a 18 átomos de carbono por molécula.

Seguramente has oído hablar de los ácidos grasos omega-3, que se señalan como benéficos para la salud. Estos son ácidos grasos poli-insaturados, es decir, con muchos dobles enlaces, y son esenciales porque el ser humano no los produce, pero los necesita para funcionar adecuadamente.

Existen tres tipos de ácidos grasos omega-3:

- Ácido alfa-linolénico (ALA)
- Ácido eicosapentaenoico (EPA)
- Ácido docosahexaenoico (DHA)

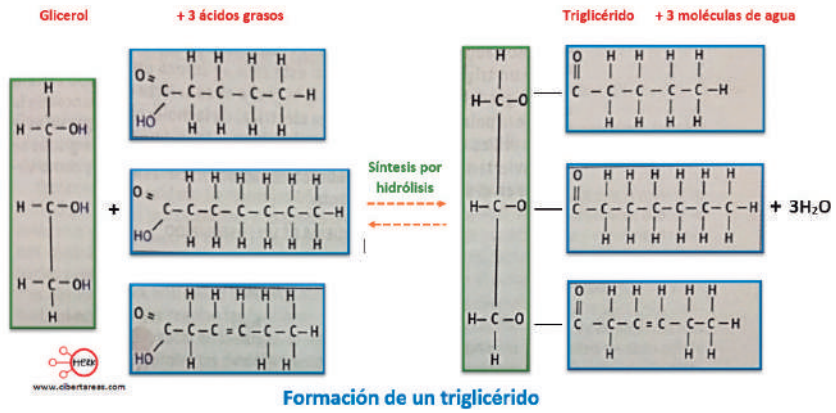


Figura 8. Formación de un triglicérido.

Tomado de: http://goo.gl/SmbVak

Las ceras están constituidas de ácidos grasos unidos a un alcohol diferente al glicerol. Las ceras son sintetizadas por animales y plantas; en algunos animales forman una capa protectora e impermeable sobre la piel, pelo, plumas y exoesqueletos, mientras que otros, como las abejas, la utilizan para construir sus panales.





Figura 9. Las ceras son un tipo de lípidos.

A) Las capas de cera que protegen los frutos.

B) Las abejas secretan la cera con la que construyen sus panales.

Tomado de: https://goo.gl/pGGcCc, http://goo.gl/urCmWO

Lípidos complejos: fosfolípidos

Además de carbono, hidrógeno y oxígeno, los lípidos complejos contienen otros elementos, como fósforo y nitrógeno; también comprende un grupo fosfato asociado a un lípido. Esencialmente se forman de la misma manera que un triglicérido, sólo que en este caso se coloca un grupo fosfato en lugar del tercer ácido graso. Este grupo se convierte entonces en la cabeza polar (es decir, con carga eléctrica) de la molécula, que va a ser hidrofílica (afinidad por el agua), y las dos cadenas de ácidos grasos se convierten en las colas hidrofóbicas (repelen el agua), como lo vemos en el siguiente esquema.

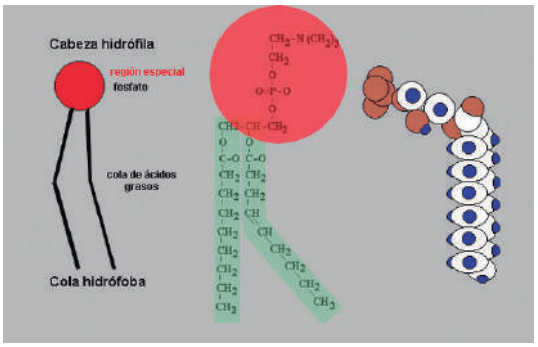


Figura 10. Esquema de un fosfolípido.

Tomado de: http://goo.gl/RKvL3S

Los fosfolípidos son los componentes de las membranas celulares y por lo tanto forman parte de todos los seres vivos.

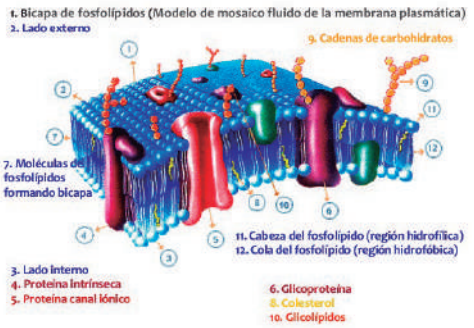


Figura 11. Esquema de la membrana celular

Tomado de: http://goo.gl/A5MuHJ

Esteroides

Los esteroides son estructuralmente diferentes a todos los demás lípidos. Se componen de cuatro anillos de carbono fusionados, unidos a distintos grupos funcionales. Un ejemplo de esteroide es el colesterol, un componente vital de las membranas de las células animales y también participa en la síntesis de otros esteroides, como las hormonas sexuales femeninas y masculinas, o la aldosterona, hormona que controla los niveles de sal.

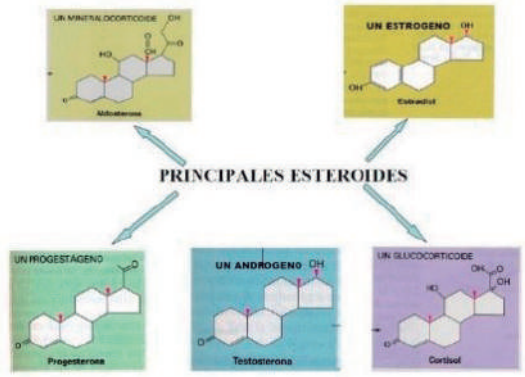


Figura 12: Esquema de la estructura de algunos esteroides.

Tomado de: http://4.bp.blogspot.com/QX9tr2lbk5s/UN-gdMgHRol/AAAAAAAAACQ/gLORPIRwqFU/s1600/principales+esteroides.jpg

Proteínas

Son las moléculas orgánicas que desempeñan un mayor número de funciones en las células de todos los seres vivos. Por un lado, forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.) y, por otro, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivación de materiales tóxicos o peligrosos, etc.) y de los sistemas de reconocimiento de organismos extraños en el sistema inmunitario.

Están formadas casi exclusivamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y en algunas ocasiones por azufre. Todas las proteínas son polímeros constituidos por muchas subunidades (monómeros) llamados aminoácidos. En la formación de las proteínas que se encuentran en los seres vivos intervienen 20 aminoácidos, los cuales tienen la misma estructura fundamental, que consiste en un átomo de carbono central unido a un grupo amino (NH2), uno carboxilo (COOH), un hidrógeno y a un grupo "R" (radical) que es variable.

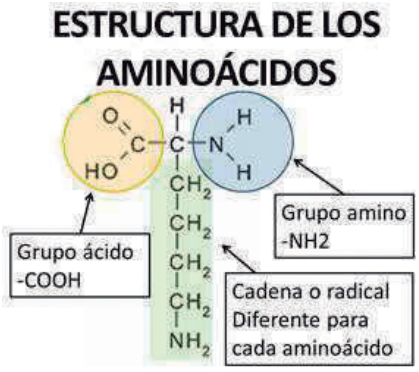


Figura 13. Estructura de los aminoácidos.

Tomado de: http://goo.gl/4SXpCA

Existen 20 aminoácidos diferentes que forman parte de los seres vivos y la diferencia entre ellos está exclusivamente en el grupo radical.

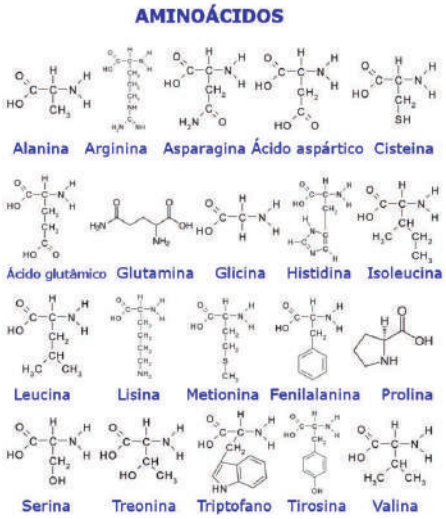


Figura 14. Aminoácidos.

Tomado de: http://goo.gl/7ZWS83

En una proteína, los aminoácidos se encuentran unidos por medio de enlaces peptídicos, que se forman por la unión del grupo amino de un aminoácido con el grupo carboxilo del otro.

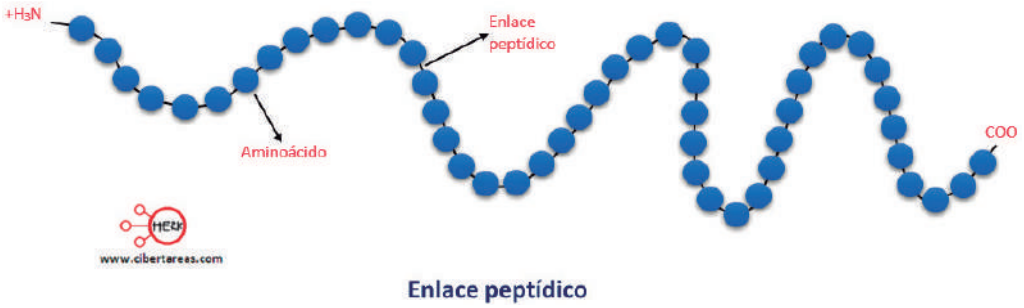


Figura 15. Enlace peptídico.

Tomado de: http://goo.gl/7k21ze

La unión de dos aminoácidos da lugar a un dipéptido. Cuando se han unido menos de 50 aminoácidos, se dice que se ha formado un polipéptido. Una proteína puede tener desde 50 hasta miles de aminoácidos en su cadena y se compone de hasta cuatro niveles estructurales.

Las proteínas son moléculas organizadas que se presentan en una gran variedad de formas. Se reconocen cuatro niveles de organización en la estructura proteica:

- **Primaria.** Está representada por la sucesión lineal de aminoácidos que forman la cadena peptídica y por lo tanto indica qué aminoácidos componen la cadena y el orden en que se encuentran. El ordenamiento de los aminoácidos en cada cadena peptídica no es arbitrario, sino que obedece a un plan predeterminado en el ADN.

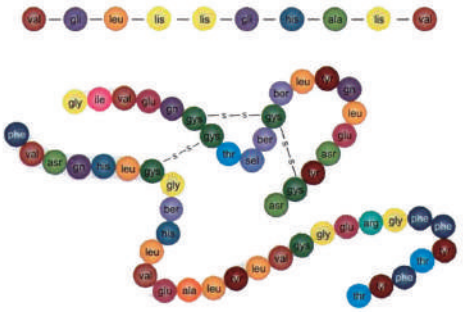


Figura 16. Estructura primaria de la insulina.

Tomado de: http://goo.gl/B0gmvX

• **Secundaria.** Los distintos grupos R de cada aminoácido de una proteína tienden a interactuar entre sí; los que tienen ligeras cargas positivas y negativas forman puentes de hidrógeno, de manera que se acercan o alejan entre sí, y conforman a la cadena de aminoácidos. Se puede construir entonces una estructura enrollada parecida a un resorte, llamada alfa hélice. Este tipo de organización se presenta en la proteína del cabello: la queratina. En otras proteínas, como la de la seda, se forma una base llamada lámina beta plegada, que semeja una lámina de asbesto ondulada.

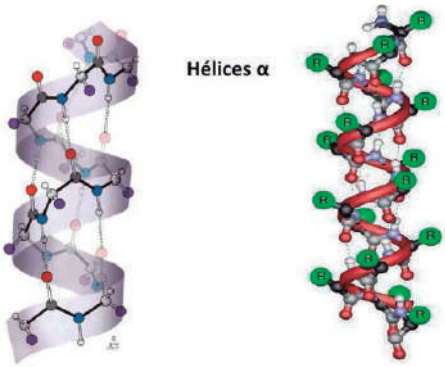


Figura 17. Estructura secundaria.

Tomado de: http://goo.gl/AhLCR7

• **Terciaria**. Además de la estructura secundaria, las proteínas adoptan una forma tridimensional a la que llamamos estructura terciaria, que se forma debido a que algunos aminoácidos de la proteína, situados en puntos distantes, pueden unirse fuertemente. Tal es el caso de los aminoácidos cisteína, los cuales forman un puente disulfuro (S-S) y modifican la forma de la proteína. También algunos aminoácidos, dependiendo de la polaridad de sus cargas o de su tamaño, se ubican hacia dentro o hacia fuera de la proteína.

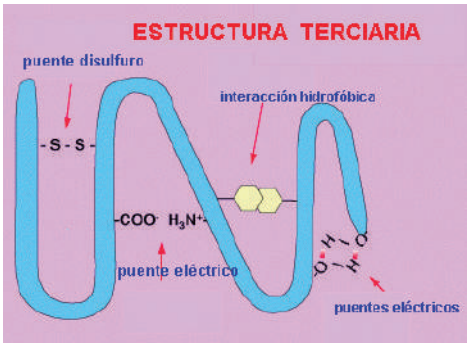


Figura 18. Estructura terciaria.

M2 Basado en Competencias

- **Cuaternaria.** Este nivel de estructura sólo se presenta en las proteínas que están formadas por dos o más cadenas polipeptídicas; por ejemplo, la hemoglobina, que contiene cuatro cadenas unidas entre sí por puentes de hidrógeno.

La forma de las proteínas es el factor determinante para que funcionen adecuadamente. En ocasiones, un solo aminoácido que falle en la secuencia de una proteína puede determinar que esa proteína deje de ser funcional. Tal es el caso de la enfermedad conocida como anemia falciforme, en la cual un sólo aminoácido, que ha sido cambiado en la cadena de hemoglobina debido a una falla genética, hace que la persona, desde que nace, tenga problemas en el transporte del oxígeno en su sangre; sus glóbulos rojos, o eritrocitos, adquieren una forma distinta a la normal y se aglutinan, bloqueando el paso en los vasos más pequeños. Esta enfermedad es grave y puede causar la muerte.

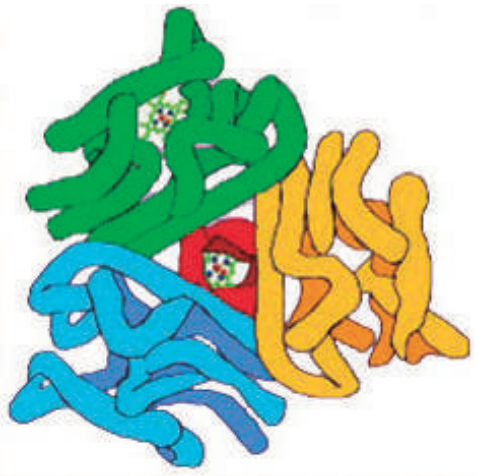


Figura 19. Estructura cuaternaria.

Tomado de: http://goo.gl/7ylqVv

Las proteínas también pueden perder su funcionalidad si se someten a calor excesivo o a un pH extremo. En este caso se rompen los enlaces débiles, como los puentes de hidrógeno, y se dice que la proteína se ha desnaturalizado. Una proteína desnaturalizada pierde su forma, y si lo hace de manera irreversible se puede producir la muerte del tejido afectado. Un ejemplo de la desnaturalización de una proteína lo observamos en la clara de huevo, que es rica en albúmina. Al calentar un huevo, la albúmina se desnaturaliza y por eso cambia su forma y color. Esto no significa que sea menos nutritiva, pero sí que ya no es una proteína funcional para el pollo que se iba a formar dentro del cascarón. Por último, cabe mencionar que algunas proteínas están formadas sólo por aminoácidos y se conocen como proteínas simples, pero existen otras que se asocian a moléculas no proteicas, o grupos prostéticos, éstas se llaman proteínas conjugadas. Un ejemplo de ellas es la hemoglobina, en la que la cadena de aminoácidos se asocia al grupo hemo.

En general, las diferencias estructurales de las proteínas son más marcadas conforme más alejados se encuentren los organismos evolutivamente, pero aun entre los individuos que integran una sola especie existen diferencias importantes que pueden provocar el rechazo de las proteínas de un individuo a otro, como en los diferentes tipos sanguíneos, injertos y trasplantes de órganos.

Las proteínas son compuestos básicamente **estructurales**, se encuentran prácticamente en todas las estructuras celulares y desempeñan un papel fundamental en los procesos vitales. A nivel celular, las proteínas forman parte de las membranas, en el citoplasma y los diferentes organelos, como mitocondrias, ribosomas, centriolos. En los animales forman estructuras como la piel, las uñas, el cabello, la lana, los cuernos, las garras, las plumas. La seda de las telarañas también está formada por una proteína.

También es importante su acción como **enzimas**, ya que estas actúan como catalizadores que controlan las velocidades de casi todas las reacciones químicas que suceden dentro de la célula y, de esa forma, regulan el flujo de moléculas necesarias para la vida de la célula.

Otras proteínas actúan como defensas del organismo formando **anticuerpos** que ayudan a combatir enfermedades e infecciones. Algunas más son **hormonas** como la insulina (regula los niveles de glucosa en la sangre y cuya deficiencia es una causa de la diabetes) y la hormona del crecimiento.

Otras se utilizan para **almacenamiento de energía** (albúmina en el huevo, la caseína en la leche), para **transportar** (la hemoglobina presente en los eritrocitos transporta el oxígeno en la sangre), y algunas otras proteínas se encuentran en el veneno de la víbora de cascabel que funcionan como coagulantes de la sangre.

Los animales, en general, adquieren los aminoácidos necesarios por medio de su alimentación, a partir de las proteínas contenidas en los alimentos de origen animal, principalmente. Las proteínas son consideradas como la tercera fuente de energía del organismo.

Enzimas, holoenzimas, coenzimas y cofactores

Dentro de las células, una de las principales funciones de las proteínas es la enzimática, es decir, funcionan como catalizadores (agentes químicos) que aceleran casi todas las reacciones metabólicas.

Las enzimas, en su mayoría, son proteínas globulares, por lo tanto, si se desnaturaliza o se disocia puede perder su actividad catalítica. En toda reacción química se forman o se rompen enlaces químicos existentes entre las moléculas reactantes. Antes de la ruptura o la formación de enlaces, se requiere de energía conocida como energía de activación.

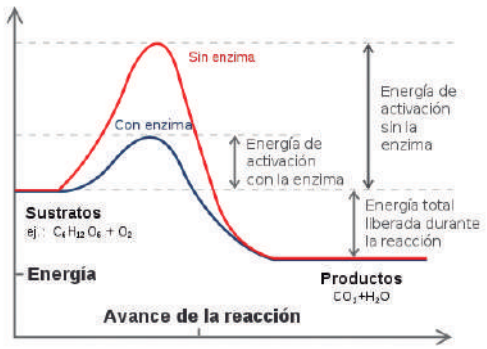


Figura 20. Energía de activación en una reacción química.

Tomado de: http://goo.gl/CYN9ho

Durante una reacción química, cada enzima participante se une a una o dos moléculas, que denominaremos sustratos. Al unirse la enzima con los sustratos se forma un complejo inestable conocido como complejo ***Enzima-Sustrato*** (complejo ES). Éste se disocia y permite la formación del producto. La enzima original, es decir, la que inició la reacción, se regenera y se encuentra lista para participar en otra reacción química y formar un nuevo complejo **ES**.

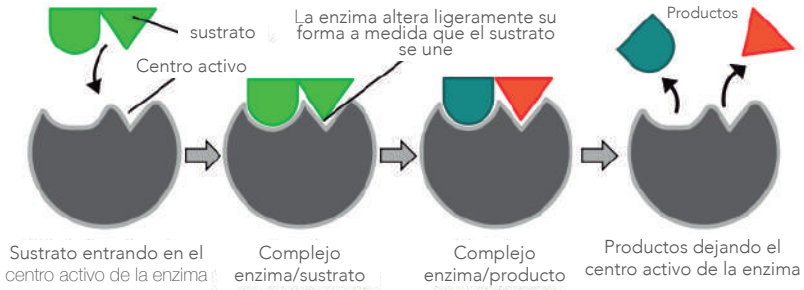


Figura 21. Formación del complejo enzima-sustrato y la liberación de los productos.

Tomado de: http://goo.gl/G6jLpV

Cada enzima presenta una forma característica, contiene uno o más sitios activos, zona donde se van a unir los sustratos. Cada sitio activo funciona como un bolsillo donde entrará el sustrato, esta unión permite que el sustrato se transforme en producto y deja libre el sitio activo para que otro sustrato pueda entrar y catalizar una nueva reacción química.

Existen dos mecanismos básicos por los cuales se explica la función de las enzimas. El **Modelo de llave-cerradura** propone una analogía entre la interacción de la enzima con su sustrato y la forma en que se complementa la llave y una cerradura. El otro mecanismo sugiere que se lleva a cabo una interacción más flexible entre la enzima y su sustrato. Conforme se unen la enzima y el sustrato, se inducen cambios en la enzima para establecer la especificidad característica. A este modelo se le conoce como **Modelo de encaje inducido**.

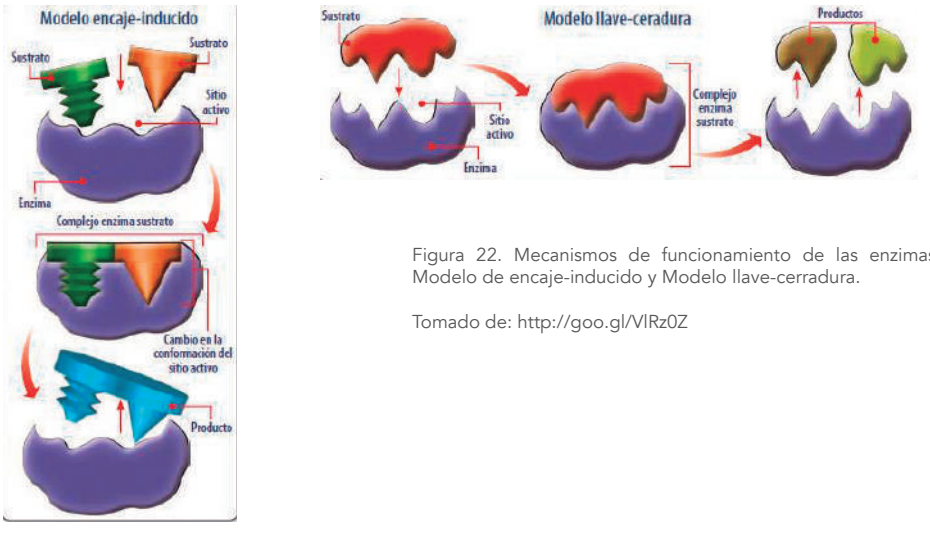


Figura 22. Mecanismos de funcionamiento de las enzimas. Modelo de encaje-inducido y Modelo llave-cerradura.

Tomado de: http://goo.gl/VlRz0Z

Entre las características más importantes de las enzimas está su **especificidad**. Ésta se presenta por la estrecha relación que existe entre el sitio activo de la enzima y la forma del sustrato. Por ejemplo, la enzima sacarasa desdobla únicamente la sacarosa, no puede actuar sobre la maltosa o la lactosa.

Algunas enzimas no requieren más que sus residuos de aminoácidos para llevar a cabo su función catalizadora; sin embargo, otras enzimas necesitan de un componente químico adicional, el **cofactor**. Por lo tanto, la enzima ahora tiene dos componentes: uno proteico llamado **apoenzima** y uno no proteico (orgánico o inorgánico) llamado cofactor. Una enzima unida muy fuerte a su cofactor la llamaremos **holoenzima**.

Los cofactores inorgánicos más comunes presentes en las enzimas son iones metálicos como el magnesio, calcio, hierro, cobre). Si el cofactor es de naturaleza orgánica, lo llamaremos **coenzima**. La mayoría de las coenzimas son moléculas que transfieren electrones de una molécula a otra, como el NADH, NADPH y $FADH_2$. Además, la mayor parte de las vitaminas son coenzimas o forman parte de una. Existen enzimas que requieren cofactores tanto orgánicos como inorgánicos para su actividad.

A partir de 1964, la Comisión de Enzimas de la Unión Internacional de Bioquímica dio a conocer la clasificación sistemática de las enzimas con la finalidad de unificar criterios para su nomenclatura. Se consideran seis grupos principales de enzimas, clasificadas de acuerdo con el tipo de reacción que llevan a cabo. Casi todos los nombres de las enzimas se forman añadiendo el sufijo **asa** al nombre del sustrato sobre el que actúa. Por ejemplo, la enzima isomer**asa** que interconvierte isómeros cis-trans; las enzimas oxid**asas** oxidan a los sustratos sustrayendo electrones y algunas veces protones.

Cuadro 3. Clasificación de las enzimas

Nombre	Tipo de reacción
Oxidorreductasas	Catalizan reacciones de óxido-reducción. Utilizan coenzimas como NAD+ y NADP+. Ejemplo: deshidrogenasas, oxidasas, reductasas, catalasas.
Transferasas	Catalizan la transferencia de grupos de una molécula a otra, como grupos amino, carboxilo, metilo. Ejemplo: las aminotransferasas.
Hidrolasas	Catalizan la ruptura hidrolítica de enlaces químicos como C=O, C-N, C-C. Ejemplos: lipasa, peptidasa, amilasa.
Liasas	Catalizan la ruptura de enlaces C-C, C-S, C-N; pero no mediante la hidrólisis. Ejemplo: descarboxilasas, aldolasas.
Isomerasas	Convierten los sustratos en su forma isomérica. Ejemplo: epimerasas, mutaras.
Ligasas	Permiten la formación de enlaces C-O, C-S, C-N, entre otros. Ejemplos, sintetasas y carboxilasas.

Fuente: elaborado por Cindy Ursula Rivas.

M2 Basado en Competencias

Vitaminas

Las vitaminas son sustancias de naturaleza química variada, necesarias para el normal desarrollo y funcionamiento de muchos organismos. Su importancia biológica se manifestó debido a que algunos organismos no las pueden sintetizar y deben adquirirlas en la alimentación.

El fraccionamiento químico de estos alimentos condujo al aislamiento y purificación de las sustancias responsables de este efecto preventivo, las cuales recibieron el nombre de vitaminas debido a que la primera que se identificó era una amina (vital amina). Pudo constatarse entonces su variada naturaleza química, se clasificaron en hidrosolubles y liposolubles, según su afinidad por el agua o por las sustancias lipídicas, respectivamente.

En la actualidad está perfectamente establecida la función coenzimática de la mayoría de las vitaminas hidrosolubles: a excepción de la vitamina C, todas forman parte de alguna de las coenzimas conocidas.

Es conveniente resaltar que, aunque existe una clara relación entre las vitaminas hidrosolubles y las diferentes coenzimas que actúan en el metabolismo, vitaminas y coenzimas no son exactamente la misma cosa; un ejemplo nos ayudará a aclararlo: el ácido nicotínico es una vitamina hidrosoluble que no puede ser sintetizada por las células humanas. Ahora bien, dichas células sí pueden transformar el ácido nicotínico en nicotinamida, la cual, unida a otros componentes celulares, forma parte de las coenzimas NAD y NADP, que actúan en el metabolismo como transportadores de electrones. Por otra parte, las vitaminas liposolubles parecen presentar funciones de naturaleza hormonal o reguladora del metabolismo.

Las necesidades exógenas de vitaminas difieren ampliamente de unas especies a otras, según éstas sean capaces o no de sintetizarlas. Por ejemplo, el ser humano necesita 14 vitaminas de procedencia exógena, mientras que la bacteria Escherichia coli sólo necesita una: la biotina, el resto de las vitaminas son sintetizadas en el organismo. Por su parte, sólo los animales superiores parecen necesitar vitaminas liposolubles de procedencia exógena.

Naturaleza vitamínica: solubles en agua e insolubles en agua

nombre	función	hipovitaminosis
B2	Oxido-reducción	Dermatosis y estomatitis.
PP	Oxido-reducción	Pelagra, diarrea y demencia.
B5	Transferencia de carboxilo	Fatiga y náuseas.
B1	Transferencia de aldehído	Beriberi: neuritis y cardiopatía.
C	Hidroxilación, inmunidad y antioxidante	Escorbuto (hemorragia de encías) e infecciones.
A	Síntesis de pigmentos de retina	Xeroftalmia, ceguera nocturna.
D	Metabolismo de Ca y P	Raquitismo.
K	Coagulación sanguínea	Hemorragias.
E	Antioxidante y esterilidad	Esterilidad y anemia.

Figura 23. Vitaminas y coenzimas.

Tomado de: http://goo.gl/Sbh57t

Ácidos nucleicos

Son macromoléculas complejas de elevado peso molecular, de naturaleza ácida y de suma importancia biológica. Se localizan principalmente en el núcleo, pero también en el citoplasma. La secuencia de bases nitrogenadas en estas moléculas forma polímeros (unidades que se repiten) que codifican la información genética. A ello se debe la diversidad evolutiva de lo organismos, las mutaciones positivas y las alteraciones negativas que producen malformaciones en los individuos. Estos ácidos no sólo dirigen la síntesis de proteínas, sino que también son las únicas moléculas que tienen la capacidad (con la ayuda de enzimas) de autorreplicarse, siendo una manifestación básica de la vida.

El **Ácido Desoxirribonucleico** o **ADN** y el **Ácido Ribonucleico** o **ARN** están formados por cadenas largas de cientos de miles de subunidades llamadas nucleótidos. A su vez, cada nucleótido está formado por un grupo fosfato, un azúcar y una base nitrogenada. El azúcar puede ser **ribosa** o **desoxirribosa**. La primera se encuentra en los nucleótidos del ARN y la segunda en los del ADN. Las bases nitrogenadas son cinco: la **adenina** y la **guanina**, conocidas como **purinas**; la **timina**, la **citosina** y el **uracilo**, que se conocen como pirimidinas. Los nucleótidos de ambos ácidos nucleicos están constituidos por sólo cuatro bases. La adenina, guanina y citosina se encuentran tanto en el ADN como en el ARN, mientras que la timina se encuentra sólo en el ADN y el uracilo sólo en el ARN. En los dos ácidos, los nucleótidos se enlazan entre sí por medio de los grupos fosfato que se unen en el carbono número 5 de un azúcar y el carbono número 3 del azúcar siguiente, conectándose las bases en el primer carbono del azúcar.

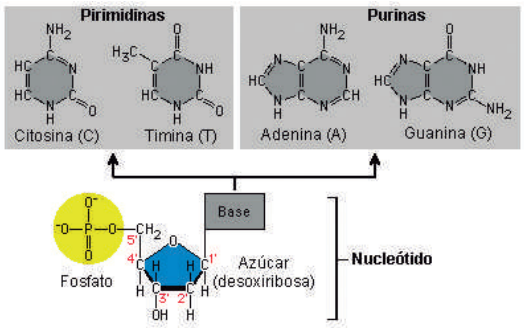


Figura 24. Nucleótido.

Tomado de: http://goo.gl/q8brmH

El ADN es el principal componente de los cromosomas de las células y es el portador de la información genética. Está formado por dos largas cadenas de nucleótidos colocadas en espiral, estructuralmente independientes, que forman una doble hélice parecida a una escalera de caracol. Las dos bandas de polinucleótidos están conectadas por la unión de las bases púricas y pirimídicas, las cuales se combinan mediante puentes de hidrógeno de la siguiente forma:

- Adenina con timina (A-T o T-A), y
- Guanina con citosina (G-C o C-G).

Esta secuencia y cantidad de combinaciones de las bases púricas y pirimídicas del ADN contiene el "mensaje en clave" de las características hereditarias de cada individuo y es lo que se conoce como código genético.

Watson y Crick trataban de encontrar cuál era la forma de la molécula del ADN. Para ello, reunieron evidencias que habían obtenido diferentes científicos. Revisaron los experimentos de Erwin Chargaff (1905-2002). Sus resultados demostraban que en el ADN existía siempre la misma proporción de adenina y timina, y que la concentración de guanina era siempre la misma que la de citosina. Por otra parte, evidencias de cristalografía de rayos X, obtenidas por Maurice Wilkins (1916-2004) y Rosalind Franklin (1920-1958), señalaban que la molécula del ADN posiblemente era una doble cadena en forma de hélice. Watson y Crick organizaron estas y otras informaciones dedujeron que las bases nitrogenadas se enlazaban por medio de puentes de hidrógeno: adenina con timina y guanina con citosina (es decir, una base púrica con una pirimídica), y obtuvieron un modelo como el que se señala en la figura 25.

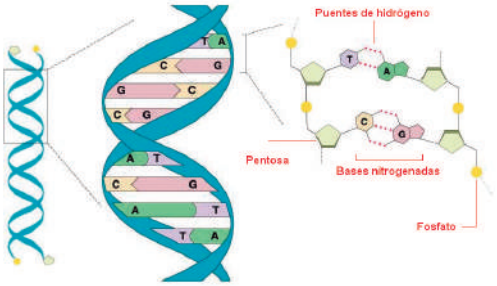


Figura 25. Estructura del ADN.

Tomado de: http://goo.gl/EnvuzM

Además, encontraron que en la molécula del ADN el ancho total es de 2 nm (nanómetros), y que la hélice o escalera da una vuelta completa cada 3.4 nm, es decir, cada 10 pares de bases.

El ARN, que también se encuentra en las células de cualquier organismo, tiene como función llevar la información genética del ADN hacia el citoplasma y dirigir la síntesis de proteínas. Este ácido nucleico que se sintetiza en el núcleo está formado por una sola cadena de nucleótidos, los cuales están constituidos por un grupo fosfato, el azúcar ribosa y por una base que puede ser adenina, guanina, citosina y uracilo.

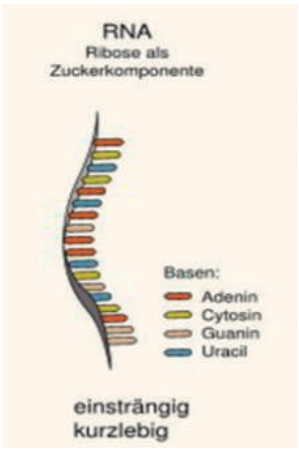


Figura 26. Biomoléculas inorgánicas.

Tomado de: http://goo.gl/6omOVz

Minerales

Los minerales tienen un importante papel en la estructura y funcionamiento de los seres vivos. Los minerales sólidos, como el calcio, magnesio y fósforo, se encuentran en un promedio de 1% a 5%, ya sea formando parte de órganos duros, como huesos y dientes, o como en las algas llamadas diatomeas, cuyas paredes celulares están formadas por sílice y manganeso.

Los minerales en disolución pueden ser metálicos o no metálicos, intervienen en muchas funciones de las que sólo mencionaremos algunas como:

- Mantener el equilibrio osmótico de las células y establecer estados físicos adecuados de membranas y citoplasmas (potasio, sodio y cloro); como activadores de enzimas de plantas y animales (potasio, magnesio, calcio, etc.).

- En la contracción muscular (potasio); en la fotosíntesis (principalmente nitratos, sodio, magnesio, manganeso, etc.); en la coagulación de la sangre (calcio); en los fluidos del cuerpo animal (sodio, calcio, cloro, etc.).

- Para la absorción del fierro y en la formación de hemoglobina y citocromos (cobre); es necesario en la producción de flores y semillas y en la biosíntesis de hormonas vegetales (cinc); contribuye a la prevención de las caries (flúor), etc.

Agua

Es la molécula inorgánica más abundante en nuestro planeta, ya que cubre las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra. También es la molécula inorgánica más abundante en los organismos vivos pues están compuestos de 60% a 95% de agua aproximadamente. Este último porcentaje lo presentan animales como las medusas y algunas plantas. Excepcionalmente puede encontrarse en porcentajes más bajos, como en algunas semillas y esporas latentes que contienen de 10% a 30% de agua. En los seres humanos, aproximadamente 70% del peso del cuerpo está formado por agua. En el caso de los tejidos humanos, la proporción de agua varía entre 20% en el hueso y 85% en las células cerebrales. Existe en todos los fluidos de los organismos y forma parte del citoplasma.

El agua es esencial para que se lleve a cabo la **fotosíntesis**, que constituye el proceso básico de producción de moléculas orgánicas, ya sea para las plantas o para otros organismos que se alimentan de ellas. Además, el agua interviene como un reactivo o un **producto** en varias de las reacciones químicas que suceden en las células vivas. Por ejemplo, cuando nuestro cuerpo sintetiza proteínas, grasas, azúcares o ácidos nucleicos, produce agua durante el proceso (síntesis por deshidratación), y cuando ingiere estas moléculas orgánicas en los alimentos, el agua se utiliza en las reacciones llamadas de hidrólisis, durante las cuales estas moléculas son separadas en sus subunidades.

El agua, además de **disolver** una gran cantidad de sustancias, es un importante **vehículo de transporte** de éstas. Por ejemplo, en el caso de los productos de

desecho del metabolismo, ayuda a su eliminación, primero de las células y, después, del organismo.

También el agua actúa como un lubricante debido a que se halla en los líquidos del cuerpo dondequiera que un órgano se frote contra otro, así como en las articulaciones de los huesos.

Una molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, que se mantienen unidos por enlaces covalentes y cuya fórmula química es H_2O.

La importancia del agua deriva de sus propiedades físicas y químicas, entre las que destaca la polaridad de la molécula al tener dos zonas ligeramente positivas y dos zonas ligeramente negativas.



Figura 27. La molécula de agua es polar, ya que presenta dos polos: uno negativo y otro positivo. Estos polos se forman debido a la fuerte atracción que ejerce el núcleo del oxígeno sobre los electrones que intervienen en los enlaces covalentes, los cuales pasan más tiempo alrededor del núcleo de oxígeno que el que pasan alrededor de los núcleos de hidrógeno.

Tomado de: http://goo.gl/lo9NIX

Debido a su naturaleza polar, las moléculas de agua cercanas se atraen, de tal manera que los oxígenos de algunas moléculas cargados negativamente atraen a los hidrógenos de otras moléculas cargados positivamente. Esta atracción eléctrica recibe el nombre de enlace o **puente de hidrógeno**. Cada molécula de agua puede formar puentes de hidrógeno con otras cuatro moléculas de agua.

El agua es el mejor **solvente**, es decir, es capaz de disolver una gran cantidad de moléculas inorgánicas y orgánicas. La polaridad de la molécula de agua favorece la disociación de muchas moléculas formadoras de iones, los cuales participan en la regulación de propiedades biológicas como la contracción muscular, la permeabilidad y la transmisión de impulsos nerviosos. Al disolver una amplia variedad de moléculas, las sustancias acuosas dentro de una célula proporcionan un medio adecuado para las incontables reacciones químicas fundamentales para la vida.

Entre las propiedades físicas del agua están su calor específico y su calor de vaporización, las cuales la convierten en un eficiente estabilizador de la temperatura. Esto último es muy importante, ya que los organismos pueden sobrevivir sólo dentro de un rango de temperatura limitado, ya que las enzimas proteicas que guían las reacciones químicas básicas para la vida dejan de funcionar tanto con las temperaturas elevadas como con las bajas. El agua tiene un **calor específico elevado**, es decir, puede absorber grandes cantidades de calor y sufrir cambios relativamente pequeños en su temperatura. Esta propiedad se debe a la presencia de enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua, ya que cuando el calor entra a un sistema acuoso, como una célula viva, mucha de la energía del calor rompe enlaces de hidrógeno en lugar de acelerar las moléculas individuales, lo que elevaría

la temperatura. El alto contenido de agua en los organismos les ayuda a mantener una temperatura relativamente constante.

Igualmente, el agua posee un **calor de vaporización elevado**, es decir, tiene la propiedad de absorber mucho calor cuando se cambia del estado líquido al gaseoso. Esto sirve para que la superficie del cuerpo se deshaga de grandes cantidades de calor durante la transformación del agua líquida (sudor) en vapor. Por ejemplo, un jugador de basquetbol durante el partido elimina agua a través de la piel en forma de sudor. La energía del calor producida durante el juego es transferida desde su piel al agua, la cual se evapora. Así, la evaporación tiene un efecto refrigerante, ya que se "descarga" el exceso de calor y se estabiliza la temperatura del organismo.

Resumen

Las biomoléculas son las moléculas constituyentes de los seres vivos. Los cuatro bioelementos más abundantes en los seres vivos son el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), representando alrededor de 99% de la masa de la mayoría de las células.

Estos cuatro elementos son los principales componentes de las biomoléculas debido a que:

1. Permiten la formación de **enlaces covalentes** entre ellos, compartiendo **electrones**, debido a su pequeña diferencia de **electronegatividad**.

2. Permiten a los átomos de carbono la posibilidad de formar esqueletos tridimensionales –C–C–C– para formar compuestos con número variable de carbonos.

3. Permiten la formación de enlaces múltiples (dobles y triples) entre C y C, C y O, C y N, así como estructuras lineales ramificadas cíclicas, heterocíclicas, etc.

4. Permiten la posibilidad de que con pocos elementos se den una enorme variedad de grupos funcionales (alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, aminas, etc.) con propiedades químicas y físicas diferentes.

Se pueden clasificar en:

a) **Biomoléculas inorgánicas:** vitaminas, agua y sales minerales.

b) **Biomoléculas orgánicas:** glúcidos (hidratos de carbono), lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Las biomoléculas orgánicas forman cuatro grupos:

- **Glúcidos:**

Los glúcidos (llamados hidratos de carbono o carbohidratos o sacáridos) son la fuente de energía primaria que utilizan los seres vivos para realizar sus funciones vitales.

La glucosa está al principio de una de las rutas metabólicas productoras de energía más antigua, la glucólisis, usada en todos los niveles evolutivos, desde las bacterias hasta los vertebrados.

Muchos organismos, especialmente los de estirpe vegetal (algas, plantas), almacenan sus reservas en forma de almidón.

Algunos glúcidos forman importantes estructuras esqueléticas, como la celulosa, constituyente de la pared celular vegetal, o la quitina, que forma la cutícula o exoesqueleto de los artrópodos.

- **Lípidos:**

Los lípidos saponificables cumplen dos funciones primordiales para las células; por una parte, los fosfolípidos forman el esqueleto de las membranas celulares (bicapa lipídica); por otra, los triglicéridos son el principal almacén de energía de los animales.

Los lípidos insaponificables y los isoprenoides desempeñan funciones reguladoras (colesterol, hormonas sexuales, prostaglandinas). Otros lípidos son el ácido esteárico, el ácido oleico y el ácido elaídico.

- **Proteínas:**

Las proteínas son las biomoléculas que más diversidad de funciones realizan en los seres vivos; prácticamente todos los procesos biológicos dependen de su presencia y/o actividad. Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica, catalizadoras de reacciones metabólicas de las células; muchas hormonas, reguladoras de actividades celulares; la hemoglobina y otras moléculas tienen funciones de transporte de gases en la sangre; los anticuerpos, encargados de acciones de defensa natural contra infecciones o agentes extraños; los receptores de las células, a los cuales se fijan moléculas capaces de desencadenar una respuesta determinada; la actina y la miosina, responsables finales del acortamiento del músculo durante la contracción; el colágeno, integrante de fibras altamente resistentes en tejidos de sostén.

- **Ácidos nucleicos:**

Los ácidos nucleicos (ADN y ARN) desempeñan, tal vez, la función más importante para la vida: contener, de manera codificada, las instrucciones necesarias para el desarrollo y funcionamiento de la célula.

El ADN tiene la capacidad de replicarse, transmitiendo así dichas instrucciones contenidas en él a las células hijas que heredan la información.
Algunas sustancias, por ejemplo, ciertos metabolitos (ácido pirúvico, ácido láctico, ácido cítrico) no encajan en ninguna de las anteriores categorías citadas.

a) Vitaminas

La principal característica que diferencia a las vitaminas de los minerales es su naturaleza orgánica frente a la inorgánica de los minerales. La función de las vitaminas

es regular muchos de los procesos químicos que se producen en el organismo, de manera que cada vitamina tiene una misión y papel específico. El organismo no puede elaborar la mayoría de las vitaminas, de ahí la importancia de llevar una dieta equilibrada para no originar estados carenciales; aunque las necesidades de vitaminas sean mínimas, su carencia en el organismo resulta catastrófica.

Las vitaminas se clasifican principalmente en dos grupos:

1. Hidrosolubles: son las ocho vitaminas del grupo B y la vitamina C. Son solubles en agua y deben consumirse a diario, pues el organismo tiene una capacidad muy reducida para almacenarlas, de manera que las no consumidas se eliminan a través de la orina.

2. Liposolubles (A,D,E y K): son solubles en un medio graso y se almacenan en el organismo, especialmente en el hígado, de manera que contamos con una cierta reserva frente a su carencia; sin embargo, no deben consumirse más de las necesarias, pues su exceso (más de 10 veces las cantidades recomendadas) o hipervitaminosos, puede originar serios problemas de salud.

b) Agua

Es la sustancia más abundante y fundamental de los seres vivos; es esencial para todos los procesos biológicos: podemos respirar porque nuestros pulmones están húmedos, lubricamos nuestros ojos mediantes lágrimas, las semillas activan su desarrollo gracias a ellas.

El agua representa aproximadamente entre 70 y 90% del peso de los organismos y su proporción varía de acuerdo con la especie, la edad y el tipo del tejido.

El agua desempeña funciones biológicas como:

- Disolvente universal.
- Realiza fotosíntesis y respiración.
- Actúa como un regulador de temperatura en los seres vivos.
- Medio de transporte de las biomoléculas en el interior de un organismo.

c) Sales minerales

Son compuestos formados por la unión de pequeños iones, que en mayor o menor porcentaje van a desempeñar un papel muy específico en la materia viva.

Los minerales esenciales existen en la mayor parte de los alimentos como: cereales de grano frutas y vegetales, derivados de leche, carnes, por lo general están en cantidades escasas. Es necesario consumir una cantidad variable de alimentos para cubrir los requisitos nutricionales.

Las sales minerales pueden ser de cargas negativas o aniones; entre ellos están: cloro (cu) fosfato acido, yodo (I) etc., y de carga positiva o catión: sodio (Na), potasio (k), calcio (Ca) y el magnesio (Mg).

M2 Basado en Competencias

Las sales minerales se encuentran disueltas en el protoplasma formado iones.

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Los genes y las proteínas están estrechamente relacionados, ya que la información necesaria para que se elabore una proteína está contenida en un gen. Las proteínas se elaboran ensamblando, en forma de cadena, un número variable de eslabones que llamamos aminoácidos. Se puede elegir entre 20 aminoácidos-eslabones distintos para construir las cadenas de proteínas. Cada uno de estos aminoácidos está codificado en los genes mediante tres nucleótidos consecutivos, es decir, mediante un triplete de nucleótidos al que se denomina codón. El código genético relaciona los distintos tipos de tripletes (codones) con los distintos tipos de aminoácidos. Por lo tanto, la cadena de eslabones-aminoácidos que constituyen una proteína está determinada de forma unívoca por la cadena de tripletes-codones consecutivos que posee el gen; es decir, cuando se produce una mutación en un gen es altamente probable (aunque no siempre ocurre), que también se modifiquen la composición y propiedades de la proteína mutante correspondiente. Hay que decir que algunos genes pueden contener información para más de una proteína y que algunas proteínas, una vez elaboradas, pueden ser modificadas de distintas maneras por las células del organismo, no por las células, se modifican en Aparato de Golgi (organelo celular).

Glosario

Glosario:

Monómero. Molécula que funciona como unidad básica de moléculas grandes, llamadas polímeros.

Polímero. Molécula formada por la unión de pequeñas moléculas o monómeros, que se enlazan en grandes cadenas.

Aldosa. Monosacárido que contiene un grupo aldehído en su molécula.

Cetosa. Monosacárido que contiene un grupo cetona en su molécula.

Enlace glucosídico. Enlace por el cual se unen monosacáridos, como la glucosa, para formar polisacáridos.

Enlace peptídico. Enlace por el cual se unen aminoácidos para formar proteínas.

Ácidos nucleicos. Moléculas biológicas formadas por nucleótidos, que participan en los procesos de la herencia. Existen dos tipos: el ADN y el ARN.

Autoevaluación

Autoevaluación

Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los elementos químicos principales de la vida?

_____.

2. ¿Cuál es la importancia biológica de la glucosa?
_____.
3. Menciona dos diferencias entre las grasas y los aceites.
_____.
4. ¿Qué estructura celular está formada en parte por fosfolípidos?
_____.
5. ¿Por qué las proteínas se consideran polímeros pero los lípidos no?
_____.
6. Menciona tres funciones de las proteínas.
_____.
7. ¿Cuál es la función del ADN?
_____.

Completa los espacios en blanco de los siguientes enunciados:

8. Las principales moléculas orgánicas que constituyen a los seres vivos son: _____, _____, _____ y _____.

9. La sacarosa o azúcar de mesa está constituida por los monosacáridos _____ y _____.

10. Los 20 _____ se combinan de diferentes maneras formando largas cadenas de _____.

11. El _____ es un polisacárido presente en los animales.

12. Las _____ son proteínas que actúan como catalizadores.

13. Los dos tipos de ácidos nucleicos son: _____ y _____. Están formados por cadenas de _____.

Indica cuál de las siguientes afirmaciones son verdaderas (v) o falsas (f):

14. El cloro es un oligoelemento en los seres vivos ( )

15. El agua es un importante vehículo de transporte y además actúa como lubricante ( )

16. Una solución ácida posee mayor concentración de iones H+ que de OH- ( )

17. La cera de abeja y el colesterol son lípidos ( )

18. Los ácidos grasos de los aceites son insaturados ( )

19. Los monosacáridos se pueden separar mediante hidrólisis en moléculas más pequeñas de azúcar ( )

20. Todas las proteínas son polímeros constituidas de monómeros de aminoácidos ( )

M2
Basado en Competencias

21. Cada nucleótido está formado por un grupo fosfato un disacárido y una ba
nitrogenada ( )

22. La base nitrogenada uracilo solo se encuentra en el ADN ( )

Aplicación de conceptos

1. Con base en el pH, ¿qué desventajas tiene para el organismo humano la ingesti
de refrescos de cola?

_____

2. Al realizar ejercicio, ¿cómo ayuda el sudor a regular la temperatura corporal?

_____

3. ¿Por qué los corredores de largas distancias deben comer más cantidad
carbohidratos que lo que acostumbran, días antes de la carrera?

_____

4. Muchas aves realizan largas migraciones, por lo cual almacenan grandes cantidad
de energía para poder volar. ¿Qué tipo de moléculas funcionan como reserva
energía? ¿Se almacena esta energía? Los lípidos funcionan como almacén de ener
y los lípidos a su vez se almacenan en los adipocitos (grasa).

_____

5. Las vitaminas hidrosolubles que se toman en exceso en la dieta, se elimin
rápidamente con la orina. ¿Verdadero o falso?

_____

6. Cualquier dieta equilibrada en calidad y cantidad aporta todas las vitamin
necesarias para el organismo. ¿Verdadero o falso?

_____

7. Un exceso de vitaminas liposolubles puede provocar acúmulos en ciertos órgan
del cuerpo. ¿Verdadero o falso?

_____

Bibliografía y mesografía



- Alonso, E. (2004), Biología. *Un enfoque integrador*, 2ª edición, México, McGraw Hill.
- Barnes, S. y Curtis, H, (2000), *Biología*, Buenos Aires, Medica Panamericana
- Biología, disponible en: https://www.google.com.mx/search?tbm=bks&hl=es&=Biología, [Consultado en agosto de 2015]
- Chamorro, M. (2011), *Biología I*, Nueva Imagen, México. 2011, disponible en: http://goo.gl/7NnUpM
- *Libro de biología*, disponible en: prepaunivas.edu.mx/v1/images/pdf/libros/biologia_II.pdf, [consultado el 3 de agosto de 2015].
- Muñiz, E. (2010), *Biología*, 4ª edición, México, McGraw Hill.
- Ville, Claude A., Eldra Pearl Solomon, P. William Davis (2000), B*iología*, México, Iberoamericana.

M2 Basado en Competencias

2.3 Estructuras y funciones de células procariontes y eucariontes (con énfasis en organelos): pared, membrana, citoplasma, núcleo, organelos membranosos, organelos no membranosos

Objetivo: destacará los componentes morfológicos de la célula; las funciones e importancia que desempeñan dentro de ella y en los seres vivos.

Rescate de conocimientos previos

Instrucción: contesta las siguientes preguntas, anotando dentro del paréntesis la letra que corresponda a tu respuesta.

( ) ¿Qué organelo transporta, por medio de proteínas de su membrana, los productos finales de la digestión?

A) Ribosoma B) Aparato de Golgi C) Mitocondria
D) Cloroplasto E) Lisosoma

( ) ¿En qué organelo se efectúa la síntesis de proteínas?

A) Ribosoma B) Aparato de Golgi C) Mitocondria
D) Cloroplasto E) Lisosoma

( ) ¿En qué organelo se efectúa la glucosidación de las proteínas?

A) Ribosoma B) Aparato de Golgi C) Mitocondria
D) Cloroplasto E) Lisosoma

( ) ¿En qué organelo se efectúa el ciclo de Krebs?

A) Ribosoma B) Aparato de Golgi C) Mitocondria
D) Cloroplasto E) Lisosoma

( ) ¿En qué organelo se efectúa el ciclo de Calvin-Benson?

A) Ribosoma B) Aparato de Golgi C) Mitocondria
D) Cloroplasto E) Lisosoma

Desarrollo

Desarrollo del contenido

Existen dos tipos de células básicas: procariotas y eucariotas. Esta clasificación se basa en el hecho de que las primeras no poseen orgánulos y las segundas sí. Debido a esto, la diferencia más notoria entre ellas es que la célula eucariota tiene su material genético dentro del núcleo limitado por una membrana doble, mientras que el material genético de las células procariotas no está englobado por una membrana,

sino libre en el citoplasma. En todas las células vivas el material genético es el ADN (ácido desoxirribonucleico).

Célula procariota

Las células procariotas son las más primitivas (pro, antes; karion, núcleo). De acuerdo con los registros fósiles, se calcula que aparecieron mínimo hace unos 3 800 millones de años. En la actualidad, las bacterias y arqueobacterias son las representantes de este tipo celular. Su tamaño es muy pequeño, generalmente de una micra de ancho y no pasa de cinco micras de largo.

Una de las características más distintivas de las células procariontes es que poseen una molécula de ADN circular, que se encuentra libre en el citoplasma, en una zona llamada **nucleoide**. Es decir, este tipo de células carece de un núcleo propiamente dicho, así como de los organelos característicos de células más evolucionadas; tienen una **pared celula**r relativamente rígida que le da forma y protección a la célula. Dicha pared es permeable y con frecuencia está recubierta en su parte externa por polisacáridos pegajosos que ayudan a la célula a adherirse a las superficies donde viven, ya sean rocas, objetos u otros seres vivos. En algunas ocasiones también pueden contener una cápsula gruesa y gelatinosa formada por polisacáridos o proteínas. En las células procariontes hay una membrana plasmática que regula la entrada y salida de sustancias, también participa en algunas de las reacciones metabólicas al servir como soporte a enzimas y proteínas involucradas en procesos como la fotosíntesis o la respiración. En el citoplasma bacteriano se advierte la presencia de pequeños ribosomas (organelos), que son las unidades productoras de proteínas. Las células bacterianas contienen flagelos, que les permiten desplazarse y están compuestos por la proteína flagelina, también pueden presentar pequeñas vellosidades, llamadas pilis o fimbrias, que les ayudan a fijarse en la superficie apropiada.

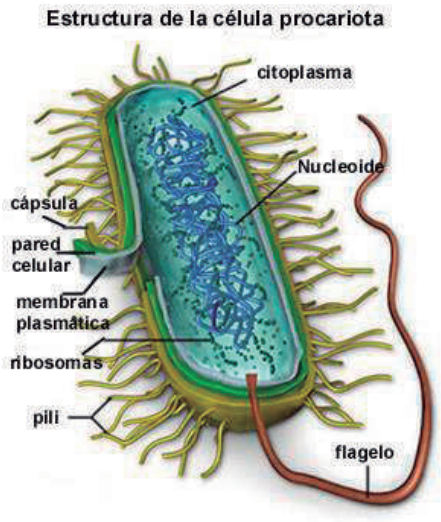


Figura 28. Estructura de la célula procariota.

Tomado de: http://goo.gl/mPA7gn

A pesar de su aparente simplicidad, los organismos procariontes han tenido gran éxito adaptativo, ya que han persistido a través del tiempo e invadido todos los ambientes: agua, aire, tierra, mares, lagunas saladas, ambientes extremos, o bien, el interior de otros organismos con los que conviven y a los que no necesariamente

perjudican. Algunos son fotosintéticos, otros son heterótrofos; se les encuentra en todas partes. Las bacterias tienen una gran importancia en el reciclaje de materia orgánica del medio ambiente, son descomponedores y de esta manera contribuyen al equilibrio ecológico que favorece, a su vez, el desarrollo armónico de los seres vivos en su ambiente.

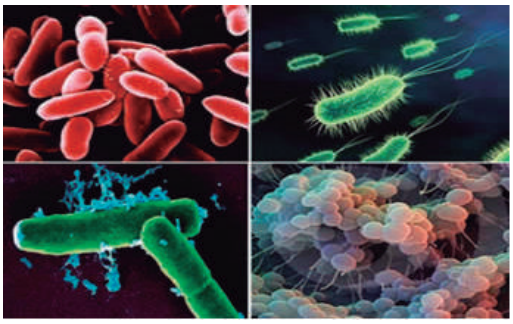


Figura 29. Ejemplos de bacterias

Tomado de: http://goo.gl/c6soJR

Célula eucariota

En algún momento, hace tal vez unos 1 700 millones de años, las células primitivas o procariontes evolucionaron y dieron lugar a células más complejas, a las que llamamos eucariontes. Éstas, al principio, fueron seres unicelulares, los protistas, que se observan con ayuda del microscopio en las aguas de charcos, mares y lagunas, después llegaron a asociarse y a formar organismos pluricelulares, como los hongos, las plantas y los animales. La característica más notable de las células eucariotas es que presentan su material genético (ADN) envuelto en una membrana, es decir, tienen un **núcleo**, como su nombre lo indica (***eu***, verdadero; karion, núcleo) núcleo verdadero. Además, son mucho más grandes: miden de 10 a 100 micras de diámetro, hasta 100 veces más que una bacteria. El ADN se encuentra asociado a otras biomoléculas, como las proteínas, y forma grandes complejos moleculares que se observan como **cromosomas** en forma lineal. Las células eucariontes presentan un mayor grado de complejidad, al tener compartimentos internos especializados en realizar determinadas funciones, a los que se conoce como **organelos**. El citoplasma contiene gran cantidad de enzimas, sustancias disueltas y una red organizada de filamentos de proteínas llamada **citoesqueleto**.

Tipos de células eucariotas

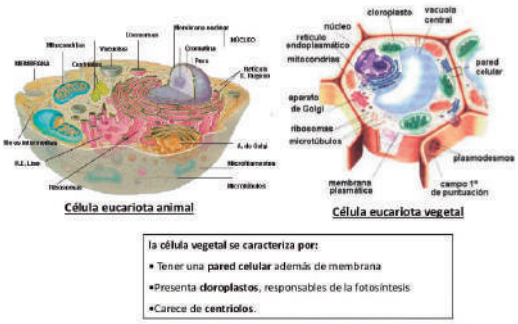


Figura 30. Comparación de la célula animal y vegetal.

Tomado de: http://goo.gl/DkTKXy

Tanto las células procariotas como eucariotas presentan una gran diversidad o variedad en sus formas y tamaños, que representan su adaptación evolutiva a distintos ambientes o a diferentes funciones especializadas dentro de un organismo multicelular.

Forma de la célula

Aunque tienden a ser esféricas o globulares cuando se encuentran aisladas, las células presentan numerosas formas características; se deben a algunos factores como:

- La existencia de las paredes celulares de las células de las plantas, hongos y muchos organismos unicelulares.
- La presión que ejercen unas células sobre otras.
- La disposición del citoesqueleto, especie de armazón que presentan en el citoplasma las células eucariotas.
- Las funciones que cumplen las células y para las cuales están adaptadas.

En los tejidos y órganos que constituyen el cuerpo humano se han identificado por lo menos 200 tipos diferentes de células. Algunas de ellas son los eritrocitos o glóbulos rojos (constituyentes de la sangre) que tienen la forma de un pequeño disco bicóncavo, debido a que han perdido el núcleo, lo que les permite disponer de una mayor superficie para el transporte del oxígeno. Las células sexuales masculinas o espermatozoides tienen la forma de un renacuajo con una larga cola, que es un flagelo que utilizan para desplazarse y así poder llegar al óvulo. Las neuronas de forma estrellada poseen largas extensiones que les permiten la transmisión de impulsos nerviosos. Las células epiteliales, que cubren y protegen al cuerpo, tienen la forma de pequeños tabiques o ladrillos.

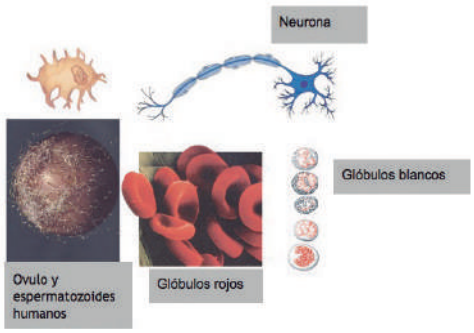


Figura 31. Observa las variadas formas de algunas células humanas.

Tomado de: https://goo.gl/bwgATZ

Las células musculares lisas que constituyen órganos como el estómago, tienen la forma de huso. Los leucocitos o glóbulos blancos (constituyentes de la sangre) son esféricos dentro de la sangre, pero, para salir de los vasos sanguíneos y cumplir con su función defensiva, emiten pseudópodos (prolongaciones citoplásmicas), variando su forma a medida que se desplazan.

Las células vegetales son esféricas, ovoides, poliédricas, cilíndricas, reniformes, etc. También los organismos unicelulares procariotas (eubacterias y arqueobacterias) y los eucariotas (protozoarios, levaduras y muchas algas) presentan un sinfín de formas.

Tamaño de las células

Las células son generalmente microscópicas, su tamaño se mide en micrómetros. La mayoría tiene dimensiones comprendidas entre 1 y 20 micrómetros de diámetro.

Sin embargo, las hay mucho más pequeñas que un micrómetro y algunas son tan grandes que pueden ser observadas a simple vista.

Entre las más pequeñas tenemos a las bacterias de los grupos micoplasma y rickettsia, que miden 0.2–0.3 micrómetros de diámetro, y entre las más grandes destacan las algas marinas del género Acetabularia, las yemas de los huevos de las aves y los huevos de los peces (como el caviar, que son los huevos de un pez llamado esturión). Todas estas células tienen dimensiones de centímetros y pueden ser observadas a simple vista.

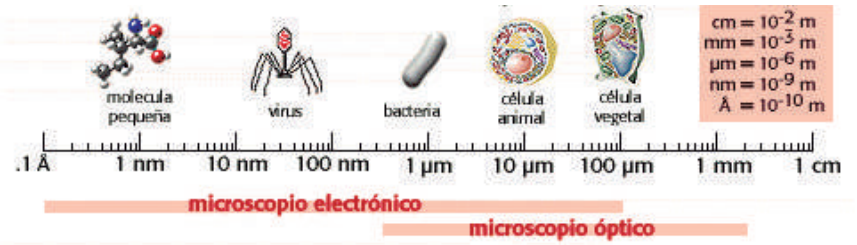


Figura 32. Tamaño de las células.

Tomado de: http://goo.gl/Wkzl1X

La mayoría de las células son pequeñas por dos razones: la primera, casi todos los nutrimentos y desechos se mueven dentro y salen de las células por difusión, para mover moléculas a distancias muy cortas, de algunos micrómetros, pero es muy lenta para llevar a cabo el transporte en distancias más largas. Por ejemplo, se ha calculado que si existiera una célula de 20 centímetros de diámetro, las moléculas de oxígeno tardarían más de 200 días en llegar al centro de ella. Esto no permitiría la vida en la célula. La segunda, a medida que una célula crece, su volumen aumenta más rápidamente que su superficie, de tal manera que en una célula muy grande la superficie de la membrana sería demasiado pequeña para permitir que entraran los suficientes nutrimentos y oxígeno o salieran los desechos, lo cual causaría la muerte de la célula.

Elementos y función celular

Como las células son las unidades de construcción de todos los seres vivos, es importante saber más de ellas. Saber cómo está constituida y cómo funciona cada una de sus estructuras ha permitido a la humanidad comprender y poder resolver algunos problemas, por ejemplo, los relacionados con la alimentación, la salud, la enfermedad, el envejecimiento y la herencia biológica.

A continuación describiremos cada uno de los elementos de una célula eucariota, en el siguiente orden:

- Membrana plasmática
- Pared celular
- Citoesqueleto
- Citoplasma (organelos citoplásmicos)
- Núcleo

Membrana plasmática

La membrana plasmática, conocida anteriormente como **membrana celular**, es una cubierta que envuelve y delimita a la célula separándola del medio externo. Funciona como una barrera entre el interior de la célula y su entorno, ya que permite la entrada y salida de moléculas a través de ella. Este paso de moléculas es un fenómeno llamado permeabilidad. Pero la membrana no deja pasar fácilmente a todas las moléculas, por lo que es selectivamente permeable.

La membrana plasmática es muy delgada, mide de 7 a 10 nanómetros (nm) de grosor, por lo que el microscopio óptico no la detecta, sólo puede ser observada con el microscopio electrónico.

A medida que se ha ido obteniendo información sobre la membrana plasmática, se han propuesto varios modelos que explican cómo está estructurada y cómo funciona. Actualmente es aceptado el Modelo del mosaico fluido, propuesto por los biólogos celulares S. J. Singer y G. L. Nicolson, en 1972.

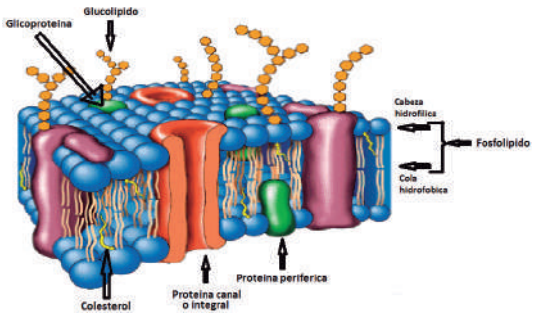


Figura 33. Membrana celular (modelo de mosaico fluido). Tomado de: http://goo.gl/2YhfV9

Este modelo propone que la membrana está formada por dos capas (bicapa) de fosfolípidos en la que están incluidas numerosas proteínas; las que se localizan en la superficie exterior o en la interior de la bicapa lipídica se llaman proteínas periféricas, y las que penetran la bicapa son proteínas integrales. A veces las proteínas y los lípidos tienen carbohidratos unidos a ellas, formando glucoproteínas y glucolípidos, respectivamente.

La bicapa de fosfolípidos también contiene colesterol. Algunas membranas, como las de las mitocondrias, tienen unas cuantas moléculas, pero algunas otras tienen la misma cantidad de colesterol y fosfolípidos. El colesterol hace que la bicapa sea más fuerte y flexible, pero menos fluida y permeable a sustancias solubles en agua.

Debido a que las moléculas de fosfolípidos no están unidas entre sí, esta doble capa es bastante fluida, lo que permite movimientos laterales, de flexión, de rotación y flip-flop (migración de un lado a otro de la bicapa) de los fosfolípidos

Las proteínas que constituyen la membrana forman un mosaico proteico. Por ejemplo, la membrana celular del glóbulo rojo contiene más de 50 proteínas diferentes. A algunas de estas proteínas se les llama **proteínas de transporte**, ya que participan en el movimiento de sustancias a través de la membrana. Hay dos tipos de proteínas de transporte, los llamados canales proteicos, que forman poros o canales, y las proteínas portadoras, que, como su nombre lo indica, transportan sustancias a través de la membrana.

Todas las membranas de la célula, incluso la de los organelos como el núcleo, el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi, las mitocondrias, los lisosomas y los

cloroplastos, poseen esta misma estructura básica, aunque los tipos y cantidades de lípidos, proteínas y carbohidratos varían dependiendo del organelo.

Pared celular

En muchos organismos, la membrana plasmática no es el borde más externo. Las plantas, las algas, los hongos y las bacterias tienen una pared celular, situada por fuera de la membrana plasmática.
Las paredes celulares de plantas y algas están constituidas principalmente del polisacárido celulosa. Las paredes celulares de hongos y bacterias están constituidos por quitina y peptidoglicanos, respectivamente.

Pared celular vegetal

La pared celular es una de las características más sobresalientes de la célula vegetal. Está constituida de tres partes: lámina media, pared celular primaria y pared celular secundaria. La lámina media se forma entre células adyacentes durante la división celular. Está constituida por una sustancia gelatinosa llamada pectina, que actúa como un cemento que une a las células. Durante el proceso de maduración, las frutas se vuelven suaves debido a la disolución de la pectina y la separación de las células. La pared celular primaria se localiza entre la membrana plasmática y la lámina media, y se forma durante el desarrollo de la célula, es decir, mientras la célula está creciendo. Esta pared celular primaria es más delgada en los pétalos, hojas y frutas suaves que en los tallos. Es la responsable de que los vegetales "crujan" cuando se muerden. Al terminar el crecimiento, muchas células maduras secretan más celulosa, formando una pared celular secundaria gruesa entre la pared primaria y la membrana plasmática. Esta pared secundaria hace a la célula más fuerte y proporciona el grado de soporte que requiere una planta grande, como un árbol. Estas paredes permanecen mucho tiempo después de que las células mueren. Lo que observó Robert Hooke, en 1665, fueron las paredes secundarias de las células muertas del corcho.

Las paredes celulares secundarias de las plantas nos proporcionan madera, papel, algodón, lino y cáñamo; los derivados de la celulosa se emplean para fabricar rayón, celofán y plásticos.

Las paredes celulares son una especie de armazón que les proporciona protección y soporte a las células de las plantas, esto último les permite a las plantas permanecer erectas sobre la tierra.

La pared celular, a diferencia de la membrana plasmática, es permeable a la mayoría de las moléculas y no controla el paso de materiales hacia dentro y hacia afuera de la célula. Además, la pared celular presenta orificios diminutos llamados plasmodesmos, a través de los cuales se establece contacto entre una célula y otra, realizándose intercambio de sustancias entre ellas.

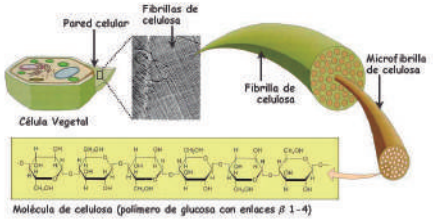


Figura 34. Pared celular de la célula vegetal.

Tomado de: http://goo.gl/RmNXv0

Citoplasma

El citoplasma, a su vez, está constituido por el citosol (definición de citosol) y los organelos; estos se encuentran inmersos en el citosol y serán descritos a continuación.

Citoesqueleto

Como su nombre lo indica, es una especie de esqueleto o armazón de la célula que se encuentra distribuido por todo el citoplasma, semejando una red. Fue descubierto en la década de 1970 mediante la microscopía electrónica de alto voltaje.

El citoesqueleto está constituido por tres tipos de estructuras proteicas:

- Microfilamentos
- Microtúbulos
- Filamentos intermedios

Los microfilamentos tienen el aspecto de hebras y están compuestos principalmente por las proteínas actina y miosina. Los microtúbulos son unos pequeños tubos constituidos por la proteína tubulina y además de formar parte del citoesqueleto, son los componentes básicos con los que están construidos los centríolos, cuerpos basales, cilios, flagelos y el huso mitótico. Este último se forma durante la división celular. Los filamentos intermedios están compuestos por proteínas que varían según el tipo de célula.

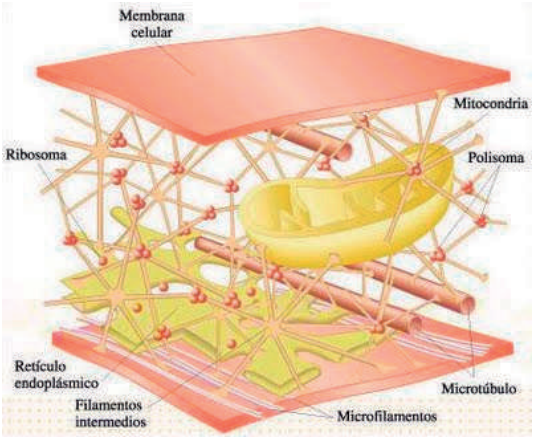


Figura 35. Citoesqueleto.

Tomado de: http://goo.gl/OHiCRG

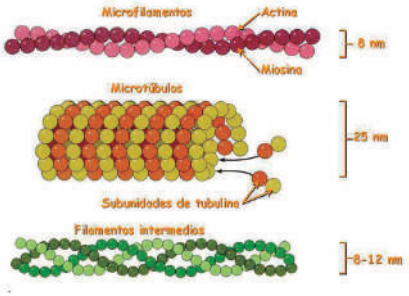


Figura 36. Estructuras proteicas del citoesqueleto.

Tomado de: http://goo.gl/ZRznKB

Son varias las funciones del citoesqueleto:

- Da forma y soporte a la célula.
- Sostiene y mueve los organelos.
- Participa en el movimiento de la célula, por ejemplo: en el movimiento "amiboideo" de amibas y glóbulos blancos. La formación de pseudópodos se debe al ensamblado, desensamblado y deslizamiento de los microfilamentos y los microtúbulos del citoesqueleto.

M2 Basado en Competencias

Organelos celulares

Los organelos celulares son: subestructuras celulares ubicados en el citoplasma, con funciones específicas, algunas de ellas complementarias y otras muy particulares. Haciendo una analogía, son similares a los órganos del ser humano, por ejemplo, se dice que los lisosomas son el aparato digestivo celular. También son llamados organelas, orgánulos, organitos (órganos pequeños).

Los organelos, por su presencia o ausencia de membrana, se clasifican en:

Membranosos: están delimitados por una membrana, por ejemplo: lisosomas, retículo endoplásmico. Algunos poseen dos sistemas de membranas, por ejemplo, las mitocondrias, que poseen una membrana externa y una interna, plegada en crestas y valles. Otros tienen tres sistemas de membranas, como los cloroplastos, con una membrana externa, una media y una interna, esta última plegada para formar los tilacoides y lamelas.

No membranosos: están formados por proteínas; algunos además poseen ARN, el ejemplo son los ribosomas; otros están adheridos al Retículo endoplásmico rugoso también llamado Retículo endoplásmico granular, y otros más están dentro de organelos membranosos, como las mitocondrias y cloroplastos que tienen en su interior ribosomas.

Cuadro 4

Organelos membranosos	Organelos no membranosos
• Vacuolas • Endosomas • Retículo Endoplásmico Liso (REL) • Retículo Endoplásmico Rugoso (RER) • Aparato de Golgi • Lisosomas • Mitocondrias • Peroxisomas • Plastos	• Centriolos, que forman parte del Centrosoma o MTCO (Centro Organizador de Micro Túbulos) • Ribosomas 1. Libres o simples 2. Agrupados en cadenas o poliribosomas 3. Adheridos al Retículo Endoplásmico Rugoso 4. Contenidos en el interior de mitocondrias y cloroplastos (organelos membranosos)

Fuente: elaborado por Orestes Pérez V.

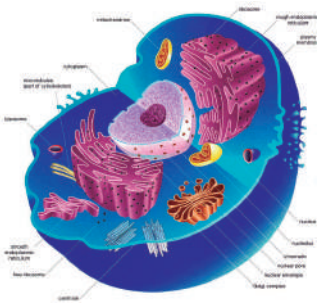


Figura 37. Célula animal y sus organelos.
Tomado de: http://goo.gl/DBYlW7

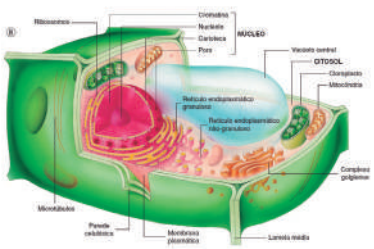


Figura 38. Célula vegetal y sus organelos.
Tomado de: https://goo.gl/R18KSa

- **Vacuolas:** espacio esférico lleno de líquido acuoso y rodeado de membrana (tonoplasto). Están presentes en muchas células, más frecuentes en plantas y ciertos protistas. Algunas células vegetales tienen una sola vacuola, ocupando más de la mitad del volumen celular. La vacuola almacena alimento, sales, pigmentos y desechos.

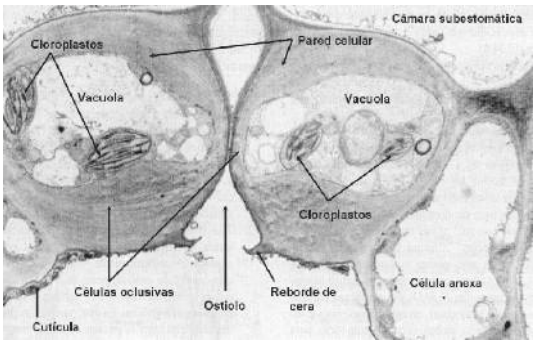


Figura 39. Vacuola.

Tomado de: http://goo.gl/rV1XEO

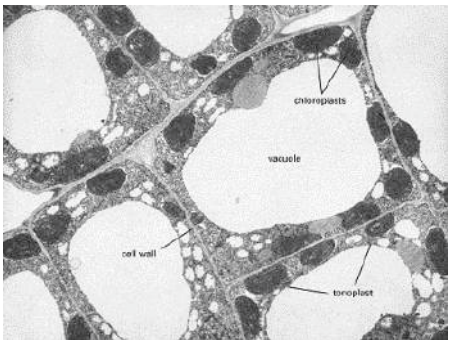


Figura 40. Vacuola.

Tomado de: http://goo.gl/UEUM27

La mayoría de protozoarios poseen vacuolas alimenticias (para digerir alimentos) y muchos tienen vacuolas contráctiles (eliminan exceso de agua).

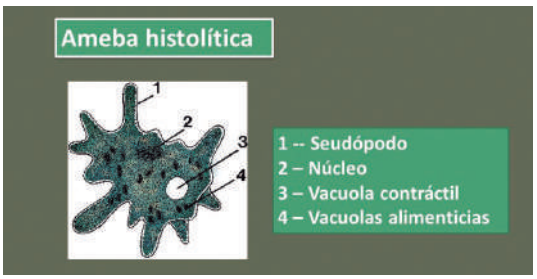


Figura 41. Ameba histiolítica.

Tomado de: http://goo.gl/6mNO3H

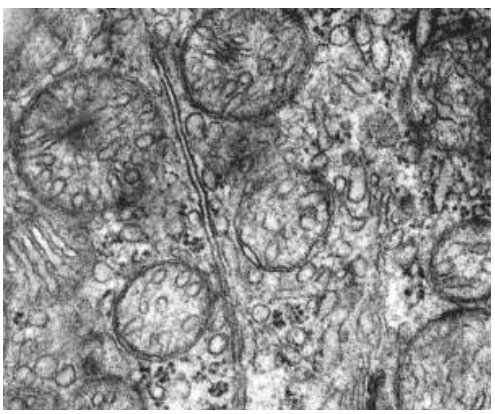


Figura 42. Endosomas.

Tomado de: http://goo.gl/k5pLwN

- **Endosomas:** estructuras túbulo-vesiculares de membrana con luz subdividida. Pueden ser:

  - Precoces, tempranos o iniciales (cercanos a la membrana celular).

  - Tardíos o finales (son los endosomas tempranos que migran a regiones profundas del citoplasma).

Las funciones de los endosomas son:

- Transporte de material de la endocitosis.
- Biogénesis de lisosomas (endosomas tardíos al recibir enzimas hidrolasas o lisosómicas del RER).
- Clasificar y reciclar las proteínas incorporadas por endocitosis (principal función de los endosomas tempranos).

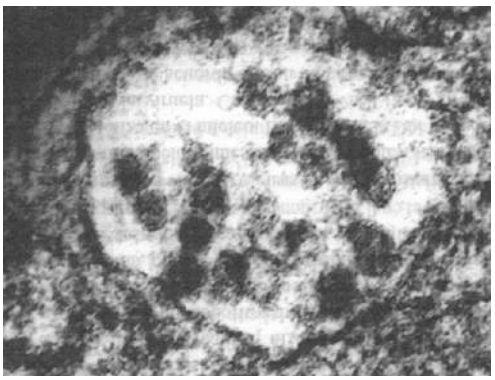


Figura 43. Endosoma con partículas virales en su interior. Las más oscuras (electro denso) son virus que ingresaron al endosoma y están intactos. Las más claras, partículas virales que han empezado a desmembrarse.

Tomado de: http://goo.gl/CkaOe5

Retículo Endoplásmico Liso

Serie de túbulos cortos anastomosados, y sacos aplanados (cisternas), con luz interna y limitados por una membrana, no presenta ribosomas adosados.

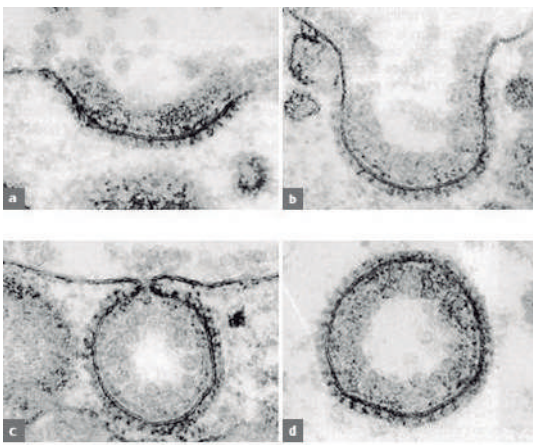


Figura 44. Serie de microfotografías que ilustran la formación de una vesícula, formada a base de una sección de la membrana plasmática, que permite incorporar moléculas de lipoproteínas al interior de la célula; lo que se denomina 'endocitosis'.

Tomado de: http://goo.gl/ri7Ysu

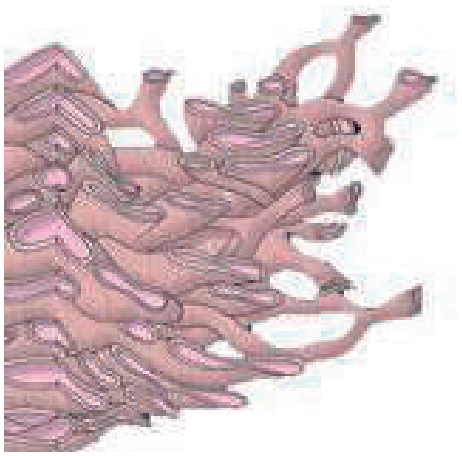


Figura 45. REL

Tomado de: https://goo.gl/lYNynm

Las funciones del Retículo Endoplásmico Liso son:

- Metabolismo de lípidos y esteroides.
- Metabolismo de glucógeno.
- Formación y reciclaje de membranas.
- Almacenamiento de calcio.
- Desintoxicación de xenobióticos, como fármacos, carcinógenos químicos, bifenilos policlorinados (PCB), algunos insecticidas.
- Principal organelo que interviene en la desintoxicación y la conjugación de sustancias nocivas.
- Regula la concentración de algunos iones en la matriz citoplásmica.

Retículo Endoplásmico Rugoso (RER)

Sacos membranosos aplanados e interconectados (cisternas y túbulos) con un espacio o luz, en ocasiones llamado lumen.

Presenta ribosomas adosados a la membrana externa, agrupados en polisomas o polirribosomas.

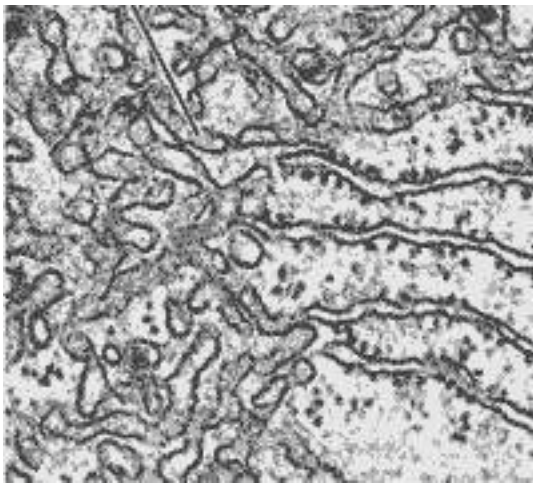


Figura 47. Aparato de Golgi.

Tomado de: http://goo.gl/NjU5st

En muchos casos se puede continuar con la membrana externa del núcleo, conectando de esta manera el espacio intermembranoso del núcleo con la luz del RER.

Las funciones del Retículo Endoplásmico Rugoso son:

- Modificar y almacenar proteínas de secreción.
- Hacer modificaciones químicas de las proteínas.
- Síntesis de lípidos en su membrana.
- Síntesis proteica de la célula.
- Síntesis de proteínas integrales de la membrana plasmática.

M2 Basado en Competencias

Aparato de Golgi

Son pilas de sacos membranosos aplanados (dictiosomas), cisternas, conexiones tubulares cortas y vesículas, con frecuencia adyacentes al núcleo.

Contiene tres regiones:

- Cara formadora o red Cis-Golgi, cercana al RER y al núcleo.
- Cara madurativa o red Trans-Golgi, alejadas del RER y cercana a la membrana plasmática.
- Golgi intermedio, cisternas situadas entre las caras Cis y Trans.



Figura 49. Aparato de Golgi

Tomado de: http://goo.gl/NjU5st

Dictiosoma

Conjunto de sáculos membranosos aplanados y apilados, rodeados por una red tubular y por numerosas vesículas. Cada célula puede contener uno o varios dictiosomas, que juntos constituyen el Aparato de Golgi.





Figura 48 y 48. Dictiosoma.

Tomado de: http://goo.gl/aaZSxO, http://goo.gl/DqgSdB

Las funciones del Aparato de Golgi son:

- Modificación química de las proteínas, por ejemplo: glucosilación, sulfatación.
- Clasifica y envasa moléculas para su secreción o transporte hacia otros organelos.
- Actúa en la modificación postraduccional, la clasificación y el envasado de las proteínas.

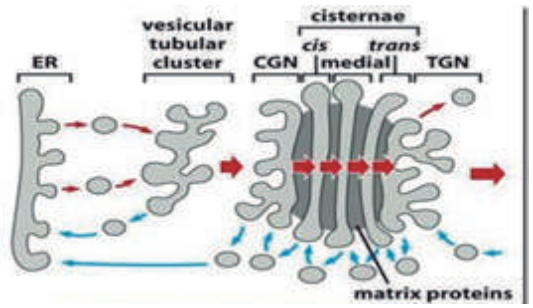


Figura 50. Transporte anterógrado/retrogrado.

Tomado de: http://epidemiologiamolecular.com/wpcontent/uploads/2012/09/clip_image004_thumb2.jpg

Las caras Cis y Trans tienen funciones bien diferenciadas:

- En la red Cis-Golgi se fusionan las vesículas con proteínas recién sintetizadas, que llegan del RER (transporte anterógrado).

- En la red Cis-Golgi se revierten las proteínas del RER por complejos de proteínas de cubierta y se reciclan al RER (transporte retrógrado).

- En la red Trans-Golgi las proteínas se clasifican y envasan en las vesículas de transporte, para llegar a su destino final.

Lisosomas

Son vesículas limitadas por membrana simple; son resistentes a la digestión hidrolítica. Su membrana contiene proteínas transportadoras de los productos de la digestión.

En su interior contiene en abundancia enzimas hidrolíticas, por ejemplo: proteasas, nucleasas, glucosidasas, lipasas y fosfolipasas.

Las funciones de los lisosomas son:

- Digestión de macromoléculas.

- Autofagia (eliminación de componentes citoplasmáticos, en particular de orgánulos limitados por membrana, por digestión dentro de los lisosomas).

- Los productos finales de la digestión (aminoácidos, sacáridos, nucleótidos) son transportados al citoplasma por proteínas transportadoras de su membrana.

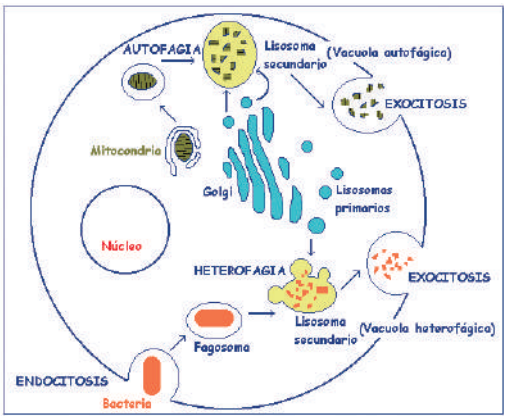


Figura 51. Los lisosomas primarios son desprendimientos del Aparato de Golgi, se denominan secundarios cuando se unen a endosomas o engloban organelos viejos, por ejemplo, mitocondrias, para ser digeridas con sus enzimas y expulsar de las células los productos de desecho (exocitosis).

Tomado de: http://goo.gl/8wNza9

Mitocondrias

Son organelos con membrana doble:

- La externa es lisa, con receptores para proteínas, polipéptidos y enzimas como ejemplo: Acetilcoenzima A sintetasa.
- La interna con muchos pliegues (crestas) y enzimas en forma de "raquetas de tenis", "perillas" o partículas elementales.

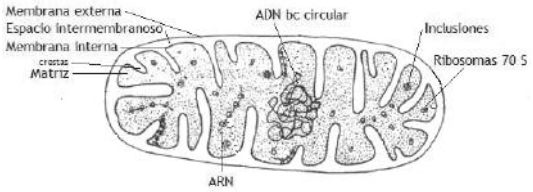


Figura 52. Estructura de una mitocondria.

Tomado de: http://goo.gl/tQ3YH7

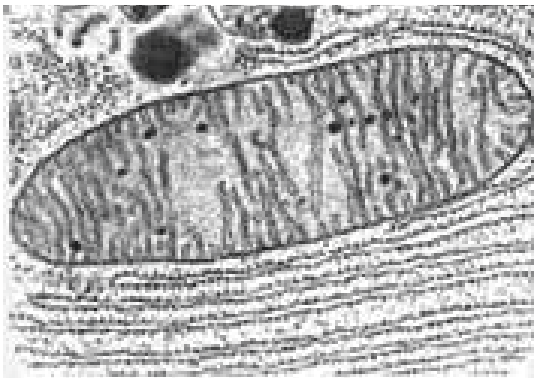


Figura 53. Mitocondria.

Tomado de: http://goo.gl/MmwXdf

Las funciones de las mitocondrias son las siguientes:

- Espacio intermembrana, contiene enzimas que utilizan el ATP generado en la membrana interna.
- Matriz, espacio por dentro de la membrana interna, con enzimas solubles del Ciclo del ácido cítrico (Ciclo de Krebs), y las que oxidan los ácidos grasos.
- Gránulos matriciales que almacenan calcio y otros cationes.
- Producción aerobia de energía en forma de ATP (fosforilación oxidativa, ciclo de Krebs).

- Regula la concentración de algunos iones en la matriz citoplásmica.
- Inicio de la apoptosis (muerte celular programada).
- Indicador de si la célula vive o muere.

Las enzimas de la membrana interna (partículas elementales) llevan a cabo las siguientes funciones:

- Producen reacciones de oxidación de la cadena respiratoria de transporte de electrones.
- Sintetizan ATP (fosforilación oxidativa).
- Regulan el transporte de metabolitos hacia dentro y hacia fuera de la matriz.

Peroxisomas

Son vesículas limitadas por membrana simple, con enzimas oxidativas, principalmente catalasa y peroxidasas. A menudo tienen inclusiones cristaloides; se originan en el Retículo Endoplásmico; también son llamados Microcuerpos.

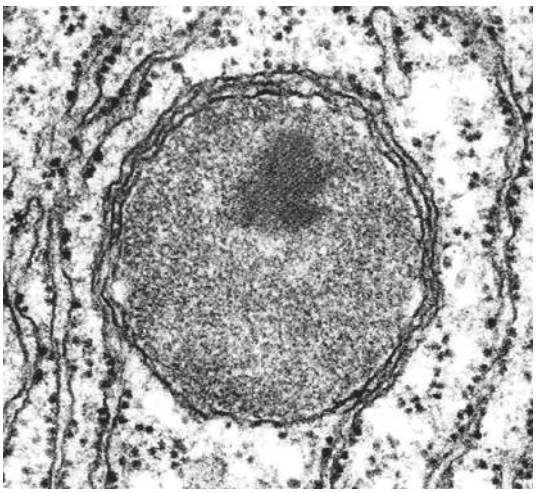
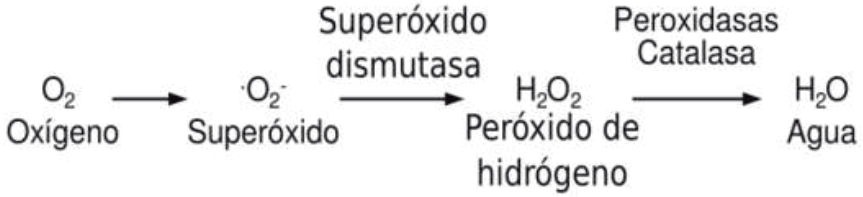


Figura 54. Peroxisoma.

Tomado de: http://goo.gl/bqYH5k,

- La catalasa regula la cantidad de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y lo degrada, protegiendo a la célula.
- Convierten grasas en hidratos de carbono.
- Descomponen las purinas.



Plástidos

También son llamados plastos o plastidios. Son membranosos, generalmente esféricos, su función es la síntesis y/o almacenamiento de materiales alimenticios y pigmentos. Presentes en células vegetales y algas.

Tipos:

- Leucoplastos: son incoloros y contienen generalmente almidón.
- Cromoplastos: con pigmentos diversos que dan colores a flores, frutos y hojas otoñales.
- Cloroplastos: con pigmentos verdes (clorofilas), además contienen pigmentos amarillos y anaranjados (carotenoides).



Figura 55. Plastos.

Tomado de: http://goo.gl/Pzuhk1

Cloroplastos

Son plastos, generalmente discoidales. Presentan una membrana externa lisa, una interna y una tilacoidal, independiente de las otras; se repliega de manera intrincada formando Tilacoides (vesículas aplanadas, discoidales) que se agrupan como "pilas de monedas", llamados Grana o Grano. Las lamelas comunican a los tilacoides de un grana con otros tilacoides de otro grana. Su matriz líquida, conocida como Estroma, contiene enzimas, las grana, lamelas, ADN, ribosomas (ARN); son necesarios para realizar la fotosíntesis en los vegetales; sus membranas contienen:

- Enzimas, entre éstas las de citocromo y las que sintetizan ATP.
- Todas las clorofilas.
- Algunos carotenos.
- Los tilacoides tienen cuantosomas (complejo de enzimas para sintetizar ATP).

Los cloroplastos se originan por los protoplástidos o por la división de otro cloroplasto.

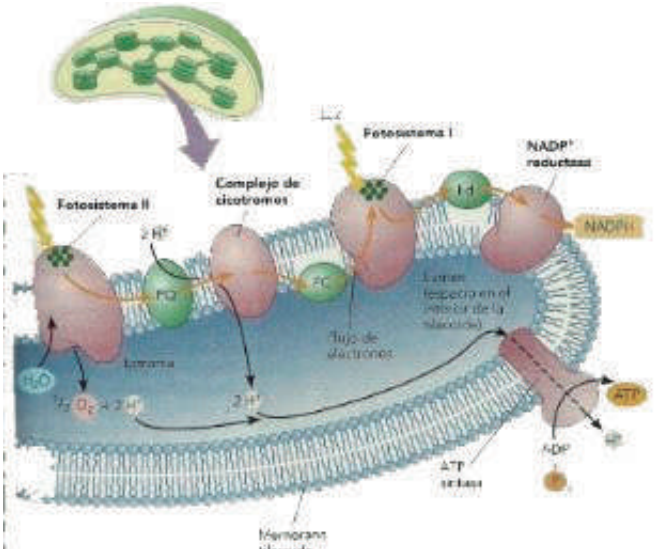


Figura 56.!Estructura del cloroplasto.

Tomado de: http://goo.gl/oFG2Ax

La función de los cloroplastos en las reacciones dependientes de la luz (en las membranas tilacoidales) es:

- La energía solar divide el agua y libera el oxígeno al exterior del vegetal y se acumula H+ en tilacoides.
- Sintetiza ATP a partir de ADP y P.
- Reduce el NADP al transportar electrones (cadena aceptora de electrones), dando como resultado NADPH.
- Quimiósmosis: bombeo de H+ a través de la membrada tilacoidal, formando un gradiente de protones, éstos regresan por conductos de la membrana (formados por el complejo CF0-CF1); se produce ATP.

Ribosomas

Cuerpos más o menos esféricos, pequeños (20nm). Tienen su origen en el nucléolo. Son considerados agregados ordenados de macromoléculas (ARN y proteínas). Compuestos de ARN ribosómico (ARNr) y proteínas ribosómicas (incluidas las proteínas adheridas a las membranas del RER y las proteínas libres en el citoplasma). Distribuidos al azar en el citoplasma.

Pueden estar separados (ribosomas simples o "libres") o formar sucesiones espiraladas cortas, llamadas Polisomas o Polirribosomas.

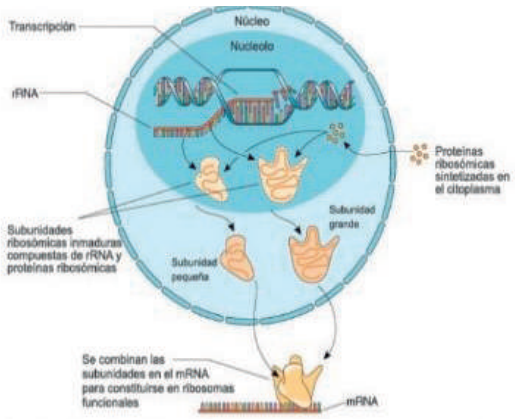


Figura 57. Formación del ribosoma. Esquema de los sucesos nucleares que ocurren en la formación de un ribosoma. Modificado a partir de Alberts B, Bray D, Lewis J, et al: Molecular Biology of the cell, 3rd ed. New York, Garland Publishing.

Tomado de: https://goo.gl/4dSXTz

La función de los ribosomas es efectuar la síntesis de proteínas mediante la traducción de las secuencias codificadoras contenidas en el ARNm.

Las proteínas recién sintetizadas, pueden:

- Agregarse al citoplasma (sintetizadas en los ribosomas "libres").
- Estar encerradas en algún organelo membranoso como el RER.

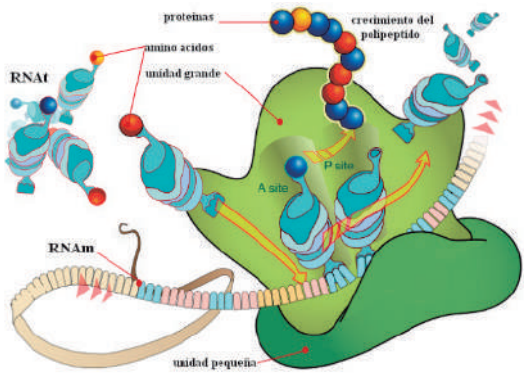


Figura 58. Ribosoma efectuando síntesis de proteínas.

Tomado de: http://goo.gl/SAJrWz

Centriolo

También llamado Cuerpo Basal, es un constituyente estructural de Centrosomas, Cilios y Flagelos. Cada Centrosoma (Centro Organizador de Micro Túbulos) tiene un par de centriolos dispuestos de manera ortogonal y rodeada de un Material PerioCentriolar (PCM), compuesto de proteínas asociadas.

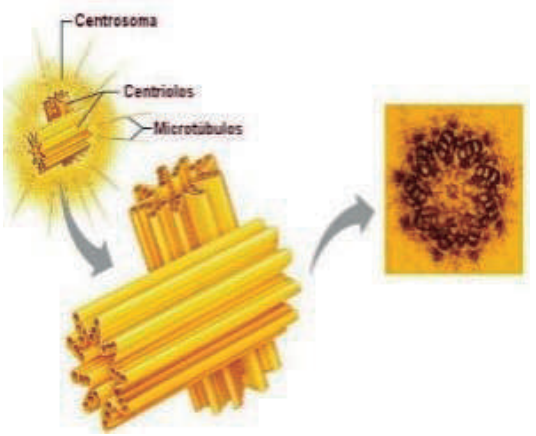


Figura 59. Estructura de un centriolo.

Tomado de: http://goo.gl/kGTvTx

El centriolo más antiguo (madre) tiene apéndices subdistales para acoplarse a microtúbulos, y apéndices distales para acoplarse a la membrana celular.

Su estructura es, por lo general, un par de cilindros citoplásmicos cortos, formados de nueve tripletes de microtúbulos (A, B, C) conectados al centro del organelo por el rayo radial. Sólo el microtúbulo A es completo y los tres se disponen en ángulo con aspecto de rehilete.

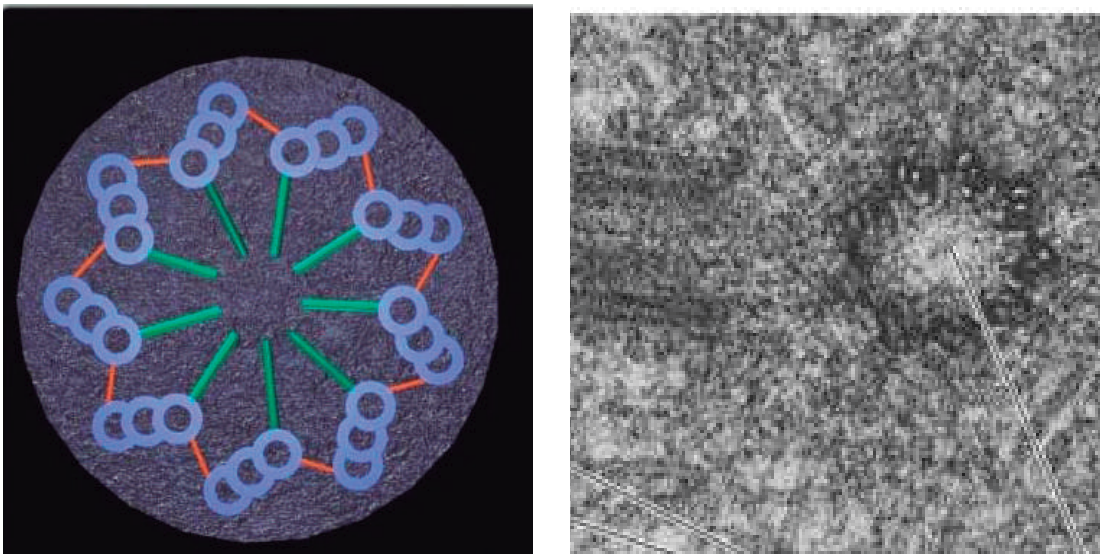


Figura 60. Disposición radial de microtúbulos.

Tomado de: http://goo.gl/gDa2MS, http://goo.gl/apVvCZ

Los centriolos miden 0,5 µm de largo y 0,2 µm de ancho. ¿Para qué sirven los centriolos?

- Son necesarios para la formación de los centros organizadores de microtúbulos, así como también son necesarios para la formación de los microtúbulos astrales (a partir de material pericentriolar) durante la división celular.

- Originan centriolos hijos durante la fase S del ciclo celular (dos pares de centriolos en el centrosoma).

Formación de cuerpos basales o cinetosomas

Los cuerpos basales o cinetosomas organizan el armado de los microtúbulos que forman los cilios y flagelos.

Cilios y flagelos

En algunas células el centriolo padre emigra y con sus apéndices distales se ancla a la membrana celular para iniciar el crecimiento de cilios y flagelos.

El esqueleto de cilios y flagelos, llamado axonema, es la continuación del cuerpo basal. La parte distal del cuerpo basal es la zona de transición.

El axonema de los cilios móviles está formado de nueve dobletes de microtúbulos con brazos de dineína y un par central de microtúbulos.

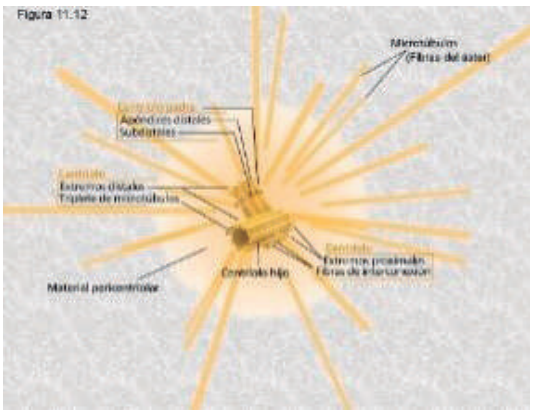


Figura 61. Originan centriolos hijos durante la fase S del ciclo celular (dos pares de centriolos en el centrosoma).

Tomado de: http://goo.gl/iVcWcN

El axonema de los cilios NO móviles está formado de nueve dobletes de microtúbulos SIN brazos de dineína NI par central de microtúbulos.

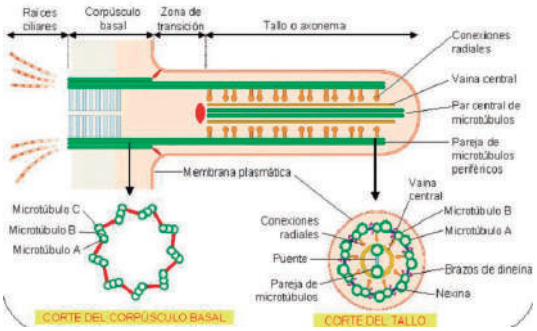


Figura 62. Estructura de cilos y flagelos.

Tomado de: http://goo.gl/wP07ht

Las funciones del centrosoma son:

1. Es el Centro Organizador de Micro Túbulos de células animales en división, ayuda a organizar los microtúbulos del huso mitótico.
2. Movilidad celular.
3. Emisión de señales.
4. Adhesión en uniones celulares
5. Coordinación de tránsito de proteínas por el citoesqueleto.
6. Adquisición de polaridad.

Núcleo

El núcleo es el centro de control de la célula eucariota, ya que dentro de él está el material genético o ADN. Esta molécula posee la información necesaria para construir a la célula y dirigir las incontables reacciones químicas necesarias para la vida y la reproducción. La mayoría de las células tienen un núcleo (uninucleadas), pero algunas tienen dos núcleos (binucleadas), o más de dos (multinucleadas), como es el caso de las células musculares estriadas que constituyen nuestros músculos.

La célula no puede sobrevivir si el núcleo se ha perdido o se ha dañado extensamente, aunque existen algunas excepciones, como la de los glóbulos rojos de los mamíferos, los cuales sobreviven durante algunos meses después de que pierden el núcleo durante el proceso de maduración, por eso se les llama células anucleadas.

En las células uninucleadas el núcleo por lo general se localiza cerca del centro, pero se puede encontrar en cualquier parte de la célula; su forma puede ser esférica u ovalada. El núcleo está constituido de cuatro partes: la envoltura nuclear, el nucleoplasma, el nucléolo y la cromatina.

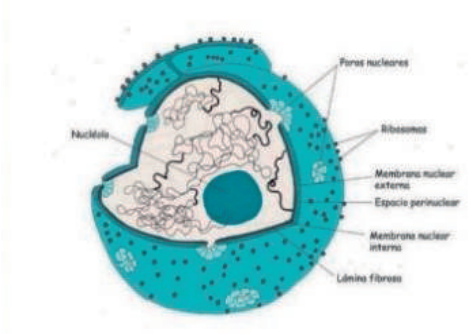


Figura 63. Estructura del núcleo.

Tomado de: http://goo.gl/P5NTHi

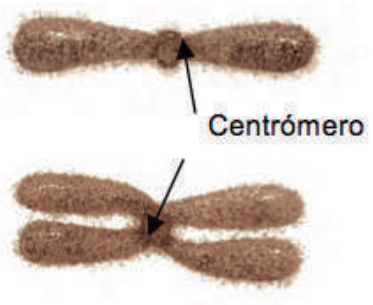
Envoltura nuclear: el núcleo está separado del citoplasma circundante por la envoltura nuclear, la cual está formada por dos membranas que poseen entre ellas un pequeño espacio (10 a 50 nanómetros), pero que a intervalos frecuentes se unen formando aberturas circulares o poros nucleares por los cuales pasan materiales hacia dentro y hacia fuera del núcleo. La envoltura nuclear posee miles de estos poros.

Nucleoplasma: es la sustancia fundamental semilíquida y rica en proteínas, localizada dentro de la membrana nuclear, en la cual se hallan suspendidos los nucléolos y la cromatina.

Nucléolo: es una estructura esférica que se encuentra en la mayor parte de los núcleos eucarióticos. Carece de una membrana propia, por lo que se encuentra rodeado del nucleoplasma. Puede haber uno o más nucléolos en el núcleo, cada nucléolo es producido por una región organizadora del nucléolo (RON), localizada en un sitio particular de un cromosoma. Los nucléolos están formados de ARN ribosomal (ARNr), proteínas, ribosomas en diversos estadíos de síntesis y ADN.

En el nucléolo se lleva a cabo la síntesis del ARNr y el ensamblaje de las dos subunidades que constituyen a los ribosomas, organelos encargados de la síntesis de las proteínas. Durante la división celular, en tanto que la cromatina se condensa en cromosomas, el material del nucléolo se dispersa volviendo a condensarse en las nuevas células hijas.

Cromatina y cromosomas: tanto la cromatina como los cromosomas se localizan dentro del núcleo y, gracias al microscopio electrónico y a los avances en biología molecular, se sabe que ambos tienen la misma composición química, ADN y proteínas, pero en diferentes etapas de condensación.



Cromosoma Sencillo

Figura 64. Cromosomas.

Tomado de: http://goo.gl/jxz4zQ

Cromosoma Doble

Cuando la célula no está dividiéndose, el ADN es una maraña de hilos delgados o hebras extendidas a través del nucleoplasma, cuando se encuentran en esta forma se le llama cromatina. Cuando la célula va a dividirse, las hebras se enrollan haciéndose más gruesas y cortas, constituyendo así a los cromosomas, los cuales pueden observarse con el microscopio compuesto de luz. Estos cromosomas condensados miden de 5 a 20 micrómetros de longitud aproximadamente, en cambio, estos mismos cromosomas, en su fase de cromatina, miden de 10 mil a 40 mil micrómetros de longitud. Los cromosomas son los portadores del material hereditario, es decir, de los genes.

La estructura de los cromosomas es sencilla, consta de un filamento de ADN y proteínas llamados cromátida; en una región de la cromátida se observa una pequeña zona circular llamada centrómero.

Antes de que la célula inicie su división, en la etapa S del ciclo celular, el ADN de la cromatina se duplica; durante la mitosis se condensa la cromatina, apareciendo entonces cromosomas dobles, los cuales tienen dos cromátidas o cromátides (hermanas) unidas por un solo centrómero.

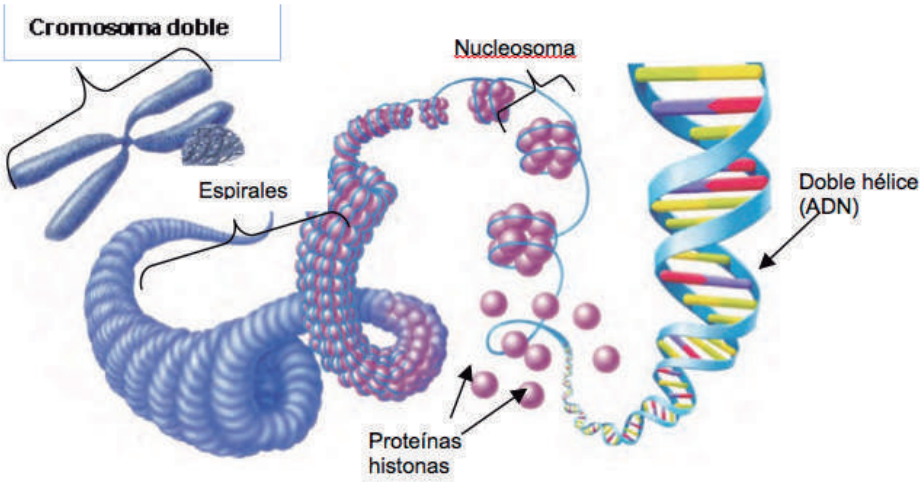


Figura 65. Condensación de proteínas. Los cromosomas eucariotas contienen ADN enrollado alrededor de unas proteínas llamadas histonas, que constituyen un nucleosoma. Estos a su vez se enrollan formando gruesas hebras, las cuales se siguen enrollando para formar una estructura compacta, es decir, un cromosoma.

Tomado de: http://goo.gl/hizcbK

En 1868, el biólogo y médico suizo, Friedrich Miescher, investigó la composición química del núcleo celular. Un año más tarde, Miescher encontró que la mitad de los materiales en el núcleo eran proteínas. El resto de los materiales nucleares no los pudo identificar, reconociendo solamente que eran sustancias ácidas y que únicamente se localizaban en el núcleo, motivo por el cual les llamó nucleína. Posteriormente, los científicos reconocieron esos materiales llamándoles ácidos nucleicos. Se identificaron dos de estas sustancias, a una de ellas se le conoce como ácido desoxirribonucleico (ADN), y a la otra, ácido ribonucleico (ARN). En 1902, Walter Sutton sugirió que la base física de la herencia son los cromosomas. Después, el trabajo de Morgan dio fuertes evidencias para apoyar esta teoría cromosómica de la herencia; sin embargo, ya se había encontrado que los cromosomas contienen cantidades iguales de ADN y proteínas. A partir de estas investigaciones surge la necesidad de precisar si los ácidos nucleicos o las proteínas son los responsables de la información contenida en los genes.

El físico Francis Crick y el biólogo James Watson propusieron, en 1953, un modelo de estructura del ADN que se conoce como "la doble hélice". Este modelo es aceptado en la actualidad como la estructura correcta del ADN.



Figura 66. Francis Crick (izquierda) y James Watson (derecha), en 1953, con un modelo tridimensional de la estructura del ADN.

Tomado de: http://goo.gl/rEkFfW

A fines de 1940, los científicos habían establecido que el ADN consiste en largos filamentos de nucleótidos. Cada nucleótido contiene un azúcar de cinco carbonos llamado desoxirribosa, un grupo fosfato y una base nitrogenada que puede ser adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C). Las purinas tienen anillos dobles, y son adenina y guanina. Las pirimidinas tienen solamente un anillo en su estructura: son la timina y la citosina.

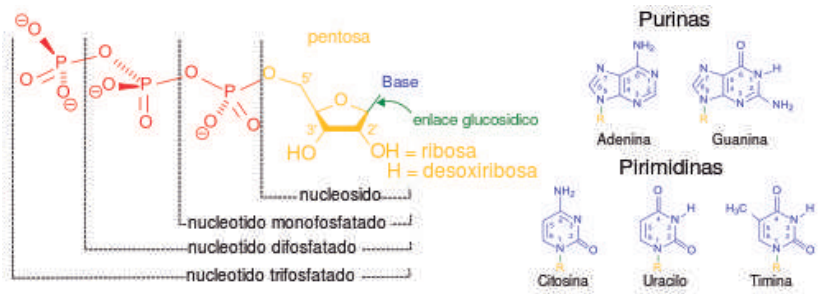


Figura 67. Un nucleótido está constituido por un grupo fosfato, una molécula de azúcar y una base nitrogenada.

Tomado de: https://goo.gl/lk0o7c

M2 Basado en Competencias

Resumen

Resumen

Características	Procariotas	Eucariotas	
		Animal	Vegetal
Membrana celular	Regula el pasaje de materiales hacia su interior y su exterior. Es una línea doble fina e interrumpida, consiste en moléculas de fosfolípidos y colesterol dispuestas con sus colas hidrofóbicas congregadas hacia adentro.		
Pared celular	Poseen, pero no contienen celulosa. Están compuestas por polisacáridos más proteínas.	No posee.	Está por fuera de la membrana y la construye la célula misma. Contienen celulosa y la poseen muchas algas.
Núcleo	Tiene ADN, pero sin envoltura nuclear.	El núcleo es un cuerpo grande, es la estructura que más se destaca dentro de la célula. Está rodeado por dos membranas que forman una envoltura nuclear. Hay cromosomas dentro de él. Es el portador de información hereditaria.	
Nucleólo	No posee.	Está rodeado por una capa de cromatina condensada y está formado por proteínas y ADN ribosomal. Su función es la síntesis de ARN ribosomal.	
Citoesqueleto	No posee.	Mantiene la forma de la célula, le permite moverse, fija sus orgánulos y dirige su tránsito. No es de estructura rígida sino que es una armazón dinámica que se modifica.	
Vacuola (Organelo)	No posee.	Posee, pero muy pequeñas o ausentes.	Tienen una gran vacuola central que está ocupada por agua y solutos, y está rodeada por una membrana simple.
Ribosomas (Orgánulo)	Posee.	Se encargan de la síntesis de proteínas; se forman a partir de los nucleótidos que forman el ARN mensajero, y también a partir de la información genética que llega en el ADN.	
Retículo endoplasmático rugoso o granular (orgánulo)	No posee.	Formado por una serie de canales que se encuentran distribuidos en el citoplasma. Permite la circulación de sustancias liberadas al citoplasma y el transporte de proteínas que se sintetizan en los ribosomas.	

Continuación

Retículo endoplasmático liso (orgánulo)	No posee.	Interviene en la síntesis de lípidos, desintoxicación, degradación de glucógeno a glucosa y sirve como conducto desde el RER hasta el Aparato de Golgi.	
Aparato de Golgi (orgánulo)	No posee.	Recibe vesículas procedentes del retículo endoplásmico, modifica sus membranas, procesa su contenido y distribuye el producto terminado a otras partes de la célula.	Reúne a algunos de los componentes de las paredes celulares y los exportan a la superficie de las células.
Lisosomas (orgánulo)	No posee.	Son bolsas de enzimas hidrolíticas envueltas en membranas que las separan del resto de la célula. Intervienen en la degradación de las proteínas, polisacáridos y lípidos.	
Peroxisomas (orgánulo)	No posee.	Participan en la oxidación de proteínas.	
Mitocondrias (orgánulo)	No posee.	Es membranoso, tiene un compartimiento de doble membrana y su número depende del tipo de célula. Son productores de energía, se lleva a cabo la respiración celular y posee adn.	
Plástidos (orgánulo)	No posee.	No posee.	Estructuras membranosas que existen en las plantas y algas. Están rodeados por dos membranas y poseen un sistema membranoso interno. Son de tres tipos: leucoplastos (almacenan almidón o a veces proteínas o aceites); cromoplastos (contienen pigmentos y le dan color anaranjado y amarillo a los frutos y flores); y cloroplastos (contienen clorofila) y en ellos tiene lugar la fotosíntesis.

Continuación

Cilios y flagelos	No posee.	Estructuras largas y finas. Poseen la misma estructura excepto por su longitud, si son cortas y numerosas son cilios, si son largas y menos numerosas flagelos. Se encuentran, por ejemplo, en algunos protozoarios y les proporcionan movimiento.	Estructuras largas y finas. Poseen la misma estructura, excepto por su longitud, si son cortas y numerosas son cilios, si son largas y menos numerosas flagelos.
Centriolos	No posee.	Son pequeños cilindros que contienen 9 tripletes de microtúbulos. Sólo existen en los grupos de organismos que contienen cilios o flagelos. Participan en los movimientos de los cromosomas y aparecen en la división celular.	No posee.

Diferencias estructurales entre ADN y ARN

	ADN	ARN
Pentosa (azúcar)	Desoxirribosa	Ribosa
Bases nitrogenadas	A, T, G, C Sin uracilo	A, U, G, C Sin Timina
Longitud de la cadena	Generalmente más largas	Generalmente más cortas
Tipo de molécula	Cadena doble con bases nitrogenadas enfrentadas A = T / C = G	Cadena simple, aunque puede sufrir plegamientos que hagan que en algún tramo se enfrenten las bases. A = U / C = G
Localización en la célula	En el núcleo celular es el componente principal de los cromosomas. En mitocondrias y cloroplastos.	En el núcleo, disperso en el nucleoplasma o concentrado en los nucléolos. En el citoplasma, disperso en el citosol o concentrado en los ribosomas.

Estabilidad	Más estable debido al enrollamiento en doble hélice.	Menos estable, pues sus moléculas no alcanzan grados de organización tan compactos como la doble hélice.

Función

ADN: almacena y transmite la información genética. Dirige el proceso de síntesis de proteínas. Constituye el material genético y forma los genes, que son las unidades funcionales de los cromosomas.

ARN: ejecuta las órdenes contenidas en el ADN, se encarga de sintetizar proteínas.

Los genes y las proteínas están estrechamente relacionados, ya que la información necesaria para que se elabore una proteína está contenida en un gen. Las proteínas se elaboran ensamblando, en forma de cadena, un número variable de eslabones que llamamos aminoácidos. Se puede elegir entre 20 aminoácidos distintos para construir las cadenas de proteínas. Cada uno de estos aminoácidos está codificado en los genes mediante tres nucleótidos consecutivos, es decir, mediante un triplete de nucleótidos al que se denomina codón. El código genético relaciona los distintos tipos de tripletes (codones) con los distintos tipos de aminoácidos. Por lo tanto, la cadena de aminoácidos que constituyen una proteína está determinada de forma unívoca por la cadena de tripletes-codones consecutivos que posee el gen. Cuando se produce una mutación en un gen, es altamente probable (aunque no siempre ocurre) que también se modifiquen la composición y propiedades de la proteína mutante correspondiente.

Vinculación del contenido con la realidad

Determinación de linaje materno: ADN Mitocondrial

Las mitocondrias son organelos intracelulares presentes en todas las células humanas (excepto en los glóbulos rojos maduros). Las mitocondrias son esenciales para la producción de energía, están presentes en el citoplasma de las células y –lo que es relevante aquí– poseen su propio ADN: el ADN Mitocondrial que consta de 16 568 nucleótidos en la llamada secuencia clásica de Anderson (o secuencia referencial de Cambridge). Todo ADN mitocondrial humano es comparado con esta primera secuenciación realizada hace unos años.

Cuando ocurre el proceso de fecundación del óvulo por el espermatozoide, sólo el núcleo del espermatozoide logra penetrar el óvulo. En consecuencia, las mitocondrias (y su ADN mitocondrial) del nuevo ser engendrado provienen exclusivamente del óvulo, es decir de la madre (Biogenómica, 2015) (aunque otros científicos mencionan que las pocas mitocondrias de origen paterno que se mezclan en el citoplasma del óvulo son destruidas y sólo quedan las maternas).

En otras palabras, **todos los seres humanos reciben ADN mitocondrial exclusivamente de su madre biológica**. Y esta característica tan especial es usada para determinar

si un individuo desciende de alguna mujer determinada. Todas las personas que tengan el mismo linaje materno deben forzosamente tener el mismo ADN mitocondrial. [...] El ADN mitocondrial es heredado estricta y exclusivamente por línea materna. Este patrón tan especial de herencia molecular permite comparar un vasto tipo de relaciones familiares maternales: hermanas, abuelas, primas, sobrinas, tías e hijas.

En una célula de hígado (hepatocito), por ejemplo, hay solo un núcleo pero alrededor de mil mitocondrias. Y cada mitocondria contiene hasta 5 copias del ADN mitocondrial. Esto significa que si algún ADN se ha de dañar, lo más probable es que lo sea el ADN nuclear pues hay solo una copia por célula y esta es muy larga. En contraste, es menos probable que se dañen las 4 ó 5 mil copias del ADN mitocondrial que hay en una sola célula y alguna 'sobreviva'.

En consecuencia, el ADN mitocondrial es una fuente resistente de ADN y se usa precisamente en casos en que el ADN nuclear se encuentre dañado y sea inutilizable en muestras de tipo forense degradadas ambientalmente como dientes, pelos, cabellos, huesos, etc. (Biogenómica, 2015).

El ADN mitocondrial se usa para construir árboles filogenéticos, como es el caso de la llamada Eva mitocondrial (en referencia a Eva, la mujer citada en La Biblia), de donde se sabe que todos los humanos descendemos de una sola mujer africana que vivió hace 200 mil años. Siendo el fundamento de la teoría Fuera de África, en la que se plantean las rutas migratorias de los descendientes de Eva mitocondrial, para poblar el mundo.

Acción de las tetraciclinas en las células

Al conjunto de antibióticos obtenidos a partir de varias subespecies de la bacteria Streptomices (clortetraciclina, oxitetraciclina, tetraciclina), o bien por semisíntesis de (Tetraciclina, demeclociclina, metaciclina, doxiciclina y minociclina), se les denomina tetraciclinas.

Su espectro es amplio, ya que actúan sobre bacilos y cocos Gram (+), bacilos Gram (-) [H. influenzae, Brucella, Legionella pneumophyla, Helicobacter pilory, Borrelia recurrentis], así como sobre Rickettsia, Mycoplasma, Chlamydia y Espiroquetas.

Estos antibióticos son usados como primera elección en varias enfermedades como: cólera, brucelosis, infecciones por Rickettsias, Chlamydia y Espiroquetas. Alternativa en infecciones por Legionella y Micoplasma. Tratamiento del acné grave. Entran al citoplasma por difusión pasiva o transporte activo. Una vez allí, se une a la subunidad 30S del ribosoma de las bacterias bloqueando la fijación del aminoacil-ARNt al sitio aceptor (A) del complejo formado por el ARNm y la subunidad 50S del ribosoma. De esta forma, actúan como bacteriostáticos al impedir la adición de nuevos aminoácidos a la cadena peptídica en crecimiento (UAM, 2015).

Defectos de los lisosomas

Los defectos producen las enfermedades denominadas lisosomales. En ellas, las macromoléculas no se degradan y se almacenan dentro de los lisosomas, haciendo que aparezcan como grandes vesículas en el citoplasma. Ocurren por deficiencia de

enzimas o de algunas de sus subunidades, de sus activadores, de sus transportadores o del marcaje para dirigirlas a los lisosomas.

Las macromoléculas que quedan almacenadas en los lisosomas son: glicolípidos, esfingomielina, triglicéridos, glucosaminoglicanos, glucógeno, glicoproteínas, cistina (aminoácido), ácido siálico (Medicina molecular, 2015).

La enfermedad de Gaucher es un ejemplo por acúmulo de glicoesfingolípidos en los lisosomas. Nuestros cuerpos contienen miles de sustancias activas llamadas enzimas. En individuos sanos, la enzima glucocerebrosidasa ayuda al organismo a degradar un cierto tipo de molécula grasa: glucocerebrósido o glucosilceramida (están formados por la unión de una ceramida [esfingoscina + ácido graso] con azúcares). Las personas con la enfermedad de Gaucher no tienen cantidades suficientes de esta enzima. Como resultado, un tipo de células: los macrófagos de todo el organismo se llenan de esta grasa no digerida. Estas células se conocen como células de Gaucher (Genzyme, 2015).

Los órganos donde se acumula la sustancia grasosa son el bazo, hígado, pulmones, huesos y, a veces, en el cerebro.

Existen tres tipos:

Tipo 1: esta es la forma más común y causa un agrandamiento del hígado y el bazo, dolor y fracturas de huesos y, a veces, problemas en los pulmones y riñones. No afecta al cerebro. Puede ocurrir a cualquier edad.

Tipo 2: este tipo causa daño cerebral grave y aparece en recién nacidos. La mayoría de los niños fallece antes de los dos años.

Tipo 3: en este tipo puede haber agrandamiento del hígado y bazo. El cerebro se ve afectado poco a poco. En general, comienza en la niñez o adolescencia.

La enfermedad de Gaucher no tiene cura. Las opciones de tratamiento para los tipos 1 y 3 incluyen medicamento y terapia de sustitución de las hormonas, que suele ser muy eficaz.

No hay un buen tratamiento para el daño cerebral causado en los tipos 2 y 3 (Medline, 2015).

¿Qué es la PCR?

La palabra PCR corresponde a las siglas inglesas de la Reacción en Cadena de la Polimerasa. La reacción de la PCR permite copiar muchas veces un fragmento específico de ADN (amplificación). El ADN posee dos cadenas complementarias que llevan la misma información y para copiarlo es necesario separar físicamente las dos cadenas y utilizar cada una de ellas como molde (plantilla que sirve de modelo a modo de espejo) para sintetizar la otra. Dicha operación la realiza una enzima llamada ADN polimerasa, que en este caso es resistente a las elevadas temperaturas que se emplean en la etapa de separación de las dos cadenas de

ADN en cada ciclo de copiado. Para que la ADN polimerasa inicie la copia de las cadenas de ADN se requieren dos "cebadores", que son pequeños fragmentos de ADN complementarios a los extremos de ambas cadenas y que al pegarse al ADN actúan como un primer eslabón de la cadena para que se inicie su copia. Estos cebadores confieren especificidad al proceso de amplificación y por eso el diseño de los cebadores requiere conocer la secuencia del ADN específico que se va a amplificar.

La reacción se realiza mediante la repetición (20-40 ciclos) del proceso de copia, de forma que la amplificación se produce de manera exponencial, obteniéndose al final del proceso 2n copias del fragmento de ADN (donde "n" es el número de ciclos que se realizan). El objetivo de la PCR es la obtención de gran cantidad de dicho fragmento de ADN con finalidades que pueden ser muy diversas como la detección del ADN, su secuenciación, o su clonación.

Autoevaluación

Autoevaluación

1. Una célula eucariótica:

a) Tiene núcleo definido y ADN.
b) No tiene núcleo definido pero sí ADN.
c) Es una célula evolucionada.
d) A y B.
e) A y C.

2. El Retículo Endoplásmico Liso es un organelo celular formado por cisternas, tubos aplanados y sáculos membranosos, que forman un sistema de tuberías que participan en el transporte celular y en la síntesis de triglicéridos.

a) No sabe / No contesta.
b) No hay relación entre la primera y la segunda frase.
c) La segunda frase es verdadera y la primera es falsa.
d) La primera frase es verdadera y la segunda es falsa.
e) Las dos frases son verdaderas.
f) Las dos frases son falsas.

3. Los lisosomas son organelos relativamente grandes, formados por el Retículo Endoplásmico Rugoso (RER) y luego empaquetadas por el complejo de Golgi, que contienen enzimas hidrolíticas y proteolíticas que sirven para:

a) El lisosoma es indispensable para la célula y cumple una función nutricional.
b) El aparato de Golgi y el Retículo Endoplasmático son indispensables para el proceso de nutrición.
c) Ninguna de las anteriores.
d) A y B son verdaderas.

4. Los plastos, plástidos o plastidios son organelos celulares eucarióticos, propios de las plantas y algas. Su función principal es la producción y almacenamiento de importantes compuestos químicos usados por la célula.
a) Cloroplastos.
b) Rodoplastos.

5. Los plastos, plástidos o plastidios son orgánulos celulares eucarióticos, propios de las plantas y algas. Su función principal es la producción y almacenamiento de importantes compuestos químicos usados por la célula.

a) Rodoplastos.
b) Amiloplastos.
c) Rodoplastos.
d) Ninguna de las anteriores.

6. Es una estructura laminar formada por fosfolípidos anfipáticos (con cabeza hidrofílica y cola hidrofóbica) y proteínas que engloban a las células. La delimita, le da forma y contribuye a mantener el equilibrio:

a) La pared celular.
b) La membrana celular.
c) La membrana nuclear.
d) Los plasmodesmos.
e) No sabe / No contesta.

7. Son los organelos que se encuentran en el interior de casi todas las células eucarióticas, y cuya función es la de generar la energía que la célula necesita para desarrollar su trabajo metabólico y funcional.

a) Lisosomas.
b) Ribosomas.
c) Mitocondrias.
d) Vacuolas.

8. Son utilizados como mecanismos de locomoción y para la captura de alimento:

a) Cilios.
b) Flagelos.
c) A y B.
d) Ninguna de las anteriores.

9. El Aparato de Golgi:

a) Serie de sacos planos y membranosos de naturaleza química lipoproteica.
b) Se localiza en el citoplasma, cerca del núcleo.
c) Almacena sustancias como lípidos y proteínas y secreción de ellas.
d) Todas las anteriores.
e) Ninguna de las anteriores.

10. Participa activamente en la síntesis de proteínas, bajo la forma de ácido ribonucleico ribosomal (ARNr).

a) Vacuola.
b) Rodoplasto.
c) Núcleo.
d) Ribosoma.

11. El centriolo: durante la división celular el centriolo se divide y da origen a los ásteres, de los cuales se producen las fibras del huso acromático.

a) Está en el núcleo.
b) A y B son falsas.
c) A y B son verdaderas.

12. Estructura rígida compuesta por polisacárido estructural llamado celulosa en las células vegetales.

a) Membrana celular.
b) Membrana nuclear.
c) Rodoplastos.

Bibliografía y mesografía



- Alexander Peter, Mary Jean Bahret, Judith Chaves, Gary Courts, Naomi (1992), Biología, New Jersey, Prentice Hall.
- Arana Federico (1984), *Biología I. Los seres vivos como unidad*, Mc Graw-Hill, México,
- Becker, Wayne M., Lewis J. Kleinsmith, Jeff Hardin, Gregory Paul Bertoni (2007), *El mundo de la célula*, Madrid, Pearson Educación.
- Bettencourt-Dias, Mónica (2013), "¿Quién necesita un centrosoma?" en: *Biología, Revista Boletín Biológica*, no. 11:28, pp. 26-35, año 7.
- Biogenómica (2015), "Determinación del Linaje Materno: ADN Mitocondrial", disponible en: http://biogenomica.com/dete-mater.htm, consultado el 19 de julio de 2015.
- Curtis, Helena, N. Sue Barnes, Schneck, Graciela Flores (2000), *Biología*, Buenos Aires, Médica Panamericana.
- Fried, George H., et al. (1991), *Biología*, Mc Graw-Hill, México.
- Genzyme (2015), "Células de Gaucher", disponible en: http://goo.gl/klms1Q, consultado el 20 de julio de 2015.
- Kimball, John W. (1986), *Biología celular*, México, Addison-Wesley Iberoamericana.
- Martínez, Mercedes, et al. (1992), *Maravillas de la biología*, Pedagógicas, México, D.F.
- Medicina molecular, FIBAO (2015), "Una perspectiva molecular en medicina", disponible en: http://goo.gl/7kZRks, consultado el 19 de julio de 2015.
- MedlinePlus (2015), "Enfermedad de Gaucher", disponible en http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/gauchersdisease.html, consultado el 19 de julio de 2015.
- Nason, Alvin (1980), *Biología*, Limusa, México.
- Nelson, Gideon E. (1991), *Principios de Biología*. Enfoque Humano, Limusa, México, D.F.
- Ross, Michael H., Wojciech Pawlina (2009), *Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular*, Médica Panamericana, Buenos Aires.
- Sherman & Sherman (1992), *Biología: Perspectiva Humana*, México, Mac Graw-Hill.
- Ville, Claude A., Eldra Pearl Solomon y P. William Davis (1987), *Biología*, México, Iberoamericana.
- UAM (Universidad Autónoma de Madrid) (2015), "Tetracidinas, cloranfenicol y antibióticos polipeptídicos", curso 3 de farmacología no. 65-1, España, disponible en: http://goo.gl/61PZ17, consultado el 16 de julio de 2015.

M 2 Basado en Competencias

2.4 Transporte molecular a través de la membrana celular

Objetivo: relacionar los conceptos de la membrana celular con los mecanismos de difusión a través de la misma, comprendiendo su importancia en los procesos metabólicos.

Rescate de conocimientos previos

Realiza el siguiente experimento:

1. En tu casa, coloca una rebanada de lechuga en agua con sal y otra sólo en agua. Déjalas en reposo por la noche y a la mañana siguiente llévalas en recipientes separados a tu clase.
2. Observa las diferencias entre ellas y comenta con tus compañeros algunas hipótesis para explicar estas diferencias.
3. Relaciona tus hipótesis con las formas de transporte a través de la membrana celular.

Desarrollo

Desarrollo del contenido

Para poder vivir y crecer, las células necesitan recibir constantemente nutrimentos y eliminar las sustancias de desecho antes de que se acumulen en ella y le causen daño. Las células también secretan sustancias, como algunas hormonas. Todos los nutrimentos, desechos y secreciones deben pasar a través de la membrana.

Hay tres formas generales por medio de las cuales las sustancias atraviesan la membrana plasmática:

- Transporte pasivo.
- Transporte activo.
- Transporte mediado por vesículas.

Transporte pasivo

Es el movimiento de sustancias a través de la membrana plasmática en el que no se requiere energía por parte de la célula. El transporte pasivo depende de la energía cinética de las partículas de la materia (átomos, iones, moléculas) que las mantiene en constante movimiento. En los sólidos, las partículas vibran en un solo sitio; en cambio, en los líquidos y en los gases se mueven de un sitio a otro al azar, es decir, se mueven en línea recta hasta que chocan con otras partículas, rebotan entre ellas y cambian de dirección.

Durante el transporte pasivo, las sustancias se mueven de un medio de mayor concentración a uno de menor concentración, es decir, a favor de un gradiente de concentración. Un gradiente de concentración es una medida de la diferencia en la concentración de una sustancia en dos regiones.

Son mecanismos de transporte pasivo la difusión simple, la ósmosis y la difusión facilitada.

Difusión

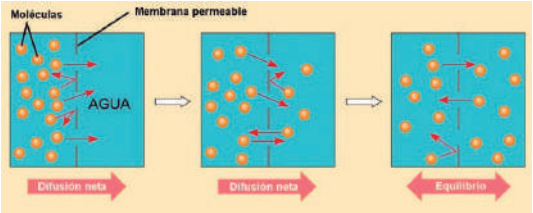


Figura 68. Difusión.

Tomado de: http://goo.gl/LLN3TH

La difusión es el movimiento de las partículas de una región de mayor concentración a otra de menor concentración, producida por el gradiente de concentración. Puede ocurrir dentro de un líquido o de un gas, o a través de una barrera como una membrana.

Difusión simple

Muchas moléculas atraviesan la membrana plasmática por difusión debido a las diferencias de concentraciones entre el citoplasma de la célula y su medio externo. Entre las moléculas que pasan por difusión están las de agua, oxígeno, bióxido de carbono y las solubles en lípidos.

Al proceso de difusión de moléculas a través de la membrana plasmática se le llama difusión simple.

El agua, el oxígeno molecular y el bióxido de carbono pasan a través de los espacios que hay entre las moléculas que forman la membrana. Las sustancias solubles en lípidos, como el alcohol etílico y la vitamina A, pasan a través de la membrana disolviéndose en ella.

Ósmosis

Es la difusión del agua a través de una membrana selectivamente permeable, desde una región donde está más concentrada a una donde está menos concentrada. Las células no tienen control sobre la ósmosis. La dirección en la cual se difunde el agua depende sólo de la concentración de las moléculas de agua fuera y dentro de la célula. En su mayor parte, las membranas celulares son permeables al agua.

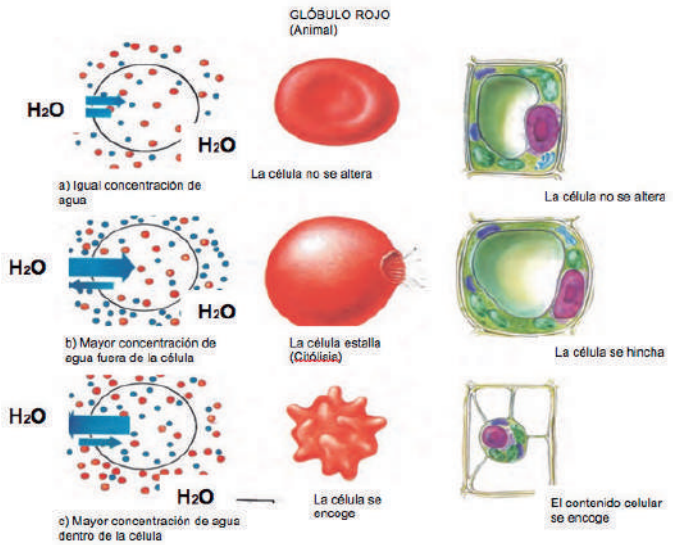


Figura 69. Ósmosis.

Tomado de: https://goo.gl/HX8tnb

Todas las células contienen sustancias disueltas en su citoplasma como sales, azúcares, proteínas, etc., por lo que el flujo de agua por la membrana dependerá de la concentración de agua en el líquido que rodea a las células. Veamos cómo afecta este proceso a la célula de una planta. Si la solución que rodea a la célula tiene una concentración más alta de moléculas de agua que el contenido de la célula, las moléculas de agua entrarán a la célula y causarán una presión dentro de ella llamada turgencia. Esto provoca que la célula se ponga rígida, permitiendo que tejidos suaves de la planta, como los pétalos, hojas y tallos tiernos, se mantengan firmes. En cambio, si la solución que rodea a la célula tiene una concentración de agua menor que dentro de la célula, el agua difundirá hacia fuera de ella, perdiéndose la turgencia. Esto causa que el contenido celular se encoja y los tejidos suaves de la planta se marchiten.

Difusión facilitada

Muchas sustancias necesarias para la célula, como los iones (K+, Na+, Ca^{2}+), los monosacáridos y los aminoácidos, a pesar de estar en mayor concentración fuera de la membrana plasmática, no pueden atravesarla, ya que son sustancias insolubles en lípidos o demasiado grandes para abrirse paso a través de ella. Entonces, ¿cómo pasan a través de la membrana plasmática? Estas moléculas pueden atravesar y difundirse sólo con la ayuda de las proteínas de transporte: las proteínas de canal y las proteínas portadoras. La difusión de moléculas a través de la membrana plasmática con moléculas de transporte se conoce como difusión facilitada.

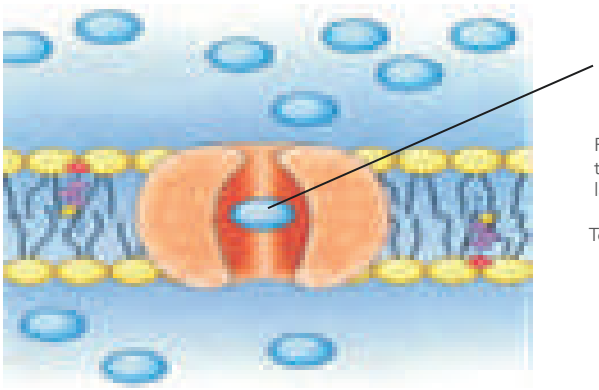


Figura 70. Las proteínas de canal proporcionan un pasaje a través de los cuales partículas como los iones pueden atravesar la membrana.

Tomado de: https://goo.gl/bsxCrT

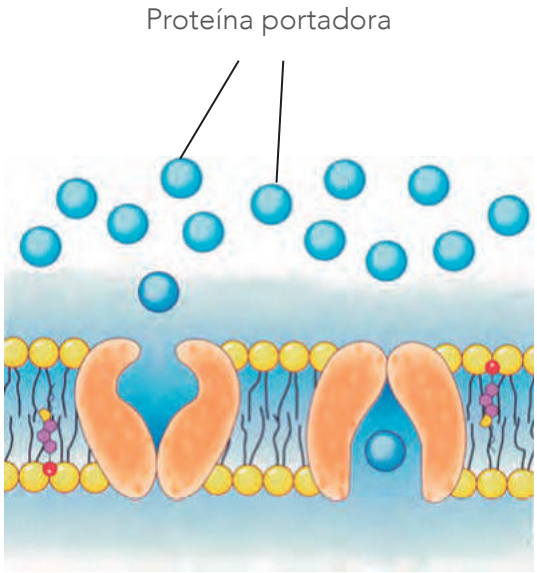


Figura 71. Las proteínas portadoras tienen sitios de unión para moléculas específicas.

Tomado de: https://goo.gl/KR83YW

Las proteínas de canal forman poros permanentes o canales en la bicapa lipídica, por medio de los cuales ciertos iones pueden atravesar la membrana. Las proteínas portadoras cambian su forma, haciendo que la molécula pase a través de la parte central de la proteína hacia el otro lado de la membrana. Las proteínas portadoras son muy específicas, cada una de ellas tiene un punto de unión característico por el que se une a una clase particular de molécula, pero no a otra, que podría ser casi idéntica. La unión entre la proteína portadora y la molécula transportada es transitoria.

Después de que la molécula ha pasado al otro lado de la membrana, la proteína portadora queda libre y puede empezar un nuevo ciclo para ayudar a otras moléculas de esta sustancia a cruzar la membrana. Las moléculas que utilizan este mecanismo de transporte son los aminoácidos, los monosacáridos como la glucosa y algunas proteínas pequeñas. Recuerda que en la difusión facilitada las moléculas se mueven a favor de un gradiente de concentración, es decir, de una región de mayor concentración a otra de menor concentración.

Transporte activo

Todas las células necesitan introducir o eliminar algunas sustancias en contra de su gradiente de concentración (de una región de menor concentración a una de mayor). Como el movimiento es opuesto a la dirección normal de la difusión, la célula usa energía proporcionada por la molécula de ATP (Trifosfato de adenosina). Este proceso se conoce como transporte activo. Este transporte ocurre con la ayuda de otro tipo de proteínas de transporte, las cuales poseen dos sitios activos, uno al que se unirá la molécula que se va a transportar y otro para que se una el ATP. Este último cede energía a la proteína, haciendo que ésta cambie de forma y mueva la molécula al otro lado de la membrana. Una vez liberada la molécula, la proteína de transporte recupera su forma original y puede seguir repitiendo el proceso.

Un ejemplo de transporte activo es el paso del yodo de la sangre hacia la glándula tiroides. También hay evidencias de que la glucosa, los aminoácidos y algunos iones pasan a las células por este tipo de transporte.

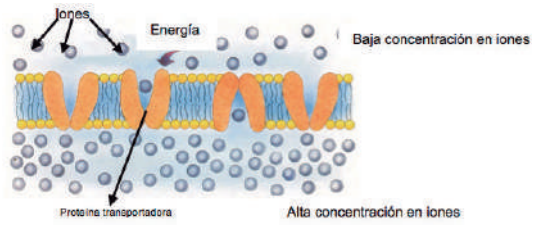


Figura 72. En el transporte activo, la energía es usada para modificar la forma de una proteína transportadora. Este cambio permite el movimiento de un ión o molécula a través de la membrana desde una región de concentración más baja a una de mayor concentración.

Tomado de: https://goo.gl/KR83YW

Transporte mediado por vesículas: endocitosis y exocitosis

En los procesos de transporte anteriores se ha visto cómo las moléculas pequeñas pasan a través de la membrana plasmática, pero las células también pueden introducir materiales grandes que no pueden pasar a través de la membrana, por un proceso llamado endocitosis (que en griego significa "dentro de la célula"). Hay dos tipos de endocitosis: la pinocitosis y la fagocitosis. En ambos procesos los

materiales son introducidos en la célula en un saco membranoso llamado vesícula. En la pinocitosis la célula introduce líquidos dentro de vesículas pequeñas, mientras que en la fagocitosis la célula introduce materiales grandes y sólidos, como los microorganismos dentro de vesículas grandes.

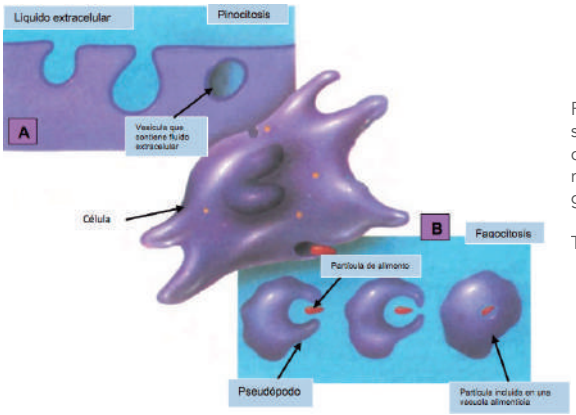


Figura 73. a) Pinocitosis: una parte de la membrana plasmática se hunde, conteniendo líquido extracelular, y lo introduce en el citoplasma como una vesícula. b) Fagocitosis: los pseudópodos rodean una partícula, los extremos se fusionan, formando una gran vesícula (vacuola alimenticia) que contiene a la partícula.

Tomado de: https://goo.gl/KR83YW

Casi todas las células eucariotas, tanto las de organismos unicelulares como las de animales multicelulares, introducen constantemente líquidos mediante la pinocitosis. En cambio, la fagocitosis sólo se ha observado en algunos organismos unicelulares, como la ameba, y en células animales, como los leucocitos, que son células de la sangre que se encargan de defender al organismo, fagocitando las bacterias patógenas o dañinas que han penetrado a él. Por ejemplo, un leucocito llamado macrófago emite extensiones de su membrana llamadas pseudópodos (en latín: "falso pie"). Los pseudópodos rodean a la bacteria, los extremos se fusionan formando una vesícula grande (vacuola alimenticia) que engloba a la bacteria. La vacuola alimenticia se fusiona con lisosomas cuyas enzimas digieren a la bacteria. Este mismo proceso es llevado a cabo por los organismos unicelulares para obtener nutrimentos.

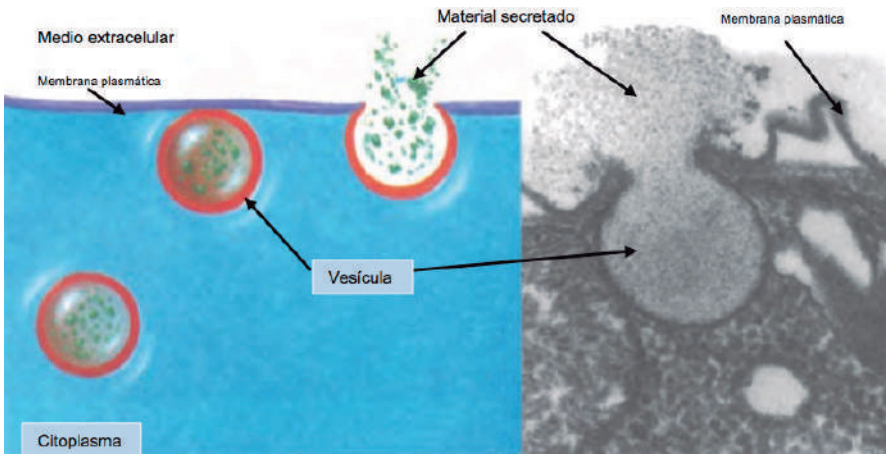


Figura 74. Exocitosis. Esquema (izquierda) y micrografía electrónica (derecha) sobre la exocitosis. El material que va a ser expulsado de la célula se encuentra dentro de una vesícula que se mueve hacia la superficie celular.

Tomado de: http://goo.gl/Pa4BHI

La exocitosis es el proceso contrario a la endocitosis, consiste en la salida de sustancias de la célula hacia el fluido extracelular a través de una vesícula que se origina en el Aparato de Golgi y que, al fusionarse con la membrana plasmática, se abre liberando su contenido. Por exocitosis, la célula expulsa productos de desecho obtenidos de su actividad o sustancias que normalmente secreta, como las hormonas y las enzimas, que serán útiles en algún otro sitio del organismo.

Resumen


Resumen

Las células se encuentran en contacto con el medio e interactúan con él a través de la membrana citoplasmática. Este contacto se verifica por el ingreso de sustancias nutritivas para realizar las diferentes funciones, además de la eliminación de las sustancias de desecho o la secreción de moléculas específicas. El intercambio de sustancias se realiza a través de la membrana plasmática y por diferentes mecanismos:

A. Transporte pasivo: se trata de un proceso que no requiere energía, pues las moléculas se desplazan espontáneamente a través de la membrana a favor del gradiente de concentración, es decir, desde una zona de alta concentración de solutos a otra zona de más baja concentración de solutos. Aquellas moléculas pequeñas y sin carga eléctrica, como el oxígeno, dióxido de carbono y el alcohol, difunden rápidamente a través de la membrana mediante este mecanismo de transporte.

El transporte pasivo puede ser mediante difusión simple y difusión facilitada. En el primero, la difusión de las sustancias es directamente a través de las moléculas de fosfolípidos de la membrana plasmática. En el segundo, difusión facilitada, el transporte de las moléculas es ayudado por las proteínas de la membrana plasmática celular.

B. Transporte de agua: el transporte de agua a través de la membrana plasmática ocurre por un mecanismo denominado ósmosis, donde esta sustancia se desplaza libremente a través de la membrana sin gasto de energía, ya que lo hace de una zona de mayor concentración a una de menor concentración, es por esto que a la ósmosis se le considera como un mecanismo de transporte pasivo. Pero este movimiento está determinado por la presión osmótica, la que es producida por la diferencia de concentraciones de soluto entre el medio intracelular y extracelular.

C. Transporte activo: en este caso, el transporte ocurre en contra del gradiente de concentración y, por lo tanto, la célula requiere de un aporte energético (en forma de ATP, molécula rica en energía). En el transporte activo participan proteínas transportadoras que se encuentran en la membrana celular, cuya función es permitir el paso de la sustancia al interior o exterior de la célula.

Los mecanismos ya mencionados no permiten el ingreso de grandes moléculas, como proteínas o polisacáridos, es por esto que existen otros mecanismos de transporte que sí lo hacen como la endocitosis y exocitosis.

D. Endocitosis: es un mecanismo donde se incorporan diferentes tipos de sustancias al interior de la célula. Para que se produzca este ingreso, la membrana celular se debe invaginar, formando una pequeña fosa en la cual se agregarán las moléculas a incorporar; por último, la membrana terminará por rodear completamente las moléculas, formando una vesícula que es incorporada al interior de la célula. Según el tipo de molécula incorporada, existirán dos tipos de endocitosis: en la pinocitosis se agregan vesículas con fluidos y diámetros pequeños, en la fagocitosis se incorporan grandes vesículas, las que llevan restos celulares o microorganismos.

E. Exocitosis: es un mecanismo donde se eliminan ciertas macromoléculas en vesículas de secreción, las cuales, al llegar a la membrana, se fusionan con ésta y vierten su contenido al medio extracelular. Como la endocitosis y la exocitosis consideran una participación activa de la membrana, ya sea cuando se incorporan o eliminan grandes moléculas, necesitan de un aporte energético en forma de ATP.

Vinculación del contenido con la realidad

Deshidratación osmótica de frutas

La Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal.

Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto. Este método permite obtener productos de humedad intermedia, los cuales pueden ser tratados posteriormente por otros métodos. Esta combinación permite aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales de los productos tratados. Requiere equipos de bajo costo y las sustancias utilizadas como solutos son de origen natural y de fácil adquisición en el mercado (sacarosa, glucosa, fructosa, entre otras) permitiendo que pequeños procesadores puedan acceder a ella por los bajos costos de inversión. En algunos casos es posible el consumo inmediato del producto, según el tipo de soluto utilizado como agente osmodeshidratante.

Difusión

- Cuando aplicamos un desodorante en aerosol en una habitación o nuestro cuerpo.
- Cuando abrimos un frasco de perfume, o de cualquier otro líquido volátil, podemos olerlo rápidamente en un recinto cerrado. Las moléculas del líquido, después de evaporarse, se difunden por el aire, distribuyéndose en todo el espacio circundante.
- Cuando colocamos un terrón de azúcar en un vaso de agua, las moléculas de sacarosa se difunden por toda el agua.

- Cuando agregamos algún líquido limpiador al agua con la que limpiaremos el piso.

Ósmosis

- Las plantas absorben agua y la turgencia de las hojas se debe al pasaje de agua por ósmosis hacia las células y sus vacuolas.
- La ósmosis inversa se usa para desalinizar el agua y obtener agua potable para consumo.
- Durante la formación de la orina, por ejemplo, el agua pude movilizarse hacia la sangre o hacia el nefrón (en el riñón) por este mecanismo, haciendo que la orina sea más o menos concentrada.
- Mediante ósmosis inversa también pueden producirse jugos concentrados, concentrar el suero lácteo, entre otras.
- El agua que sale de las células hacia el espacio extracelular se difunde por ósmosis hacia los capilares sanguíneos y se incorpora a la sangre. Si la presión aumenta en la sangre, el agua puede ir hacia las glándulas sudoríparas para ser eliminada por medio del sudor.

Aplicación de conceptos

- Comenta qué le pasaría a una célula si la membrana fuera permeable a todas las moléculas.

_____.

- ¿Por qué las moléculas solubles en lípidos, como las del alcohol, pasan rápidamente a través de las membranas?

_____.

- Puede haber ósmosis entre los tejidos y las células muertas, pero el transporte activo puede ocurrir solamente en las células vivas. Explica por qué.

_____.

- Si se tomara una muestra de tejido de las piernas de un corredor de maratón y de una papa, ¿cuál tendría una mayor densidad de mitocondrias? ¿por qué?

_____.

- ¿En qué forma pueden la fotosíntesis y la respiración considerarse como procesos complementarios?

_____.

- Predice qué le pasaría a la atmósfera terrestre si desaparecieran las plantas verdes. ¿Qué efecto tendría esto sobre la vida animal?

_____.

Bibliografía

Bibliografía y mesografía

- Alonso, E. (2004), *Biología. Un enfoque integrador*, 2ª edición. México, McGraw Hill.
- Barnes, S. y Curtis, H. (2000), *Biología*, Buenos Aires, Médica Panamericana.
- Chamorro, M. (2011), *Biología I*, Nueva Imagen, México.
- Muñiz, E. (2010), *Biología*, 4ª edición, México, McGraw Hill.
- Ville, Claude A., Eldra Pearl Solomon y P. William Davis (2000), Biología, México, Iberoamericana.
- Prepa UNIVAS (2015), *Libro de Biología I*, disponible en: prepaunivas.edu.mx/v1/images/pdf/libros/biologia_II.pdf, consultado el 3 de agosto de 2015.

2.5. Ciclo celular

(Duplicación de ADN, síntesis de ARN, síntesis de proteínas)

2.5.1 División celular

Objetivo: describir la secuencia y características del ciclo celular. Conocer los mecanismos de reproducción sexual y asexual en organismos (unicelulares, animales y plantas). Comprender los principios de la herencia de caracteres mendelianos.

Rescate de conocimientos previos

Investiga y responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede en nuestro cuerpo para poder cerrar una herida?
- ¿Cómo es posible que de la unión de dos células nazca un bebé de millones de células?
- ¡100 billones de células en mi cuerpo! ¿Cómo se producen?
- Somos hermanos, pero diferentes. ¿Por qué?

Desarrollo

Desarrollo del contenido

Ciclo celular

Replicación del ADN

El modelo propuesto por Watson y Crick explica cómo se autoduplica el ADN, el cual, en los cromosomas, hace copias de sí mismo durante la interfase, previo a la división celular.

Al inicio de la replicación, las dos cadenas del ADN se desenrollan; las enzimas rompen los enlaces de hidrógeno que unen los pares de bases del ADN. Las dos cadenas de nucleótidos se separan de manera parecida a la acción de un cierre que se abre. Cada cadena original sirve como patrón o molde para la formación de

una cadena hija complementaria. La nueva cadena se forma con los nucleótidos libres que han sido sintetizados previamente en el núcleo. Una enzima llamada ADN polimerasa se mueve a lo largo de la cadena original del ADN, uniendo las bases de la cadena con las bases complementarias de los nucleótidos libres. La adenina se enlaza con la timina y la citosina con la guanina. Este proceso realizado por la ADN polimerasa se lleva a cabo en las dos cadenas originales. Los enlaces también se forman entre los azúcares y fosfatos de los nucleótidos adyacentes El resultado de la réplica es la formación de dos moléculas de ADN idénticas a la original. Este proceso de replicación del ADN se le conoce como réplica semiconservadora, ya que cada molécula de ADN posee o conserva una cadena del ADN original y una recién sintetizada.

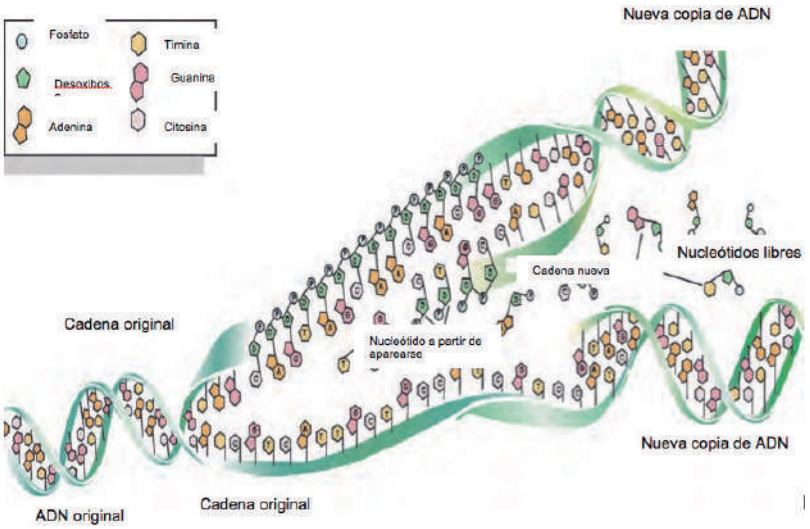


Figura 75. Replicación de ADN

Tomado de: http://goo.gl/ZBcw0Y

ADN y proteínas

La cuestión de cómo los genes controlan la célula fue investigada antes de que los científicos supieran que los genes estaban constituidos de ADN. En 1941, mediante una serie de experimentos, algunos científicos habían llegado a la conclusión de que cada gen, de alguna manera, controla la producción de un tipo de enzima. Esto dio origen a la hipótesis "un gen, una enzima". Recuerda que las enzimas regulan todas las reacciones químicas que ocurren en la célula.

Actualmente, los científicos saben cómo el ADN controla la elaboración o síntesis de todas las proteínas celulares, no sólo de las enzimas. La hipótesis anterior ahora es "un gen, una proteína". En otras palabras, un gen es un segmento de ADN que contiene la información necesaria para sintetizar una proteína.

ARN: estructura y transcripción

Como recordarás, el ADN de las células eucariotas está en el núcleo y la síntesis de proteínas se lleva a cabo en los ribosomas, localizados en el citoplasma de la célula. Por lo tanto, el ADN no puede dirigir directamente la síntesis de proteínas. Existe una molécula intermediaria que es un segundo tipo de ácido nucleico, el ARN o ácido ribonucleico.

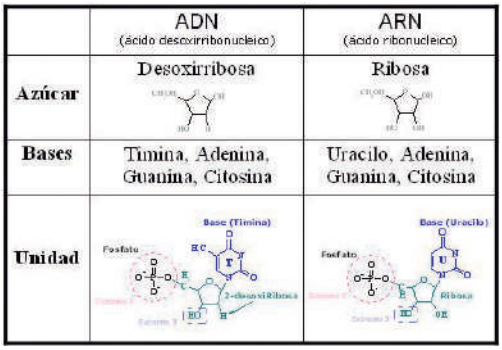


Figura 76. El ARN difiere del ADN en tres aspectos: primero su azúcar es la ribosa; segundo, contiene uracilo en lugar de timina, y tercero está constituido por una sola cadena.

Tomado de: http://goo.gl/9Aq36s

El ARN se parece al ADN, ya que también está estructurado por un azúcar, un grupo fosfato y bases nitrogenadas. La diferencia está en que el ARN es una sola cadena de nucleótidos; el azúcar es la ribosa y, en lugar de la base timina (T), tiene la base uracilo (U).

Existen cinco tipos distintos de ARN, los cuales están involucrados en la síntesis de proteínas. La elaboración de proteínas es llamada síntesis proteica. El primero, el ARN mensajero (ARNm), lleva las instrucciones codificadas para elaborar una proteína desde el ADN en el núcleo hasta los ribosomas en el citoplasma. El segundo, el ARN de transferencia (ARNt), acarrea los aminoácidos a los ribosomas, ordenadamente, según la secuencia en que deben aparecer en la nueva proteína. El tercer tipo es el ARN ribosomal (ARNr), que constituye, junto con otras proteínas, a los ribosomas.

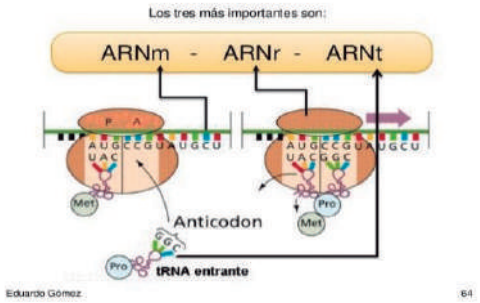


Figura 77. Tipos de RNA.

Tomado de: http://goo.gl/ZFlw1S

A partir del ADN, la célula va a sintetizar las miles de proteínas diferentes que se requieren para el funcionamiento celular. Para esto se deben revisar dos procesos fundamentales, que son la transcripción y la traducción.

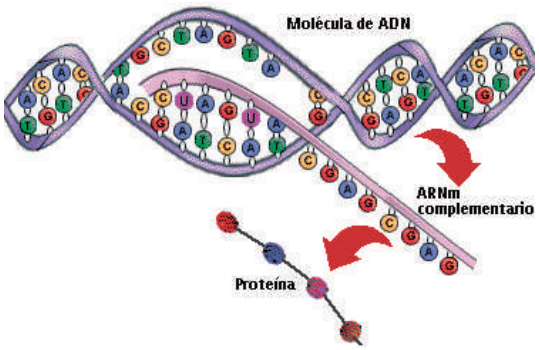


Figura 78. En la transcripción, una sección del ADN se separa, quedando las bases expuestas. Los nucleótidos del ARN que se encuentran libres en el núcleo se unen a sus bases complementarias en el ADN abierto, sintetizando una molécula de ARNm que contiene en su secuencia de base la clave de la proteína que requiere elaborar el organismo.

Tomado de: http://goo.gl/nfE7JJ

Transcripción

La producción de una proteína inicia con la síntesis del ARNm. La síntesis del ARNm a partir del ADN es llamada transcripción.

La transcripción inicia cuando una región de las dos cadenas del ADN se desenrollan y se separan, quedando expuestas las bases. La separación sólo ocurre en la región del ADN o gen que posee la información de la proteína que se requiere sintetizar; sólo una de las dos cadenas posee esta información, por lo que se le conoce como **cadena patrón**.

Los nucleótidos del ARN están libres en el núcleo en espera de ser ensamblados como ARNm. La enzima ARN polimerasa une las bases del ARN con sus bases complementarias sobre la cadena patrón del ADN.
Por ejemplo, suponiendo que las tres primeras bases en la cadena patrón del ADN sean G, T y A, entonces, la ARN polimerasa alineará a los nucleótidos con las bases complementarias C, A, y U. Observa que el uracilo reemplaza a la timina en el ARN. Las enzimas unen a los nucleótidos del ARN formando una molécula de ARN mensajero. La molécula de ARN mensajero recién sintetizada se separa de la cadena patrón y emigra al citoplasma. El ARNm contiene la información necesaria completa para el polipéptido o proteína que se debe sintetizar.

Código genético

Como ya se mencionó, la molécula de ARN mensajero, transcrito del ADN, lleva el código para la proteína que se quiere sintetizar. El código genético o clave genética del ARNm está en la secuencia de sus bases, es decir, esa secuencia estricta de bases va a determinar, a su vez, la secuencia de aminoácidos que serán ensamblados en la proteína que se sintetizará.

Pero, ¿cómo se puede descifrar el código genético? Un problema que enfrentaron los primeros científicos que se dieron a la tarea de descifrar el código genético fue saber cómo las bases codifican o indican cada uno de los aminoácidos que se deben enlazar. Existen 20 aminoácidos que se encuentran en todas las proteínas y sólo hay cuatro bases en el ARN. Así, cada base individual no puede codificar para un aminoácido, simplemente porque son pocas las bases. Si una secuencia de dos bases codificara un aminoácido, entonces solamente tendríamos posibilidad de 16 combinaciones $(4)^2$ de bases diferentes. Esto también es insuficiente para completar los 20 aminoácidos. En 1961, los científicos encontraron que para codificar cada aminoácido debe existir una secuencia de tres bases, es decir, un conjunto diferente de tres bases del ARNm indica cuál aminoácido está cifrado y que formará parte de alguna proteína.

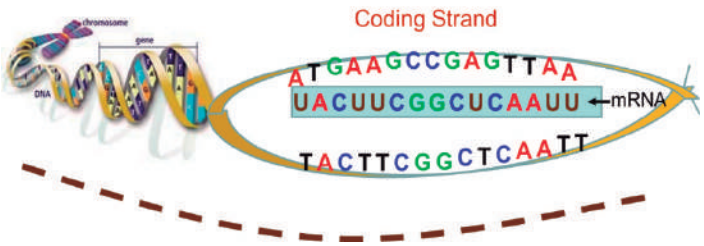


Figura 79. Codificación de ARN

Tomado de: http://goo.gl/m9S0sk

El código de tres bases en el ADN o en el ARNm es llamado codón. Por ejemplo, el codón del ARN: UUU traduce para el aminoácido fenilalanina, y CAG traduce para la glutamina.

M2 Basado en Competencias

A partir de que los codones son de tres bases, puede haber 64 codones $(4)^3$, lo cual es más que suficiente para codificar los 20 aminoácidos. Todos los codones tienen una función específica.

Cierto codón señala el inicio de la cadena, específicamente es AUG, que también codifica para el aminoácido metionina. Esto significa que el primer aminoácido de una proteína es la metionina; otros señalan el término de la síntesis de la proteína como UAA, UAG y UGA, que son la señal de "alto". En otros casos hay simplemente dos o más diferentes codones para el mismo aminoácido.

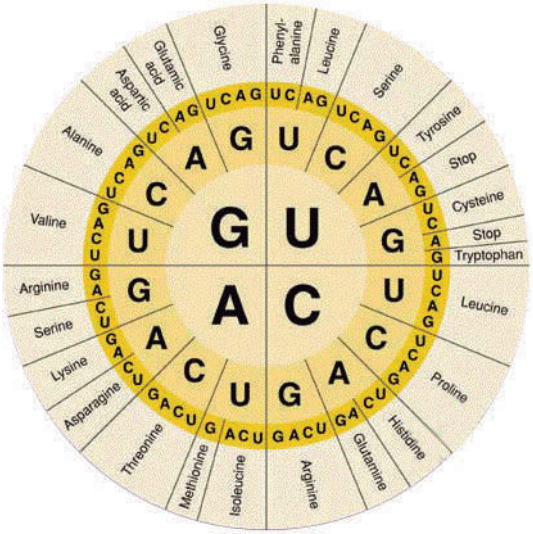


Figura 80. El código genético muestra los aminoácidos que corresponden a cada uno de los 64 codones posibles. Para decodificar un codón se empieza por el centro del círculo y continúa hacia afuera. Por ejemplo UUU y UUC codifican para fenilalanina.

Tomado de: http://goo.gl/vIMnMb

Los códigos para aminoácidos son universales; en humanos, en bacterias o virus, el mismo codón se traduce para el mismo aminoácido, por ejemplo, CAU en todos los organismos es el codón que codifica para histidina. El hecho de que todos los organismos compartan el mismo código genético muestra la unidad básica de la vida en la Tierra.

Traducción

Síntesis de proteínas

El proceso mediante el cual se sintetizan proteínas con la participación del ARNm se llama traducción. Las proteínas son sintetizadas en el citoplasma, específicamente en los ribosomas.

Antes de que una proteína sea sintetizada, el ARN mensajero que porta el código para una proteína debe ser transcrito a partir del ADN del núcleo. El ARNm, entonces, debe dejar el núcleo y entrar al citoplasma. Ya en el citoplasma, las dos subunidades de los ribosomas se unen al ARNm.

Todas las proteínas están formadas por largas cadenas de aminoácidos. Los aminoácidos individuales son llevados hacia los ribosomas por el ARN de transferencia (ARNt). Cada clase de aminoácido tiene su propio ARNt específico. Todos los ARNt tienen una región llamada anticodón, cuyas bases complementan un codón del ARNm.

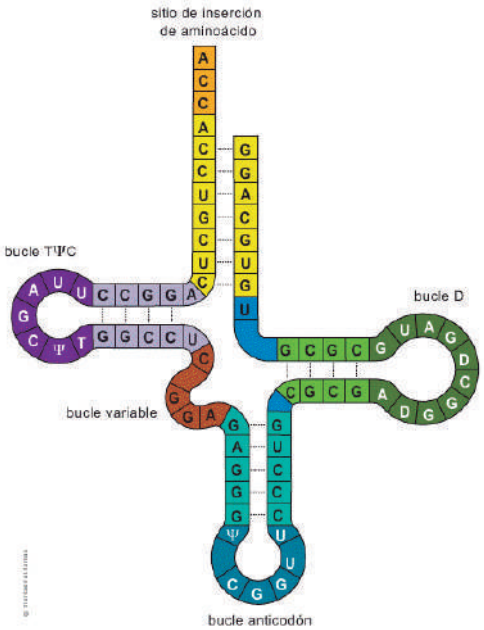


Figura 81. El ARNt es una cadena simple pero adquiere la forma de una hoja de trébol. Un extremo de la molécula tiene un sitio de unión para el aminoácido que transporta. El otro extremo es una región llamada anticodón, constituida por tres bases expuestas.

Tomado de: http://goo.gl/3BQAmx

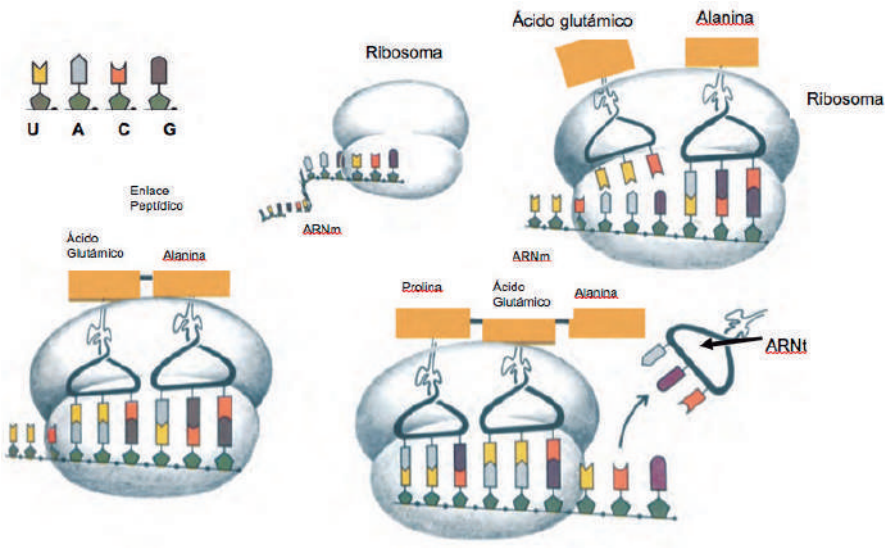


Figura 82. Proceso de traducción o síntesis de proteínas.

Tomado de: http://html.rincondelvago.com/000583866.png

En resumen, en el proceso de traducción, una vez que el ribosoma se une al ARNm, un ARNt cargado con su aminoácido iniciará la formación de una proteína. El primer codón complementario del ARNm que se encuentra es el AUG, que codifica para metionina; el primer ARNt debe tener el anticodón CGA y portará la alanina. Codón y anticodón se unen. El ribosoma sólo tiene dos lugares para unir aminoácidos, de tal manera que los ARNt que posteriormente llegan, según el codón siguiente, se identifican con su anticodón, entregan su aminoácido y las enzimas ribosomales los van uniendo en cadenas características de cada proteína; cuando esto sucede, cada ARNt vacío se va retirando del ribosoma para dar lugar a que los siguientes ARNt que portan otros aminoácidos puedan entrar al ribosoma que se va moviendo al siguiente codón sobre el ARNm.

Esto se repite hasta que el ribosoma alcanza el codón de terminación del ARNm.

Al proceso mediante el cual los ribosomas construyen proteínas uniendo aminoácidos ordenadamente uno por uno se le llama Ciclo de elongación.

Cuando se llega al codón de terminación, el ribosoma suelta al ARNm; la proteína terminada es liberada y está lista para ser utilizada por la célula. Tomando en cuenta que el ribosoma va avanzando sobre la cadena de ARNm, otros ribosomas pueden incorporarse en la parte inicial, de tal forma que puede haber hasta 100 ribosomas trabajando simultáneamente sobre una misma cadena de ARNm.

División celular

El ciclo celular es una serie de sucesos que experimentan las células mientras crecen y se dividen. Durante el ciclo celular, la célula crece, se prepara para la división, se divide para formar dos células hijas y, luego, cada una de ellas vuelve a iniciar el ciclo celular.

El ciclo celular consta de cuatro fases G1, S, G2 y M. Las primeras tres fases del ciclo se conocen colectivamente como interfase. Durante la fase M ocurren la mitosis y citocinesis.

¿Qué sucesos ocurren en cada una de las fases?

- **Fase G1.** La célula crece casi a su máximo y sintetiza las proteínas y organelos nuevos.

- **Fase S.** A la fase G1 le sigue la fase S o de síntesis. En esta fase el ADN de la célula se replica para dar origen a los cromosomas dobles (se observan hasta la etapa M del ciclo celular, al condensarse la cromatina). Al final de esta fase la célula contiene el doble de ADN de lo que tenía al principio.



Figura 83. El ciclo celular consta de cuatro fases: G1, S, G2 y M.

Tomado de: http://goo.gl/xFKGIj

- **Fase G2.** Durante esta fase se producen muchos de los organelos y las moléculas necesarias para la división celular.

- **Fase M o de división celular.** Esta fase produce dos células hijas y ocurre en dos etapas: mitosis y citocinesis. Se le nombra fase M por el proceso de mitosis. Durante la mitosis los cromosomas duplicados son distribuidos en partes iguales entre los dos núcleos hijos. A esta primera etapa le sigue la citocinesis o división del citoplasma separando a la célula madre en dos células hijas.

2.5.1.1 Mitosis y su importancia

Mitosis

La función de la mitosis es distribuir los cromosomas duplicados de modo que cada nueva célula obtenga un complemento o dotación completa, o sea, un cromosoma de cada tipo. Recuerda que los cromosomas se duplican durante la fase S de la interfase.

Por lo tanto, cuando se inicia la mitosis, cada cromosoma está constituido por dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero.

Fases de la mitosis

La mitosis es un proceso continuo, pero, para facilitar su estudio, se divide en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase.

Cada fase da lugar a la siguiente; de las cuatro fases, la de mayor duración es la profase. Por ejemplo, si una división mitótica dura 10 minutos, la profase requiere 6 minutos.

Profase (del griego pro: antes de)

El primer signo evidente que señala el comienzo de la profase es la condensación de los hilos largos de cromatina. La cromatina se condensa mediante un proceso de enrollamiento o plegamiento del ADN que la constituye. A medida que avanza este proceso, los hilos largos de cromatina se hacen más cortos y gruesos, constituyendo los cromosomas.

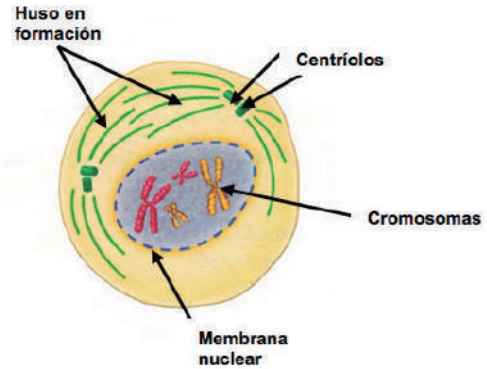


Figura 84. Profase.

Tomado de: http://goo.gl/3bd1TA

Cada cromosoma está constituido por dos cromátidas hermanas, unidas por una región constreñida llamada centrómero. Dentro del centrómero se encuentran dos estructuras proteicas llamadas cinetocoros; cada cromátida posee un cinetocoro; estos últimos desempeñan un importante papel en la fijación de los cromosomas a las fibras del huso; los cromosomas dobles resultan de la duplicación del ADN durante la interfase. Los cromosomas hacen posible la separación exacta del ADN durante la división celular.

Otro cambio que ocurre dentro del núcleo es que los nucléolos se desintegran y desaparecen al dispersarse sus componentes en el nucleoplasma. Al final de la profase, cuando desaparece la membrana nuclear, el material del nucléolo es liberado en el citoplasma. Mientras estos procesos suceden en el núcleo, en el citoplasma aparece una estructura llamada huso mitótico, constituido por microtúbulos. El huso mitótico tiene la forma de un balón de fútbol americano, cuyos extremos se llaman polos y el centro ecuador o placa ecuatorial. En las células animales, los centríolos controlan la formación del huso. Los dos pares de centríolos se localizan a un lado del núcleo.

Cada par de centríolos se halla rodeado por el áster, un conjunto de microtúbulos en forma de estrella. Ambos pares de centríolos, junto con los ásteres, se separan formándose entre ellos, a medida que se alejan, las fibras del huso, consistentes en microtúbulos. Cuando el huso está formado, la membrana nuclear se desintegra, quedando los fragmentos dispersos en el citoplasma.

El rompimiento de la membrana nuclear permite que el huso entero se desplace y ocupe el espacio del núcleo. Por último, cada cromátida hermana se une mediante su cinetocoro a alguna de las fibras del huso. La función de estas fibras es controlar el movimiento de los cromosomas y así ayudar a separarlos.
En las células vegetales, a pesar de que no tienen centríolos, de todos modos se forma el huso mitótico, aunque éste carece de ásteres.

Metafase (del griego meta: entre)

En esta fase, cada cromosoma se alinea en el ecuador (medio) del huso, orientados de tal manera que los cinetocoros de cada par de cromátidas hermanas se colocan opuestos a los polos de la célula.

En este momento todo está listo para la separación de las cromátidas hermanas y su migración a los polos opuestos.

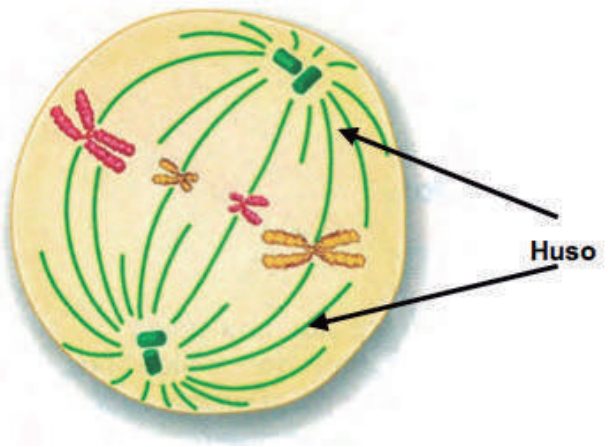


Figura 85. Metafase.

Tomado de: http://goo.gl/8ZsJmr

Anafase (del griego ana: atrás)

Al inicio de la anafase, el centrómero de cada cromosoma se divide y las cromátidas hermanas se separan, desplazándose hacia los polos opuestos del huso; a estos cromosomas sencillos, de una sola cromátida, se les llama cromosomas hijos. Su movimiento hacia los polos se debe a que son jalados por las fibras del huso adheridas a su cinetocoro. Cada cromosoma adquiere la forma de V. Esta fase es la más rápida.

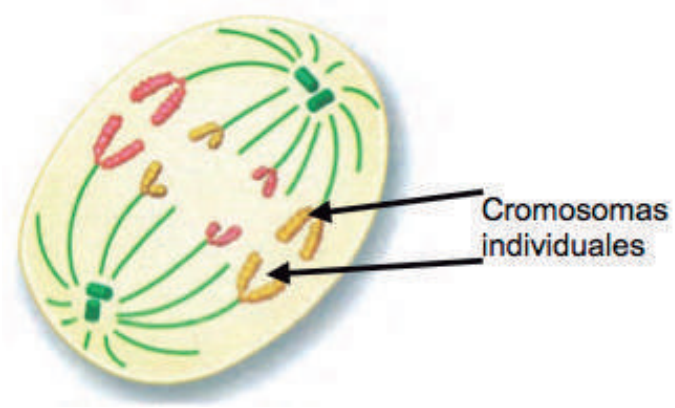


Figura 86. Anafase

Tomado de: https://goo.gl/1xmQYY

Telofase (del griego telo: fin)

La telofase es la fase final de la mitosis y se inicia cuando los cromosomas han llegado a sus respectivos polos. Durante esta fase, los cromosomas comienzan a desenrollarse, hasta que son otra vez hebras delgadas de cromatina; el huso mitótico se desintegra. Los fragmentos de membrana nuclear de la célula madre que se desintegró durante la profase se unen alrededor de cada conjunto de cromatina, formándose dos núcleos nuevos; en cada núcleo reaparecen los nucléolos.

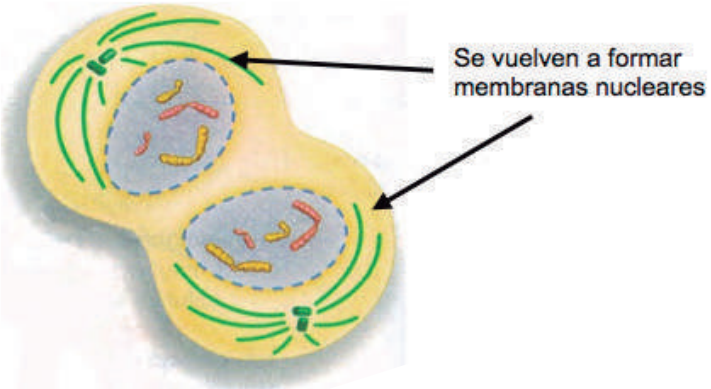


Figura 87. Telofase.

Tomado de: http://goo.gl/KEkUpd

M2 Basado en Competencias

Citocinesis

En casi todas las células, durante la telofase ocurre la citocinesis o división del citoplasma. Durante la citocinesis, el citoplasma se parte en dos células hijas, recibiendo cada célula uno de los núcleos recientemente formados y cantidades casi iguales de citoplasma. En las células animales, el citoplasma se constriñe en la región ecuatorial (centro) de la célula. Esta constricción se acentúa y profundiza hasta que la célula se divide. Esto es causado por un anillo de microfilamentos que se forma alrededor del ecuador de la célula; el anillo de microfilamentos se contrae hasta que la célula se divide.

En las células vegetales, la citocinesis es muy diferente, ya que se forma en la región ecuatorial de la célula una estructura llamada "placa celular", que se origina al fusionarse una serie de vesículas llenas de carbohidratos provenientes del Aparato de Golgi.

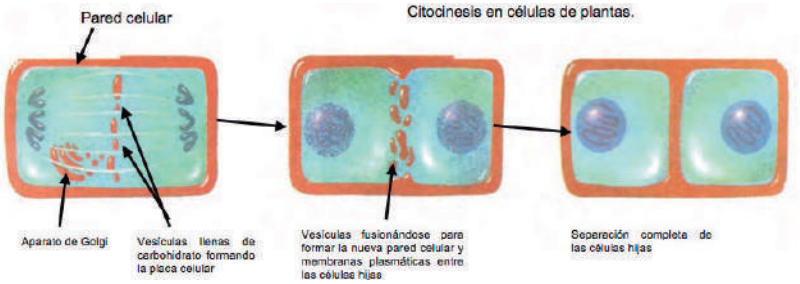


Figura 88. Proceso de citocinesis.

Tomado de: http://goo.gl/9z0EZY

Al terminar la mitosis se han formado dos células hijas, las cuales son idénticas tanto en su contenido genético como en su contenido de citoplasma. Son genéticamente idénticas, ya que cada una recibió una copia exacta de los cromosomas de la célula madre. Las dos células hijas resultantes entran en interfase para después volver a dividirse.

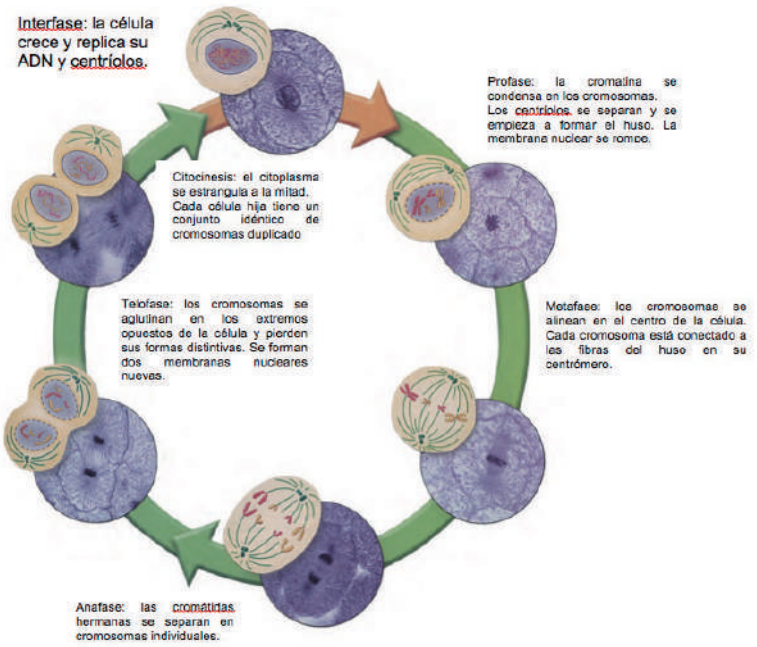


Figura 89. Ciclo celular normal (interfase, mitosis y citocinesis) de una célula animal con 4 cromosomas.

2.5.1.2 Meiosis y su importancia

Meiosis

La inmensa mayoría de los organismos eucariotas –como las moscas, los chapulines, las estrellas de mar, los peces, los girasoles y los seres humanos– se reproducen sexualmente. La reproducción sexual requiere, en general, de dos progenitores y siempre implica dos hechos: la meiosis y la fecundación.

La meiosis es un tipo especial de división nuclear y celular, en la cual una célula diploide se divide dos veces para producir cuatro células haploides. El término meiosis proviene de una palabra griega que significa "disminuir", y eso es exactamente lo que hace la meiosis: disminuye el número de cromosomas a la mitad. Cada célula hija contiene solamente la mitad del número de cromosomas de la célula madre.

En los organismos multicelulares, la meiosis sólo se realiza en las células germinales de los órganos reproductores. En los animales, las células haploides que resultan de la meiosis son los gametos –óvulos y espermatozoides– y en las plantas con flores son los óvulos y granos de polen.

En algunas plantas, como los helechos y en muchos hongos, las células haploides son esporas.

La fecundación (o fertilización) es la unión de células haploides para formar el cigoto, restableciéndose en este último el número diploide (2n). La meiosis es muy importante, ya que mantiene constante el número normal de cromosomas de cada especie. Los citólogos predijeron la existencia de la meiosis antes de que fuese observada, ya que sin ella la fecundación duplicaría el número de cromosomas en cada generación sucesiva.

Fases de la meiosis

La meiosis consiste en dos divisiones nucleares sucesivas, llamadas meiosis I y meiosis II. Cada una de ellas comprende las cuatro fases de la mitosis: profase, metafase, anafase y telofase.

A continuación se describirá la meiosis en una célula animal, cuyo número diploide es cuatro. Las cuatro células hijas que se producen son células haploides ya que cada una de ellas contiene sólo dos cromosomas. De los cuatro cromosomas, dos fueron heredados de un progenitor y los otros dos del otro. Por cada cromosoma de un progenitor hay un cromosoma homólogo proveniente del otro progenitor.

Durante la interfase, los cromosomas se replican, de modo que para el comienzo de la meiosis I cada cromosoma consiste en dos cromátidas hermanas idénticas unidas entre sí a nivel del centrómero.

M2 Basado en Competencias

Meiosis I

- **Profase I**

Las hebras de cromatina se acortan y engrosan, haciéndose visibles como cromosomas. Cada cromosoma consta de dos cromátidas idénticas unidas a nivel del centrómero. Cada cromosoma se une a su homólogo formando pares; cada par de cromosomas homólogos tiene cuatro cromátidas, por lo que al conjunto se le denomina tétrada.

Las cromátidas de una tétrada frecuentemente se entrelazan formando cruces o puntos de unión llamados quiasmas. Es en los quiasmas donde las cromátidas intercambian entre ellas segmentos de ADN, proceso que se conoce como entrecruzamiento. En los puntos donde hay entrecruzamiento, un fragmento de cromátida de un homólogo se rompe y se intercambia por un fragmento de cromátida del otro homólogo, por lo que las cromátidas hermanas de cada cromosoma homólogo dejan de ser genéticamente idénticas. El entrecruzamiento es un mecanismo crucial para el proceso evolutivo.

Observa en la figura que durante la profase también desaparece la membrana nuclear y el nucléolo y se forma el huso mitótico.

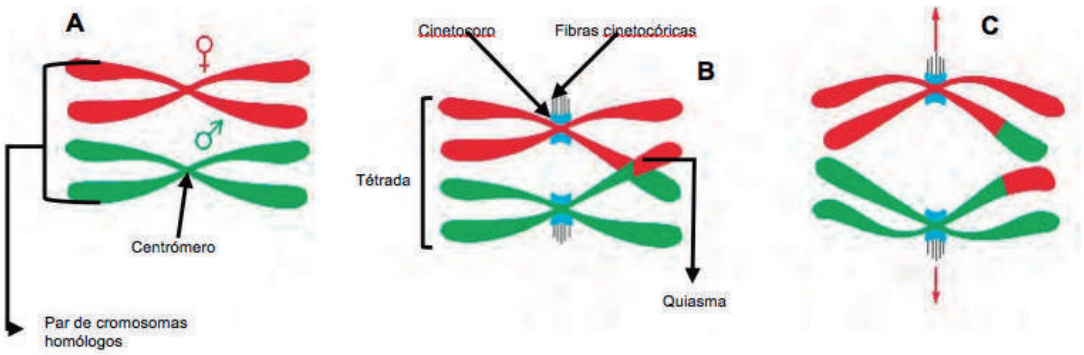


Figura 90. A) Par de cromosomas homólogos; B) Tétrada, en la cual se observan los quiasmas, que son los sitios de intercambio de ADN; C) luego, los cromosomas se separan. Las cromátidas hermanas de cada homólogo ya no son completamente idénticas.

Tomado de: http://goo.gl/88MpK0

- **Metafase I**

Las tétradas se alinean a lo largo del ecuador de la célula.

- **Anafase I**

Esta fase comienza cuando los cromosomas homólogos de la tétrada se separan y se dirigen hacia polos opuestos.

- **Telofase I**

Esta fase se inicia cuando los cromosomas homólogos llegan a sus respectivos polos. Los eventos que suceden son los siguientes: desaparece el huso, se forman las membranas nucleares alrededor de cada conjunto de cromosomas y se lleva a cabo

la citocinesis o división del citoplasma. El resultado es que se forman dos células hijas, cada una tiene un miembro de cada par de cromosomas homólogos.

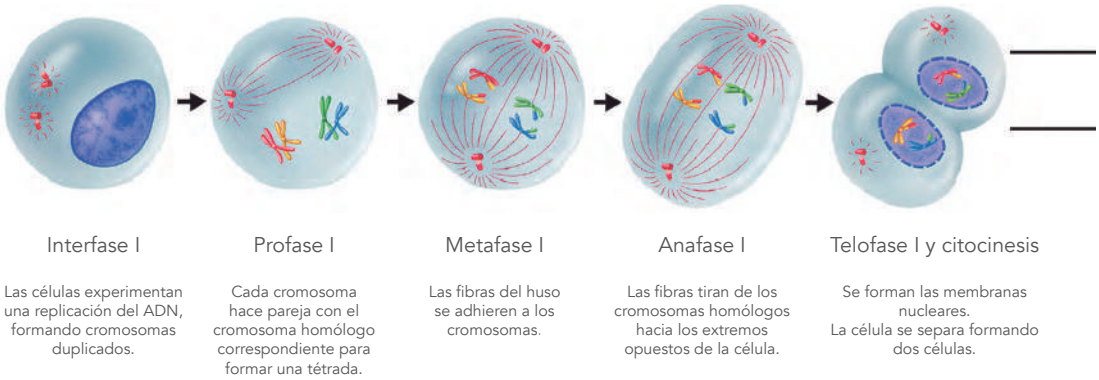


Figura 91. Meiosis I.

Tomado de: http://goo.gl/bPXUeE

Por lo general, a la meiosis I le sigue de manera inmediata la meiosis II, con poca o ninguna interfase.

Meiosis II

Las fases de la meiosis II son muy parecidas a la de la mitosis y ocurren en las dos células formadas en la meiosis I.

- **Profase II**

El huso se vuelve a formar y la membrana nuclear y el nucléolo se desintegran. Cada cromosoma está constituido por dos cromátidas unidas por un centrómero.

- **Metafase II**

Los cromosomas se alinean en el ecuador de la célula.

- **Anafase II**

Las cromátidas de cada cromosoma se separan y se mueven hacia los polos opuestos de la célula.

- **Telofase II**

Los husos desaparecen y se forma una membrana nuclear alrededor de cada juego de cromosomas. La citocinesis se lleva a cabo formándose un total de cuatro células haploides.

Cada una de las células haploides producidas por meiosis contiene un complemento único de cromosomas, debido al entrecruzamiento y a la segregación al azar de los cromosomas. De esta manera, la meiosis es una fuente de variabilidad en la descendencia.

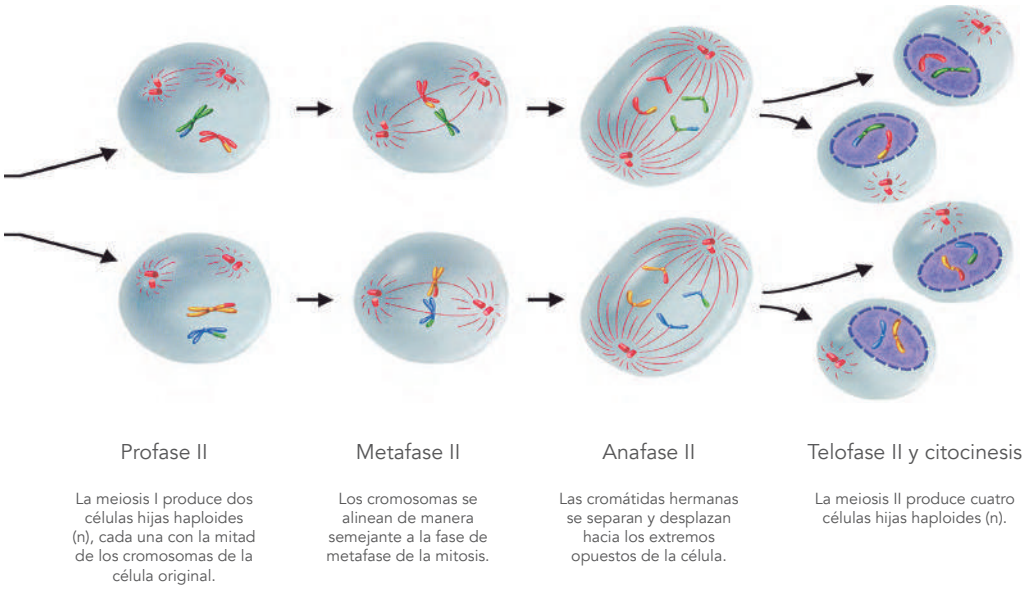


Figura 92. Meiosis II.

Tomado de: http://goo.gl/n6rTt4

Diferencias entre mitosis y meiosis

Los acontecimientos que tienen lugar durante la meiosis se asemejan a los de la mitosis, pero una comparación de los dos procesos muestra un buen número de diferencias importantes.

Durante la profase I de la meiosis se produce el apareamiento de los cromosomas homólogos, seguido del alineamiento de los pares de homólogos en el plano ecuatorial en la metafase I, y de la separación de los homólogos, en la anafase I.

Estos sucesos, que no se producen durante la mitosis, son la clave de la reducción del número cromosómico.

Durante la meiosis cada núcleo diploide se divide dos veces, produciendo un total de cuatro núcleos. Sin embargo, los cromosomas se duplican sólo una vez, antes de la primera división nuclear.

Por lo tanto, cada uno de los cuatro núcleos producidos contiene la mitad del número de cromosomas presentes en el núcleo original, mientras que en la mitosis, luego de la duplicación de los cromosomas, cada núcleo se divide sólo una vez. En consecuencia, el número de cromosomas se mantiene invariable. Debido al fenómeno del entrecruzamiento y al de segregación al azar de los cromosomas, durante la meiosis se recombina el material genético de los progenitores, lo que no ocurre en la mitosis.

La mitosis puede ocurrir en células haploides o diploides, mientras que la meiosis ocurre solamente en células con un número diploide (o poliploide) de cromosomas.

Cuadro 5

	Mitosis	Meiosis
Ocurre en	Todas la células.	Algunos tipos de células del cuerpo de órganos reproductivos.
Núm. de células producidas por célula progenitora	Dos.	Cuatro (tres pueden morir).
Núm. de cromosomas de célula progenitora	Haploide (n) o Diploide (2n).	Diploide (2n).
Núm. de cromosomas de células hijas	El mismo que en la célula progenitora.	Haploide (n).
Tipo de célula producida	Varias células, como las de la piel y músculos.	Gametos animales o algunos tipos de esporas.
Función	Continuidad genética de célula a célula.	Continuidad genética entre generaciones; promueve la variación.

Meiosis en la especie humana

En todos los vertebrados, incluyendo la especie humana, la meiosis tiene lugar en los órganos reproductores, los testículos del macho y los ovarios de la hembra. En el macho, las células diploides que experimentan la meiosis son los espermatocitos primarios, cada uno de los cuales produce cuatro espermátidas haploides, que se transforman, en aproximadamente 74 días, en espermatozoides.

En las hembras, las células diploides que sufren la división meiótica se llaman ovocitos primarios. Estas células también producen cuatro células haploides, pero el citoplasma se distribuye de manera desigual durante la citocinesis, tanto en la meiosis I como en la meiosis II. De cada ovocito sólo se forma un óvulo (o célula huevo) que se queda con la mayor parte del citoplasma y tres cuerpos polares los cuales se desintegran.

2.6. Reproducción de organismos (asexual y sexual)

La reproducción es el proceso por el cual procrean los organismos o células de origen animal y vegetal. Es una de las funciones esenciales de los organismos vivos, tan necesaria para la preservación de las especies como lo es la alimentación para la conservación de cada individuo.

En casi todos los organismos animales, la reproducción ocurre durante o después del periodo de crecimiento máximo. En las plantas, que continúan creciendo durante toda su vida, la relación entre crecimiento y reproducción es más compleja. Los organismos vegetales tienen el crecimiento limitado por sus características hereditarias y por las condiciones del medio en que viven.

Si la planta crece en exceso, a causa de condiciones ambientales favorables, se estimula el proceso reproductor, produciéndose la dispersión vegetal. Los factores ambientales también influyen en la reproducción de los organismos animales, aunque en ellos los hormonales son más importantes

Hay muchas maneras de reproducirse, para su estudio se agrupan en dos tipos:

- Reproducción asexual
- Reproducción sexual

Reproducción asexual

Algunos organismos se pueden reproducir de forma asexual, es decir, no intervienen las células sexuales. En este caso, una célula hija del progenitor se separa y forma un individuo completo. En este tipo de reproducción un solo progenitor interviene y no existen células u órganos reproductores especiales.

La reproducción asexual resulta del proceso de división celular o mitosis. De esta división se separan células nuevas de un solo progenitor. Existen varios tipos de reproducción asexual mediante las cuales las características hereditarias de los descendientes son idénticas a las del progenitor, es común en los microorganismos, plantas y animales de organización simple.

Tipos de reproducción asexual

- Fisión binaria y múltiple

Es un tipo de reproducción asexual que se caracteriza por la división de un cuerpo en dos o más partes, cada una de las cuales forma un individuo completo. La fisión en dos partes, o binaria, puede ser idéntica a una división celular, o implicar una reorganización del citoplasma y la formación de estructuras celulares nuevas. La fisión es frecuente en los organismos unicelulares y rara en los multicelulares, ya que requiere la regeneración de partes especializadas en cada uno de los descendientes. En los microorganismos la fisión binaria puede ser transversal (se produce a lo ancho del organismo), como en el caso del paramecio, o longitudinal (a lo largo del organismo), como en la euglena, un flagelado colonial.

La fisión múltiple puede comprender varias escisiones binarias sucesivas que tienen lugar en el interior de una cubierta, como en los esporozoos, un tipo de protozoos parásitos; o consistir en divisiones repetidas del núcleo seguidas de la división del citoplasma en tantas partes como núcleos existan, como en el protozoo palúdico. En ocasiones, algunos gusanos (las planarias y ciertos anélidos) se reproducen mediante fisión.

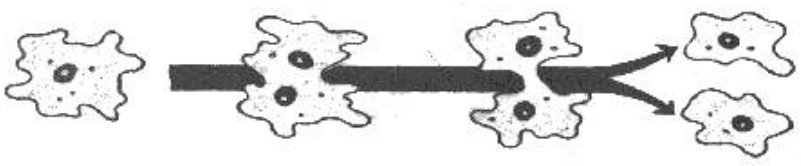


Figura 93. Fisión binaria.

Tomado de: http://goo.gl/n6rTt4

- Esporulación

En los hongos y ciertas plantas, la reproducción asexual se efectúa por la formación de esporas. Estas son cuerpos pequeños que contienen un núcleo y una pequeña porción de citoplasma. Las esporas de los organismos terrestres son, por lo general, muy livianas y poseen una pared protectora. Estos dos rasgos determinan que la esporulación sea algo más que un simple mecanismo de reproducción. Su tamaño pequeño y su poco peso las habilita para ser transportadas a grandes distancias por medio de corrientes de aire. Así las esporas funcionan como agentes de dispersión, que hacen posible la propagación del organismo en nuevos lugares.

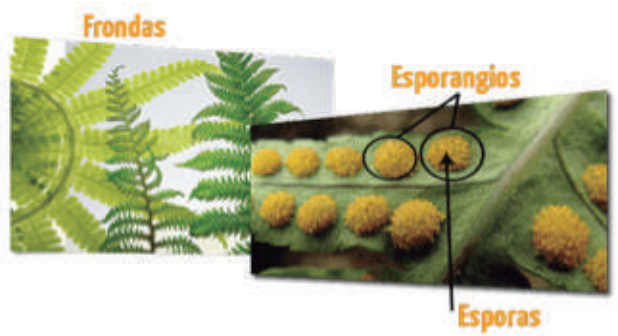


Figura 94. Esporulación en helechos.

Tomado de: http://goo.gl/lIJqUu

Los hongos producen esporas en abundancia. Un solo micelio de lycoperdon produce aproximadamente 700 millones de esporas en cada periodo en sus esporangios. Por medio de aviones se han podido recoger esporas del hongo de la roya del trigo a una altura de 4 300 metros. Si se deja un pedazo de pan húmedo (que no contenga sustancias inhibidoras del crecimiento del moho) en un lugar caliente, oscuro y expuesto a las corrientes del aire se desarrolla un micelio abundante y exuberante que muestra cuán amplia es la distribución de las esporas de este hongo. Los musgos, los licopodios y los helechos producen también enorme cantidad de esporas pequeñas que se dispersan por el viento y sirven para propagar la especie a nuevas localidades.

- Gemación

Muchas esponjas y cnidarios, como la hidra y algunas anémonas, se reproducen por gemación. Una versión en miniatura del animal (una yema) crece directamente sobre el cuerpo del adulto, obteniendo los nutrimentos de su progenitor. Cuando ha crecido lo suficiente, la yema se desprende y se hace independiente.

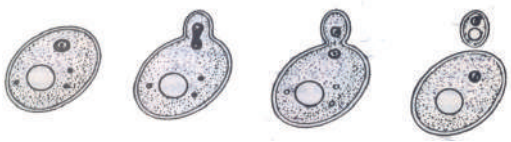


Figura 95. Gemación.

Tomado de: http://goo.gl/uE5XM

- Partenogénesis

Es el desarrollo de un organismo a partir de un gameto, o célula sexual, sin fecundar. Es común en el reino animal hasta la clase Insecta (Insectos), pero a partir de este grupo ocurre sólo en contadas ocasiones. Los mecanismos que atañen a este proceso aún no se conocen bien. Algunos grupos de anfibios, reptiles y aves pueden

M2 Basado en Competencias

reproducirse por partenogénesis, pero los embriones de mamíferos obtenidos de esta manera en experimentos, mueren tras unos días.

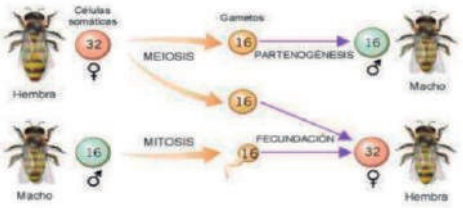


Figura 96. Se origina un organismo Haploide (n) a partir de un óvulo no fecundado. Común en abejas y hormigas.

Tomado de: http://goo.gl/FR8GG7

La partenogénesis también se da, con menor frecuencia, entre las plantas inferiores. En las plantas, la producción biológica de frutos sin previa fecundación se llama partenocarpia. Estos frutos no tienen semillas.



Figura 97. Partenocarpia, formación de frutos sin semilla.

Tomado de: http://goo.gl/i99Quk

- Poliembrionía

Ciertos insectos presentan un tipo único de desarrollo embrionario, en el que un único huevo da lugar a más de un embrión, proceso conocido como poliembrionía y, en algunas especies, un solo huevo da lugar a más de 100 larvas por división en el interior del mismo. Es un caso de reproducción asexual en mamíferos vertebrados, por ejemplo: el armadillo. En este animal la reproducción es sexual al principio, pero luego el embrión se fragmenta y da lugar a embriones iguales.

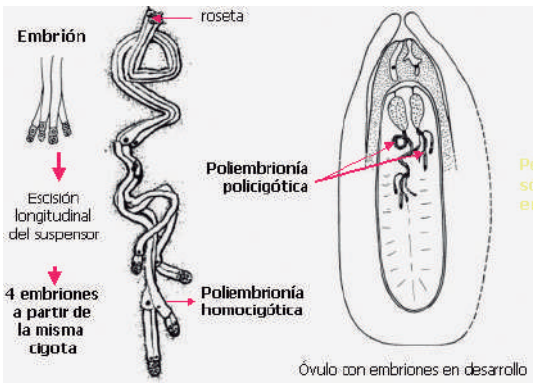


Figura 98. Poliembrionía.

Tomado de: http://goo.gl/DRx682

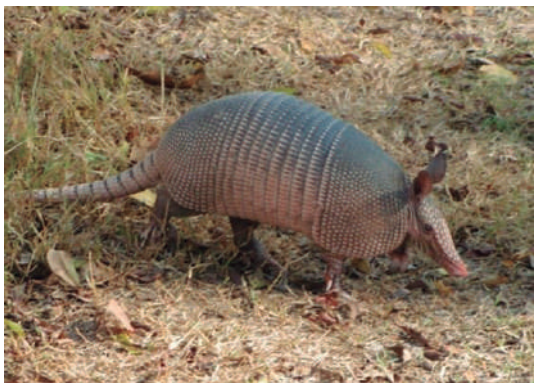


Figura 99. Armadillo.

Tomado de: http://goo.gl/ml42uZ

- Regeneración reproductiva o fragmentación

Algunas plantas y animales llevan a cabo la fragmentación. En estas especies el cuerpo del organismo se fragmenta en varias partes; cada una de ellas puede luego regenerar todas las estructuras del organismo adulto. Una vez que el gusano completa el crecimiento, se rompe en ocho o nueve fragmentos. Cada uno de ellos desarrolla luego un gusano adulto que repite el proceso.

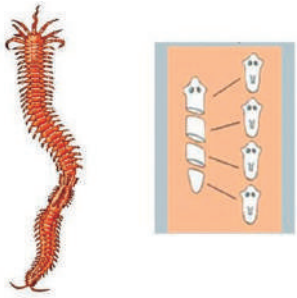


Figura 100. Fragmentación planaria.

Tomado de: http://goo.gl/sRo6z4



Figura 101. Fragmentación de una estrella de mar.

Tomado de: http://goo.gl/9NZvLd

Por lo general, el proceso de fragmentación depende de factores externos. Las algas pardas y verdes de las costas marinas se rompen a menudo en pedazos debido a la acción de las olas. Cada fragmento puede crecer hasta alcanzar el tamaño completo. También en el agua dulce los fragmentos de las algas frecuentemente se rompen. Mediante la fisión celular, cada fragmento se establece rápidamente el filamento completo.

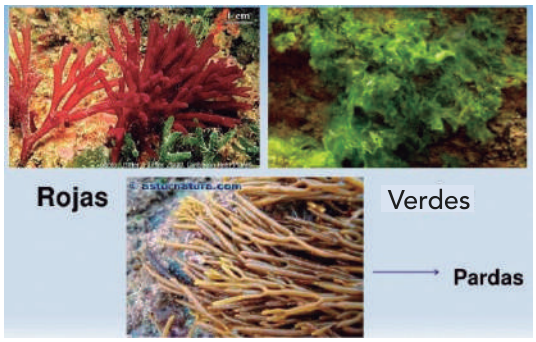


Figura 102. Algas pardas, verdes.

Tomado de: http://goo.gl/bZInfp

Los jardineros se valen de manera deliberada de la fragmentación para reproducir asexualmente variedades de plantas. Esto se hace mediante estacas. Si la operación se hace con cuidado, las estacas desarrollan raíces y hojas que pueden continuar existiendo independientemente.

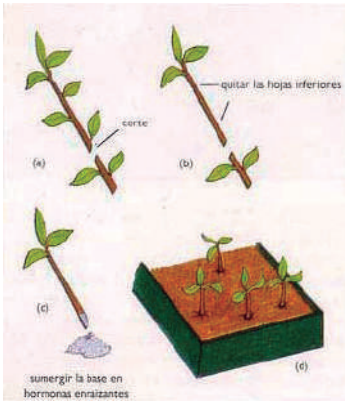


Figura 103. Fragmentación asexual de plantas.

Tomado de: http://goo.gl/PbwLdq

M2 Basado en Competencias

- Reproducción vegetativa

Reproducción sin unión de células o núcleos de células de los vegetales, de manera que el individuo resultante es, desde el punto de vista genético, idéntico al parental. La reproducción vegetativa tiene lugar por fragmentación o a partir de estructuras asexuales especiales. Partes de hepáticas y musgos se desgajan de la planta parental y se transforman en individuos nuevos, y lo mismo ocurre con los esquejes. Son estructuras asexuales especializadas las esporas, los tubérculos, los bulbos, los estolones o tallos rastreros y ciertas raíces. A partir de esporas se forman, por ejemplo, nuevos helechos; las papas o patatas, a partir de los ojos del tubérculo; las plantas de ajo, a partir de los dientes del bulbo, o fresales, a partir de los estolones que emite la planta de la fresa.

- **Rizoma** es un tallo horizontal, subterráneo, que puede o no ser pulposo, para almacenamiento de alimento. Aunque los rizomas pueden semejar a las raíces, son en realidad tallos, como lo indican la presencia de hojas en forma de escamas, yemas, nodos e internodos. Los rizomas con frecuencia se ramifican en diferentes direcciones y su porción vieja muere, separando las dos ramas en plantas diferentes. El iris y muchos pastos son ejemplos de plantas con rizomas. Los humanos las propagan dividiéndolos o cortándolos en piezas más pequeñas, cada una con una yema. Cada pieza es capaz de formar una planta completa.

- **Tubérculo** es un tallo subterráneo muy aumentado de tamaño para el almacenamiento de alimento. La papa blanca y el Caladium son ejemplos de plantas que producen tubérculos. Los "ojos" de la papa blanca son en realidad yemas laterales, lo cual confirma que los tubérculos son tallos subterráneos y no raíces. Los seres humanos propagan los tubérculos contándolo en pedazos, cada uno con una yema lateral. Cuando se planta un tubérculo, cada uno da lugar a una planta completa.

- **Bulbo** es una tallo subterráneo acortado al cual se adhieren hojas pulposas que almacenan alimento. Los bulbos son globosos o redondos, cubiertos de escamas con apariencia de papel. Estas escamas forman pequeños bulbos que inicialmente están unidos al bulbo madre. Los humanos separan estos bulbos para aumentar el número de plantas, pero este proceso también se lleva a cabo en la naturaleza. Las raíces contráctiles de algunos bulbos se contraen y eventualmente separan al bulbo hijo del bulbo madre. Lirios, tulipanes, cebollas y narcisos forman bulbos.

- **Cormo** es una tallo subterráneo que semeja superficialmente al bulbo. En el órgano de almacenamiento es el tallo engrosado y no las hojas, como en el bulbo. Todo el cormo está formado por tejido de tallo, cubierto por escamas de apariencia de papel, que son hojas modificadas, y se unen a este en nodos. Con frecuencia se observan yemas laterales. Entre las plantas que producen cormos se encuentran el azafrán, la gladiola y el ciclamen.

- **Estolón** es un tallo que corre sobre la superficie del suelo. De sus yemas pueden originarse, además de raíces adventicias, nuevos tallos con hojas y yemas, los que, al morir el estolón, pasan a constituir plantas independientes, por ejemplo, la frutilla.

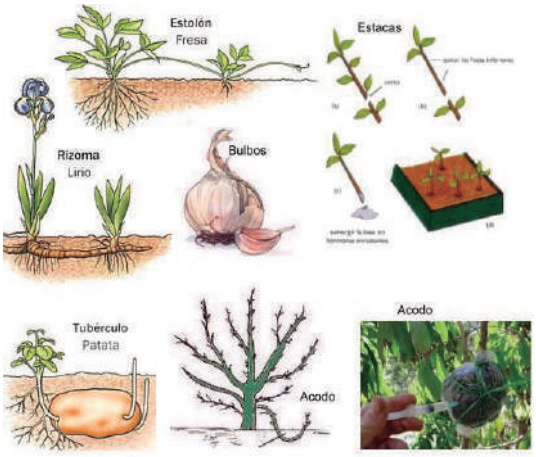


Figura 104.!Reproducción vegetativa.

Tomado de: http://goo.gl/V0fdxK

Reproducción a nivel de organismos (sexual-asexual)

Ciertos organismos unicelulares se multiplican por conjugación. En este proceso, análogo a la fecundación, dos organismos unicelulares similares se fusionan, intercambian material nuclear y se separan. Después, cada uno de ellos se reproduce por escisión. A veces los organismos participantes no se reproducen y parece que el proceso los revitaliza. La conjugación es el método más primitivo de reproducción sexual por el que se obtienen organismos con características genéticas derivadas de dos células distintas. La mayoría de los animales y plantas pluricelulares tienen una forma de reproducción sexual más compleja en la que se diferencian de forma específica las células reproductoras o gametos masculino y femenino. Ambas se unen para formar una única célula conocida como cigoto, que sufrirá divisiones sucesivas y originará un organismo nuevo. Para definir la unión de los gametos masculino y femenino se utiliza el término fecundación. En esta forma de reproducción sexual, la mitad de los genes del cigoto, que portan las características hereditarias, procede de uno de los progenitores y la otra mitad del otro.

Muchos organismos pluricelulares inferiores y todos los vegetales superiores experimentan alternancia de generaciones. En este proceso una generación producida de forma sexual se alterna con otra que se obtiene por reproducción asexual.

Los animales que tienen reproducción sexual están provistos de un sistema reproductor que se diferencia en cuanto a su morfología y función, en masculino y femenino, es decir, que requieren de dos progenitores. Sin embargo, existen organismos hermafroditas que poseen órgano masculino y femenino en el mismo individuo, esta condición es propia de los animales inferiores. En estos organismos existe la autofecundación como en las tenias o, también, los dos individuos hermafroditas se acoplan y mutuamente se fecundan como sucede en la lombriz de tierra.

En los organismos unisexuales tenemos como ejemplo el sistema reproductor humano, por ser uno de los más representativos de los vertebrados. En animales superiores, los individuos de una especie son masculinos o femeninos, según produzcan células reproductoras masculinas o femeninas, respectivamente. El gameto masculino típico, conocido como espermatozoo o espermatozoide, es una célula móvil con una

cabeza que contiene el núcleo y una cola a modo de látigo, con la que se impulsa. El gameto femenino típico, llamado huevo u óvulo, es una célula redondeada, mucho más grande que el espermatozoide y que contiene gran cantidad de citoplasma alrededor del núcleo. Las células reproductoras de las plantas son muy similares a las de los animales: el gameto masculino se llama espermatozoide o microgameto, y el femenino, óvulo o macrogameto.

Reproducción sexual en plantas

Angiospermas

En los vegetales superiores se distinguen las angiospermas, que corresponden a los vegetales que tienen flor. Ésta representa el órgano reproductor, ya que posee estructuras especializadas para la producción de los gametos. Las angiospermas, además de desarrollar flores, tienen raíz, tallo, hojas, frutas y semillas.

Partes de una flor:

En una flor se pueden observar, desde el exterior al interior, las siguientes estructuras:

- **Sépalos:** corresponden a un conjunto de hojas verdes engrosadas, que tienen como función proteger a las otras estructuras. Al conjunto de sépalos se le denomina cáliz y representa la primera estructura floral.

- **Pétalos:** son hojas modificadas de lindos colores y agradables aromas. Tienen como función atraer a los insectos. Al conjunto de pétalos se le denomina corola, que constituye la segunda estructura floral.

- **Estambres:** corresponden a los filamentos que representan la parte masculina de la flor, formada por el filamento y la antera, donde se produce el polen; en él está el gameto masculino.

  Al conjunto de estambres se le llama androceo, y tiene una función reproductora. Ésta es la tercera estructura floral:

  Pistilo: es la parte femenina de la flor. Está formado por el estigma, el estilo y el ovario; tiene forma de botella y puede presentar distintos colores.

  Estigma: permite la entrada del polen; el estilo, el avance de los gametos masculinos hasta el ovario; y en éste último se desarrolla el gameto femenino, llamado ovocélula.

  corresponde al gineceo y representa la cuarta estructura floral.

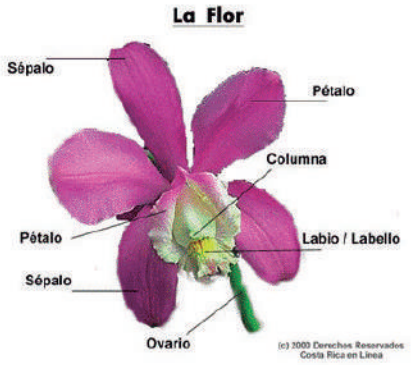


Figura 105. La flor.

Tomado de: http://goo.gl/Zdyx9T

En una planta es posible encontrar flores, tanto masculinas como femeninas, pero también hay flores que tienen ambos sexos y se denominan hermafroditas.

Polinización

¿Cómo llega el polen hasta el pistilo? Para lograr esto existen los agentes polinizadores, responsables de trasladar el polen.

Pueden actuar como agentes polinizadores el viento, el agua, los insectos y también el hombre.

Dependiendo de si el polen es trasladado a la misma flor, o bien a otra, existen dos formas de polinización:

- Cruzada: el transporte de polen ocurre desde los estambres de una flor al pistilo de otra flor de la misma especie.
- Autopolinización: el polen de la flor llega al pistilo de la misma flor.

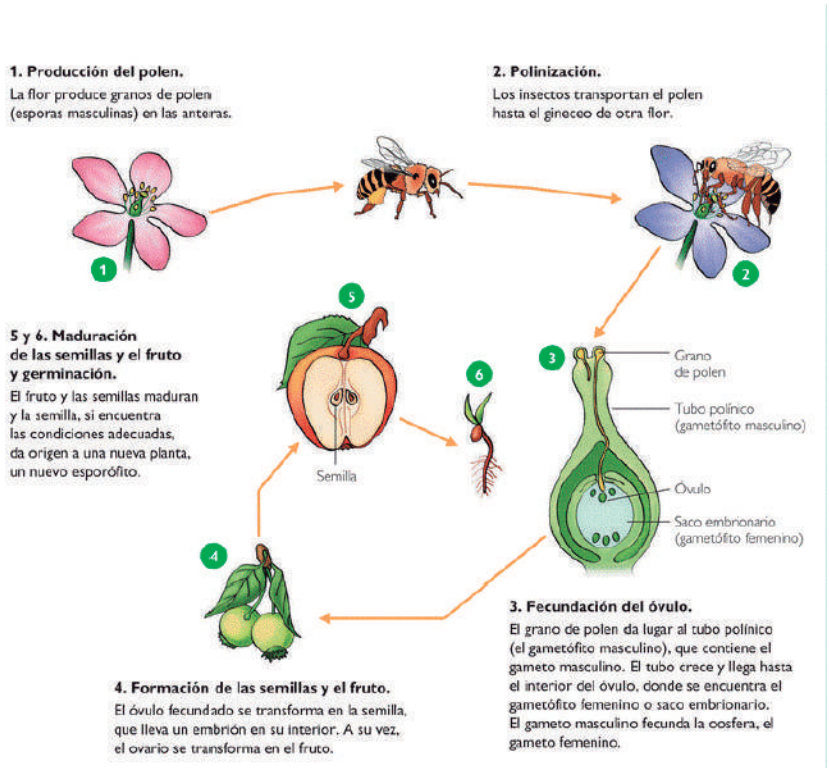


Figura 106. Fases de la polinización.

Tomado de: http://goo.gl/DbtgTH

M2 Basado en Competencias

Fecundación

¿Qué sucede después de la polinización? Después de que el polen llega hasta el estigma del pistilo se inicia un proceso crucial llamado fecundación.

En términos simples, ocurre de la siguiente forma: desde el grano de polen se forma un tubo, llamado polínico, el cual llega hasta el ovario. Por este tubo descienden dos anterozoides –células o gametos masculinos–, uno de ellos fecunda (se une) a la oosfera (gameto femenino), y el otro fecunda al núcleo secundario, formándose el endosperma que corresponde a una sustancia nutritiva.

La finalidad de la fecundación es la formación de la semilla, que está formada por el embrión y el endosperma. La semilla queda contenida en el ovario, el cual va transformando sus paredes; crece, se desarrolla y madura, dando como resultado la formación de un fruto que contiene las semillas.

Por sus semillas, pueden ser diferenciadas en:

Dicotiledóneas:

- Son una clase de plantas Angiospermas, cuya semilla está provista de dos cotiledones situados a ambos lados del embrión, y excepcionalmente de uno, por atrofia del segundo.
- La presencia de los dos cotiledones se puede observar seccionando la semilla.
- La raíz principal generalmente es resistente y dura toda la vida de la planta.
- El tallo posee vasos que se disponen en círculos. Entre los vasos leñosos y los liberianos existe un tejido llamado cambium, cuya proliferación permite a la planta el crecimiento en espesor.
- Las dicotiledóneas son las plantas más abundantes, con aproximadamente 200 mil especies.

Monocotiledóneas:

- Son plantas angiospermas, es decir, con flor completa y visible, que poseen una sola hoja embrionaria o cotiledón en sus semillas.
- La raíz es del tipo fasciculado y de corta duración.
- El tallo no suele ser ramificado, no tiene cambium vascular de crecimiento en grosor, pero algunas especies carecen en espesor por otros medios.
- En las plantas herbáceas el tallo es hueco.
- Las hojas suelen ser envainadoras de tallo y paralelinervias, o sea, con nervaduras paralelas.

- La flor de las monocotiledóneas suele tener casi siempre tres elementos florales o múltiplo de tres.

- Existen más de 50 mil especies de monocotiledóneas.

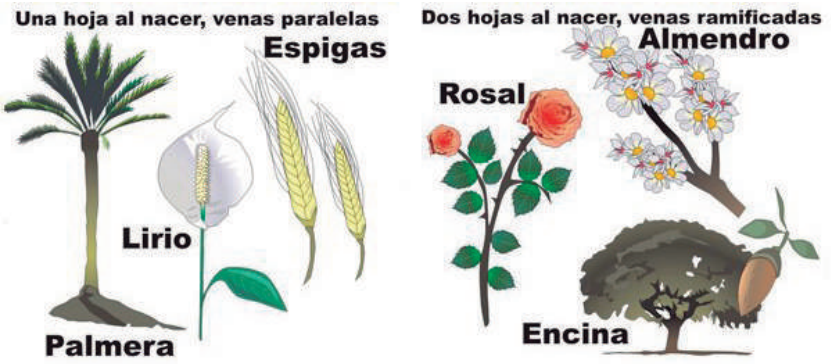


Figura 107. Monocotiledóneas y Dicotiledóneas.

Tomado de: http://goo.gl/wHJWjg

En resumen, las plantas angiospermas son las plantas vasculares con flores que presentan los primordios seminales (que corresponde al megasporangio en los espermatofitos, es decir, la estructura que contiene al gametofito femenino, y que cuando madure originará la semilla llamada óvulo) encerrados por una cubierta protectora denominada carpelo, que al madurar originará un fruto conteniendo las semillas, éstas corresponden a los primordios seminales maduros.

Los embriófitos, que corresponden a las angiospermas, a las gimnospermas, a los helechos y a los briófitos, en conjunto son más de 14% de los seres vivos conocidos.

Los organismos protistas comprenden a los organismos eucariontes, siendo sus grupos más representativos los protozoos y las algas. Estos se reproducen asexualmente.

2.7 Principios de la herencia

2.7.1 Leyes de Mendel

Desde tiempos remotos, el ser humano observó que ciertas características en plantas y animales eran hereditarias, es decir, se transmiten de los progenitores a los descendientes. Este conocimiento empírico fue aprovechado por las primeras civilizaciones que seleccionaban aquellas plantas y animales que tenían las mejores características. Por ejemplo, los nativos de México y Centroamérica desarrollaron más de 300 variedades de maíz a partir de una planta silvestre llamada teosinte.

La humanidad ha observado que los niños se parecen a sus padres en características como los rasgos de la cara, color del cabello, color de ojos, complexión del cuerpo, etc. Esto explica que a través de los siglos los hombres de ciencia trataran de saber cómo se lleva a cabo esta transmisión de características de padres a hijos.

Una hipótesis que fue aceptada durante muchos años fue la de la mezcla de características que afirmaba que las características de los padres se mezclaban en los hijos. Esta hipótesis era la idea que prevalecía hasta los tiempos de Mendel, pero todavía continuaba la duda sobre cómo era que estas características se transmitían de padres a hijos.

Fue hasta 1900, fecha cuando se redescubrió el trabajo de Gregor Mendel, que se empezó a aclarar el panorama en cuanto a la transmisión de las características hereditarias conocida como herencia.

La rama de la biología que estudia la herencia es la genética. Muchos de los grandes descubrimientos científicos del siglo XX se realizaron en el campo de la genética, que en la actualidad es una de las áreas más activas de la investigación científica.

Requisitos para aplicar Leyes de Mendel

Las Leyes de Mendel no se aplican en todos los seres vivos, deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. Los individuos por cruzarse deben pertenecer a especies o subespecies de raza pura.
2. Deben estudiarse caracteres contrastantes.
3. Deben intervenir todas las variedades de los gametos.
4. Sólo se verifican con genes de cromosomas homólogos (no ligados a otros).
5. Sus resultados son probabilidades de que aparezcan los caracteres en estudio.

Las Leyes de Mendel también se conocen como Leyes de la hibridación, Leyes de la segregación o Leyes de la segregación de caracteres.

Primera ley de Mendel (segregación de caracteres)

Enunciado: al cruzar dos razas puras, con un carácter contrastante (P1), se obtendrán como resultados en la primera generación filial (F1):

Genotipo. 100% de mono híbridos.
Fenotipo. 100% a favor del carácter dominante.

En F2: respecto al genotipo, la descendencia tendrá las siguientes probabilidades de aparecer: 1/4 de raza pura dominante, 1/2 será monohíbrido, y 1/4 de raza pura recesiva.

Podemos expresar estos resultados en decimales:

Para estar al tanto

Nota: Recuerda que para convertir fracciones en decimales debes dividir el numerador entre el denominador.

Raza pura dominante: 0.25
Monohíbrido: 0.50
Raza pura recesiva: 0.25

También se pueden expresar estos resultados en porcentajes:

Raza pura dominante: 25.00%
Monohíbrido: 50.00%
Raza pura recesiva: 25.00%

Por último, expresamos estos resultados en probabilidades:

Uno de cada cuatro de que la descendencia sea de raza pura dominante.
Dos de cuatro de que la descendencia sea de monohíbrido.
Uno de cuatro de que la descendencia sea de raza pura recesiva.

Otra manera como puede nombrarse a los individuos de raza pura con carácter dominante es: homocigotos dominantes. Otra manera de nombrar a los individuos de raza pura recesiva es: homocigotos recesivos. A los individuos monohíbridos también se les puede nombrar: heterocigotos.

Con respecto al fenotipo la descendencia tendrá 3/4 probabilidades de tener el carácter dominante y 1/4 de probabilidades de tener el carácter recesivo.

Expresando estos resultados en decimales:

Carácter dominante: 0.75
Carácter recesivo: 0.25

Si expresamos estos resultados en porcentajes, quedan de la siguiente manera:

Carácter dominante: 75%
Carácter recesivo: 25%

Se expresan en una razón matemática a través de las tablas o cuadros de Punnett.

Tablas o cuadros de Punnett

Inventadas por Reginald C. Punnett, biólogo inglés, en 1905, sirven para predecir los resultados de las cruzas, expresados en todos los tipos posibles de genotipos (letras).

Se elaboran con columnas y renglones que se cruzan entre sí. En las columnas se anotarán los genes heredados por uno de los padres, y en los renglones, los heredados por el otro miembro de la generación paterna.

En los casilleros superiores e izquierdos se deben anotar los genes que poseen los gametos involucrados en la cruza. Generalmente aparecen abiertos.

En el ángulo superior izquierdo se anota el tipo de generación por obtener, ya sea primera o segunda filial (F1 o F2).

Durante la formación de gametos (gametogénesis), los genes que llevan la información del carácter en estudio del individuo se separan en gametos (óvulos y espermatozoides).

Y así, separados, se escriben en el casillero superior (abierto) de cada columna de la tabla de Punnett, y los genes de los gametos del otro individuo con el que se cruza se anotan en el lado izquierdo (casillero abierto) de cada renglón de la tabla.

Ejemplo: obtener la primera generación filial de la cruza de razas puras, con una tabla de Punnet. Un ratón macho con pelo negro (NN) y una hembra con pelo blanco (nn).

Genotipo de la hembra nn
Óvulos producto de la gametogénesis

Genotipo del macho NN

Espermatozoides producto de la gametogénesis

F1	n	n
N		
N		

Durante la fecundación se unen los gametos involucrados y por consecuencia sus genes para formar los genotipos de los individuos de la generación siguiente.

Para obtener los posibles genotipos de la generación, se llenan los casilleros cerrados, anotando en ellos las combinaciones de los genes que portan los gametos.

En cada casillero se escriben las letras que le corresponden (un gameto heredado por el padre y uno heredado por la madre, según su columna y renglón).

Óvulos

Espermatozoides

F1	n	n
N	N n	N n
N	N n	N n

Nota: cada genotipo resultante corresponde a una probabilidad de cuatro. Se forma por un gameto masculino (que aparece en color azul) y un gameto femenino (que aparece en color rojo).

En otras palabras, para llenar las tablas de Punnett se anota en cada uno de los casilleros las letras (genes) que le correspondan, en forma tanto horizontal como vertical. Para evitar confusiones se recomienda anotar siempre las letras mayúsculas al inicio del genotipo.

Por último se realiza la interpretación de los genotipos (letras) resultantes, que en este caso es sólo una probabilidad. Dicho de otra manera, existe 100% de probabilidad que el genotipo de F1 sea Nn y que corresponda al fenotipo (palabras) color de pelo negro.

Recuerda: los genotipos se manifiestan y se traducen en la apariencia clínica, a lo que técnicamente se le llama Fenotipo.



Para estar al tanto

Al traducir los genotipos (genes de un individuo para una característica) resultantes de la cruza anterior en fenotipos (apariencia del individuo), tenemos que:

Si el genotipo es: Nn, el fenotipo es pelo negro.

Los datos anteriores se pueden anotar en porcentaje:

Genotipo Nn: 100%
Fenotipo pelo negro: 100%

Para obtener la segunda generación filial (F2), se cruzan individuos que sean productos de F1 (con genotipo Nn, y fenotipo: pelo negro).

Ahora, cuando los productos de F1 llegan a una edad reproductiva, se efectúa la separación de sus genes en los gametos. Por lo tanto:

El genotipo de los gametos del macho es: Nn
Y el genotipo de los gametos de la hembra es: Nn

Para obtener la segunda generación filial (F2), el cuadro de Punnett es el siguiente:

		Óvulos	
Espermatozoides	F2	N	n
	N	N N	N n
	n	N n	n n

Al escribir los resultados de F2 en una tabla, luce así:

Genotipo	Fenotipo	Fracción	Decimal	Porcentaje
N N	pelo negro	1/4	0.25	25%
N n	pelo negro	1/2	0.50	50%
N n				
n n	pelo blanco	1/4	0.25	25%

También se dice que el genotipo tiene una proporción 1:2:1 (NN:Nn:nn), el fenotipo tiene una razón 3:1 a favor del pelo negro, en relación con el blanco; o bien, por cada individuo con color de pelo blanco, existen tres con color de pelo negro.

M2 Basado en Competencias

Segunda ley de Mendel (segregación independiente de caracteres)

Enunciado: al cruzar dos razas puras con dos caracteres contrastantes (P1), se obtendrán como resultados: en la primera generación filial (F1): en el Genotipo, 100% de dihíbridos, y el Fenotipo, 100% a favor del carácter dominante. En la segunda generación filial (F2): Fenotipo, una razón de 3:1 respecto a cada una de las características por separado. Y considerando las dos características juntas, una relación 9:3:3:1.

Ejemplo, al cruzar razas puras: un macho con paso de trote (T), y con pelaje del color del pelo del león o "alazán" (n), con una yegua con paso fino (t), y pelaje negro o "prieto" (N).

En este caso lo primero que se hace es escribir el genotipo (letras) de la generación paterna (P1):

	Tipo de paso	Color de pelaje
Genotipo de la yegua	t t	N N
Genotipo del macho	T T	n n

Para estar al tanto

Recuerda: durante la formación de gametos (gametogénesis) los genes que llevan la información de los caracteres en estudio de los individuos se separan en gametos.

A continuación se escriben los genotipos (letras) de los gametos del macho: T n y los de la yegua: t N.

Asegúrate de haber escrito la mitad de las letras del recuadro anterior, así como haber incluido en cada gameto las letras (genes) de las dos características que se estudian.

Y así, separados, se escriben en la parte superior de cada columna de la tabla de Punnett, y los genes de los gametos del otro ser con el que se cruza se anotan del lado izquierdo de cada renglón de la tabla. A continuación se llena la tabla.

Para estar al tanto

Recuerda: debes anotar en cada uno de los casilleros las letras (genes) que le correspondan en forma tanto horizontal como vertical.

Unión de gametos en la fecundación

Genotipo de la yegua t t N N
Separación de genes en gametos

Genotipo del macho T T n n
Separación de genes en gametos

F1	T n	T n
t N	T t, N n	T t, N n
t N	T t, N n	T t, N n

Para evitar confusiones, llena una casilla por turno, o bien, anota primero las letras de un carácter y, si le corresponden genes dominantes, escribe las letras mayúsculas al inicio, y en seguida las que corresponden al otro carácter; si le corresponden genes dominantes, escribe las letras mayúsculas al inicio. Puedes separar los genes correspondientes a un carácter por una coma. Repite esto en todas las casillas.

Durante la fecundación se unen los gametos involucrados y, en consecuencia, sus genes para formar genotipos.

Nota: en este ejemplo cada genotipo correspondiente a un individuo se forma por un gameto masculino (que aparece en color azul) y un gameto femenino (que aparece en color rosa).



Para estar al tanto

Recuerda: las tablas o cuadros de Punnett sirven para predecir los resultados de las cruzas, expresados en todos los tipos posibles de genotipos, y son probabilidades, no números de descendencia.

En la segunda ley de Mendel a los productos de F1 se les denomina: Di-híbridos, porque tienen una mezcla en su genotipo de los dos caracteres en estudio.

Dicho de otra manera: en la primera generación filial (F1) no hay probabilidades de que los productos pertenezcan a una raza pura.

Otra forma en que se puede nombrar a los individuos de la generación F1 es: heterocigotos, con genes alelos (diferentes).

En el ejemplo anterior, el genotipo de los productos de F1 es: T t, N n, que una vez traducido en fenotipo corresponde a: paso de trote, pelo negro.

Segunda generación filial (F2). Para realizar la cruza que dé origen a esta generación F2 debe ser con un macho y una hembra de la primera generación filial (igual que en la primera ley de Mendel).

¿Cuántos tipos de gametos diferentes pueden producir los productos de F1? Para saberlo hay que realizar todas las posibles combinaciones de los genes, considerando las dos características en estudio en cada gameto. Por lo tanto, tomando en cuenta que el genotipo de cada individuo de F1 es: T t, N n, en cada gameto (masculino o femenino) se combina un gen del tipo de paso (trote o fino) con un gen del color del pelo (alazán o negro):

TN	Tn	t N	t n

Date cuenta que en cada recuadro están escritas sólo dos letras (correspondientes a los genes de cada una de las dos características).

Esto obedece al principio de la segregación independiente. Durante la gametogéne se separan o segregan los genes de un carácter, en forma independiente, de l genes de la otra característica en estudio.

¿Afecta en algo que primero se escriban los genes del color del pelo y después l del tipo de paso? Desde luego que NO, porque llevan la misma información TN qu NT, o tN que Nt, por citar dos ejemplos.

Recuerda que en F1, tanto machos como hembras, llevan la misma informaci genética contenida en sus gametos.

¿Existen diferencias (en cuanto a la información genética) entre los gametos del mach y los de la yegua? No, porque llevan la misma información, independientemente d orden en el que se escriban. Dicho de otra manera: tienen la misma información p ser hermanos, hijos de razas puras contrastantes en dos caracteres.

Para obtener F2 ¿cuántas probabilidades diferentes de gametos produce el macho y ¿cuántas la hembra? Cuatro, cada uno.

Y así, separados, se escriben en la parte superior de cada columna de la tabla d Punnett, y los genes de los gametos del otro ser con el que se cruza se anotan d lado izquierdo de cada renglón de la tabla.

Después se llenan los cuadros cerrados (correspondientes a una probabilidad d genotipo). Para evitar confusiones, llena uno por turno. Anota primero las letras d un carácter y si le corresponden genes dominantes, escribe las letras mayúsculas inicio y en seguida las que corresponden al otro carácter, también si le corresponde genes dominantes escribe las letras mayúsculas al inicio. Puedes colocar una com para separar los carácteres. Ejemplo:

Unión de gametos en la fecundación con el genotipo resultante

	Genotipo del gameto masculin
Genotipo del gameto femenino	
F2	T n
t N	T t, N n

¿Así de fácil? ¡Claro!, esto es muy fácil, sólo debes tener cuidado y concentrarte e anotar en cada casilla las letras (4) que le corresponden según los genes (letras) qu escribiste en la parte superior de las columnas y la parte izquierda de cada fila.

Este procedimiento se repite en todas las casillas.

Genotipo del Híbrido T t , N n

Segregación de los gametos masculinos ♂	F2	T N	T n	t N	t n

Genotipo del híbrido	T N	T T N N	T T N n	T t N N	T t N n
T t , N n	T n	T T N n	T T n n	T t N n	T t n n
Segregación de los gametos femeninos ♀	t N	T t N N	T t N n	t t N N	t t N n
	t n	T t N n	T t n n	t t N n	t t n n

Corrobora haber realizado el llenado de manera adecuada.

Asegúrate que en cada casillero aparezcan cuatro letras y que correspondan a los genes: un par para un carácter y otro par para el otro.

Los genes dominantes y recesivos para un carácter (letras "t" mayúsculas o minúsculas) y de origen materno deben aparecer sólo en 16 ocasiones. Los genes dominantes y recesivos para el otro carácter (letras "n" mayúsculas o minúsculas) y de origen materno debe aparecer sólo en 16 ocasiones. Lo mismo sucede con los genes de origen paterno.

Nota: en este ejemplo, cada genotipo correspondiente a una probabilidad de individuo se forma por la unión de un gameto masculino ♂ y un gameto femenino que contiene dos genes diferentes ♀.

Para estar al tanto

Para poder interpretar los genotipos en fenotipos, se vierten los resultados en la siguiente tabla:

Genotipo para el tipo de paso y el color de pelo	Fenotipo para el tipo de paso y el color de pelo	Número de probabilidades de aparecer en 16 eventos	Fracción[1]	Decimal[2]	Porcentaje
T T n n	Trote alazán	1	1/16	0.0625	6.25%
T T N n	Trote negro	2	2/16	0.125	1.25%
T t n n	Trote alazán	2	2/16	0.125	1.25%
T T N N	Trote negro	1	1/16	0.0625	6.25%
T t N n	Trote negro	4	4/16	0.125	25.00%
T t N N	Trote negro	2	2/16	0.125	1.25 %

M2 Basado en Competencias

t t n n	Fino alazán	1	1/16	0.0625	6.25%
t t N n	Fino negro	2	2/16	0.125	1.25%
t t N N	Fino negro	1	1/16	0.0625	6.25%



Para estar al tanto

Nota 1: recuerda que para convertir fracciones en decimales debes dividir el numerador entre el denominador, ejemplo 5/16 = 0.3125

Nota 2: recuerda que para convertir decimales en porcentajes debes correr el punto dos lugares a la derecha, ejemplo 0.3125 = 31.25%

El genotipo que aparece en mayor frecuencia es: T t N n, si te das cuenta, todas las letras son diferentes y son los signos con los que se representa a los genes de las características en estudio. Pudieran estar las letras en desorden sin que esto afecte o también separadas por una coma que agrupe los genes de cada una de las características.

¿Cómo se denomina a estos individuos? Dihíbridos, toda vez que son híbridos para los dos caracteres en estudio.

¿Cómo son en comparación con sus padres? Iguales, tanto en el fenotipo como en el genotipo de los caracteres estudiados.

Algunos textos expresan que "el resultado de la segunda Ley de Mendel en F2 es: en una proporción de 3:1 para el fenotipo, considerando sólo una de las dos características". Se refieren a lo siguiente: considerando sólo la característica tipo de paso (trote o fino). Existe una relación de tres a uno a favor del fenotipo dominante: paso de trote. Por cada individuo con paso fino existen tres con paso de trote.

Expresado en razón matemática: 3: 1

En otras palabras, en el presente ejemplo existen 12 probabilidades, de 16, de que los individuos tengan paso de trote, y cuatro, de 16, de que tengan paso fino.

Considerando sólo la característica color de pelo (negro o alazán) existe una relación de tres a uno a favor del fenotipo dominante: pelo negro. Por cada individuo con pelo alazán existen tres con pelo negro.

Expresado en razón matemática: 3: 1

En otras palabras, en el presente ejemplo existen 12 probabilidades, de 16, de que los individuos tengan color negro, y cuatro de 16 de que tengan color alazán.
Los mismos textos refieren que "al considerar las dos características en estudio juntas se obtiene un resultado fenotípico en proporción 9:3:3:1".

Ya que existen nueve probabilidades, de 16, de que los individuos tengan paso de trote y color negro.

Considerando las dos características, la probabilidad (en porcentaje) existente de que los individuos tengan paso de trote, además de color negro, es de 56.25 por ciento.

Hay tres probabilidades, de las 16, existentes de que los individuos tengan paso de trote y color alazán.

Considerando las dos características, la probabilidad (en porcentaje) existente de que los individuos tengan paso de trote, además de color alazán, es de 18.75 por ciento.

Existen tres probabilidades, de las 16, de que los individuos tengan paso fino y color negro.

Esto es, las probabilidades (en porcentaje) que hay en F2 de que la descendencia tenga paso fino y pelo negro es de 18.75 por ciento

Y sólo existe una probabilidad, de las 16, que en F2 la descendencia tenga paso fino y pelo alazán.

Considerando las dos características, la probabilidad (en porcentaje) existente de que los individuos tengan paso fino, además de color alazán es tan sólo de 6.25 por ciento.

Ahora ya sabes en dónde se encuentra la relación 9, 3, 3, 1 y a qué corresponde.


Resumen

Resumen

Ciclo celular

- El ciclo celular consta de cuatro etapas: G1, S, G2 y M.
- G1 y G2 son las fases “vacías” (gap), donde la célula crece y se prepara para dividirse.
- S es la fase de síntesis en la cual los cromosomas se copian (replicación).
- M es la fase mitótica en la cual la célula se divide físicamente en dos células hijas.
- La mayor parte de las células NO se está dividiendo todo el tiempo. Estás células se encuentran en una fase de descanso (G).

Mitosis (fase M)

- La mitosis en células normales produce dos células con un código genético idéntico.

- La mitosis tiene 4 subfases:

1. Profase: los cromosomas se condensan, la membrana nuclear se rompe y se forman las fibras del huso mitótico.

2. Metafase: los cromosomas replicados se alinean a la mitad de la célula.

3. Anafase: los cromosomas se separan y la célula se elonga, con terminaciones distintivas (polos).

4. Telofase: las membranas nucleares se vuelven a formar en los dos polos y la nueva membrana celular se forma para crear dos células independientes.

Síntesis de ADN (fase S)

- Los humanos tienen 46 cromosomas, 23 de cada padre.
- Cada cromosoma está compuesto por una sola pieza de ADN que contiene millones de nucleótidos.
- Un par de cromosomas homólogos tiene los mismos genes, pero puede tener diferentes versiones de esos genes.
- En varias células cancerígenas el número de cromosomas está alterado, así que hay menos cromosomas o cromosomas de más. A esto se les llama aneuploidía.
- Pueden suceder errores durante la replicación del ADN, lo que da como resultado de mutaciones y posiblemente el desarrollo del cáncer.
- Las células tienen mecanismos para corregir errores, si hay alguna falla en la replicación del ADN.
- Muchos agentes de la quimioterapia se centran en la fase S del ciclo celular.

Cuadro comparativo mitosis-meiosis

Características	Mitosis	Meiosis
Se produce en	Células somáticas (n o 2n)	Células madre 2n de gametos (en las gónadas)
Duración	Corta	Larga
El núcleo se divide	Una vez	Dos veces
¿Mezcla ADN?	No	Sí (sobre cruzamiento en profase I)
¿Qué ocurre en anafase?	Separación cromatidas	Separación de cromosomas

¿Que se origina?	Dos células idénticas	Cuatro células diferentes a la célula madre entre si
Objetivo	Crecimiento y reparación (pluricelulares) reproducción asexual (unicelulares)	Reproducción sexual
Variabilidad	No la reproduce	Sí produce variabilidad genética

Resumen del contenido


Resumen

Primera ley de Mendel

- En una cruza de individuos de raza pura (homocigotos) con genes diferentes para una característica (generación paterna o P1), todos sus descendientes (F1) son heterocigotos (híbridos), tienen un gen de cada progenitor y se manifiesta la característica dominante.

- Al cruzar productos de F1 entre sí se obtiene la generación F2, en donde existen tres de cuatro probabilidades de que se parezcan al individuo de la generación P1 con el genotipo dominante, y una de cuatro probabilidades de que se parezcan al otro progenitor de raza pura y genotipo recesivo.

- En los productos de F2 fenotípicamente es imposible diferenciar a los individuos de raza pura (con genotipo dominante) de los híbridos.

- En los productos de F2 siempre hay una probabilidad, entre cuatro, de que los individuos sean de raza pura dominante, y siempre hay una probabilidad, entre cuatro, de que los individuos sean de raza pura recesiva.

- En los productos de F2 los homocigotos dominantes y los heterocigotos tienen el mismo fenotipo.

Segunda ley de Mendel

- En una cruza de individuos de raza pura (homocigotos), con genes diferentes para dos características (generación paterna o P1), 100% de sus descendientes (F1) son heterocigotos en sus dos caracteres (di-híbridos), para cada una de las dos características tienen un gen de cada progenitor y se manifiestan las características dominantes.

- Durante la formación de los gametos de los individuos dihíbridos (productos de F1), los genes de cada característica se segregan en forma independiente.
- La generación F2 se obtiene al cruzar a los individuos di-híbridos (productos de F1), cada uno es heterocigoto en los dos caracteres. Como resultado, hay una razón matemática 3:1 (12 de 16, y 4 de 16 probabilidades) respecto al fenotipo de un solo carácter. Y una relación 9:3:3:1 al ser considerados los dos caracteres en el fenotipo.

M2 Basado en Competencias

- En los productos de F2 fenotípicamente es imposible diferenciar a los individuos de raza pura y con genotipo dominante de los híbridos.
- En los productos de F2 sólo hay una, de 16 probabilidades, de que aparezca un individuo de raza pura igual a uno de los integrantes de la generación paterna (P1), y una, de 16 probabilidades, de que resulte un individuo de raza pura igual al otro integrante de la generación paterna (P1).
- Los homocigotos dominantes y los heterocigotos tienen el mismo fenotipo.

Vinculación del contenido con la realidad

El control de la velocidad de la división celular es clave para el cáncer.

La falta de una proteína acelera el proceso y dispara los tumores:

- Un 15% de los cánceres de mama tienen copias de un gen metastásico.
- El cáncer de mama se detecta cada vez más en la fase precoz.
- La clonación: http://goo.gl/P8LlXy.
- Genética aplicada a la Biotecnología: Leyes de Mendel: http://goo.gl/CvDpPp.

Aplicación de conceptos

Primera ley de Mendel

En un laboratorio se cruza a dos conejos de razas puras, el macho de orejas largas (LL) y la hembra de orejas cortas (ll)

Llena las tablas de Punnet y contesta el cuestionario siguiente:

Genes de óvulos / Genes de espermatozoides

F1		

Genes de óvulos / Genes de espermatozoides

F2		

Para estar al tanto

Nota: el reactivo 1 corresponde al cuadro de F1.
Nota 2: el reactivo 2 corresponde al cuadro de F2.

1. ¿Cuál será el fenotipo (tamaño de orejas) de la primera generación filial (F1)?

2. ¿Qué probabilidad, expresada en porcentaje, habrá de que en la primera generación filial (F1) se obtengan conejos de raza pura con orejas cortas? _____%

¿Cuál será el fenotipo (tamaño de orejas) y su porcentaje, que predomine en los productos de la segunda generación filial (F2)?

3. _____ 4. _____%

¿Qué tamaño de orejas tendrán respectivamente el macho y la hembra que deben cruzarse para producir la segunda generación filial (F2)?

5. Macho_____ 6. Hembra _____

De los conejos obtenidos en la segunda generación filial (F2), contesta las preguntas de la 7 a la 11:

7. ¿Qué porcentaje tendrá orejas cortas? _____ %

8. ¿Qué porcentaje tendrá orejas largas? _____ %

9. ¿Qué porcentaje será híbrido? _____ %

Escribe los genotipos de la segunda generación filial de raza pura:

10. _____ 11. _____

12. ( ) Al cruzar una gallina roja (R) de raza pura, con un gallo de color negro (n), también de raza pura para este carácter.

13. En la segunda generación filial: ¿cuántas probabilidades hay de que los hijos sean de color rojo?

A) 0 % B) 25% C) 50% D) 75% E) 100%

14. ( ) Considerando el ejemplo anterior (reactivo 14), ¿cuántas probabilidades hay de que en F2 los productos sean híbridos o heterocigotos?

A) 0 % B) 25% C) 50% D) 75% E) 100%

Consulta las respuestas correctas para retroalimentar tu aprendizaje en el anexo que se encuentra al final del módulo.

Tomar conciencia (metacognición)

Después de haber realizado la autoevaluación, reflexiona y escribe: en escala de 0 a 10, cuánto fue el conocimiento nuevo que adquiriste en este tema: _____

M2 Basado en Competencias

Autoevaluación

Autoevaluación del contenido

Segunda ley de Mendel

Contesta las preguntas siguientes y consulta las respuestas correctas para retroalimentar tu aprendizaje en el anexo, al final del módulo.

1. Al cruzar un limón amarillo (A) y de forma oval (O) de raza pura para los dos caracteres, con un limón de color verde (v) y de forma esférica (e) de raza pura para los dos caracteres, ¿cuál es el genotipo y fenotipo de los limones resultantes en la primera generación filial?

   A) AA, OO: amarillo homocigoto y oval homocigoto
   B) vv, ee: verde homocigoto y esférico homocigoto
   C) Av, Oe: amarillo heterocigoto y Oval heterocigoto
   D) AA, ee: amarillo homocigoto y esférico homocigoto
   E) vv, Oe: verde homocigoto y oval heterocigoto

2. Al cruzar un lirio azul (A) y de tallo largo (l) de raza pura para los dos caracteres, con un lirio de color blanco (b) y de tallo corto (C) de raza pura para los dos caracteres, ¿cuál es el genotipo y fenotipo de las flores resultantes en la primera generación filial?

   A) AA, ll: azul homocigoto y largo homocigoto
   B) bb, CC: blanco homocigoto y corto homocigoto
   C) bb, Cl: blanco homocigoto y corto heterocigoto
   D) AA, CC: azul homocigoto y corto homocigoto
   E) Ab, Cl: azul heterocigoto y corto heterocigoto

3. En las palomas domésticas el color blanco (b) es recesivo sobre el negro (N) y las patas emplumadas (e) son recesivas sobre las no emplumadas (H) ¿cuál es la probabilidad, expresada en porcentaje, de que en la segunda generación filial se obtenga un fenotipo a favor de las patas emplumadas, sobre las no emplumadas, si se realiza un cruce entre un individuo de raza pura de color blanco con patas emplumadas, con otro de raza pura de color negro y patas sin emplumar?

   A) 6.25
   B) 12.5
   C) 25
   D) 50
   E) 75

4. Considerando el ejemplo del reactivo anterior ¿cuál es la probabilidad, expresada en porcentaje, de que en la segunda generación filial se obtengan individuos con un fenotipo de color negro y patas sin emplumar, además de ser raza pura?

   A) 6.25
   B) 12.5
   C) 25

D) 50
E) 75

5. En la segunda ley de Mendel ¿cuántos tipos de genotipo diferentes entre sí se obtienen en la segunda generación filial (F2)?

   A) 2
   B) 4
   C) 5
   D) 9
   E) 16

6. ADN es a genotipo, como _____ es a fenotipo.

   A) núcleo
   B) genes
   C) cromosomas
   D) híbridos
   E) dominantes

7. En la calabaza de verano, el color blanco del fruto (B) es dominante sobre el color amarillo (b). El fruto en forma de disco (D) es dominante sobre la fruta esférica (d). Una planta homocigótica para el fruto blanco y esférico se cruza con una planta homocigótica de fruto amarillo y esférico. ¿Cuáles son los posibles genotipos y fenotipos de la fruta en la primera generación filial?_____

8. Escribe los fenotipos y genotipos de la generación paterna.

_____.

9. Realiza el llenado del cuadro de Punnet

F1		

10. Escribe el genotipo de la primera generación filial (F1), considerando las dos características en estudio:

_____.

11. Escribe el fenotipo de la primera generación filial (F1), considerando las dos características en estudio:

_____.

12. ¿A cuál de las leyes de Mendel corresponde esta cruza? Justifica el porqué de tu respuesta:

_____.

M2 Basado en Competencias

Tomar conciencia (metacognición)

Después de haber realizado la autoevaluación, reflexiona y escribe, en escala de 0 a 10, cuánto fue el conocimiento nuevo que adquiriste en este tema: _____.

El cáncer y muerte celular

Hay mutaciones que producen una variación que mejora la función del organismo, es decir, son mutaciones favorables y resultan en adaptaciones de las especies a su ambiente. Otras mutaciones, sin embargo, pueden ser letales, pues tienen como resultado, por ejemplo, la producción de proteínas deficientes en su función, tal es el caso de la hemoglobina mutada que causa la anemia falciforme.

Los factores ambientales contribuyen a mutaciones génicas desfavorables, los mutágenos son factores del ambiente que causan mutaciones. Por ejemplo, varias formas de radiación, como los rayos X y los ultravioleta, son mutágenos bien conocidos. Además, muchas sustancias químicas, como las del humo del tabaco, el asbesto, el benceno y el formaldehído alteran al ADN causando mutaciones. Los mutágenos causan cambios en el mensaje del ADN que pueden ser pasados a las células hijas durante la división celular.

Algunas aplicaciones de la genética

Las aplicaciones tecnológicas en genética hacen posible alterar la herencia de los organismos para adaptarlos a condiciones particulares del ambiente y mejorar los rasgos que pueden hacerlos útiles para nosotros. Hay dos campos donde se aplica la genética, uno de ellos es la genética clásica aplicada y el otro es la ingeniería genética.

Mejoramiento de razas y variedades

La genética clásica aplicada consiste fundamentalmente en el mejoramiento de razas animales y variedades vegetales. La recolección y siembra de plantas para seleccionar aquellos organismos con mejores cualidades o productividad es un método que data de la prehistoria. Además, el cruce de aquellos organismos seleccionados dio como resultado organismos con características superiores; así se inicia el proceso de los cruces selectivos.

Cuando el cruce se realiza entre individuos de parentesco muy cercano, se le llama cruzamiento consanguíneo o endogamia y se realiza con la finalidad de preservar una característica particular en una planta o en un animal. El cruzamiento consanguíneo también puede tener algunas desventajas, entre éstas se encuentra el aumento de la probabilidad de que se exprese algún rasgo recesivo. Si este rasgo es indeseable, la endogamia puede causar diversos problemas. Por ejemplo, un caso muy común es el de los cruces consanguíneos entre los perros, como los french poodle miniatura. ¿Has notado las manchas café oscuras que aparecen en las esquinas de los ojos de esos perritos? Esas manchas son el resultado de la obstrucción de los ductos lagrimales. La lágrima usualmente fluye desde el ojo a la nariz por el ducto lagrimal,

de tal manera que la obstrucción obliga a la lágrima a ser expulsada hacia la cara causando esas manchas.

Ciertamente esto no es dañino para el poodle, pero sí hay otros problemas producidos por la consanguinidad, tales como hombros dislocados, epilepsia, diabetes y colapso de la tráquea. La salud de estos perros es mejor a medida que disminuye la endogamia.

Otra finalidad de realizar los cruces selectivos es la de obtener nuevas variedades de organismos por hibridación, estos se realizan al cruzar dos especies diferentes o dos individuos de la misma especie, pero de diferente raza. Por ejemplo, el perro de la raza bullmastiff es producto híbrido logrado por el ser humano mediante el cruce de dos razas: el mastín y el bulldog. El bullmastiff presenta las cualidades deseables de los dos progenitores, por lo cual, resultó un perro muy útil para la protección del ganado y de las tierras. La hibridación es un proceso importante en la producción de alimento de origen vegetal. Los casos del maíz, el trigo, el sorgo, el arroz que ya han sido hibridizados, han permitido una sensible elevación de los rendimientos en la productividad de estos productos alimenticios.

Otra de las aplicaciones importantes de la genética es la inducción de la poliploidía, condición en la cual las células tienen más de dos conjuntos de cromosomas. La poliploidía es muy rara en los animales y, cuando llega a darse, es mortal. Sin embargo, en el caso de los vegetales, la poliploidía es un proceso que resulta –muchas veces– favorable, y además, son fértiles. Las plantas poliploides pueden ser más grandes, tener flores y frutos más grandes que el tamaño de las originales. La poliploidía puede ocurrir en forma natural en las plantas y puede ser el origen de nuevas especies. Los fitomejoradores que se dedican a la producción de plantas poliploides han desarrollado la técnica de la colchicina (fármaco que inhibe la mitosis); si se aplica en la raíz de la planta se induce la poliploidía, ya que la raíz es un tejido que se encuentra en división celular constante.

Esto da como consecuencia la duplicación del número cromosómico. En realidad, muchos productos alimenticios vegetales son poliploides. El tomate "gordo" es poliploide, así como muchas variedades de uvas, fresas, trigo, repollo, etcétera.

Ingeniería genética

Cuando se aplican los conocimientos básicos de una ciencia para producir materiales útiles al ser humano con la finalidad de cubrir las necesidades propias, se desarrollan las tecnologías y la ingeniería. Así, con la aplicación de los conocimientos de la bioquímica, la microbiología, la genética y la ingeniería química, se ha desarrollado todo un campo tecnológico nunca antes visto, la ingeniería genética.

La ingeniería genética es el uso de técnicas bioquímicas especiales para identificar, estudiar o modificar genes. Algunas técnicas de la ingeniería genética involucran la combinación del ADN de genes de diferentes organismos.

Por ejemplo, se han transferido genes humanos a las bacterias, haciendo posible que la bacteria produzca proteínas útiles para los humanos. El nuevo ADN que resulta de

incorporar componentes de diferentes organismos es llamado ADN recombinante. La insulina y la hormona del crecimiento son dos proteínas que han sido sintetizadas a partir de ADN recombinante.

El ADN de los organismos eucariotas es más complejo que el de las bacterias, las cuales, como recordarás, son procariotas. Antes de que un gen de una célula eucariótica sea transferido a una bacteria, el ADN eucariótico debe ser simplificado, puesto que no puede traducir un ADN complejo. Los científicos han transferido genes al interior de microorganismos eucariotas, como las levaduras en lugar de las bacterias. Por ser las levaduras hongos unicelulares eucarióticos, pueden traducir el ADN de otros eucariotas. De esta forma, los investigadores produjeron la primera vacuna humana, usando células de levadura. Esta es la vacuna contra la hepatitis B.

La hepatitis B es una infección viral potencialmente fatal en el hígado. Los científicos, también, han insertado genes en células de plantas y animales pluricelulares. Por ejemplo, a ciertas plantas se les ha insertado genes que les permite resistir la acción de los herbicidas.

Para transferir ADN al interior de una célula, los científicos usan un transportador especial llamado vector. En ingeniería genética, un vector es un transportador de material genético. Las bacterias no poseen núcleo celular, por lo que el material genético se encuentra libre en el citoplasma en cromosomas y en pequeñas porciones circulares de ADN llamadas plásmidos. Los plásmidos son vectores, ya que ellos pueden llevar ADN al interior de las células. Los científicos, también, han usado virus como vectores para transferir ADN a otras células.

Transferencia de genes

Las bacterias pueden ser usadas para producir materiales biológicos como la insulina, que es una hormona que normalmente es producida en el páncreas y que ayuda a controlar la cantidad de azúcar en nuestra sangre. Para producir insulina, los plásmidos son aislados de las bacterias.

Los ingenieros genéticos usan una enzima para cortar el plásmido y el ADN humano en fragmentos. Los fragmentos son ligados por otra enzima, lo que causa que el gen para la insulina humana sea insertado en el plásmido bacteriano. La bacteria que contenga el plásmido producirá la insulina humana.

Aplicaciones en la agricultura

Diversos campos productivos han sido objeto de desarrollo usando las técnicas de la ingeniería genética; así, el mejoramiento de la calidad y la cantidad de los alimentos de origen vegetal ha hecho posible un nuevo desarrollo de la agricultura. Por ejemplo, se han producido varios tipos de nuevas bacterias que ayudan a incrementar la producción de cosechas; una bacteria alterada genéticamente ayuda a algunas plantas a resistir daños por congelación. También, algunas bacterias, como las del género Agrobacterium, pueden ser portadoras de genes selectos y ser usadas para modificar plantas.

Aplicación en la industria

La utilización de microorganismos para elaborar ciertos productos, como quesos, vinos, pan, yogur y otros, es conocida desde la antigüedad. La ingeniería genética puede, ahora, ayudar a mejorar la producción y calidad de estos productos usando las técnicas del ADN recombinante para alterar las características de los microorganismos utilizados.

Aplicaciones en la medicina

El área en la cual la ingeniería genética ha influido más en la vida humana es la medicina. Uno de los primeros productos médicos producidos con las nuevas técnicas es la insulina, la hormona que regula el metabolismo de azúcares en el cuerpo. Si un organismo falla en la producción de suficiente insulina por parte de las células pancreáticas, o si las células de ese organismo no pueden incorporar suficiente insulina, se desarrolla una condición llamada diabetes mellitus.

Anteriormente, los médicos trataban a los diabéticos con insulina obtenida de extractos pancreáticos del cerdo y la vaca, pero esa insulina puede producir reacciones alérgicas en algunos pacientes. Actualmente, la ingeniería genética ha aportado diferentes formas de producirla al insertar el gen humano responsable de la producción de la insulina en los plásmidos bacterianos.

La bacteria sujeta a esta inserción empieza a producir insulina idéntica a la humana, que no causa reacciones alérgicas.

El interferón es una proteína producida por las células cuando éstas son atacadas por virus, por lo que es utilizado como un medicamento antiviral. Hasta hace algunos años era difícil obtener el interferón humano; hoy es producido también por el uso de plásmidos bacterianos y células de levaduras. Se han desarrollado muchos otros productos, como algunas vacunas y la hormona del crecimiento.

Bacterias alteradas genéticamente pueden producir factores de crecimiento celular que ayuda a los pacientes anémicos a producir células sanguíneas. Otros nuevos productos pueden disolver coágulos sanguíneos en los pacientes con ataques al corazón.

Muerte celular (Apoptosis)

La apoptosis es un patrón de lesión celular que representa un mecanismo importante y definitivo de muerte celular. Si bien existen algunas diferencias entre necrosis y apoptosis, también es cierto que hay un solapamiento y mecanismos comunes entre ambos procesos de muerte celular. En este sentido, algunos tipos de muerte celular se expresan como apoptosis o como necrosis en función de la intensidad y la duración del estímulo, la rapidez del proceso y el nivel de depleción de ATP en la célula huésped.

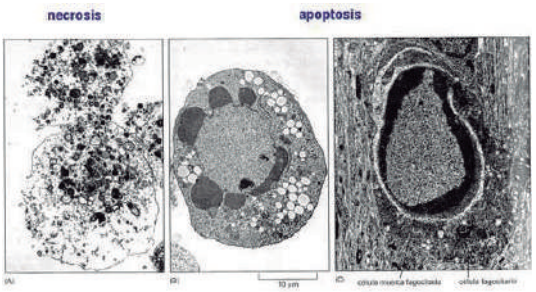


Figura 108. Secuencia de cambios estructurales observados en necrosis y apoptosis.

Tomado de: http://goo.gl/hQ580I

La apoptosis se puede definir como aquella forma de muerte celular que conduce a la eliminación de las células del huésped que ya no son necesarias, por razones fisiológicas o patológicas, y que requiere la activación de una serie coordinada y programada de acontecimientos internos iniciados por un grupo de productos génicos.
La apoptosis es un proceso habitual en numerosas respuestas fisiológicas adaptativas y patológicas, entre las que destacan:

- Desarrollo embrionario. La destrucción programada de las células durante la embriogénesis, abarcando la implantación, organogénesis, involución del desarrollo y la metamorfosis. Aunque la apoptosis es un proceso morfológico, puede no siempre ser la base de la funcionalmente definida «muerte celular programada» de la embriogénesis, ambos términos son utilizados actualmente como sinónimos.

- Involución dependiente de hormonas en el adulto, por ejemplo, la destrucción de las células endometriales durante el ciclo menstrual, la atresia folicular del ovario en la menopausia, la regresión de la mama lactante durante el destete y la atrofia prostática tras la castración.

- Como mecanismo homeostásico para el mantenimiento de las poblaciones celulares en los tejidos, por ejemplo, el epitelio de la cripta intestinal.

- Crecimiento tumoral: Muerte celular en tumores, con más frecuencia durante la regresión, pero también en tumores con crecimiento celular activo.

- Como mecanismo de defensa en las reacciones inmunitarias: muerte de las células inmunitarias, tanto linfocitos B como T tras la depleción de citocinas, además de la desaparición de células T autorreactivas en el desarrollo del timo. Muerte celular inducida por células T citotóxicas, como en el rechazo inmunitario celular y en la enfermedad injerto contra huésped.

- En las respuestas inflamatorias: muerte de los neutrófilos durante la respuesta inflamatorio aguda.

- Respuesta a agentes físico-químicos: muerte celular producida por diversos estímulos nocivos que son capaces de producir necrosis, pero cuando se administran en dosis bajas. Por ejemplo, el calor, la radiación, los fármacos citotóxicos anticancerosos y, posiblemente, la hipoxia pueden inducir apoptosis

si el estímulo lesivo es leve, aunque las dosis elevadas del mismo estímulo causan la muerte celular por necrosis.

La apoptosis puede ser activada por distintas señales o estímulos que conducen a la muerte celular y entre los que se incluyen la falta de hormonas o factores tróficos, la interacción positiva ligando-receptor y agentes lesivos específicos.

También existe una relación inversa entre apoptosis y crecimiento celular, tanto en situaciones normales como patológicas. La apoptosis juega un papel importante en la regulación de la densidad de población celular normal y la supresión de la muerte celular por apoptosis juega un papel determinante en el crecimiento tumoral.

La apoptosis es el punto final de una cascada de acontecimientos que incluye cuatro pasos independientes, pero solapados:

1. Vías de señalización.
2. Control e integración.
3. Fase de ejecución.
4. Eliminación de las células muertas.

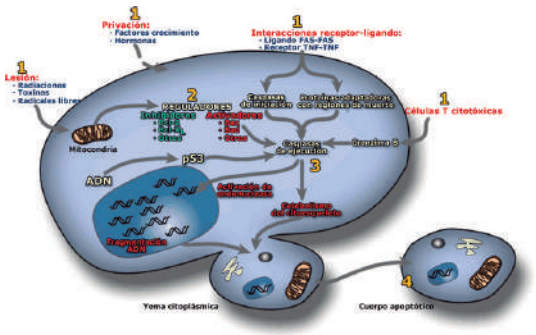
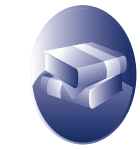


Figura 109. Etapas de la apoptosis.

Tomado de: http://goo.gl/uQQOAL



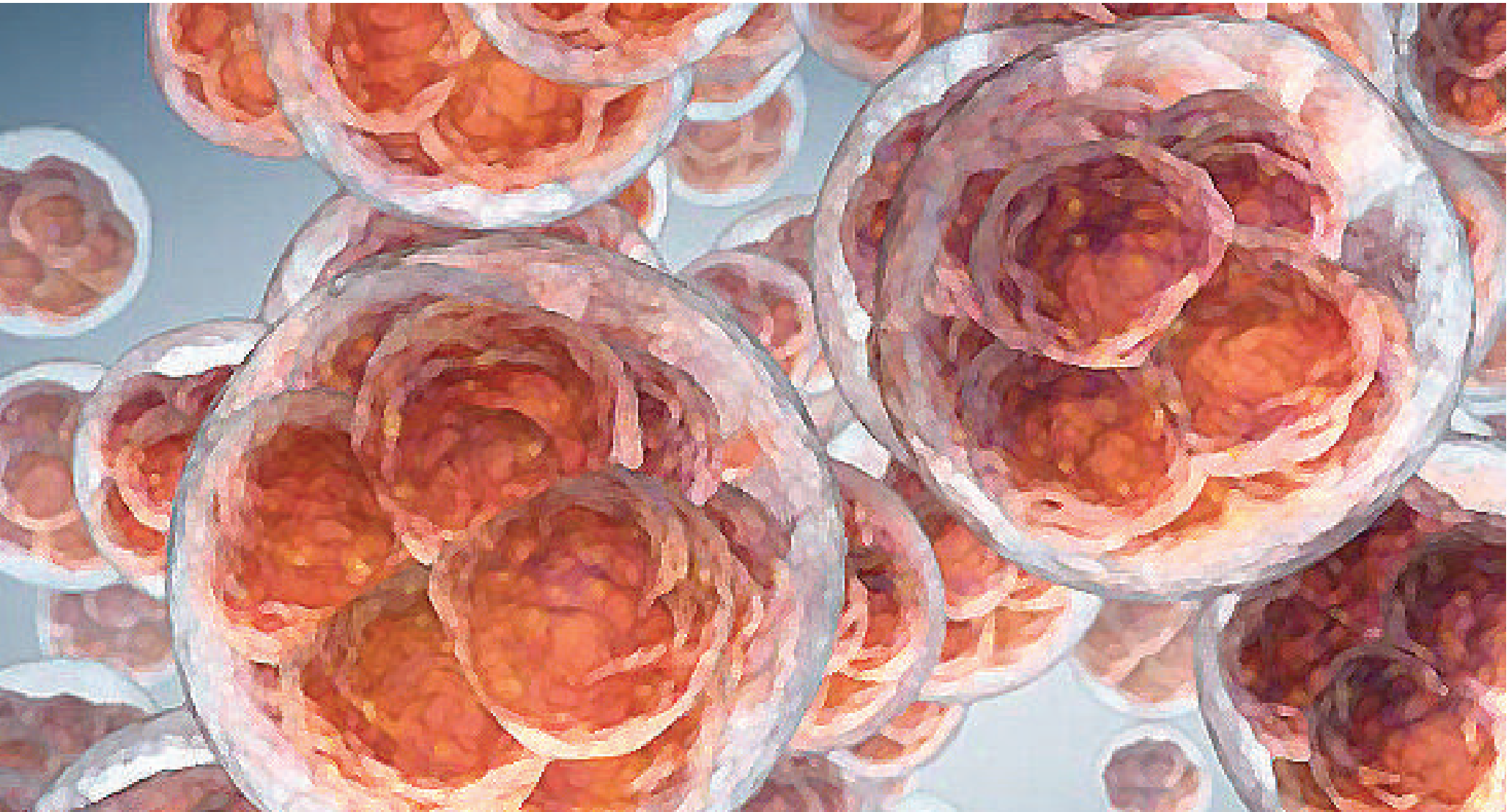
Bibliografía

- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. (2004), *Biología Molecular de la Célula*, España, Ediciones Omega.
- Alonso, E. (2004), *Biología. Un enfoque integrador*, 2ª edición, México, McGraw Hill.
- Barnes, S. y Curtis, H. (2000), *Biología*, Buenos Aires, Medica Panamericana
- Campbell, N. y J. Reece (2007), *Biología*, España, Médica Panamericana.
- Chamorro, M. (2011), *Biología I*, Nueva Imagen, México.
- Hickman, C., L. Roberts y A. Larson (1998), *Principios Integrales de Zoología*, España, McGraw Hill Interamericana,
- Muñiz E. (2010), *Biología*, 4ª edición, México, McGraw Hill.
- Nelson D. y Cox M. (2005), *Principios de Bioquímica*, Lehninger, Ediciones Omega.
- Solomon E., Berg L., Martin D. (2001), *Biología*, México, McGraw-Hill Interamericana.
- Ville, Claude A., Eldra Pearl Solomon, P. William Davis (2000), *Biología*, México, Iberoamericana.

Mesografía

- Biología. Consultado en agosto de 2015 desde https://goo.gl/zhTwlB
- Libro de biología, en línea, consultado el 3 de agosto del 2015; http://goo.gl/7NnUpM
- http://goo.gl/VlRz0Z
- http://goo.gl/G6jLpV
- http://goo.gl/CYN9ho

Metabolismo



M 3
Basado en Competencias

3.1 Metabolismo. Anabolismo-catabolismo

Objetivo: conocer cómo los alimentos que constituyen nuestra alimentación se degradan para dar lugar a otras moléculas vitales para nuestra supervivencia.

Rescate de conocimientos previos

Cita cómo los alimentos que ingerimos se transforman en energía dentro de las células para poder sobrevivir.

Desarrollo

Desarrollo del contenido

¿Qué es el metabolismo?

Es la suma de reacciones químicas (transformación de sustancias bioquímicas) que se llevan a cabo dentro de las células, para que éstas sean utilizadas por nuestro cuerpo y poder realizar funciones como reír, correr, estudiar, brincar, nadar, respirar, etc.

El metabolismo está integrado por dos fases o procesos opuestos y complementarios: el anabolismo y el catabolismo, en ambos procesos hay consumo y/o ganancia de energía en diferentes proporciones. El metabolismo se lleva a cabo gracias a la participación de unas moléculas llamadas enzimas.

Anabolismo

Es la síntesis o construcción de moléculas complejas a partir de otras más sencillas (orgánicas e inorgánicas); en este proceso existe una absorción, formación o ganancia de energía (ATP), que es almacenada en los nuevos enlaces químicos (endergónico-almacén de energía).

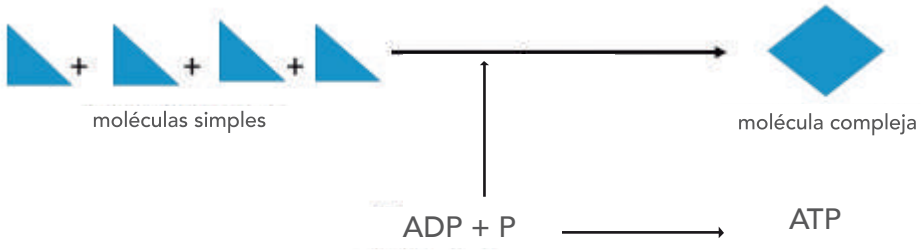


Figura 1. Anabolismo
Fuente: elaborado por Julieta Jiménez Rodríguez (2015).

Ejemplos:
a) La síntesis de glucoproteínas.

glucosa simple + proteínas = glucoproteína

moléculas simples — moléculas complejas

b) La fotosíntesis.

$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

moléculas simples — moléculas complejas

Catabolismo

Son reacciones de desintegración o desdoblamiento de moléculas, convirtiéndolas en productos más sencillos; en este proceso se libera, degrada o pierde energía (ATP) contenida en los enlaces químicos de las sustancias (exergónico).

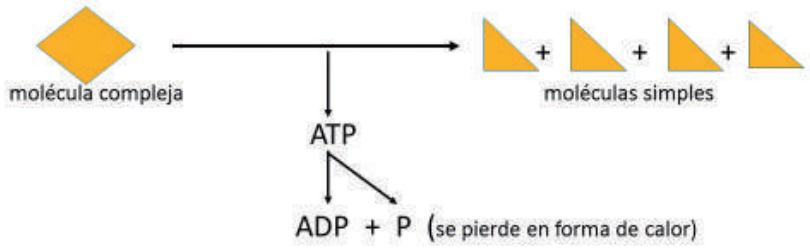
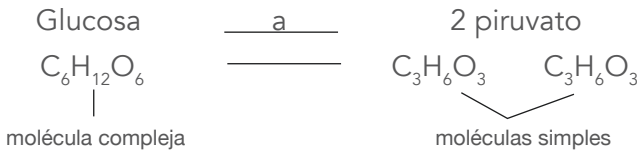


Figura 2.

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez Rodríguez (2015).

Ejemplo de la degradación de:

Polisacáridos a monosacáridos
Lípidos a ácidos grasos
Proteínas a aminoácidos



La energía producida por las reacciones catabólicas es utilizada por la célula para realizar todas sus funciones.

Cuando esta energía se encuentra en exceso puede almacenarse en un compuesto conocido como ATP (trifosfato de adenosina), cuyos enlaces son capaces de guardar esta energía, para tenerla disponible cuando se requiera en nuevas reacciones metabólicas.

En algunas reacciones exergónicas o catabólicas la energía se transfiere a electrones. Estos electrones energéticos pueden ser capturados por portadores de electrones, como las moléculas coenzimáticas denominadas FAD (difosfato de flavina y adenina) y NAD (difosfato de nicotidamida y adenina). Entonces, estos portadores de electrones cargados donan los electrones junto con su energía a otras moléculas.

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Resumen

El metabolismo comprende todas las reacciones químicas y energéticas de un organismo (unicelular o pluricelular) en el interior de sus células.



Las reacciones metabólicas se dividen en anabolismo (síntesis) y catabolismo (lisis=degradación). En todas estas transformaciones se utilizan enzimas.
Tanto anabolismo como catabolismo constituyen un binomio (anabolismo-catabolismo), pueden estar alternados o no. A la secuencia de reacciones químicas con un fin determinado se le conoce como camino, ruta o vía metabólica, existen dos rutas:

1. Rutas anabólicas, requieren energía (ATP) en forma directa o indirecta, a partir del catabolismo

2. Rutas catabólicas, liberan energía (ATP) a partir de combustible orgánico (hidratos de carbono, lípidos o proteínas) y forman metabolitos (pequeñas moléculas orgánicas).

En algunas vías metabólicas se esquematizan las acciones de las enzimas con flechas en doble sentido, debido a que las reacciones son reversibles y se utilizan tanto en el anabolismo, como en el catabolismo.

El binomio anabolismo-catabolismo forma parte de la cadena alimenticia o trófica de los seres vivos, donde se cumple la primera ley de la termodinámica, también conocida como Ley de la conservación de la energía: enuncia que la energía es indestructible, siempre que "desaparece" una clase de energía "aparece" otra (Julius von Mayer). "La energía no se pierde, sino que se transforma".

Vinculación del contenido con la realidad

Del artículo "Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica" se ha tomado un pequeño fragmento para que de él extraigas las palabras que no conozcas y realices una extracción de los enunciados donde compares de forma análoga el anabolismo y catabolismo. Posteriormente, realiza una bitácora de este tema, para su elaboración, te puedes apoyar en el video de YouTube https://www.youtube.com/watch?v=if9hSbmJGrk, al final habrás hecho una síntesis para la preparación de tus exámenes.

Síndrome metabólico

En los últimos años, el Síndrome Metabólico (SM) ha causado una auténtica revolución en la estratificación del riesgo vascular y ha pasado a ser uno de los conceptos más utilizados en el área de ciencias de la salud. Describe la agrupación en un individuo de varios trastornos prevalentes en el mundo occidental, que son factores de riesgo de Enfermedad cardiovascular (ECV) y Diabetes mellitus tipo II (DM2). Los dos mecanismos subyacentes al SM son la adiposidad abdominal y la resistencia a la insulina. Los factores que lo exacerban son la edad, los condicionantes genéticos y un estilo de vida inadecuado, en el que se incluye la inactividad física y el consumo de alimentos hipercalóricos y ricos en grasas saturadas, hidratos de carbono concentrados y sal. La concomitancia de estas alteraciones metabólicas es más frecuente de lo que se esperaría y su agrupación añade riesgo cardiovascular más allá del que aporta cada uno de los factores por separado.

Glosario básico:

Glosario

Anabolismo: conjunto de reacciones metabólicas que conducen a la síntesis de compuestos orgánicos complejos a partir de otros más sencillos, con requerimiento de energía.
Catabolismo: proceso metabólico de degradación de sustancias para obtener otras más simples, donde se libera energía.

Glosario extendido: investiga las siguientes siglas del fragmento antes citado.

¿Qué es el síndrome metabólico?

_____.

¿En qué consiste la resistencia a la insulina?

_____.

Actividad(es) de evaluación

Actividad

Debajo de cada imagen, anota a qué proceso del metabolismo corresponde y con una flecha indica su dirección:



_____



_____

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez Rodríguez (2015).



_____



_____

Tomado de: http://goo.gl/7jwkJd, www.guillermolaich.com



_____



_____

Tomado de: http://goo.gl/AYYLTW, http://goo.gl/pjWcOH



Bibliografía

Bibliografía y mesografía

- Ezquerra, Eduardo Alegría, Vázquez, José M. Castellano, Barrero, Ana Alegría (2008), "Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica", Rev Esp Cardiol, 61:752-64, vol. 61, núm.07, DOI: 10.1157/13123996, Departamento de Cardiología, Clínica Universitaria de Navarra. Navarra.
- Pérez Villalva, Orestes et al. (2012), Biología Celular, libro de texto basado en competencias, Toluca, Edo. México, UAEM.

3.2 Fotosíntesis: Concepto, sustancias iniciales y productos finales en cada fase (luminosa y ciclo de Calvin-Benson)

Objetivo: conocer quién y dónde se produce la glucosa.

Rescate de conocimientos previos

Instrucciones: lee, en un lapso de 3 minutos, los siguientes enunciados y responde mentalmente cada uno. Tu profesor irá preguntando de forma aleatoria las respuestas y, cuando la respuesta sea correcta, anótala en el espacio correspondiente.

¿Cuáles son los alimentos naturales para una planta?

_____.

¿Por qué estructura vegetal se adquieren estos alimentos?

_____.

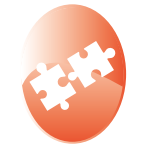
¿En qué productos se convierten?

_____.

¿Para qué le sirven estos productos al hombre?

_____.

Desarrollo el contenido



La fotosíntesis generalmente se lleva a cabo en las hojas de las plantas verdes terrestres (aunque también se efectúa en algunas algas y bacterias), quienes a través de la clorofila captan la energía luminosa del sol y la convierten en energía química, almacenada en las moléculas de glucosa.

En este proceso, el agua (H_2O) y las sales minerales, que las plantas absorben por sus raíces, el bióxido de carbono (CO_2) que captan a través de las hojas, son transformadas en glucosa ($C_6H_{12}O_6$), lípidos, grasas, proteínas y oxígeno (O_2), para después convertirse en moléculas más complejas, como el almidón a través de reacciones de polimerización.



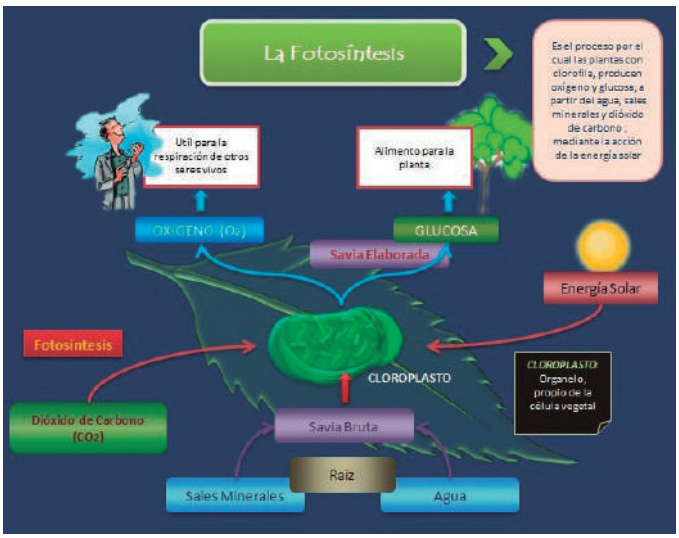


Figura 6. Fotosíntesis.

Tomado de: http://plantamer.blogspot.mx/2011/05/la-fotosintesis-en-las-plantas.html

$$6H_2O + 6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Proceso fotosintético

1. La clorofila captura la energía de la luz del sol (fase lumínica).
2. El agua que es absorbida a través de las raíces llega a las hojas.
3. El CO_2 penetra por los estomas, (poros de la hoja) disuelto en agua (rocío).
4. Las reacciones químicas en las que interviene el agua (H_2O) y el bióxido de carbono (CO_2) dan como resultado:
    - Liberación de oxígeno.
    - Formación de glucosa (alimento y energía).
5. El alimento elaborado por las plantas sirve para el crecimiento y desarrollo de la misma planta y demás seres vivos (como primer eslabón de la cadena alimenticia).

Para entender mejor este proceso de la fotosíntesis, es necesario conocer cómo está estructurado un cloroplasto.

Como recordarás, los cloroplastos son organelos bimembranosos de los vegetales que se localizan en sus hojas. Internamente, un cloroplasto está formado de pequeñas estructuras parecidas a monedas, llamadas tilacoides, éstas se encuentran rodeadas por su propia membrana y dentro encontramos a las moléculas de clorofila (pigmento generalmente verde).

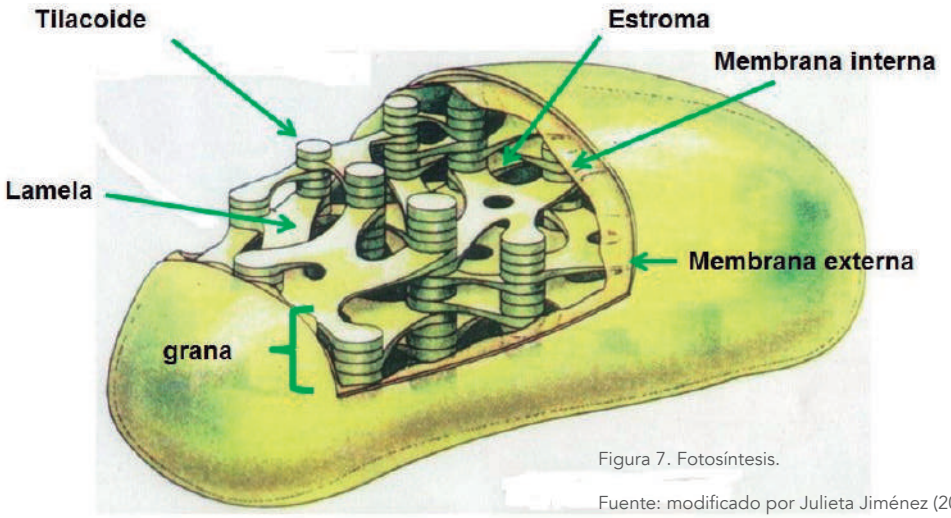


Figura 7. Fotosíntesis.

Fuente: modificado por Julieta Jiménez (2015).

Al conjunto de tilacoides los llamamos grana, los granas están unidos por lamelas, parecidos a puentes que conectan tilacoides de diferentes granas. Todas estas estructuras están bañadas por un líquido llamado estroma.

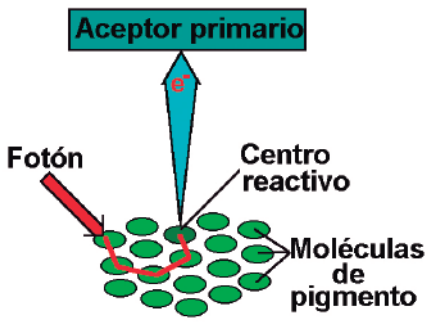
El sol emite un campo amplio de radiación electromagnética que va desde los rayos gamma (longitud de onda corta) hasta la luz ultravioleta y luz infrarroja (longitudes de onda largas).

Los cloroplastos, cuando reciben la luz del sol, absorben diferentes longitudes de onda que son captadas por la clorofila contenida en los tilacoides.

La fotosíntesis se lleva a cabo en dos fases: la fase luminosa y la fase oscura.

A. Fase luminosa o reacciones dependientes de la luz.

- Se desarrolla en la membrana de los tilacoides de los cloroplastos.
- Inicia con la luz, el agua y pigmentos (principalmente la clorofila), así como las enzimas ATPasas que desencadenan la síntesis de ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico (Pi).
- La clorofila (verde) y los pigmentos accesorios como los carotenoides (naranja, amarillo, rojo) y las ficobilinas (presentes en algas rojas y cianobacterias) absorben la energía de la luz.



- Algunos electrones de los pigmentos son activados por los fotones (unidades de luz).

Figura 8. Fotosíntesis

Tomado de: www.efn.uncor.edu

- Los electrones de los pigmentos pasan por una cadena transportadora de electrones, produciendo energía. En otras palabras, la energía de los electrones se convierte en energía útil para la célula (ATP) dentro de los cloroplastos.
- El agua se rompe en iones de hidrógeno y oxígeno: fotólisis
- El oxígeno se libera (se observa en las pequeñas burbujas presentes en la superficie de las plantas acuáticas), al salir por los estomas.
- Los iones de hidrógeno se unen a un portador de electrones (NADP, la forma oxidada del fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina), para formar NADPH (la forma reducida del fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina) que se usa en la fase oscura.
- Termina con la producción de: ATP, NADPH y liberación de oxígeno.

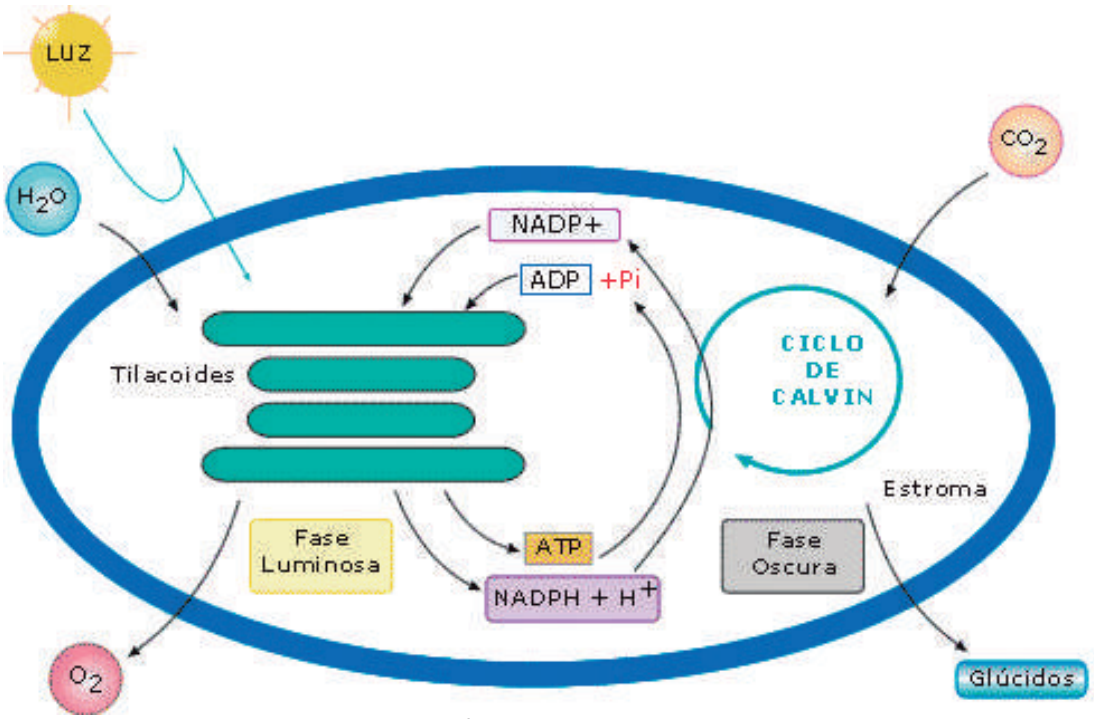


Figura 9. Fases de la fotosíntesis.

Tomado de: www.educarchile.cl

B. Fase oscura o reacciones de ciclo de Calvin-Benson o de fijación del carbono.

- Se desarrolla en el estroma de los cloroplastos.
- Se inicia con NADPH, ATP (formados en la fase luminosa).
- Se efectúa en presencia de luz, a pesar de que ésta no es necesaria.
- Cada uno de sus pasos está controlado por una enzima.

Incluye una serie de pasos conocidos como ciclo de Calvin o Ciclo de fijación del carbono.

- El dióxido de carbono se une a un compuesto llamado ribulosa bisfosfato (RuBP), contenido dentro del estroma del cloroplasto para producir ácido fosfoglicérico (PGA).
- A partir del PGA, y usando ATP y los hidrógenos (que lleva el NADPH), formados durante las reacciones dependientes de la luz, se sintetizan moléculas de un compuesto llamado gliceraldehído-3-fosfato (G3P).
- En otra serie de reacciones, a partir del G3P, se forman las moléculas de glucosa.
- Termina con la formación de ADP, NADP, hidratos de carbono (por ejemplo: glucosa, almidón, celulosa), lípidos, grasas y proteínas, volviendo a reiniciarse el ciclo.

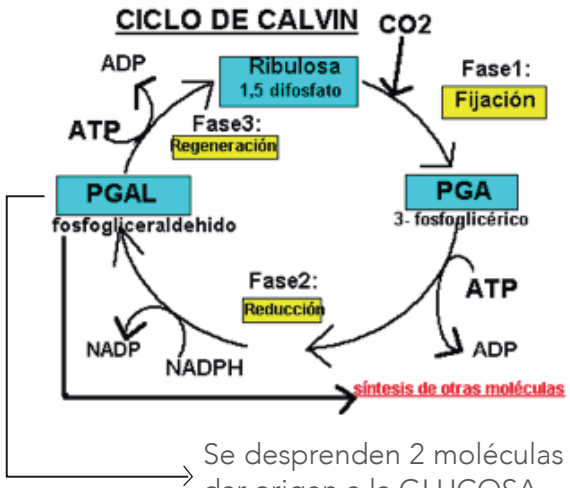


Figura 10. Ciclo de Calvin.

Tomado de: http://goo.gl/AaDtHx, modificado por Julieta Jiménez (2015).

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Resumen

Para que quede mejor comprendido el tema, realiza el llenado faltante del siguiente cuadro.

Cuadro 1. Resumen de fotosíntesis (fases luminosas y oscuras)

Proceso	También llamado	Lugar donde se lleva a cabo	Elementos iniciales	Característica principal	Productos finales
Fotosíntesis Fase luminosa	Reacción dependiente de la luz			Fotólisis	



Fotosíntesis Fase oscura		Estroma del cloroplasto			Glucosa, ADP, NADP

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez, 2015.

Vinculación del contenido disciplinar en la realidad

Busca en internet un artículo científico e investiga cómo la acidez del agua afecta la fotosíntesis en las plantas acuáticas. Posteriormente realicen un debate en el salón de clase.



Glosario

Glosario básico:

Fotosíntesis: transformación de la energía luminosa del sol en energía química, aprovechable para los seres vivos como fuente de vida.

Fase luminosa: la importancia de esta es la producción de oxígeno, elemento vital para los organismos, como elemento esencial para la respiración. El oxígeno se obtiene a partir de la fotólisis de las moléculas de agua.

Fase oscura: la importancia de esta fase es la producción de macromoléculas como glucosa, principal fuente de energía de todos los seres vivos, además de lípidos, grasas y proteínas, intervienen la fijación, reducción y regeneración de las moléculas de carbono como partes del Ciclo de Calvin-Benson.

Glosario extendido: investiga el significado de los siguientes términos.

ADP _____.

ATP _____.

NAD _____.

NADP _____.

NADPH _____.

Fuentes de información adicional

Investiga si la contaminación ambiental, el efecto invernadero o el calentamiento global afectan la producción de oxígeno.



Actividad

Actividad(es) de evaluación

Traduce con tus propias palabras los siguientes enunciados, si no las entiendes, investiga acerca de ello. Sigue el ejemplo.

Cuadro 2. Fotosíntesis

Núm.	Terminología científica	Términos comunes
1	Clorofila	Pigmento verde de los vegetales
2	H_2O	
3	CO_2	
4	$C_6H_{12}O_6$	
5	Cloroplasto	
6	Estroma	

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez, 2015.

Investiga en internet quiénes fueron: Melvin Calvin, Andrew Benson, así como sus aportaciones a la ciencia.

Posteriormente, realiza tu propio apunte (bitácora) para que puedas comprender mejor el tema, si persisten dudas, consulta a tu profesor o asesor disciplinario.

Bibliografía y mesografía



- Neyoy Siari, Christian (2014), "Enzimas (II), Cofactores, coenzima y vitaminas, Apuntes bioquímica general", disponible en: blogspot.com/.../enzimas-iicofactores-coenzim, 12 marzo.
- Pérez Villalva, Orestes, et al. (2012), Biología Celular, libro de texto basado en competencias, primera edición, Toluca, Edo. México, UAEM.
- www.sitiosespana.com/diccionarios/botanica/f.htm



3.3 Respiración celular. Concepto. Productos iniciales. Productos finales

Objetivo: reconocer que la respiración celular es un proceso importante para todos los seres vivos en la formación de energía.

Rescate de conocimientos previos

Instrucciones: con la ayuda de sus teléfonos celulares o tabletas y en equipos, investiguen los tipos de respiración que llevan a cabo los siguientes seres vivos.

Cóndor _____ Murciélago _____

Tiburón _____ Lombriz de tierra _____

Lagartija _____ Tarántula _____

Gato montés _____ Ballena _____

Rana _____ Pino _____


Desarrollo

Desarrollo del contenido

La respiración celular es un proceso catabólico en el cual se consume oxígeno junto con el combustible orgánico, siendo la alimentación la que proporciona estos elementos.

El oxígeno y las sustancias orgánicas generadas por la fotosintesis son empleados por las mitocondrias de las células eucariontes como combustible de la respiración celular, dicho combustible, al ser degradado, forma ATP, lo que a su vez origina productos de desecho como el CO_2 y H_2O.

$$\text{Compuestos Orgánicos} + \text{Oxígeno} \longrightarrow \text{Bióxido de Carbono} + \text{Agua} + \text{Energía}$$

La respiración celular tiene tres vías clave para generar energía (ATP): la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico o de Krebs y la fosforilación oxidativa, de las cuales hablaremos más tarde.

En la respiración, cuando se oxidan las moléculas orgánicas, éstas pierden electrones, existe una deshidrogenación o pérdida de protones (iones hidrógeno), estos átomos de hidrógeno, no se transfieren directamente al oxígeno, sino que se adhieren a la coenzima NAD+ (dinucleótido de nicotinamida y adenina, un derivado de la vitamina niacina), que acepta y transfiere los electrones al oxígeno y funciona como agente oxidante durante la respiración.

La respiración celular se puede efectuar en presencia de oxígeno, y se denomina respiración aerobia, o bien, sin la presencia de éste, respiración anaerobia.

Se obtiene mayor cantidad de energía durante la respiración aeróbica.

Ideas y conceptos claros y pertinentes

La respiración es un proceso vital para los seres vivos y, junto a la alimentación son la base para la obtención de energía, dióxido de carbono y agua.

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Realiza una lectura del siguiente artículo: "Respiración celular", disponible en: http://goo.gl/GsKhts, posteriormente elabora un mapa conceptual de los términos empleados en el artículo relacionándolos con los vistos en clase. Esto te servirá de apoyo para tus exámenes.

Respiración celular

Los seres vivos necesitan de un consumo constante de energía, que las células emplean en forma de energía química. La respiración celular, proceso utilizado por la mayoría de las células animales y vegetales, es la degradación de biomoléculas (glucosa, lípidos, proteínas) para que se produzca la liberación de energía necesaria, y así el organismo pueda cumplir con sus funciones vitales. Mediante la degradación de la glucosa (glucólisis) se forma ácido pirúvico. Este ácido se desdobla a dióxido de carbono y agua, generándose 36 moléculas de ATP al final de la respiración celular.

La respiración celular es una parte del metabolismo (catabolismo), en la cual la energía presente en distintas biomoléculas es liberada de manera controlada. Durante la respiración, parte de esa energía es utilizada para sintetizar (fabricar) ATP, que a su vez es empleado en el mantenimiento y desarrollo del organismo (anabolismo). La respiración celular es un proceso mediante el cual las células de los organismos oxidan nutrientes de los alimentos para que liberen energía. Como resultado, el carbono presente en dichos nutrientes queda oxidado, es decir, se transforma en dióxido de carbono, que es eliminado por medio de la respiración a la atmósfera. Para que se realice la respiración celular es fundamental la presencia de oxígeno (respiración aeróbica). Los animales lo toman de la atmósfera a través de órganos especializados (pulmones, branquias). Los vegetales lo hacen mediante un aparato denominado estomas, ubicados en las hojas y que será explicado más adelante. La respiración se efectúa durante las 24 horas. La cantidad de oxígeno que los vegetales absorben de la atmósfera a raíz del proceso respiratorio es menor que la que desprenden al efectuar la fotosíntesis, y el dióxido de carbono que desprenden también es menor a la cantidad que absorben.

Glosario básico:

Respiración anaerobia: respiración que se lleva a cabo sin la presencia de oxígeno, generalmente la llevan a cabo algunas bacterias.

ABC
Glosario



Respiración aerobia: respiración ejercida con la presencia de oxígeno. La llevan a cabo las células eucariotas.

Glosario extendido: relaciona el tipo de respiración del listado de conocimientos previos con lo aprendido en clase y menciona como es su obtención de energía.

Fuentes de información adicional

Investiga cómo se afecta el aporte energético del organismo en las personas que luchan por sobrevivir en los países de hambruna.



Actividad(es) de evaluación

1. ¿Cuál es el organelo en donde se lleva a cabo la respiración celular?
2. ¿Cuáles son los tres eventos que forman parte de la respiración celular?
3. ¿Cuál es el propósito de la respiración celular?
4. ¿De dónde se obtienen los elementos necesarios para la respiración celular?
5. ¿Cuáles son los productos finales de la respiración celular?



Bibliografía y mesografía

- Campbell, Neil A. y Reece, Jane B. (2007), *Biología*, España, Médica Panamericana. S.A.
- Pérez Villalva, Orestes *et al.* (2012), *Biología Celular, libro de texto basado en competencias*, Toluca, Edo. México, UAEM.
- Ciencias biológicas y educación para la salud, disponible en: http://goo.gl/GsKhts

3.3.1 Secuencia o cadena de reacciones de la respiración celular

3.3.1.1 Glucólisis

Objetivo: conocer la importancia de la degradación de la glucosa en los procesos metabólicos.

Rescate de conocimientos previos

¿Qué significa el sufijo lisis?

_____.

¿Cuál será la fórmula del ácido pirúvico si la glucosa se fragmenta en dos moléculas de ácido pirúvico?

_____.

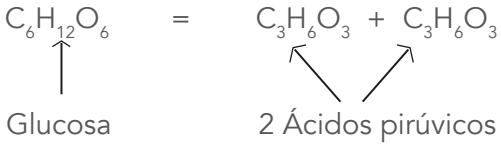
Desarrollo del contenido

Desarrollo

Glucólisis o proceso de Embden-Meyerhoff

Características

Glucólisis, su sufijo "lisis" significa romper, fraccionar, destruir, es decir, la molécula de glucosa se va a fraccionar en dos moléculas iguales llamadas ácidos pirúvicos.



- Se lleva a cabo en el citoplasma.
- Es un proceso de tipo anaeróbico.
- Es la primera vía de degradación de la glucosa.
- Es fosforilada (se la agregan grupos fosfato), de esta manera queda "atrapada" dentro de la célula y no puede atravesar la membrana hacia el espacio extracelular.
- En ella actúan enzimas y dos moléculas de ATP, para romper la glucosa a la mitad (moléculas de tres carbonos cada una).
- Se liberan hidrógenos y se transfieren a la coenzima NAD (dinucleótido de nicotinamida y adenina), se producen dos moléculas de $NADH_2$ (dinucleótido de nicotinamida y adenina reducido).

- Actúan cuatro moléculas de ADP (difosfato de adenosina) que aceptan los grupos fosfato, para convertirse en cuatro moléculas de ATP (trifosfato de adenosina).

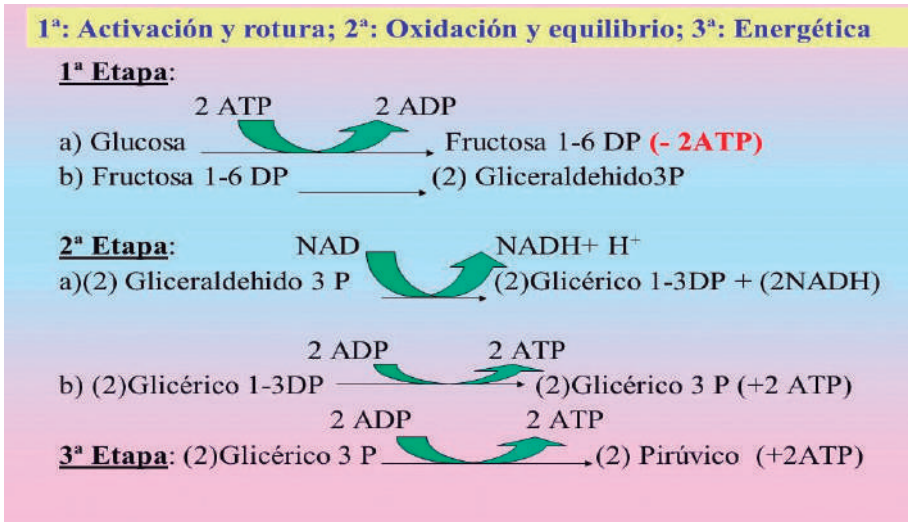


Figura 11. Etapas de la glucólisis.
Tomado de: slideplayer.es

3.3.1.2 Formación de acetil-coenzima A (Acetil CoA)

De una forma muy sencilla explicaremos cómo actúa la Acetil CoA. Sigue la numeración en el esquema siguiente:

1. El ácido pirúvico, situado en el citoplasma, en presencia de oxígeno, interviene como precursor en el ciclo de Krebs.

2. **Este ácido, al entrar en contacto con la membrana de la mitocondria, pierde** un CO_2 y se convierte en acetato o un grupo acetilo, ahora de dos carbonos.

3. Este grupo acetilo interfiere con NAD+, al cual se le adhieren dos moléculas de hidrógeno y se forma $NADH_2$, al mismo instante se está adhiriendo la coenzima A.

4. Se forma la Acetil CoA (del grupo acetilo) + coenzima A (CoA).

5. Todo esto se ha llevado a cabo en el espacio intermembrana de la mitocondria (recuerda que este organelo tiene dos membranas).

   Cuando va a atravesar la segunda membrana y penetrar a la matriz de la mitocondria, entra únicamente el grupo acetilo con sus dos carbonos, que se une al ácido oxalacético, con cuatro carbonos (contenido en la matriz mitocondrial), y se forma el ácido cítrico de seis carbonos, que es quien le da el nombre a este ciclo, también llamado de KREBS.

Por tanto, ¿cuál es la función de la CoA? Únicamente es transportadora del grupo acetilo o acetato. Es decir, actúa como "la pollera" en transportar "inmigrantes",

que vendrían siendo los grupos acetilo, los pasa a la "frontera" matriz mitocondrial y ésta CoA, al desprenderse del grupo acetilo, se regresa por más grupo acetilo que deseen ingresar a la matriz mitocondrial.

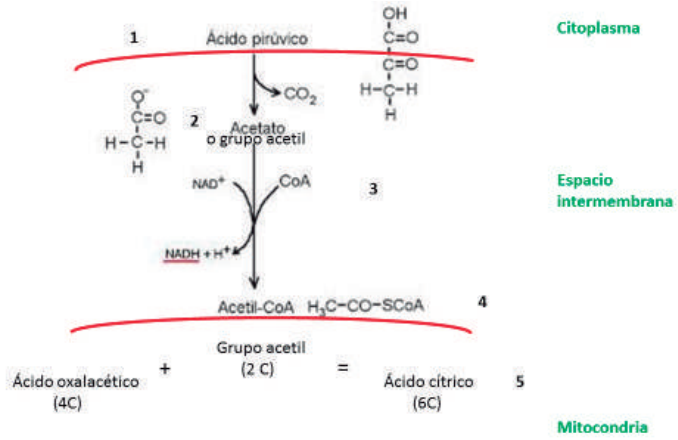


Figura 12. Función de la coenzima.

Tomado de: http://goo.gl/qQVMA9, modificado por Julieta Jiménez R.

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Resumen

Cuadro 3. Resumen de glucólisis y formación de Acetil CoA

Proceso	También llamado	Lugar donde se lleva a cabo	Reacción respiratoria	Elementos iniciales	Productos finales
Metabólico	Glucólisis	Proceso de Embden Meyerhof			2 Ácidos pirúvicos 2NADPH 2 ATP
Formación de Acetil coenzima A				Ácido pirúvico	

Fuente: elaborado por Julieta Jimenez R., 2015.

Vinculación del contenido con la realidad

Lee el resumen de "Metabolismo energético mitocondrial y envejecimiento", publicado el 10 febrero de 2011, por Azucena Zavaleta Bahena, en https://goo.gl/xUzxoF, responde la siguiente pregunta: ¿La oxidación que producen las mitocondrias ayudan a retardar el envejecimiento de una persona obesa? Realicen una polémica dentro del grupo analizando sus respuestas.



Glosario

Glosario básico:

Glucólisis: es la vía inicial del catabolismo (degradación) de carbohidratos. Ruta metabólica encargada de oxidar la glucosa para la obtención de energía en la célula, en donde la molécula de glucosa se degrada a dos moléculas de piruvato.

Glosario extendido:

Investiga

¿Por qué se da el nombre de "Aerobics" en los gimnasios?

_____.

¿Qué diferencia existe entre glucólisis y glicólisis?

_____.

Fuentes de información adicional

Con tus propias palabras reconstruye lo aprendido y anótalo en tu bitácora, resumen o apunte. Esto te servirá como resumen para tu examen.

Actividad

Actividad(es) de evaluación

1. ¿Cuáles son las cuatro características básicas de la glucólisis?
2. ¿Cuál es la ganancia neta de ATP durante la degradación de una molécula de glucosa?
3. ¿Cuál es la fórmula del ácido pirúvico?
4. ¿Cuáles son las dos vías que sigue el ácido pirúvico enseñadas en clase?
5. ¿Cuál es la función de la CoA?

Bibliografía

Bibliografía y mesografía

- Pérez Villalva, Orestes, et al. (2012), Biología Celular, libro de texto basado en competencias, Toluca, Edo. México, UAEM.

3.3.1.3. Ciclo de Krebs

Objetivos: conocer cómo se va degradando la molécula de glucosa a través del Ciclo de Krebs, y cómo participan los productos en la cadena respiratoria y en la fosforilación oxidativa para, finalmente, obtener energía.

Rescate de conocimientos previos

¿Qué es el Ciclo de Krebs?

_____.

¿Qué ácidos intervienen en él?

_____.

¿Cuáles son los productos del Ciclo de Krebs que intervienen en la cadena respiratoria?

_____.

¿Qué es la fosforilación oxidativa?

_____.

Desarrollo del contenido



Ciclo de Krebs, Ciclo del ácido cítrico o Ciclo tricarboxílico

Las características generales del Ciclo de Krebs son:

- Se lleva a cabo en la matriz de la mitocondria.
- Es un proceso aeróbico.
- Es la segunda ruta o vía metabólica de degradación de la glucosa.

Para iniciar este tema, debemos reconsiderar lo siguiente:

La fórmula del ácido pirúvico es $C_3H_6O_3$. Al ácido pirúvico (con tres carbonos) le sucede lo siguiente:

- Penetra desde el citoplasma hasta la matriz de la mitocondria.
- Cede dos hidrógenos a la coenzima NAD, produciendo dos moléculas de $NADH_2$ (NAD reducido).
- Pierde un carbono y dos oxígenos para formar dióxido de carbono (CO_2), que sale de la célula.
- El resultado es un grupo acetilo (con dos carbonos).
- El acetilo se une a la coenzima A (CoA) localizada en el espacio intermembrana de la mitocondria, formando la molécula de acetil-coenzima A (acetil-CoA).



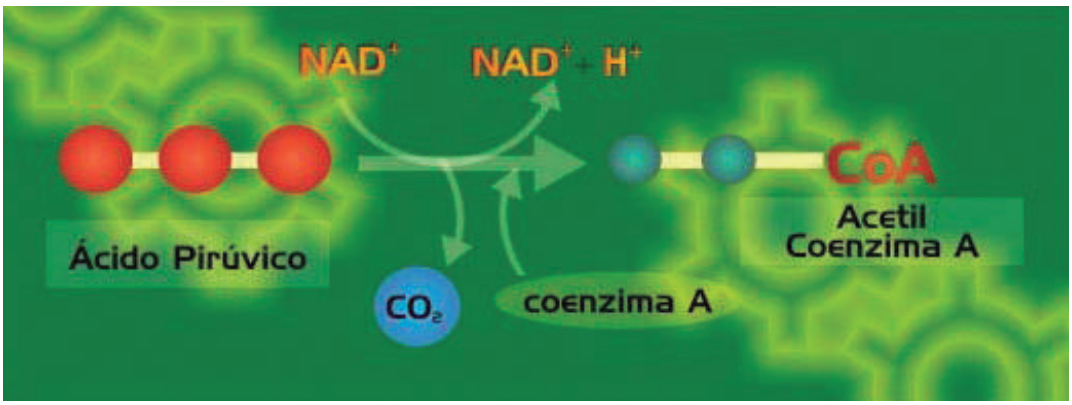


Figura 13. Primeros pasos de formación de Acetil - CoA.

Tomado de: http://www.perueduca.edu.pe

Ciclo de Krebs o Ciclo del ácido cítrico

- La AcetilCoA inicia el Ciclo de Krebs, al unirse con el oxalacetato (fórmula molecular: $C_4H_4O_5$), para formar el citrato (fórmula: $C_6H_8O_7$). Durante este primer paso, la CoA se libera para introducir más grupos acetilo al Ciclo de Krebs.

- El citrato, por acción enzimática, se reacomoda dando como resultado un isómero, el isocitrato ($C_6H_8O_7$). Actúa la enzima aconitasa, con reacciones químicas de deshidratación e hidratación (proceso reversible).

- El ácido isocítrico se oxida, el NAD+ se reduce a NADH, se libera una molécula de CO_2 y de esta manera se forma el ácido α-cetoglutarico ($C_5H_6O_5$), por la acción de la enzima isocitrato deshidrogenasa, a través de una descarboxilación oxidativa.

- El ácido α-cetoglutárico se oxida, el NAD+ se reduce a $NADH_2$, el ácido también se descarboxila liberando una molécula de CO_2, interviene una molécula de agua y se forma el ácido succínico (fórmula molecular: $C_4H_6O_4$). Antes de formarse el ácido succínico, se constituye la succinil coenzima A (por la introducción de una molécula de Coenzima A), en la que interviene la enzima: complejo alfa-cetoglutarato deshidrogenasa, por descarboxilación oxidativa. Y para la formación del Ac. succínico actúa la enzima succinil-CoA sintetasa, por fosforilación a nivel del sustrato en un proceso reversible.

- Además, un grupo fosfato se une al nucleótido GDP (difosfato de guanosina), formando GTP (trifosfato de guanosina), y éste último transfiere su terminal de fosfato de alta energía a una molécula de ADP (difosfato de adenosina), para formar un ATP (trifosfato de adenosina).

- El ácido succínico se oxida liberando dos átomos de hidrógeno y la coenzima FAD (flavín adenín dinucleótido) se reduce a $FADH_2$ (flavín adenín dinucleótido hidrogenado) formando ácido fumárico (fórmula molecular: $C_4H_4O_4$). Actúa la enzima succinato deshidrogenasa en un proceso de deshidrogenación reversible.

- El ácido fumárico, por la adición de una molécula de agua se convierte en ácido málico (fórmula molecular: $C_4H_6O_5$), en donde actúa la enzima fumarasa, por hidratación (reversible).

- El ácido málico se oxida al donar dos hidrógenos al NAD para formar NADH, dando como resultado el ácido oxalacético (fórmula molecular: $C_4H_4O_5$), por medio de la enzima malato deshidrogenasa (deshidrogenación, proceso reversible).

El FAD^+ y el NAD^+ se reducen en el Ciclo de Krebs y se oxidan en la cadena respiratoria (respiración aeróbica), lo que posibilita la formación de ATP (fosforilación oxidativa). El FAD^+ es realmente un grupo prostético, ya que está unido fuerte y permanentemente a la enzima mediante un enlace covalente.

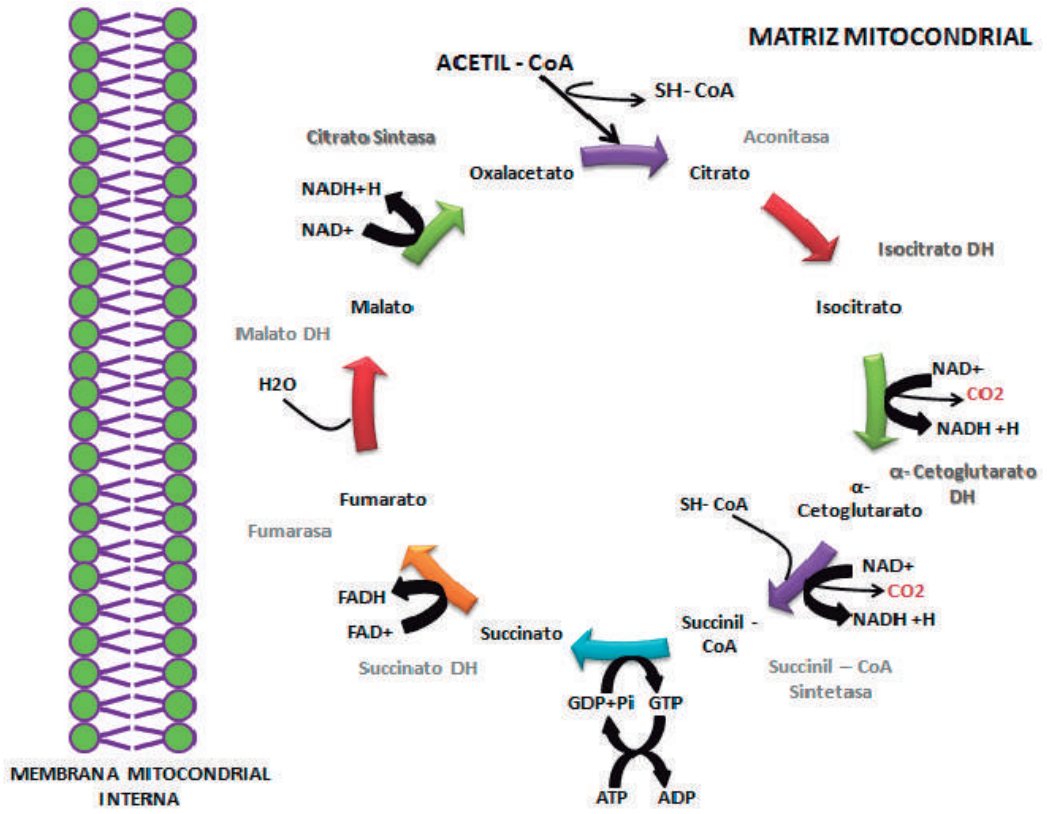


Figura 14. Ciclo de Krebs.

Tomado de: https://goo.gl/Rhr8my



La acetil coenzima A (iniciadora del Ciclo de Krebs) se puede obtener no sólo de la glucólisis, sino también a través del metabolismo de las grasas o de las proteínas.

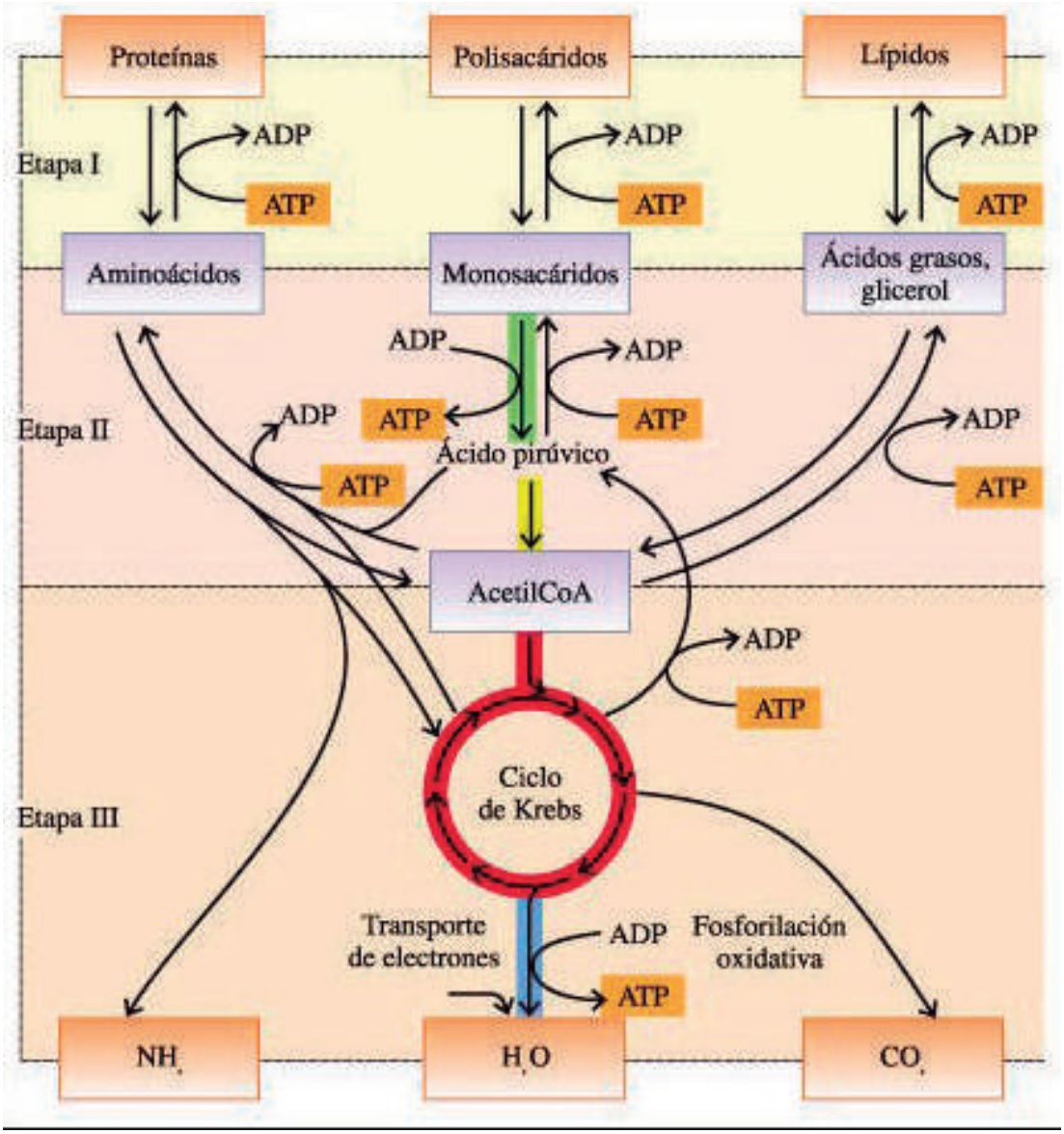


Figura 15. Macromoléculas en el Ciclo de Krebs
Tomado de: http://goo.gl/dhh10W

El resultado del Ciclo de Krebs iniciado por una molécula de Acetilcoenzima A es:

- 2 CO_2
- 8 átomos de hidrógeno
- 3 NADH
- 1 FADH2
- 1 GTP, que origina 1 ATP
- 1 CoA-SH

3.3.1.4 Sistema de transporte de electrones y fosforilación quimiosmótica u oxidativa

Sabemos que las macromoléculas (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) son productoras de energía, debido a una transferencia de electrones durante las reacciones químicas. En éstas, la reubicación de electrones de una molécula a otra libera energía almacenada en las moléculas orgánicas y esta energía es utilizada para sintetizar ATP, en donde la transferencia es de uno o más electrones de un reactante a otro, estas transferencias se conocen como reacciones de oxidación-reducción (reacciones redox). En las reacciones redox, la pérdida de una sustancia se le conoce como oxidación, mientras que la adición de electrones a otra sustancia se le denomina reducción.

Después de la oxidación de una molécula, los electrones y protones son aceptados por otra molécula, que se reduce, es decir, gana electrones; y si además lo acompañan protones de hidrógeno, se dice que se efectuó una hidrogenación. Por lo tanto, en la producción de energía generalmente se efectúan reacciones de óxido-reducción, en las que casi siempre se liberan dos electrones y dos protones, que forman átomos de hidrógeno, si éstos se colocan entre corchetes [H] quiere decir que sirven de transportadores o coenzimas.

En las óxido-reducciones del metabolismo energético, tanto los aceptores como los donadores inmediatos de electrones son coenzimas. La coenzima más común en la respiración celular es el dinucleótido de nicotinamida y adenina (NAD+), se reduce al aceptar un electrón y se convierte en NADH.

Durante la glucólisis, la formación de acetil coenzima A y el Ciclo de Krebs, se liberaron átomos de hidrógeno, sus electrones fueron recibidos por aceptores como el NAD y el FAD para formar NADH y FADH, compuestos que entran a la cadena respiratoria.

La cadena respiratoria se efectúa en la membrana interna de la mitocondria, en donde intervienen sustancias redox, como la coenzima Q, proteínas conocidas como citocromo a, b y c; y oxígeno molecular (O_2):

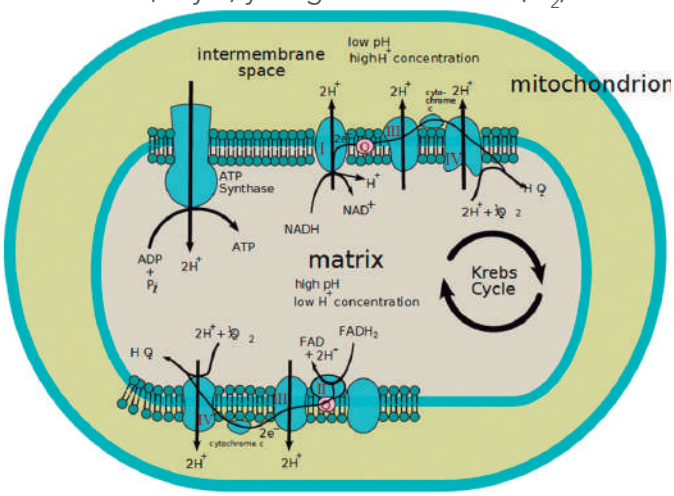


Figura 16. Transporte de electrones.

Tomado de: logos77.wordpress.com



Estas sustancias redox se oxidan y reducen en forma alternada para producir agua, a partir de los protones y electrones de los átomos de hidrógeno, y ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico.

Fosforilación oxidativa

La fosforilación oxidativa es la formación de ATP (trifosfato de adenosina) a partir de la unión de un ADP (difosfato de adenosina), y un fosfato inorgánico. El ATP resultante almacena energía en sus enlaces, que es liberada cuando el ATP se convierte nuevamente en ADP y un grupo fosfato.

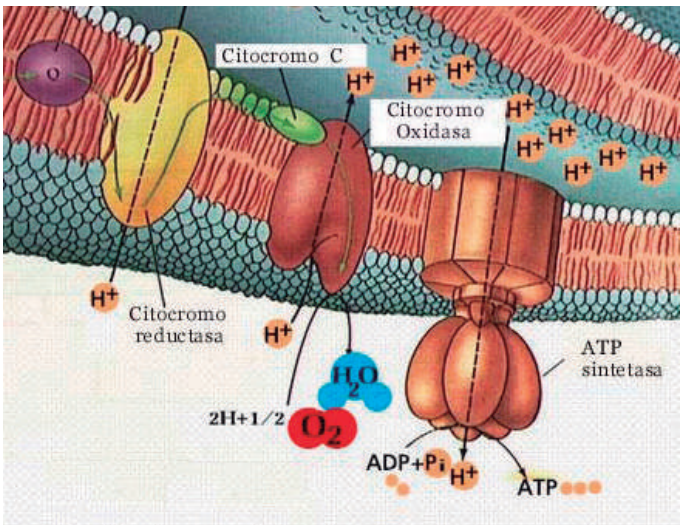


Figura 17. Fosforilación oxidativa.

Tomado de: http://www.forest.ula.ve

ADP + Pi + energía = ATP
Baja energía = Alta energía

Ideas y conceptos claros y pertinentes



Resumen

Una molécula de glucosa genera un total de 4 moléculas de ATP (2 en la conversión de glucosa a ácidos pirúvicos y 1 en cada Ciclo de Krebs), 10 NADH (2 en la conversión de glucosa a ácido pirúvico, uno por cada ácido pirúvico que se convierte en acetil CoA y 3 en cada Ciclo de Krebs) y 2 FADH (uno en cada Ciclo de Krebs).

Cada molécula de NADH, al ceder sus electrones al sistema de transporte de electrones, produce 3 moléculas de ATP (10 x 3 = 30) y cada molécula de FADH produce 2 moléculas de ATP (2 x 2 = 4), hasta aquí llevamos en total 34 ATP, esto depende del tipo de células que lleven a cabo este transporte, por ejemplo, para las células cardiacas y hepáticas, este transporte es "gratis", mientras que para las demás células les cuesta dos ATP.

Así, la energía producida por el transporte de electrones es de 32 a 34 ATP y, si a estos le sumamos los 2 ATP de la glucólisis, más 2 ATP de los Ciclos de Krebs, dan un total de 36 a 38 ATP por cada molécula de glucosa.

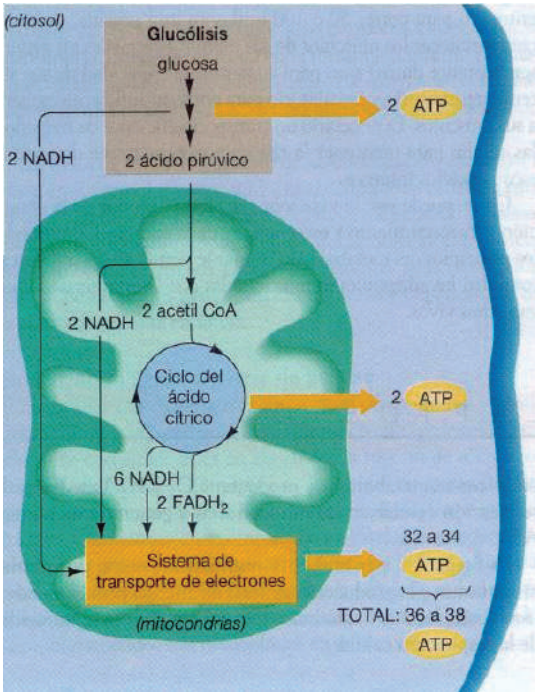


Figura 18. Obtención de los 36-38 ATP.

Fuente: Audersirk, 2005.

Vinculación del contenido con la realidad

De la siguiente lectura, participa en un foro a través de Facebook ¿Cómo describes la personalidad y persistencia de Hans Adolf Krebs ante sus aportaciones a la Bioquímica? Intercambia tus comentarios y opiniones por lo menos con tres de tus compañeros de aula.

Ciclo de Krebs

Hans Adolf Krebs (1900-1981), breve referencia de su aporte a la Medicina

"En el origen de la bioquímica se distinguen dos fases: la constitución de la química orgánica, por un lado, y su aplicación al estudio de las funciones de los seres vivos –química fisiológica–, por otro. El término "bioquímica", acuñado por Hope-Seyler, tomó su actual sentido en las primeras décadas del siglo XX, como un área centrada en la investigación de las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos y de las enzimas que las regulan.

Un concepto fundamental en la bioquímica es el de "metabolismo", elaborado a lo largo del siglo XIX, con los supuestos y métodos de la química fisiológica, como un conjunto de las reacciones químicas que se producen en el organismo, para construir moléculas complejas a partir de moléculas simples (anabolismo), y obtener moléculas simples a partir de complejas (catabolismo).

En este contexto podemos situar la labor de Hans Adolf Krebs. Nació en 1900 en la ciudad alemana de Hildesheim y realizó sus estudios de medicina en diversas universidades: Göttingen, Friburgo, Munich y Berlín. Entre 1926 y 1930 trabajó en el Kaiser Wilhelm Institute junto a Otto Warburg. Allí ya se sintió interesado en el



problema que planteaba desconocer las distintas etapas por las que discurría el proceso de oxidación de los hidratos de carbono en el interior de las células. En 1932, en la Universidad de Friburgo, descubrió, junto con el también bioquímico Kurt Henseleit, una serie de reacciones químicas que hoy conocemos con el nombre de ciclo de la urea. El amoníaco obtenido de la degradación de los aminoácidos es muy tóxico para el sistema nervioso y los animales lo excretan de formas diferentes. La mayoría de los vertebrados excretan urea (ureotélicos). En el humano, este proceso se realiza en el citosol y mitocondrias de las células del hígado (hepatocitos).

Siendo hijo de médico judio, Krebs fue obligado a abandonar la Alemania nazi en 1933. Fue entonces cuando emigró a Inglaterra con ayuda de la Fundación Rockefeller para trabajar en Cambridge, con Frederick Gowland Hopkins. En 1935 se trasladó a Sheffield, donde continuó su trabajo científico con Edward Mellamby. Allí fue nombrado profesor y director del Departamento de Bioquímica y comenzó sus trabajos sobre el metabolismo celular.

Fue ese año cuando el equipo del laboratorio de Szent-Gyorgyi dio a conocer el hallazgo sobre las cualidades del músculo de la pechuga de paloma en un estudio sobre las reacciones oxidativas. El grupo de Krebs, dos años más tarde, descubrió la acción catalizadora del citrato. De forma inmediata siguieron otros acontecimientos –entre ellos los de Martius y Knoop–, que condujeron al conocimiento definitivo del llamado Ciclo del ácido cítrico o de Krebs. Fue Fritz Albert Lipmann quien, con su estudio sobre la coenzima A, completó el conocimiento del mencionado ciclo. Ambos, Krebs y Lipmann, recibieron por su labor el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1953.

En el metabolismo de los hidratos de carbono, para la obtención de energía a partir de la glucosa, una de las etapas es la descarboxilación oxidativa del piruvato para formar acetil Coenzima A (acetil-CoA). A continuación, el grupo acetilo del acetil CoA se oxida completamente a anhídrido carbónico, a través del Ciclo de Krebs. Es esta la ruta oxidativa final de la glucosa y de la mayoría de combustibles metabólicos. Consta de ocho reacciones catalizadas enzimáticamente y se lleva a cabo en la matriz mitocondrial.

Hay varios trabajos de Krebs dedicados al tema, entre los que destacan The tri-carboxylic acid cycle, que fue publicado en Harvey Lectures (Serie XLIV, 165-99; 1948); y el que firmó con Hans L. Kornberg, A survey of the energy transformations in living matter (Ergebnisse der Physiologie, 49, 212-298, 1957).

Este último trabajo lo publicó estando ya en la Universidad de Oxford, donde permaneció entre 1954 y 1967. En esta etapa trabajó también en el estudio de los estados vitamínicos deficitarios. La Royal Society le concedió la medalla Copley en 1961. Murió en esta ciudad en 1981, año de publicación de su Reminiscences and Reflections, que escribió con Anne Martin (Fresquet, 2001).

Glosario básico:

Glosario

Respiración aeróbica: es un tipo de metabolismo energético en donde se obtiene energía a partir de la glucosa y en presencia de oxígeno. El agua es uno de los productos de este proceso metabólico.

Fosforilación oxidativa: proceso catabólico final de la respiración celular, se lleva a cabo en las células de organismos aeróbicos para obtener energía (ATP) a partir de ADP y fosfato inorgánico. Se pueden obtener hasta 38 moléculas de ATP por cada de molécula de glucosa que entra a la célula.

Glosario extendido:

Investiga

¿Por qué al Ciclo de Krebs también se denomina Ciclo del ácido tricarboxílico?
¿En qué partes del Ciclo de Krebs se llevan a cabo las descarboxilaciones?

Fuentes de información adicional

En el siguiente esquema coloca el nombre y número de las coenzimas y los ATP que corresponden a cada evento del metabolismo.

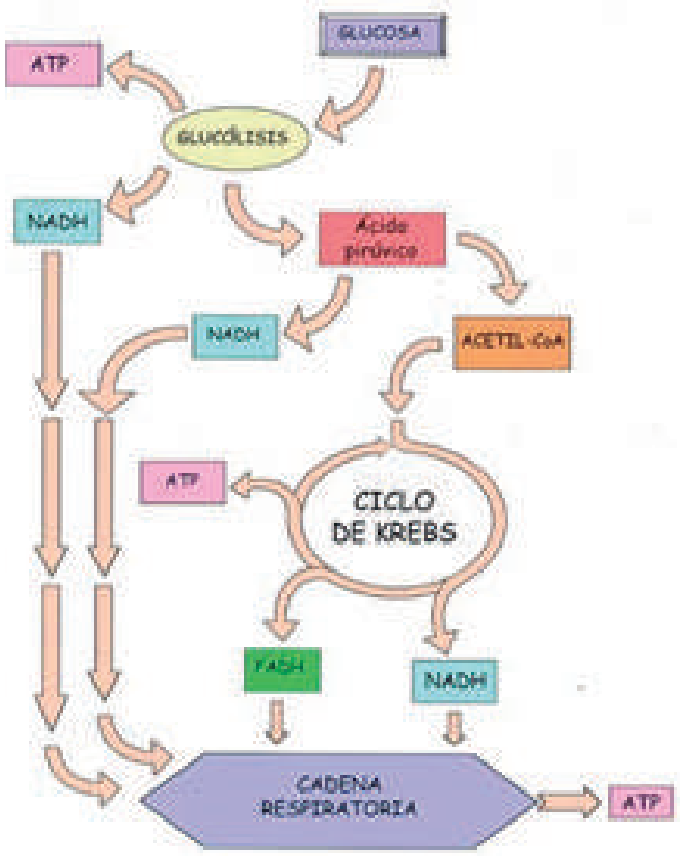


Figura 19. Relación entre glucólisis, Ciclo de Krebs y cadena respiratoria.

Tomado de: http://recursos.cnice.mec.es/



Actividad

Actividad(es) de evaluación

1. Nombre de la molécula iniciadora del ciclo de Krebs: _____.
2. Número de átomos de hidrógeno liberados: _____.
3. Número de moléculas de agua agregadas: _____.
4. Número de descarboxilaciones: _____.

Complementa el siguiente cuadro con lo que se indica, para tener un resumen de estos tres eventos.

Cuadro 4. Resumen del Ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa

Resumen

Proceso	También llamado	Lugar donde se lleva a cabo	Tipo de respiración	Elementos iniciales	Productos finales
Ciclo de Krebs			Aeróbico		
Cadena respiratoria		Espacio intermembranal			H_2O CO_2 Mucho ATP
Fosforilación Oxidativa			Aeróbico		ADP a ATP

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez R., 2015.

Bibliografía

Bibliografía y mesografía

- Audersirk, Teresa. et al. (2005), Biología 1, unidad en la diversidad, Prentice Hall.
- Campbell, Neil A. y Reece, Jane B. (2007), Biología, España, Médica Panamericana.
- Fresquet José L. (2001), "Ciclo de Krebs", disponible en: http://goo.gl/hWCDxe, Universidad de Valencia, 23 de julio.
- Pérez Villalva, Orestes et al. (2012), Biología Celular, libro de texto basado en competencias, Toluca, Edo. México. UAEM.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Respiracion_aeróbica

3.3.2 Fermentación

Objetivo: conocer cómo se lleva a cabo el proceso de la fermentación y cuál es su utilidad industrial.

Rescate de conocimientos previos

Instrucciones: en equipos investiguen, a través de su teléfono celular o tableta, los siguientes cuestionamientos. Posteriormente el docente guiará la apertura de la clase.

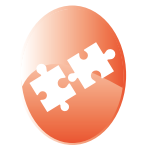
Menciona algunos productos alimenticios producto de la fermentación

_____.

¿Tu organismo puede efectuar algún tipo de fermentación?

_____.

Desarrollo del contenido



La fermentación es un proceso catabólico, es decir, degrada de manera parcial los azúcares como la glucosa, en ausencia de oxígeno.

La fermentación es la vía o ruta que ha de tomar el ácido pirúvico sin la presencia de oxígeno:

- Es un proceso anaeróbico
- Se lleva a cabo en el citoplasma de la célula
- Sus productos finales son:
  1. lactato y ATP
  2. alcohol etílico y CO_2 y ATP.

La fermentación en algunas células puede oxidar el combustible orgánico y generar ATP, sin el empleo de oxígeno.

¿Cómo se pueden oxidar los alimentos sin oxígeno?

La fermentación es una extensión de la glucólisis, se genera ATP por fosforilación a nivel del sustrato, siempre y cuando exista suficiente suministro de NAD+ para aceptar electrones durante la oxidación de la glucólisis, se reduce totalmente a NADH. La alternativa anaeróbica consiste en transferir electrones desde el NADH hasta el piruvato. Y el NAD+ puede emplearse nuevamente para oxidar azúcar mediante la glucólisis. Durante la fermentación se forman dos moléculas de ATP por cada fosforilación a nivel de sustrato.

Las fermentaciones más comunes son: la fermentación alcohólica y la fermentación láctica.



En la fermentación alcohólica, el piruvato se convierte en etanol (alcohol etílico), al liberar un CO_2 y convertirse en acetaldehído, éste compuesto es reducido por el NADH a etanol.

Algunas bacterias y levaduras, llevan a cabo la fermentación alcohólica, que es empleada en la fabricación de cervezas, vinos y en la panificación en donde el CO_2 permite que el pan se "levante" a la hora del cocimiento y el etanol se evapora.
En la fermentación láctica, el piruvato se reduce directamente por acción del NADH, para formar lactato, sin liberación de CO_2. Este tipo de fermentación la llevan a cabo hongos y bacterias para la elaboración de derivados lácteos como queso y yogur. Otros intervienen en la producción de acetona y metanol (alcohol metílico).

En las células musculares de seres humanos se produce ATP mediante la fermentación del ácido láctico, cuando hay ausencia o escasez de oxígeno. Esto sucede en los inicios de un ejercicio extenuante, cuando el catabolismo de los azúcares para producir ATP, sobrepasa el suministro de oxígeno y las células cambian de la respiración aeróbica a la fermentación.

El lactato acumulado en los músculos provoca fatiga muscular y dolor, parte del lactato es eliminado de las fibras musculares y enviado al hígado para convertirse nuevamente en glucosa.

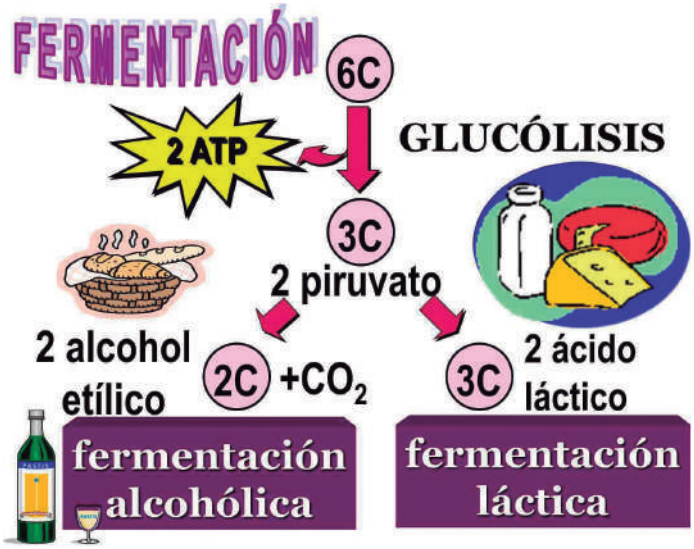


Figura 20. Fermentación.

Tomado de: https://goo.gl/sK9wbF

Ideas y conceptos claros y pertinentes

Resumen

Cuadro 5. Resumen de fermentación

Proceso Metabólico	También llamado	Lugar donde se lleva a cabo	Reacción respiratoria	Elementos iniciales	Productos finales
Fermentación					

Fuente: elaborado por Julieta Jiménez R., 2015

Vinculación del contenido con la realidad

Te recomiendo que consultes en la siguiente página www.fmvz.unam.mx el artículo científico "Producción de enzimas hemicelulolíticas por fermentación sólida y su aplicación en alimento balanceado para pollo de engorda", para posteriormente comentar con tus compañeros la importancia que tienen este tipo de investigaciones. Analiza el tipo de alimentos que consumes, así como la importancia que tienen las enzimas en la fermentación.

Glosario básico



Glosario

Lactato: forma ionizada del ácido láctico.

Fermentación: acción catalítica de azúcares, sin presencia de oxígeno.

Fuentes de información adicional

Investiga y anota por lo menos tres ecuaciones en donde se representen las reacciones de oxidación y reducción.

Investiga a qué se debe el olor característico de la fermentación.

Actividad(es) de evaluación



Actividad

1. ¿La fermentación es un proceso aeróbico o anaeróbico?
2. El proceso de la fermentación ¿en qué parte de la célula se lleva a cabo?

Bibliografía


Bibliografía

- Pérez Villalba, Orestes et al. (2012), Biología Celular, Libro de texto basado en competencias, Toluca Edo. de México, UAEM.



3.4 Aplicaciones en la industria

Algunas enzimas utilizadas en la industrialización de la alimentación

- **Bebidas no alcohólicas:** pectinasas, glucosa-isomerasa, tannasa, glucosa-oxidasa. Mejoran la clarificación de jugos. Conversión de la glucosa en fructosa (jarabes de alta fructuosa). Aumenta la solubilidad y disminuye la turbidez del té. Evita el oscurecimiento y los sabores desagradables.

- **Cárnicos:** papaína, fiscina bromelina, ablandamiento de carnes, producción de hidrolizados.

- **Cervecería:** amilasas, papaína, pepsina. Usadas para licuar la pasta de malta. Evitan la turbidez durante la conservación de ciertos productos.

- **Helados:** lactasa, glucosa-isomerasa. Evita la textura "arenosa" provocada por la cristalización. Permite la utilización de jarabes de alta fructosa.

- **Lácteos:** tripsina, lactasa. Enmascara el gusto a óxido. Fabricación de leche deslactosada, evita la cristalización de leche condensada.

- **Panificación:** amilasa, proteasa, lipoxidasa, lactasa. Mejora la calidad del pan, disminuye la viscosidad de la pasta, produce una miga muy blanca, mejora la coloración de la superficie.

- **Quesería:** quimosina (renina), lactasa, lipasa. Coagulación de las proteínas de la leche (caseína). Influencia en el sabor y aceleración de la maduración.

- **Vinificación:** pectinasas, glucosa-oxidasa. Mejoran la clarificación y extracción de jugos. Evitan el oscurecimiento y los sabores desagradables.

Así como las enzimas, existe un sinnúmero de intervenciones en la industrialización de medicamentos, vacunas, cosméticos, tratamiento de pieles y cueros, fabricación de textiles, etc.

Mesografía

- Consejo argentino para la información y el desarrollo de la biotecnología (2007), "Las enzimas en la industria alimenticia", disponible en: http://goo.gl/li6ei9.

Respuestas de actividades

Respuestas de autoevaluación (p. 193)

Debajo de cada imagen, anota a qué proceso del metabolismo corresponde y con una flecha indica su dirección:

Catabolismo ——————— Anabolismo
Anabolismo ——————— Catabolismo
Catabolismo ——————— Anabolismo

Respuestas de evaluación (p. 200)

Cuadro 2. Fotosíntesis

Núm.	Terminología científica	Términos comunes
1	Clorofila	Pigmento verde de los vegetales
2	H_2O	Agua
3	CO_2	Bióxido de Carbono
4	$C_6H_{12}O_6$	Glocosa
5	Cloroplasto	Organelo verde
6	Estroma	Líquido de cloroplasto

Respuestas de evaluación (p. 204)

1. Organelo en donde se lleva a cabo la respiración celular
   Mitocondrias.

2. ¿Cuáles son los tres eventos que forman parte de la respiración celular?
   Glucólisis, ciclo de Krebs y Transporte de electrones.

3. ¿Cuál es el propósito de la respiración celular?
   El de generar energía, en forma de ATP.

4. ¿De dónde se obtienen los elementos necesarios para la respiración celular?
   El oxígeno como producto de la fotosíntesis y los compuestos orgánicos de la alimentación.

5. ¿Cuáles son los productos finales de la respiración celular?
   CO_2, H_2O y energía en forma de ATP.

Respuestas de evaluación (p. 208.)

1. ¿Cuáles son las 4 características básicas de la glucólisis?
   Proceso anaeróbico, se lleva a cabo en el citoplasma, es primera vía de degradación de la glucosa, y como producto final son dos ácidos pirúvicos más 2 ATP y $2NADH_2$.



2. ¿Cuál es la ganancia neta de ATP durante la degradación de una molécula de glucosa?
   2 ATP.

3. ¿Cuál es la fórmula del ácido pirúvico?
   $C_3H_6O_3$.

4. ¿Cuáles son las dos vías que sigue el ácido pirúvico enseñadas en clase?
   Hacia la fermentación y Ciclo de Krebs.

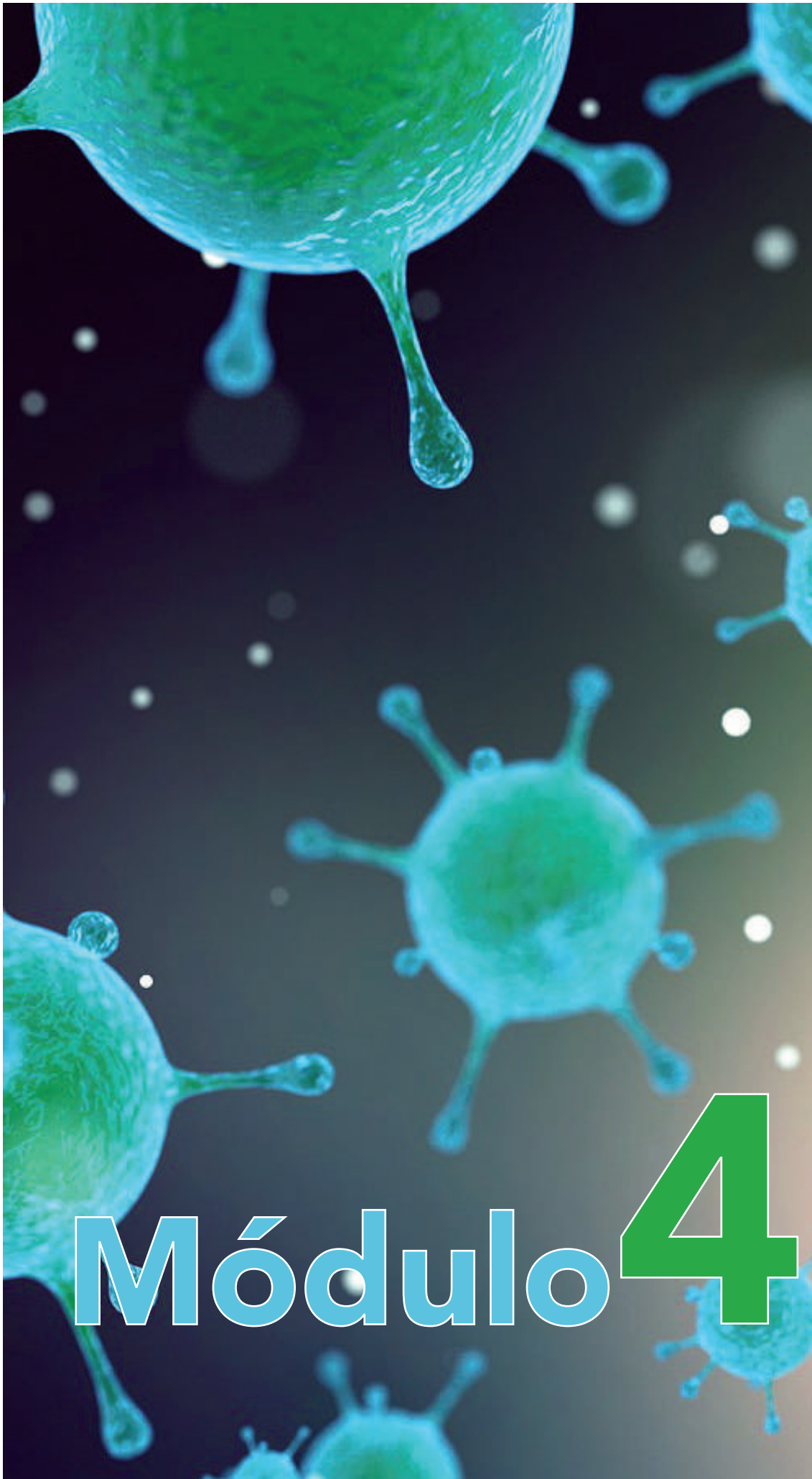
5. ¿Cuál es la función de la CoA?
   Transportadora del acetato o grupo acetilo, en el espacio intermembranal de la mitocondria.

Fermentación

1. ¿La fermentación es un proceso aeróbico o anaeróbico?
   Anaeróbico

2. El proceso de la fermentación ¿en qué parte de la célula se lleva a cabo?
   Citoplasma

Biosistemática



Módulo 4

M 4 Basado en Competencias

4.1. Origen de las especies. Conceptos generales

Objetivo: el estudiante reconoce a la especie como objeto de evolución y define a la especiación como el proceso que ha generado la gran diversidad biológica existente. Identifica la problemática de la extinción como causa de la pérdida de la biodiversidad.

Rescate de conocimientos previos

En equipos de tres personas, contesten los siguientes planteamientos.

¿Es lo mismo un organismo que una especie? Justifiquen su respuesta.

_____
_____
_____.

¿Cuál sería el concepto de biodiversidad, incluyendo el término "especie"?

_____
_____
_____.

Mencionen cinco causas de extinción de especies y expliquen cómo repercute en la pérdida de la biodiversidad.

_____
_____
_____.

A simple vista, es fácil diferenciar una especie de otra: sabemos que los organismos son de diferente especie porque sus características físicas presentan variaciones entre ellas: un pavorreal no es igual a una guacamaya, o un león es diferente a un jaguar; pero ¿qué pasa cuando los organismos aparentan ser iguales, pero son de diferentes especies? Eso lo podemos ejemplificar con las 250 especies de pino existentes en el hemisferio norte del globo terráqueo; muchas a simple vista, aparentan ser iguales, pero características microscópicas o moleculares marcan la diferencia entre un organismo y otro, entonces son de diferente especie.

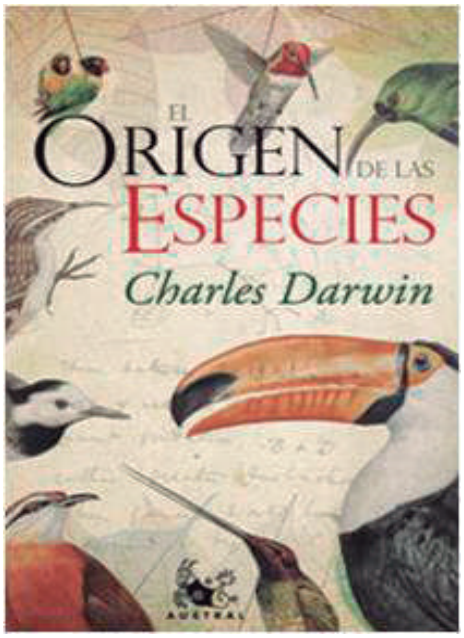


Imagen 1. El Origen de las Especies, libro publicado por Charles Darwin en 1859.

Tomado de: http://goo.gl/63OKmv

La definición de especie está relacionada con los procesos de evolución. Después de un largo viaje de cinco años alrededor del mundo, Charles Darwin analizó las muestras tomadas de organismos de diferentes

lugares; en 1859 publica su libro El origen de las especies, en donde explica los procesos evolutivos (adaptación, selección natural, variabilidad, etc.) que sufren los organismos para definir la gran variedad de especies que conforman la diversidad biológica actual.

Los organismos representan a las especies. Una especie se define como un grupo de organismos que comparten características anatómicas, fisiológicas e incluso de comportamiento (en caso de aplicar); se pueden reproducir entre sí y la descendencia es fértil.

El concepto restringe a la reproducción de organismos de diferentes especies, sin embargo, especies con mayor parentesco se pueden reproducir, limitando a la descendencia a hacerlo, generando así organismos estériles o híbridos. Esto detiene el proceso de especiación, es decir, a la generación de más especies. Un ejemplo típico de híbrido es la mula, producto de la cruza de un burro con una llegua, organismos de diferentes especies. Lo mismo pasa con organismos más sorprendentes como el ligre (resultado de la cruza de un león y una tigresa) o el tigón (cruza de un tigre y una leona).





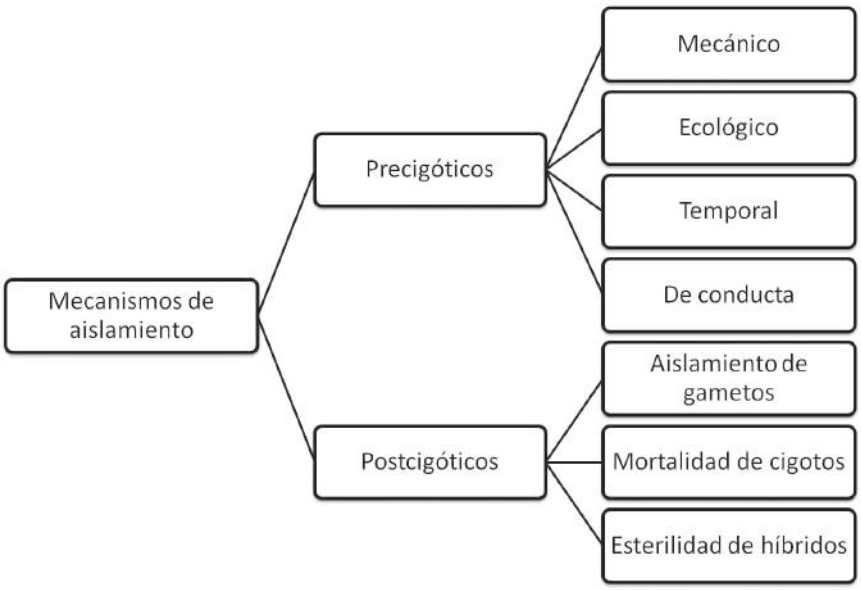
Imagen 2 y 3. A la izquierda: un ligre. En la imagen de la derecha: un tigón. Ambos organismos híbridos.

Tomado de: http://goo.gl/TDA7JE

Para que los organismos mantengan las características propias de la especie, es necesario que solo se reproduzcan con organismos de su propia especie. ¿Imaginas cómo sería un organismo resultado de la cruza de un elefante con una jirafa? Tanto el elefante como la jirafa perderían sus características propias (el elefante su gran tamaño, trompa, orejas grandes colmillos, etc., y la jirafa su cuello largo, manchas, cuernos y patas largas) y se mezclarían produciendo una especie diferente. Esto no pasa gracias a la presencia de mecanismos de aislamiento reproductivo, de tal forma que, en la naturaleza, las especies sólo se reproducen con organismos de su propia especie y no con otras, evitando así la pérdida de sus características, que se almacenan en su material genético. Lo que se preserva con los mecanismos de aislamiento reproductivo es la integridad de los genes de cada especie.

Existen diferentes tipos de aislamiento reproductivo: los precigóticos (antes de la cópula), y los postcigóticos (después de la cópula, sin determinar si se formó el cigoto o no).

Esquema 1. Mecanismos de aislamiento



Fuente: elaborado por Gabriela Morales Pacheco, 2015.

Mecanismos previos a la cópula

Aislamiento mecánico: los sistemas reproductores de las distintas especies no son compatibles, por lo que la cópula no se puede llevar a cabo.

Aislamiento ecológico: las especies no ocupan la misma área geográfica (hábitat), no se encuentran y no se lleva a cabo la cópula. El desplazarse grandes áreas para reproducirse, cuando las especies lo pueden hacer en su mismo hábitat, implica un ahorro de energía, que puede ser invertida en otras actividades.



Imagen 4. El cortejo, conducta desarrollada de manera particular por cada especie.

Tomado de: http://goo.gl/WfPnlo

Aislamiento temporal: las temporadas de reproducción varían de una especie a otra, por lo que las distintas especies no coincidirán en tiempos establecidos para la reproducción.

Aislamiento de conducta: las especies tienen rituales de apareamiento distintos, incluyendo señalización química, estrategias de cortejo, rugidos, cantos, etc., por lo que las especies responden sólo a los estímulos conductuales característicos de su especie. En caso de que dos especies diferentes se hayan encontrado para copular, y hayan vencido los mecanismos anteriores, existen los mecanismos postcigóticos.

Mecanismos posteriores a la cópula

Aislamiento de gametos: la señalización química a nivel de gametos es diferente entre las especies, por lo que los espermatozoides no son capaces de fecundar al óvulo, ya que no son reconocidos como propios de la especie.

Mortalidad de cigotos: en caso de que se lleve a cabo la fecundación, el huevo o cigoto no es capaz de sobrevivir al desarrollo embrionario y se elimina.

Esterilidad de híbridos: en caso de que el desarrollo embrionario se lleve a cabo de manera exitosa, el nuevo organismo nace y se desarrolla, pero no puede reproducirse. Incluso si el organismo híbrido es macho y produce espermatozoides viables, las hembras híbridas son estériles, o viceversa, impidiendo así la reproducción.



Imagen 5. La mula, cruza de caballo con burra, es un organismo estéril.

Tomado de: https://goo.gl/GfqHFY

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Investiga el nombre de tres organismos extintos.

_____
_____
_____.

¿Cómo podría intervenir la genética molecular para evitar la extinción de especies?

_____
_____
_____.

Investiga las medidas que se han tomado para evitar la extinción del lobo mexicano (considerado extinto en la NOM-059-SEMARNAT-2011).

_____
_____
_____.

Glosario básico:

Glosario

Especie: organismos que comparten características anatómicas y fisiológicas, se reproducen entre sí y tienen descendencia fértil.

Especiación: mecanismos por los cuales se generan nuevas especies.

Aislamiento reproductivo: mecanismo por el cual una especie, en condiciones naturales, no se reproduce con otra, evitando la intromisión de genes extraños, manteniendo así las características propias de la especie.



Glosario extendido:

Organismo híbrido:

_____
_____
_____.

Organismo fértil:

_____
_____
_____.

Organismo estéril:

_____
_____
_____.

Fuentes de información adicional

Para obtener información sobre los organismos híbridos, consultar los siguientes textos electrónicos:

Carmen del Pozo (2015) "Animales Híbridos Sorprendentes", disponible en: http://goo.gl/q0fzdh, (consultado en octubre de 2015).

José Manuel García Ortega, (2015), "El agente secreto de la evolución", en: ***¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM***, núm. 97, disponible en: http://goo.gl/52paB1, (consultado en octubre 2015).



Actividad(es) de evaluación

Elabora en tu cuaderno un cuadro comparativo de los mecanismos de aislamiento reproductivo (precigóticos y postcigóticos).

¿Por qué un perro no se podría cruzar con una gata? Justifica tu respuesta.

_____
_____
_____.

4.2. Biosistemática. Concepto. Utilidad. LUCA

Objetivo: el estudiante identifica las técnicas y herramientas para agrupar a las especies de acuerdo con su historia evolutiva y parentesco.

Rescate de conocimientos previos

Contesta los siguientes planteamientos:

Menciona ejemplos de fósiles.

_____
_____
_____

Menciona organismos extintos que sean antecesores de organismos actuales.

_____
_____
_____

¿Por qué se dice que los cerdos son muy parecidos a los humanos? Justifica tu respuesta.

_____
_____
_____



Imagen 6. Evolución de la Tierra.

Tomado de: http://goo.gl/2G39QE

La Tierra tiene un periodo de vida aproximado de 4 500 millones de años. Durante todo ese tiempo han sucedido cambios, desde el mismo origen del planeta, el cambio en la atmósfera primitiva, el surgimiento de la vida y la evolución de la misma. Para establecer un orden de todos esos procesos y determinar los mecanismos a través de los cuales se llevaron a cabo, los biólogos evolutivos analizan las evidencias y se encargan de definir la historia evolutiva de la Tierra.

A la historia evolutiva de una o varias especies, actuales y extintas, se le denomina filogenia. Es relativamente fácil construir filogenias de especies que aún existen, se hacen comparaciones anatómicas, fisiológicas y moleculares; sin embargo, ir hacia atrás, donde los ancestros ya no están, resulta complicado. Es por ello que los biólogos estudian el registro fósil, que aporta información sobre organismos antiguos. También utilizan la sistemática, un enfoque analítico para entender la diversidad y las relaciones de los organismos, tanto actuales como extintos.

M4 Basado en Competencias

El objetivo principal de los biólogos sistemáticos es el de encontrar las relaciones filogenéticas de todos los seres vivos existentes, en pocas palabras, pretenden reconstruir el árbol de la vida, sin embargo, ningún ser humano puede explicar ni describir los procesos evolutivos, por la sencilla razón de que estos procesos tardan de miles a millones de años en suceder, ¡y nadie vive tanto tiempo para ser testigo de ello! Ellos deben utilizar el método deductivo, tomando en cuenta las similitudes que presentan los organismos vivos; pero muchas de estas similitudes no son verdaderas o útiles, ya que son producto de una evolución convergente de distintos organismos que no están estrechamente emparentados y no ayudan a deducir la historia evolutiva (Audesirk & Audesirk, 2008).

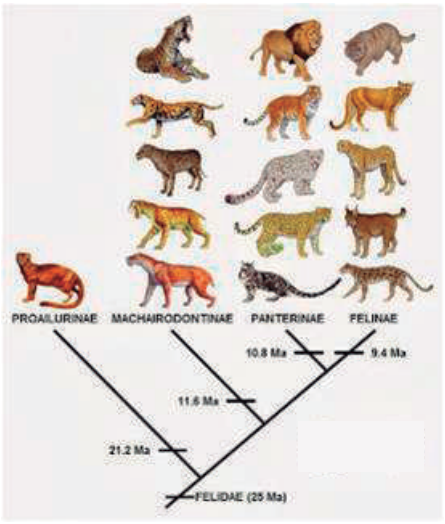
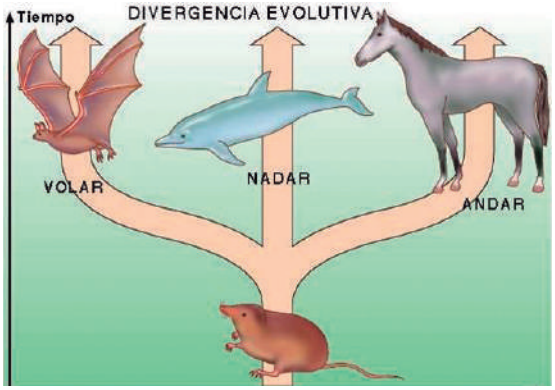


Imagen 7. Ejemplo de filogenia de felinos.

Tomado de: http://goo.gl/PmYAZz

Los elementos básicos de estudio de las especies son las semejanzas morfológicas y bioquímicas entre los organismos para poder inferir las relaciones evolutivas, y son de vital importancia las semejanzas que comparten dos organismos de especies diferentes, ya que esto implica que la han recibido o heredado de un ancestro común. Una herramienta fundamental y certera ha sido la que se ha desarrollado en últimos años: la sistemática molecular, en donde se comparan moléculas como el ADN, ARN y otras (proteínas, enzimas, etc.) para deducir las relaciones evolutivas entre genes individuales o la totalidad del genoma.



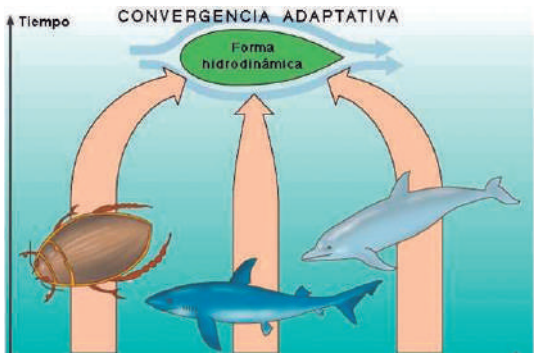


Imagen 8 y 9. En la evolución divergente (izquierda), un ancestro en común posee estructuras –patas-, que serán usadas de forma diferente (órganos homólogos) en la descendencia evolutiva. En cambio, en la evolución convergente (derecha), las estructuras tendrán la misma función (órganos análogos), aunque los organismos no compartan un antepasado en común.
Tomado de: http://10conceptos.com/concepto-de-evolucion-genetica/

Las filogenias son construidas tomando en cuenta toda la información disponible, con respecto a la anatomía, la fisiología y el desarrollo de los organismos. Las evidencias directas de la evolución, es decir, el análisis de los fósiles, arrojan información valiosa para poder definir las relaciones de parentesco entre los organismos actuales, y a su vez, se develan las características de los posibles ancestros que pudieron haberse perdido en el proceso evolutivo.

El registro fósil

Los fósiles son restos de organismos que vivieron en el pasado, y que se han preservado hasta la época actual. La formación de un fósil es un proceso que abarca características específicas, como el resguardo en rocas sedimentarias. Conforme este proceso ocurre, en un periodo de miles a millones de años, los sedimentos que se formaron primero quedan en profundidades inferiores, y los más recientes quedan más arriba, de tal manera que se van formando capas o estratos.

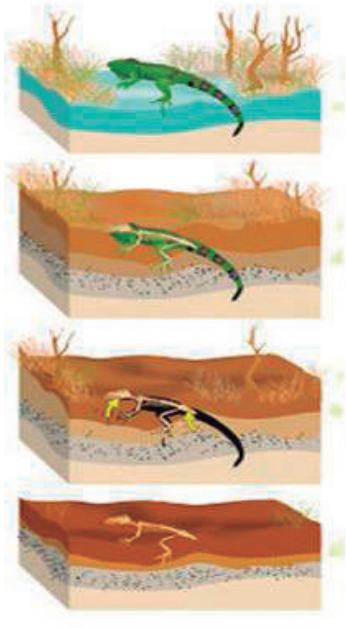


Imagen 10. Formación de un fósil.

Tomado de: http://goo.gl/xR7cjy

El registro fósil consiste en el orden en que los fósiles se fueron resguardando en los estratos. El análisis del registro fósil nos dice la historia del cambio evolutivo de las especies, sin embargo, esta historia tiene errores, los cuales tienen que ser identificados por los sistemáticos, ya que muchos de los fósiles encontrados no murieron exactamente en el lugar donde fueron encontrados, o el proceso de fosilización no fue el adecuado; por lo que se encuentran fósiles deteriorados, dañados o incompletos; mermando la veracidad de la información que pueden aportar. Aun así, el registro fósil es considerado una herramienta fundamental para la reconstrucción del árbol de la vida, ya que nos permite conocer los ancestros de los actuales seres vivos (Campbell y Reece, 2007).

La evidencia morfológica y molecular

La anatomía es una de las características distintivas que juega un papel indispensable en la construcción de los árboles filogenéticos. Los sistemáticos hacen énfasis en la anatomía comparada, identificando semejanzas y diferencias entre los organismos que pueden compartir un ancestro en común, ya sea de manera externa, o comparando la estructura interna de los organismos. Como ejemplo, las homologías, o estructuras homólogas, entre los huesos de las extremidades superiores de delfines, murciélagos, focas y seres humanos son indicios de un ancestro común, y esos organismos son producto de una evolución divergente.

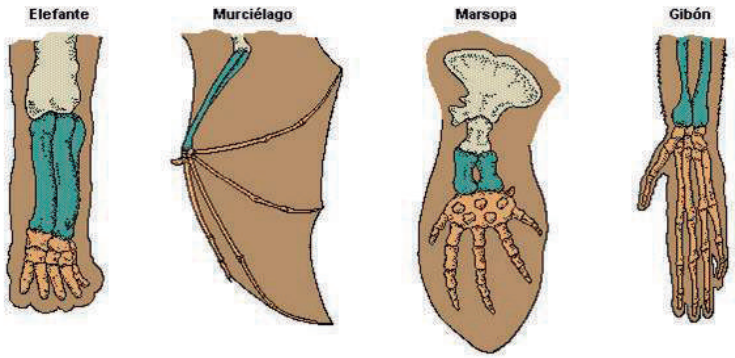


Imagen 11. Estructuras homólogas. Las funciones de las extremidades son diferentes, pero la estructura interna es similar, poseen los mismos huesos.
Tomado de: http://goo.gl/7jjLXB



La anatomía macroscópica es la que ayuda a definir este tipo de evolución. Para determinar estructuras más pequeñas, existe la anatomía microscópica, la cual, con ayuda de un microscopio, se logran observar detalles que son indispensables. Es muy usada en estructuras vegetales, como en esporas o granos de polen, en donde las características de esas estructuras ayudan a clasificar a los organismos e identificarlos.

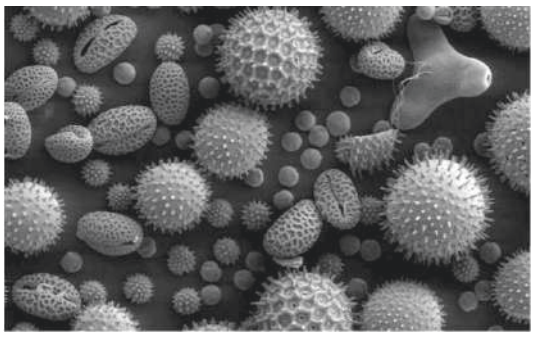


Imagen 12. Ejemplo de anatomía microscópica. Los granos de polen vistos al microscopio, dejan claras las diferencias entre las estructuras, identificando así diversos tipos de plantas.

Tomado de: http://goo.gl/GhKk7g

La anatomía que comparten algunas especies es el reflejo de genes compartidos, de tal manera que hablamos de semejanzas anatómicas y genéticas; por lo que podemos deducir que las relaciones filogenéticas entre estas especies o grupos de especies están basadas, además de las semejanzas anatómicas, en semejanzas genéticas, eliminando así los errores que la evolución convergente nos pueda aportar.

Cuando los primeros árboles filogenéticos fueron construidos, aún no se contaba con los avances de la biología molecular, por lo que las comparaciones de genomas no fueron posibles. Sin embargo, los avances tecnológicos en esta materia permitieron, poco a poco, ir renovando y detallando las relaciones evolutivas de las especies. Se han podido comparar genes y secuencias de nucleótidos (bases nitrogenadas) de ADN, para analizar las semejanzas o diferencias a nivel de genoma, en diversos grupos de organismos. Los resultados genéticos arrojan que las especies estrechamente emparentadas tienen secuencias similares de ADN, implicando, en ocasiones, la similitud en estructuras moleculares más grandes que los genes, como cromosomas y algunas proteínas. Un ejemplo típico de organismos que están emparentados genéticamente es el de los chimpancés y los seres humanos.



Imagen 13. La evidencia molecular ayuda a determinar los árboles filogenéticos de manera más certera. En este caso, lo que se compara es un segmento de la hemoglobina, proteína que se encuentra en los eritrocitos.

Tomado de:. http://goo.gl/hS7du

Los árboles filogenéticos

Los árboles filogenéticos son "hipótesis sobre las relaciones evolutivas de diferentes taxa". Estos árboles filogenéticos se representan gráficamente mediante líneas

unidas y ramificadas, dando así lugar a la filogenia. Los científicos que construyen los árboles filogenéticos son, también, los sistemáticos. Ellos seleccionan los grupos (taxa) que van a incluir en la relación evolutiva y utilizan un método denominado cladística. Este método consiste en establecer las semejanzas (sinapomorfias): características que se comparten entre dos o más grupos, ya que esta característica fue obtenida/heredada de un ancestro en común. Así es como fabrican un esquema similar a un árbol filogenético, denominado cladograma, en donde no se establece el ancestro en común, sino las características que se comparten entre los grupos. Distinguir una sinapomorfia es complejo, ya que difícilmente se establece el ancestro común y la evolución convergente puede inferir en el resultado.

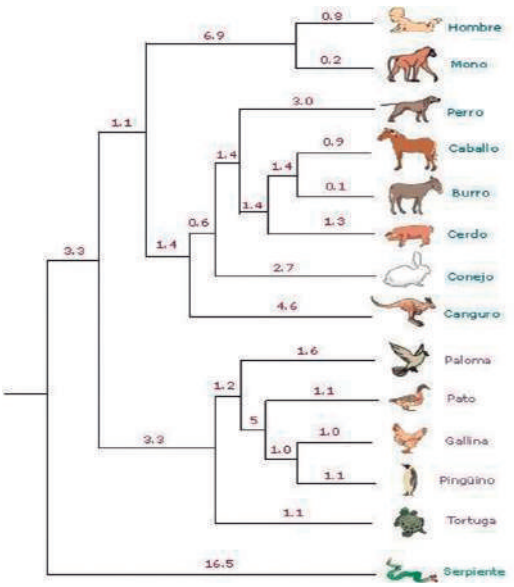


Imagen 14. Árbol filogenético de algunos animales. A partir de la teoría de la evolución, se empiezan a elaborar sistemas naturales de clasificación, los cuales tratan de agrupar a los organismos de acuerdo con su parentesco evolutivo.

Tomado de: http://goo.gl/0hjxtw

Los árboles filogenéticos son fundamentales para la clasificación de los organismos, ya que determinan parentescos y establecen el antepasado común de los grupos. Incluye a todos los descendientes vivos de dicho ancestro, de tal manera que se establece un origen monofilético (ancestro común, más todos los descendientes vivos que derivan de él) (Campbell y Reece, 2007).

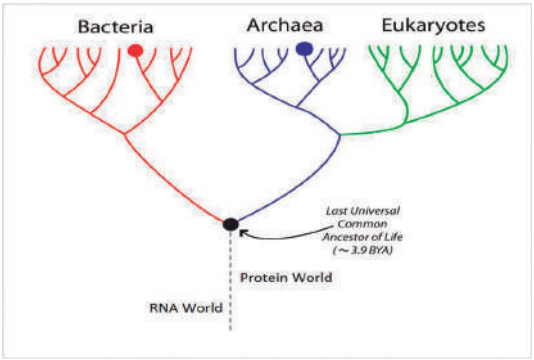


Imagen 15. El último antepasado universal común, LUCA, se refiere al organismo que comparte características con los seres vivos actuales y extintos. Antes de LUCA, los organismos existentes difieren en las secuencias de ARN.

Tomado de: https://goo.gl/eYQsVD

LUCA

En el libro El Origen de las Especies, Darwin menciona la posibilidad de que los seres vivos desciendan de un ancestro en común, denominado también como "forma primordial". Este postulado era fundamental para sostener su teoría de la evolución por selección natural. En ese tiempo (1859) y en años posteriores, varios estudiosos de los seres vivos comenzaban a separar a los entonces existentes reinos animal y vegetal, ya que con el descubrimiento del microscopio se empezaron a ver formas de vida microscópicas, las cuales evolucionaron hasta formar estructuras macroscópicas.

Posteriormente, con los estudios de biología y genética molecular, los linajes de los seres vivos fueron definiéndose de manera más exacta. Las comparaciones



de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos soportaban en su mayor parte a las clasificaciones meramente morfológicas, y daban detalles de clasificación que la anatomía por sí sola no era capaz de dar.

Estas comparaciones permitieron ver, de manera más clara, las similitudes que guardaban todos los seres vivos, llegando a la conclusión de que si los seres vivos comparten características, debe existir un antepasado que posee esas mismas características y que diversificó a la actual variedad de seres vivos. Ese antepasado común ha sido denominado LUCA (por sus siglas en inglés: Last Universal Common Ancestor); de él se derivan todos los seres vivos, actuales y extintos que existen en el planeta.

4.2.1. Criterios para clasificar a los organismos desde especie hasta dominio

Clasificación de seres vivos

Para llevar a cabo el estudio de las múltiples y variadas formas de vida, los biólogos han tenido, en primer lugar, que nombrarlas y clasificarlas. Ya en el siglo IV a. C., el filósofo griego Aristóteles dividió el mundo de los seres vivos en dos categorías: animal y vegetal. La palabra vegetal nos sugiere árboles, arbustos, flores, hierbas, etc., objetos todos ellos que identificamos perfectamente. Por animal rápidamente pensamos en un gato, un perro, una rana, un pez o en un ave. Sin embargo, con la invención del microscopio se descubrieron un sinfín de organismos que no pudieron ser clasificados como planta o animal.

Intentos por establecer diferentes grupos dentro del reino animal y vegetal ha habido muchos a lo largo de la historia. San Agustín, por ejemplo, en el siglo IV clasificó a los animales en tres grupos: útiles, dañinos y superfluos. Los botánicos de la Edad Media, por su parte, clasificaban las plantas en función de si producían frutas, vegetales, fibras o maderas. Los criterios que se utilizaban para realizar estas clasificaciones eran muy poco científicos y nada rigurosos. A partir del siglo XVII se dejó a un lado el criterio de la utilidad para el hombre y los biólogos comenzaron a tener más en cuenta las propias características de los seres que querían clasificar.



Imagen 16. Carl von Linneo

Tomado de: www.editorialdharana.com

El padre de la taxonomía fue el biólogo sueco Carl von Linné, o Linneo, quien utilizó como criterio para clasificar las plantas y los animales semejanzas en sus estructuras, en vez de criterios basados en la utilidad de las diferentes especies. En su libro Species Plantarum (1753) describe las especies vegetales, designándolas ya con nombres científicos, y en la décima edición del libro Sistema Naturae (1758) ya aparecen los animales designados con nombres científicos basados en el sistema de nomenclatura binomial ideado por él.

Los sistemas de clasificación se fueron modificando con el tiempo y así, en 1866, el biólogo alemán Ernst Haeckel propuso un tercer reino, el Protista, para dar cabida en

él a los diversos microorganismos que eran difíciles de ubicar, como plantas o animales.

El esquema de clasificación que reúne a los seres vivos en cinco reinos fue propuesto por el botánico estadounidense R. H. Whittaker en 1969. Whittaker separó a los hongos en un reino aparte de las otras formas de tipo vegetal, ya que los hongos no podían ser considerados vegetales, al no poseer pigmentos fotosintéticos (son heterótrofos).

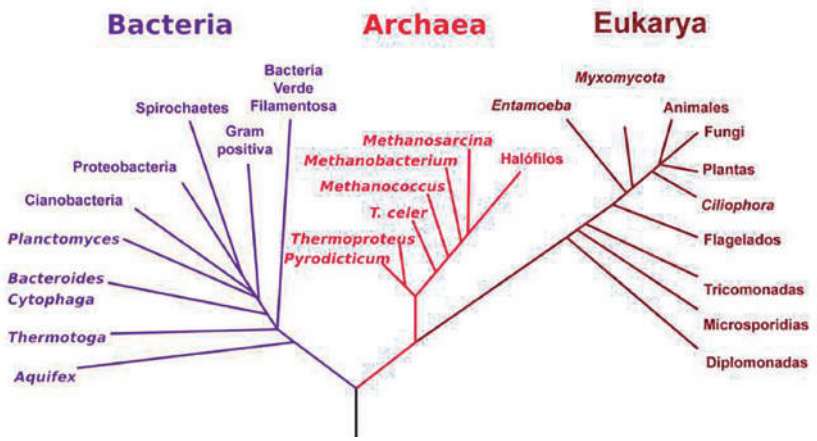


Imagen 17. Árbol filogenético de la vida.

Tomado de: http://eltamiz.com/elcedazo/wp-content/uploads/2013/05/Arbol-filogenetico.png

Finalmente (por el momento), los nuevos estudios a nivel molecular de la estructura de los lípidos, proteínas, genoma y sobre todo de la secuencia del ARN ribosomal, muestran que dentro de los procariotas, las arqueobacterias son tan diferentes de las bacterias como éstas de las eucariotas. Esta es la razón por la que el microbiólogo estadounidense Carl Woese creó en 1990 un nuevo nivel taxonómico, superior al Reino, llamado Dominio. Según su nuevo sistema, existen tres dominios: Archaea, Bacteria y Eukarya. Al estar basada en estudios moleculares, la nueva taxonomía establecida por Carl Woese se denomina taxonomía molecular.

¿Cómo clasificar todos los seres vivos de forma coherente?

Utilizamos las especies como unidades y luego vamos agrupando especies emparentadas evolutivamente en categorías cada vez mayores. El término general de "categoría" es taxón. La taxonomía es la disciplina que se ocupa de crear la clasificación de los seres vivos.

En el siglo XVIII, Linneo propuso un sistema de clasificación basado en la proximidad anatómica, es decir, en la presencia de determinados caracteres que él consideraba fundamentales y común para un mismo grupo.

Este sistema se organiza en categorías (o taxones) que incluyen a otras. Así, cada Reino incluye varios Filum. A su vez, cada phyllum incluye diferentes Clases, etc.

1. Dominio
2. Reino
3. División o Phyllum
4. Clase
5. Orden
6. Familia
7. Género
8. Especie

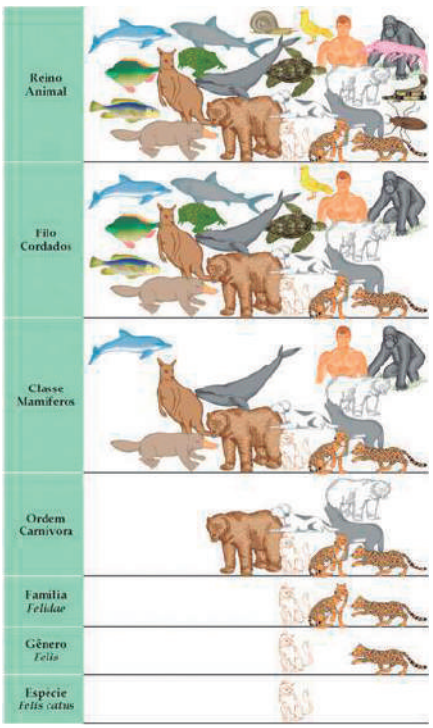


Imagen 18. Categorías taxonómicas utilizadas para la clasificación de los seres vivos.

Tomado de: https://goo.gl/ZVUT86



Veamos, como ejemplo, el hombre:

- Dominio: Eukarya
- Reino: Animallia
- Phyllum: Cordados (vertebrados) (con sistema nervioso dorsal en un cordón).
- Clase: Mamíferos (con glándulas mamarias que producen leche).
- Orden: Primates (con pulgar oponible en las extremidades).
- Familia: Homínidos (desarrollo del cerebro, tendencia al bipedismo –andar sobre dos extremidades–).
- Género: Homo (caminan erguidos, poseen cultura).
- Especie: Homo sapiens (desarrollo de mentón, frente recta).

Vinculación del contenido con la realidad

Explique la relación del mono Rhesus con el ser humano, en términos de evidencia molecular.

_____
_____
_____
_____.

Investigue todas las categorías taxonómicas de tres especies. Complemente la información del cuadro.

Categoría taxonómica	Especie 1 Nombre: _____	Especie 2 Nombre:_____	Especie 3 Nombre: _____
Dominio			
Reino			
Phyllum o División			
Clase			
Orden			
Familia			
Género			
Especie			



Glosario

Glosario básico:

Árbol filogenético: esquemas que representan hipótesis sobre las relaciones evolutivas de un organismo o de un grupo de organismos.

Estructuras homólogas: estructuras que son similares de manera interna, tienen mismo origen embrionario, pero la función es diferente.

Evolución convergente: evolución independiente hacia una semejanza estructural o funcional en dos o más organismos con escaso parentesco entre sí, por lo común como resultado de adaptaciones a ambientes similares.

Registro fósil: secuencia de acumulación de fósiles en los diferentes sustratos.

Glosario extendido:

Filogenia: _____
_____.

Fósil: _____
_____.

Sistemática: _____
_____.

Taxonomía: _____
_____.

Fuentes de información adicional

Para más información, consultar los siguientes artículos:

Antonio Lazcano Araujo (2015), "El Último Ancestro Común", disponible en: http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Lazcano-Capitulo26.pdf, (consultado en octubre 2015).

Ulises Iturbe y Antonio Lazcano (2015), "El método natural de clasificación y los caracteres de comparación universal", disponible en: http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4273/2.pdf, (consultado en octubre 2015).

Evaluación



Autoevaluación

Menciona ejemplos de fósiles que contribuyan a la filogenia de una especie.
_____
_____
_____.

Elabora una lista de ventajas que la evidencia molecular aporta para la clasificación de los seres vivos.
_____
_____
_____.

¿Qué es un cladograma? Establece las diferencias con un árbol filogenético.
_____
_____
_____.



4.3. Nomenclatura binomial. Nombre científico. Normas de escritura

Objetivo: el estudiante conocerá las reglas para escribir nombres científicos, e identificará a este nombre como una medida a escala mundial para identificar a las especies.

Rescate de conocimientos previos

Investiga el nombre común de tres organismos que sean nombrados de manera distinta, en diferentes partes del mundo.

_____
_____
_____.

¿Por qué crees que el mismo organismo sea nombrado de formas diferentes?, ¿qué problemas crees que puedan generarse en la comunidad científica?

_____
_____
_____.

Nombre científico

Linneo inició su actividad científica con el estudio de las plantas y sus órganos de reproducción. Esto le proporcionó datos para clasificarlas en forma sistemática o metódica.

En 1758, en la segunda edición de su obra Sistema Naturae, estableció los criterios para realizar una clasificación objetiva de todas las especies conocidas en su época. Dentro de estos criterios sobresalen los siguientes:

- A cada especie biológica se le debe asignar un nombre científico, el cual será único y universal, no podrán existir dos especies con el mismo nombre por semejantes que sean.
- Cuando una especie reciba dos o más nombres científicos asignados, por distintos investigadores, se respetará el más antiguo.
- Los organismos deben nombrarse con dos palabras en latín, esto se denomina nomenclatura binomial o binaria.
- La primera designa el género, que es un nivel de clasificación más general que la especie, y la segunda, epíteto específico, nombra la especie.
- El nombre del género se deberá escribir con mayúscula inicial y el que se refiere a la especie, con letras minúsculas. Ambos nombres se escribirán con letra cursiva o subrayado.

Por ejemplo, el perro se llama Canis familiaris. Este nombre permite diferenciarlo del lobo, Canis lupus, y a la vez expresa la relación entre ambos, que pertenecen al mismo género, Canis.

Otro ejemplo es el siguiente, el roble se llama roble blanco, prieto y dulce en español, mientras que en inglés se conoce con el nombre de common oak; el nombre científico es Quercus robur. Los nombres científicos ofrecen la ventaja de ser únicos en todo el mundo.

Los nombres científicos están constituidos por dos palabras, pero como existen algunos grupos de organismos cuya diversidad es muy grande, se utilizan hasta tres palabras. Por ejemplo, el nombre científico del lobo mexicano consta de tres palabras: Canis lupus baileyi, en este caso la última palabra se refiere a una clasificación menor llamada, subespecie.

Elaboración de nombres científicos

El nombre científico de un organismo se construye con base en varios criterios, como la forma del organismo, su semejanza con otros seres vivos, la localidad geográfica donde habita. También puede estar clasificada en memoria de un personaje, incluso de un científico destacado, o por su comportamiento.



Imagen 19. La escritura de los nombres científicos obedece a lineamientos estrictos, escribirlo mal podría catalogarse como una "falta ortográfica" muy grave dentro de la comunidad científica.

Tomado de: http://goo.gl/AMVIgd

Ejemplos de lo anterior son los siguientes: la planta denominada Lacandonia schismatica hace referencia a la región donde se ubica: la selva Lacandona, y la forma como están ordenados sus órganos sexuales. Por su comportamiento, hay una planta denominada Mimosa delicatissima, la cual retrae sus hojas cuando se le toca.

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Identifica tres productos de consumo común, en cuya etiqueta esté escrito algún nombre científico. Escríbelo en el siguiente espacio y menciona los errores de escritura que tiene.

1._____
_____.

2._____
_____.

3._____
_____.





Actividad(es) de evaluación

Menciona las aportaciones de Carlos Linneo en el estudio de la biología.

_____
_____
_____.

¿Por qué es importante en la comunidad científica la aplicación del nombre científico?

_____
_____
_____.

¿Por qué los nombres científicos se escriben en latín?

_____
_____
_____.

4.4. Características generales de los tres dominios (Arquea, Bacteria, Eukarya) y la modificación actual de reinos (Protista, Fungi, Vegetal, Animal). Ejemplos

Objetivo: el estudiante identificará las características de los dominios y reinos, ubicando organismos dentro del dominio y reino correspondiente.

Rescate de conocimientos previos

¿Qué personaje fue de los primeros en clasificar a los seres vivos?

_____
_____.

¿Cuáles fueron los dos primeros reinos creados?

_____
_____.

¿Cuál fue el invento que permitió definir a los dominios Arquea y Bacteria?

_____
_____.

Todos hemos escuchado sobre los cinco reinos de la vida, pero hace unas décadas se descubrió un nuevo tipo de bacteria que provocó la reorganización de la vida en tres dominios. Apoyado por el análisis genético, el sistema de clasificación por dominios está reemplazando los cinco reinos de la vida.

La clasificación por dominios fue propuesto por Carl Woese debido a dos eventos. Primero, en la década de los setenta se descubrieron varias especies de organismos nuevos que viven en lugares extremos, como aguas termales, lagos ácidos, etc.,

lugares donde se creía que no podía existir ningún organismo vivo. Estos organismos parecían bacterias y se denominaron "arqueobacterias", lo cual significa "bacterias antiguas". Al principio, las arqueobacterias se consideraban procariotas como las demás bacterias. Sin embargo, dentro de poco el análisis del ARN ribosómico demostró que los arqueobacterias son parientes más cercanos a nosotros que a otros tipos de bacteria. Entonces los científicos llegaron a la conclusión de que era necesario crear un grupo completamente nuevo para estos organismos. Así nacieron los tres dominios de la vida.

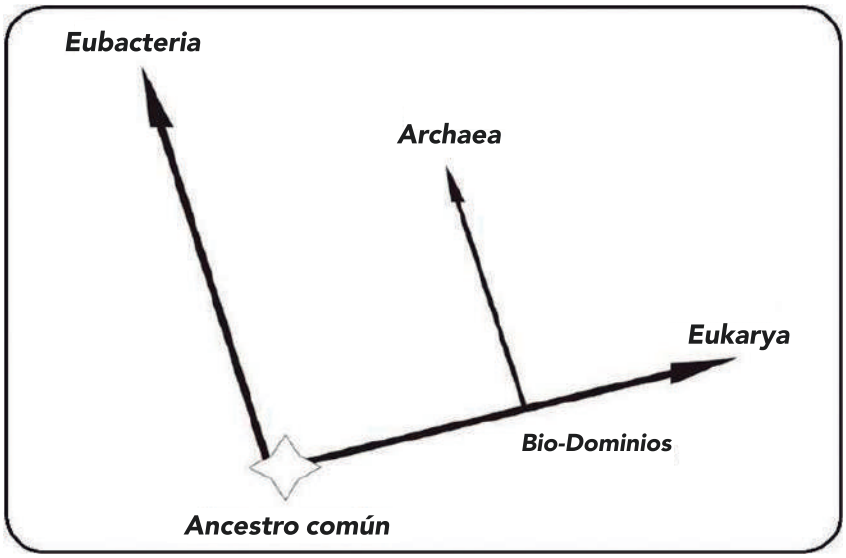


Imagen 20. Los tres dominios.

Tomado de: http://goo.gl/kJDIR2

Dominio *Archaea*

Las arqueobacterias son posiblemente los organismos más antiguos en la Tierra y aparecerían, casi con toda seguridad, hace unos 4 mil millones de años, en el momento del origen de la vida en nuestro planeta. Pensemos que, desde esta perspectiva, las arqueobacterias evolucionaron bajo las condiciones de la Tierra primitiva (temperaturas altas, atmósfera anaeróbica, salinidad alta) y éstos siguen siendo, aun hoy, sus hábitats predilectos.

Las características que comparten con los Eucariotas son mucho más significativas que las que comparten con las Bacterias. Arqueobacterias y Eucariotas son grupos mucho más cercanos de lo que pueda parecer, y divergen profundamente de las Bacterias. No obstante, las arqueobacterias también comparten con las Bacterias ciertas características que no están presentes en los Eucariotas.

- La mayoría son pequeños (0.5-5 micras) y con formas de bastones, cocos y espirilos.
- Se reproducen por fisión, como la mayoría de las Bacterias.
- La mayor parte de las arqueobacterias son termófilos (de hecho, muchos son sumamente termófilos).
- La mayoría también son autotróficos o dependientes de azufre.



Incluyen tres grupos:

Metanogénicas

Son anaerobias obligadas que producen metano a partir del dióxido de carbono e hidrógeno; no toleran ni siquiera breves exposiciones al aire. Son muy abundantes en sedimentos marinos y de agua dulce, pantanos y suelos profundos, tracto intestinal de animales y plantas de tratamiento de líquidos cloacales. Son habitantes normales del rumen de vacas y rumiantes. Una vaca puede eliminar unos 50 litros de gas metano por día, en el proceso de eructación. El producto final, gas metano, se acumula en el ambiente, así se han creado la mayoría de las fuentes naturales de gas natural (combustible fósil) utilizado con fines industriales o domésticos. Es un importante gas del efecto invernadero que se acumula en la atmósfera a velocidad alarmante. Un ejemplo de organismo es *Methanococcus jannaschii*.

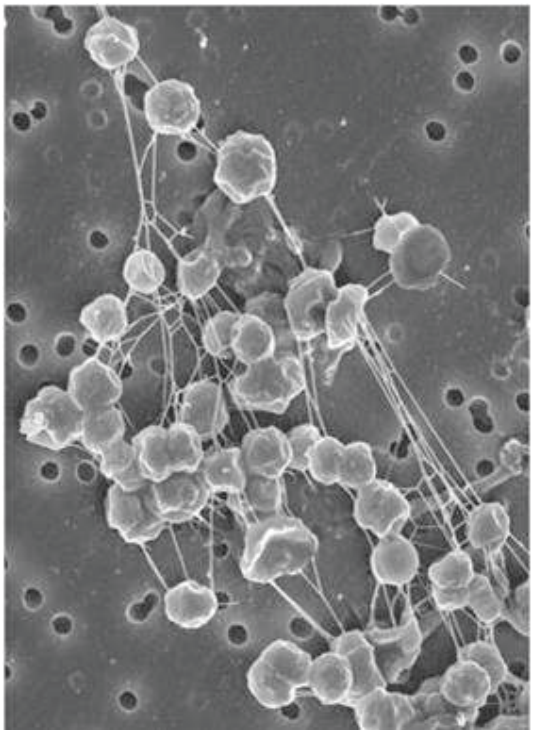


Imagen 21. *Methanococcus jannaschii*, un ejemplo de bacteria metanogénica.

Tomado de: http://sgugenetics.pbworks.com/w/page/30354537/Types%20of%20Archaea

Viven en ambientes naturales como el mar Muerto, el Great Salt Lake (Colorado, EUA), o en estanques de evaporación de agua salada, donde la concentración de sal es muy alta (hasta 5 molar o 25% de NaCl). Estos procariotas requieren la sal para el crecimiento, sus paredes celulares, ribosomas y enzimas se estabilizan con el ión Na+. Halobacterium halobium, la especie predominante en Great Salt Lake, se adapta al ambiente altamente salino por el desarrollo de una "membrana púrpura", que toma esta coloración por la presencia del pigmento del tipo de rodopsina llamado bacteriorodopsina, que reacciona con la luz formando un gradiente de protones a lo largo de la membrana que permite la síntesis de ATP. Este es el único ejemplo en la naturaleza de una fotofosforilación sin clorofila. Estos organismos son heterótrofos y anaerobios, la alta concentración de cloruro de sodio (NaCl) en el ambiente limita la disponibilidad de oxígeno para la respiración

Termófilas extremas (Termoacidófilas)

Representan varias líneas filogenéticas de Archaea. Estos organismos requieren temperaturas muy altas (80°-105° grados) para crecer. Sus membranas y enzimas son inusualmente estables a estas temperaturas. La mayoría de ellas requiere sulfuro para crecer, algunas son anaerobias y usan el sulfuro como aceptor de electrones en la respiración, en reemplazo del oxígeno. Otras son litotróficas y oxidan sulfuro como fuente de energía, crecen a bajo pH (< pH 2) dado que acidifican su ambiente oxidando sulfuro a ácido sulfúrico.

Estos hipertermófilos son habitantes de ambientes calientes, ricos en sulfuro, asociados a los volcanes, como los manantiales clientes, géiseres y las fumarolas del Parque Nacional de Yellowstone, en respiraderos termales y en fracturas del piso oceánico. Sulfolobus fue el primer *Archeae hipertermofílicos* descubierto por Thomas D. Brock de la Universidad de Wisconsin en 1970. Su descubrimiento, junto al de *Thermus aquaticus* en el Parque Yellowstone, iniciaron el campo de la biología de los hipertermófilos. *Thermus aquaticus*, crece a 70° grados. Sulfolobus crece en ambientes rico en sulfuro, manantiales calientes a 90° grados y pH 1. *Thermoplasma*, también descubierta por Brock, es un termófilo único, ya que es el representante exclusivo de una línea filogenética de Archaea. *Thermoplasma* recuerda a las bacterias micoplasmas, ya que carece de pared celular. *Thermoplasma* crece a 55° grados y pH 2; sólo han sido encontradas en pilas calientes de carbón, los cuales son productos de desecho humanos.



Imagen 22. Hábitat de las Arqueobacterias: Gran Lago Salado, Utah (izquierda), aquí habitan bacterias halófilas; fumarolas en Yellowstone (centro) y fumarolas en la Fosa de las Marianas (derecha), donde habitan bacterias termoacidófilas.

Tomado de: http://www.blogvacaiones.com/parque-nacional-de-yellowstone/
http://www.britannica.com/science/deep-sea-vent/images-videos
http://freshwatertuttle.wikispaces.com/NatalieDeadSea

Dominio *Eubacteria*

Las primeras bacterias en aparecer en el registro fósil datan de hace 3 500 millones de años. Estos organismos poseen una gran variedad de formas de nutrición, respiración y estructuras, las cuales han facilitado, hasta cierto punto, su clasificación y su adaptación a una gran diversidad de ambientes.

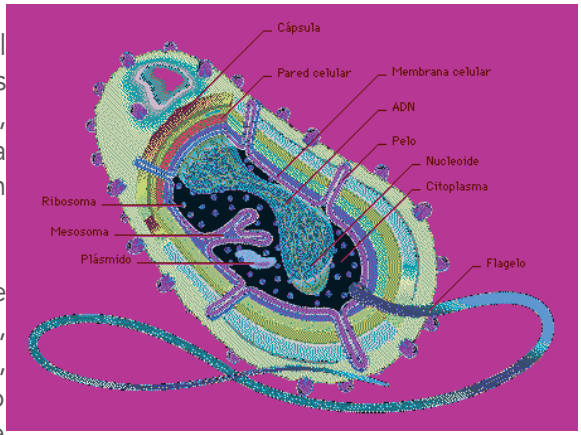


Imagen 23. Estructura bacteriana.

Tomado de: http://es.slideshare.net/marugarrocho/estructura-bacteriana-8422208

Al ser organismos unicelulares, presentan una serie de estructuras protectoras, como cápsulas y paredes, aparte de la membrana celular. En cuanto al movimiento, tienen flagelos para moverse hacia adelante y cilios o fimbrias que les ayudan a cambiar de dirección o fijarse a una célula huésped, cuando son parásitas.

De manera interna, una bacteria presenta un citoplasma y el material genético (ADN) en forma circular. De manera general, las bacterias no poseen organelos celulares, salvo ribosomas, organelos diminutos indispensables para la síntesis de proteínas.



Las bacterias presentan los dos tipos de reproducción: sexual y asexual. En la forma asexual desarrollan un mecanismo denominado fisión, en donde la bacteria duplica su material genético (ADN) y posteriormente se divide en dos. Las "bacterias hijas" reciben una molécula completa de ADN. En cuanto a la reproducción sexual, no existen bacterias macho o bacterias hembra, sino que introducen un fragmento de ADN, denominado plásmido, a otra bacteria, favoreciendo así el intercambio de material genético (recordemos que es la finalidad de la reproducción sexual). Este proceso de intercambio de material genético de esta forma recibe el nombre de conjugación. La reproducción bacteriana se lleva a cabo cada 20 minutos, si las condiciones de humedad y temperatura son favorables, siguiente la fórmula de 2^n, en donde "n" representa el número de divisiones celulares.

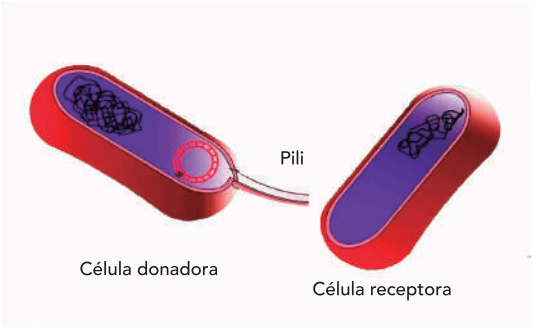


Imagen 24. Conjugación de bacterias. Se forma el pelo sexual, a través del cual se traspasará el plásmido.

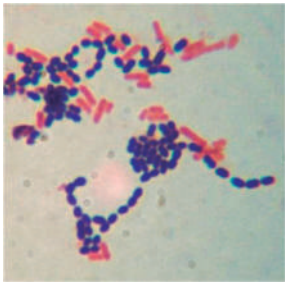
Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=KY12xx9yw8

Las formas en que se nutren y respiran las bacterias son muy diversas. En cuanto a la nutrición, encontramos bacterias autótrofas –que realizan quimiosíntesis y fotosíntesis– y bacterias heterótrofas –ya sean parásitas o saprófitas–.

La respiración la pueden llevar a cabo de forma aerobia –en presencia de oxígeno–, anaerobia obligada –en donde la presencia de oxígeno mata a las bacterias–, o anaerobia facultativa –en donde la presencia de oxígeno puede o no ser utilizada, sin afectar la vida de las bacterias, obteniendo energía por procesos de fermentación, si no usan oxígeno–.

Criterios de clasificación

Una de las principales características que se toma en cuenta para clasificar a las bacterias es la estructura de la pared celular. Dicha pared está constituida por una sustancia denominada "peptidoglucano". Esta sustancia puede o no ser abundante en la pared, haciendo que las bacterias tengan una pared gruesa o delgada. Existe una técnica de tinción, desarrollada por Hans Gram, "tinción de gram". Una bacteria es Grampositiva si tiene pared gruesa de peptidoglucano, y se tiñe de color morado; en cambio, una bacteria es Gramnegativa si tiene pared delgada, y se tiñe de color rosa. La técnica de tinción consiste en teñir y lavar los colorantes de la muestra microscópica de la bacteria, debe existir una retención/eliminación del colorante, para determinar el grosor del peptidoglucano.



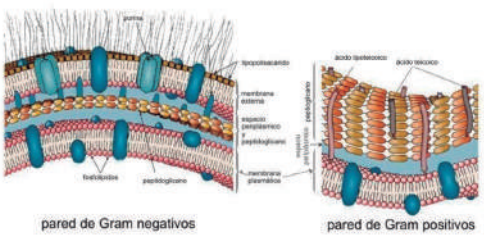


Imagen 25. Las bacterias grampositivas se tiñen de color morado, y tienen una pared gruesa de peptidoglucanos. Las bacterias gramnegativas se tiñen de rosa, y su pared es delgada.

Tomado de: http://goo.gl/A09i5R

Otros criterios de clasificación para las bacterias, además de los tipos de nutrición y respiración descritos anteriormente, son la presencia de endosporas, el tipo de crecimiento y ARN ribosomal que presentan. La forma de las bacterias determina otro criterio, encontrando cocos (forma esférica), bacilos (forma alargada o de bastón) y espirilos (en forma de rizo o espiral). Las agrupaciones de bacterias han determinado también la clasificación, teniendo así estreptococos –cadenas de cocos–, estafilococos –agrupaciones de cocos en forma de racimos– y estreptobacilos –cadenas de bacilos–, entre otras.



Imagen 26. De izquierda a derecha: *Micrococcus, Salmonella* y *Spiroplasma*; cocos, bacilos y espirilos respectivamente.

Tomado de: http://www.allposters.es/-sp/Micrococcus-Bacteria-Posters_i6016563_.htm
http://faculty.goucher.edu/leto/bio354/whataremicrobes.htm
http://www.wales.nhs.uk/sitesplus/888/page/43751

Importancia de las bacterias

Las bacterias han sido utilizadas por el ser humano desde tiempos remotos, desde los primeros asentamientos humanos. Ese uso ha sido principalmente para la producción de alimentos como vino, queso, vinagre, yogur, etc. Se agrega a fermentados lácteos para favorecer la flora intestinal (bacterias que viven en nuestro intestino, como los lactobacilos).

En cuestión ecológica, las bacterias favorecen la degradación de la materia orgánica, participan activamente en los ciclos biogeoquímicos (sobre todo en el del nitrógeno, ayudando a las plantas a absorber dicho elemento). Se encuentran, como ya se mencionó, en el intestino de animales, protegiéndolos de enfermedades, ayudándolos a degradar algunas sustancias para su fácil digestión, así como para la producción de vitaminas K y B_{12}, esenciales para nuestro metabolismo.

En el aspecto médico, las bacterias causan muchas enfermedades, pero a la vez, son la clave para desarrollar antibióticos.

Actividad

Actividad

Complementa el siguiente cuadro, colocando los síntomas de las enfermedades bacterianas mencionadas.

Enfermedad	Bacteria	Síntomas
Tuberculosis	*Mycobacterium tuberculosis*	
Ántrax	*Bacillus anthracis*	
Neumonía	*Streptococcus pneumoniae*	



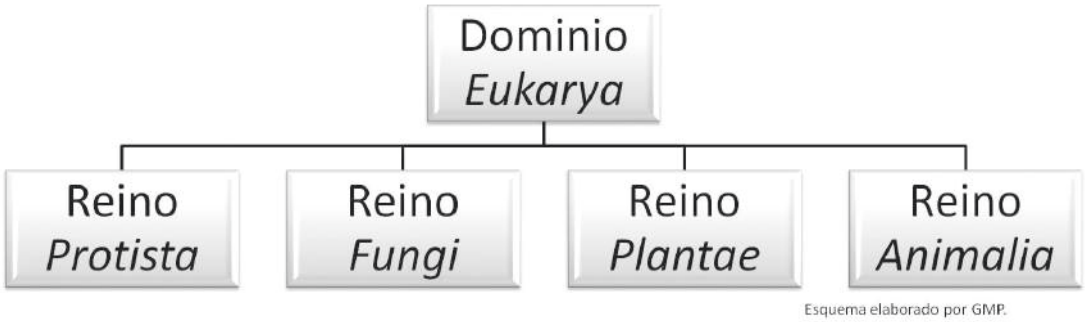
Gonorrea	*Neisseria gonorrhoeae*	
Tétanos	*Clostridium tetani*	
Botulismo	*Clostridium botulinum*	
Cólera	*Vibrio cholerae*	
Fiebre tifoidea	*Salmonella typhi*	
Sífilis	*Treponema pallidum*	
Salmonelosis	*Salmonella sp.*	

Dominio *Eukarya*

Los organismos pertenecientes al dominio Eukarya tienen características más distintivas en relación con los dominios Archaea y Eubacteria. Si bien comparten características, los organismos eucariontes:

- Poseen una envoltura nuclear.
- Poseen organelos recubiertos por membrana.
- No tienen un cromosoma circular.

Aquí es en donde se centra la mayor diversidad biológica que conocemos. Su evolución ha derivado en una gran cantidad de organismos, con diferencias marcadas. Es por ello, que este dominio se ha dividido en 4 reinos: Protista, Fungi, Plantae y Animalia.



Fuente: elaborado por Gabriela Morales, 2015.

Esquema 2. Dominio *Eukarya*

Reino *Protista*

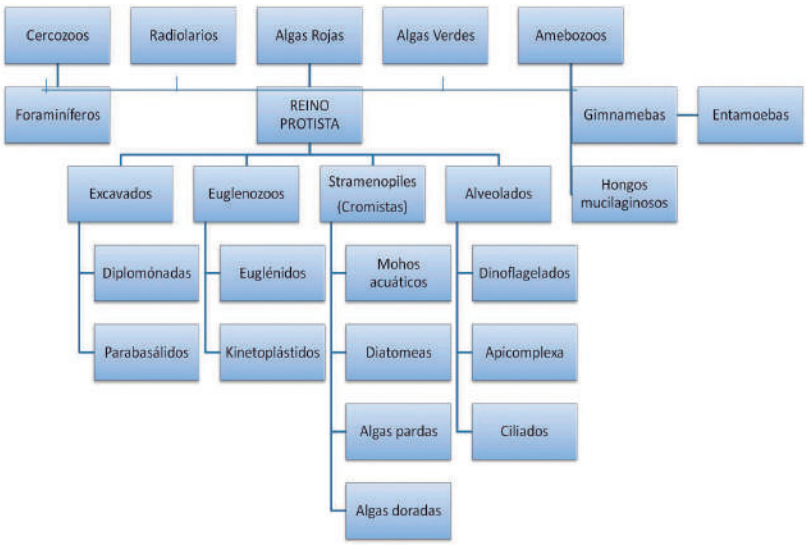
Después de la invención del microscopio, se descubrieron una serie de microorganismos que no se pudieron clasificar en ninguno de los dos reinos conocidos: plantas o animales. Las plantas eran organismos que hacían fotosíntesis y los animales eran organismos móviles y heterótrofos. Sin embargo, dentro de los microorganismos descubiertos, se encontraban organismos que hacían fotosíntesis y se movían… ¿dónde clasificarlos?

Así fue cómo surgió el reino Protista. Aparentemente este reino alberga a los organismos que no cumplen las características requeridas por los otros reinos y

se situaron ahí. No nos sorprenda si en el futuro este reino se subdivide en otros más. Pocas son las características generales del reino, por ello es el reino con más diversidad estructural y funcional.

Los protistas son unicelulares, aunque también los hay coloniales y pluricelulares; son fotoautótrofos, heterótrofos y mixótrofos; viven en ambientes terrestres húmedos, y en el fondo de los océanos, lagos, estanques, adheridos a rocas, se arrastran a través de sedimentos, conforman el plancton, formando así la base de las redes tróficas marinas; tienen reproducción sexual y asexual.

Esquema 3. Reino *Protista*



Fuente: elaborado por Gabriela Morales, 2015.

Diversidad del reino *Protista*

Los principales grupos de protistas son:

- **Protozoarios**

Sarcodinos: la membrana celular de estos organismos se proyecta en pseudópodos para permitir la locomoción o atrapar el alimento y engullirlo por fagocitosis; una vez atrapado el alimento, éste se dirige a las vacuolas digestivas, en donde se secretan enzimas digestivas para deshacerlo. Usualmente viven en ambientes húmedos, y cuando falta agua, se pueden enquistar para sobrevivir. Las amibas son ejemplos típicos de este grupo.

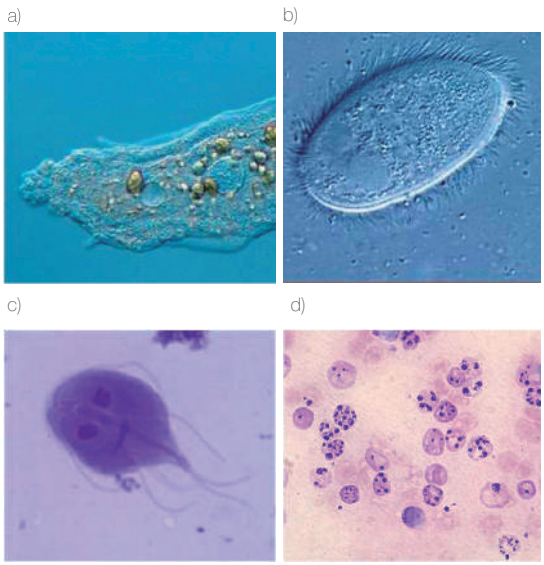


Imagen 27. Ejemplos de: a) sarcodino, b) ciliado, c) zooflagelado y d) esporozario.

Tomado de: http://goo.gl/3HLL7w, http://goo.gl/eA0ooD, http://goo.gl/hgdTfk



Ciliados: son un grupo muy diverso de protistas. Su nombre radica en que presentan cilios como estructuras locomotoras y alimenticias. Tienen dos núcleos denominados micronúcleo y macronúcleo. El macronúcleo sirve para las funciones generales, como alimentación, homeostasis; y el micronúcleo regula la reproducción.

Zooflagelados: su nombre radica en que poseen muchos flagelos que sirven para la locomoción. Usualmente son parásitos. Giardia intestinalis es un parásito que habita en el intestino de los mamíferos, los quistes ingresan al organismo, al beber agua contaminada con materia fecal. Trychomona vaginalis se contagia vía sexual, genera molestias en la vagina de las mujeres. También se encuentran organismos de vida libre habitando en ecosistemas acuáticos y terrestres.

Esporozoarios: los organismos pertenecientes a este grupo no tienen un sistema de locomoción. Son parásitos y las enfermedades que generan son graves para los seres humanos. El nombre del grupo radica en que las células que generan la infección se denominan esporozoitos y requieren varios hospederos para generar la infección.Plasmodium vivax es un ejemplo de esporozoario, y causa el paludismo.

- **Algas**

Bacilariofitas o diatomeas: son algas unicelulares que tienen una pared celular compuesta de cristales de sílice. Son organismos que realizan la fotosíntesis y viven en agua dulce y salada, formando parte del fitoplancton en los océanos. Las conchas que fabrican tienen una belleza y simetría excepcional, su estructura asemeja a la de una caja Petri, en donde una mitad embona en la otra. Cuando estas algas mueren, las partes de la concha dura se separan, sedimentándose en las profundidades. Estos sedimentos se han encontrado ahí por millones de años, formando depósitos fósiles denominados "tierra de diatomeas". Estos depósitos son utilizados en la industria para fabricar pastas de dientes o pulidores de metales.

Crisofitas o algas doradas: poseen pigmentos –carotenoides– que les proporcionan su color característico. Viven en agua dulce y salada y la mayoría de estos organismos realizan fotosíntesis, aunque hay algunos que son mixótrofas, así que también pueden ingerir partículas mediante fagocitosis. La mayoría son unicelulares, aunque pueden formar colonias.

Pirrofitas o dinoflagelados: son organismos unicelulares que se encuentran en el fitoplancton. Poseen dos flagelos que les permiten la locomoción. El fenómeno de marea roja es causado por la reproducción incontrolada de los dinoflagelados, se ve así por los pigmentos carotenoides que poseen; estos organismos se incrustan en organismos invertebrados de consumo humano y en las branquias de los peces, se liberan toxinas que los matan. Cuando se consumen alimentos contaminados, los seres humanos se intoxican y puede provocar la muerte. Algunos dinoflagelados, cuando son perturbados, generan una luz que es más visible de noche, incluso cuando las olas se retiran de la playa se pueden ver pequeños puntos brillantes en la arena.

Euglenofitas: organismos del género Euglena, son los representativos de este

grupo. Habitan en agua dulce, no poseen pared celular y tienen la particularidad de ser autótrofos y heterótrofos; tienen una estructura denominada mancha ocular, funciona como un "ojo" que detecta la presencia de luz. Cuando hay luz, llevan a cabo la fotosíntesis, y cuando no, se alimentan de otros organismos. Poseen un par de flagelos incluidos en un receptáculo, que les permite el movimiento.

Clorofitas o algas verdes: deben su color a la presencia de clorofila, almacenada en cloroplastos. Las clorofitas pueden ser unicelulares, pluricelulares, coloniales o filamentosas, y también pueden formar parte del fitoplancton; son muy abundantes y la mayor cantidad de oxígeno que se produce en el planeta se debe a estas algas. Su importancia radica en que son consideradas como las antecesoras de las plantas terrestres.

Rodofitas o algas rojas: su color se debe a la presencia de un pigmento, la ficoeritrina, que están en mayor proporción que la clorofila que poseen; sin embargo, se pueden encontrar rodofitas que son de color verde, ya que sus tonalidades pueden variar, desde un color oscuro en las profundidades del mar, hasta un color verde en la superficie. De ellas se obtienen sustancias –carragenina– que son utilizadas en la industria alimenticia, para fabricar cosméticos, o producir agar, usado en los laboratorios para hacer los medios de cultivo que se usan en microbiología.

Feofitas o algas pardas: su coloración se debe a la presencia de pigmentos carotenoides y ficoxantinas. Presentan tejidos y órganos especializados similares a los de las plantas, así como estípites y láminas, simulando tallos y hojas. Generan sustancias mucilaginosas que las protegen de la desecación cuando la marea baja; viven en mares profundos o anclados a rocas, cerca de la costa. Generan una sustancia denominada algina, que sirve para darle consistencia a helados, quesos y cremas. Sargassum es un género característico de este grupo, abundan mucho en los mares, creando verdaderos bosques marinos, como es el caso del Mar de los Sargazos.

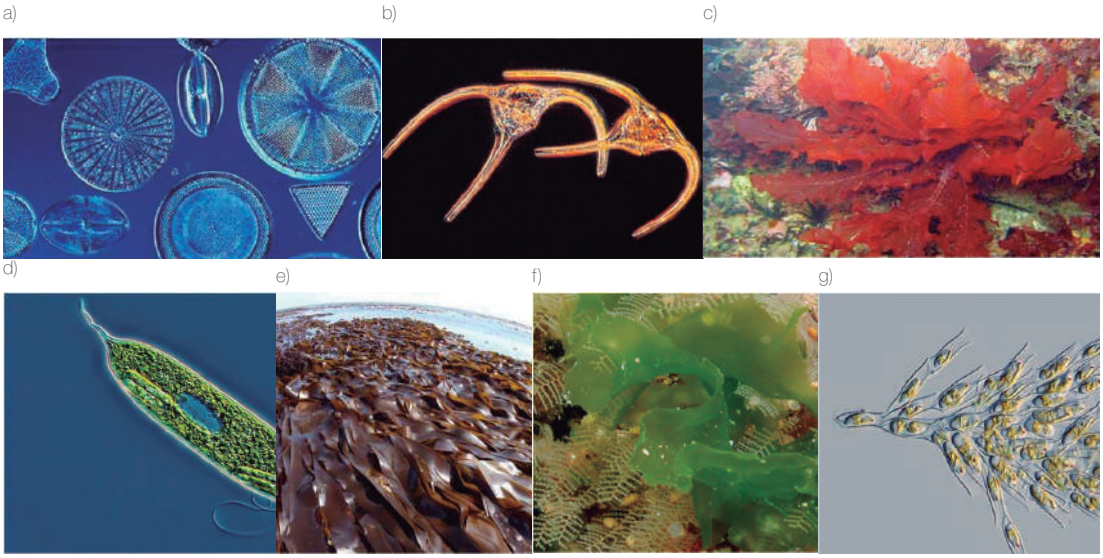


Imagen 28. Ejemplos de algas: a) bacilariofitas, b) pirrofitas, c) rodofitas, d) *Euglena sp.*, e) feofitas, f) clorofitas, g) crisofitas.
Tomado de: http://goo.gl/LHfyDj, http://goo.gl/rCXgqK, http://goo.gl/dH3tSm, http://goo.gl/esWjRA, https://goo.gl/nxlXY7, http://goo.gl/q6AnM2

M4 Basado en Competencias

- **Hongos unicelulares**

Mixomicetos: su morfología consiste en una masa gelatinosa de colores naranja o amarillo brillantes; se desplazan deslizándose por el suelo, parecen grandes capas de masa mucilaginosa que se encuentran encima de troncos putrefactos en los bosques, esa masa recibe el nombre de plasmodio, vista a través del microscopio no se distinguen las membranas celulares, sólo los núcleos. Viven en ambientes muy húmedos, y cuando esta condición es desfavorable, generan esporangios que guardan esporas, resistentes a la desecación.

Acrasiomicetos: similares a los mixomicetos, se desplazan deslizándose por el suelo. Son microscópicos y se alimentan de bacterias o descomponiendo la materia orgánica que tienen a su alrededor. De igual forma, viven en ambientes húmedos y desarrollan esporas cuando el agua falta.

Oomicetos: denominados también mohos acuáticos, tienen forma de filamentos largos que parecen mechones de algodón. La superficie de estos mechones es parecida a las estructuras parecidas por algunos hongos. Los oomicetos tienen paredes celulares de celulosa y sus células son flageladas. Son descomponedores o parásitos de plantas, como la vid, el aguacate y la papa.

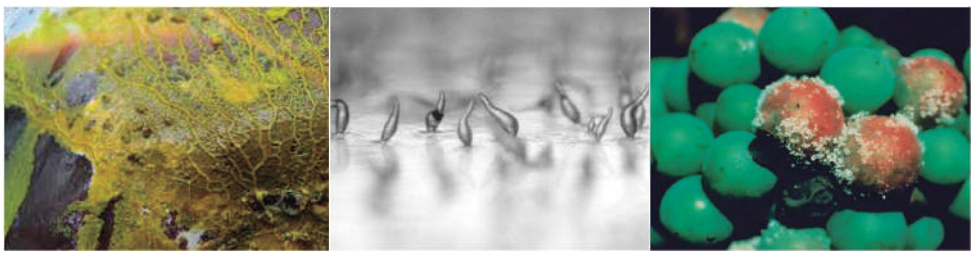


Imagen 29. Ejemplos de hongos unicelulares: a) mixomicetos, b) acrasiomicetos, c) oomicetos.

Tomado de: http://goo.gl/pKFncP, http://goo.gl/nWzzCW, http://goo.gl/JvsqeW

Reino *Fungi*

Los hongos pertenecen al reino Fungi y se caracterizan por ser sésiles y saprófitos. Casi todos son pluricelulares, salvo las levaduras, que son unicelulares.

Estructura

Los hongos están formados por células alargadas llamadas hifas y se agrupan para formar un tejido llamado micelio. Este micelio se desarrolla infectando las células que componen la fuente de alimento en donde crece el hongo, si la especie de hongo tiene una fase macroscópica, posteriormente se forma el cuerpo fructífero.

El cuerpo fructífero está compuesto por las siguientes partes: estípite, sobrerete, láminas y, en ocasiones, el estípite tiene un velo. Esta estructura fúngica es la que más conocemos, la vemos en champiñones o en los hongos que crecen en el pasto en la época de lluvias.

Las paredes celulares de las hifas están formadas por un polisacárido estructural denominado quitina, diferente a la celulosa que caracteriza a las plantas. Asimismo, las hifas pueden ser tabicadas o no, haciendo referencia a la presencia o ausencia de septos; en estos septos se pueden presentar poros para el transporte de sustancias. Las hifas son multinucleadas (cenocíticas), esto permite que solo un fragmento de



Imagen 30. De izquierda a derecha: hifas vistas a través de un microscopio electrónico de barrido, en su conjunto, forman un micelio. Esquema donde se señalan las partes de un hongo macroscópico típico.

Tomado de: http://goo.gl/2vQ7Yg, http://goo.gl/WV2Xjd

hifa pueda desarrollar un hongo completo.

Nutrición

Los hongos son heterótrofos, específicamente saprófitos: la digestión es externa por medio de enzimas que el hongo secreta, de tal manera que el alimento se desintegra de forma extracelular, para después absorber la materia orgánica ya procesada.

Existen hongos que son parásitos, que causan enfermedades a plantas y animales, incluyendo al ser humano; sin embargo, la descomposición de los tejidos animales se lleva a cabo de la misma manera que lo descrito anteriormente.

Reproducción

Los hongos se reproducen de manera sexual y asexual. La reproducción asexual consiste en el desarrollo de un organismo fúngico nuevo, a partir de un fragmento de hifa, o el desarrollo de esporas de un solo hongo, sin que hayan sido el resultado de la fusión de células sexuales. Dichas esporas son estructuras diseñadas para soportar condiciones ambientales desfavorables para el desarrollo del hongo, es decir, la falta de humedad. Cuando las esporas se encuentran en un terreno con condiciones de humedad favorables, germinan y empiezan a formar hifas y micelio. Las esporas también pueden ser producto de la fusión de dos células sexuales, dando lugar a la reproducción sexual. Las esporas se guardan en sacos diseñados para ello, denominados esporangios.

La forma en que se reproducen y se organizan las esporas en los hongos, así como la forma y distribución de los esporangios, es uno de los criterios que se toman en cuenta para la clasificación de los hongos.

Clasificación de los hongos

Zigomicetos

Estos organismos poseen zigosporas, que se guardan en un zigosporangio. Los

M4 Basado en Competencias

conocemos ya que son los mohos responsables de la putrefacción de pan, tortillas y frutas de manera cotidiana. Un ejemplo típico es *Rhizopus stolonifer*, que es el moho negro que crece en el pan. Las hifas se expanden de manera horizontal (formando estolones), penetran en el alimento, lo deshacen y absorben los nutrientes. Llevan a cabo los dos tipos de reproducción: en la fase asexual se producen esporangios con esporas haploides (con un solo juego de cromosomas), se dispersan por el aire y germinan al encontrar el ambiente apropiado. En la fase sexual se forma un zigosporangio, en donde se lleva a cabo un intercambio de núcleos entre micelios

a) b)

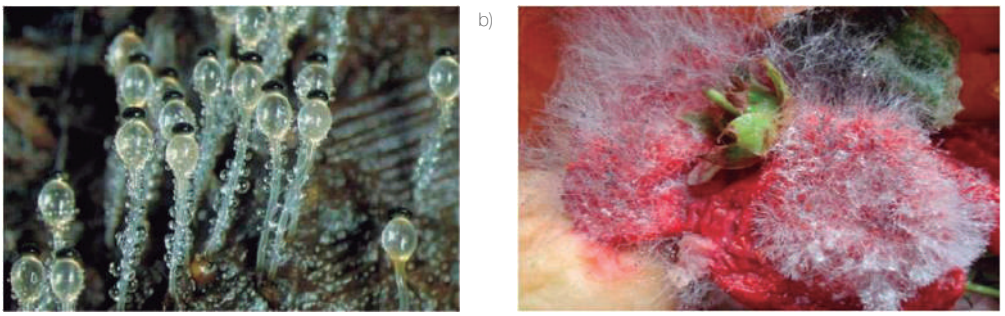


Imagen 31. Zigomicetos: a) *Pilobolus sp.*, un hongo que crece en el excremento de los animales; b) *Rhizopus sp.*, moho que crece en tortillas, pan, frutas.

Tomado de: http://goo.gl/k6QYSk

diferentes, dando lugar así a la recombinación del material genético.

Ascomicetos

Presentan ascosporas organizadas en sacos o ascas. Los organismos representativos van desde las levaduras unicelulares hasta hongos macroscópicos con sombrerete, como las colmenillas y trufas. Los cuerpos fructíferos o ascocarpos que desarrollan tienen tamaños y formas muy diversas.

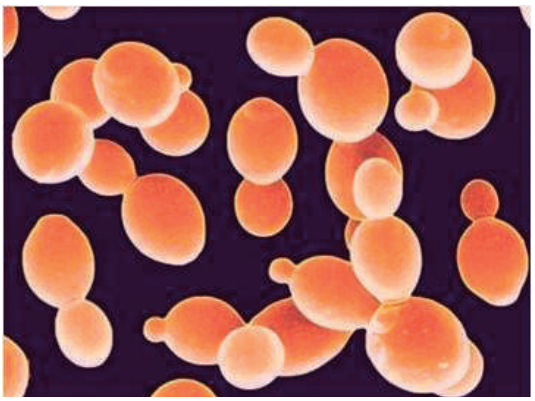


Imagen 32. *Saccharomyces cerevisiae*, una levadura perteneciente a los ascomicetos.

Tomado de: http://goo.gl/hr44KL

Otros son confundidos, son los zigomicetos, que enmohecen las tortillas.
A las especies de este grupo se les relaciona con algas verdes, a esta asociación se le llama liquen, y a la relación con la raíz de una planta, micorriza.

Estos hongos tienen la particularidad de que sus esporas no se forman en los típicos esporangios, sino en unas estructuras especializadas llamadas conidióforos, que se encuentran al final de las hifas; ahí se guardan los conidios, que son las esporas específicas de este grupo de hongos.

Aquí se encuentran los hongos unicelulares: las levaduras. Se reproducen asexualmente por gemación y son usadas para la fabricación de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y de pan, para que esponje.

Basidiomicetos

La reproducción de estos hongos es principalmente sexual. Las estructuras reproductoras de este grupo reciben el nombre de basidios (esporangios modificados), que es en donde se almacenan las basidiosporas. El cuerpo fructífero es el basidiocarpo, en donde se encuentran las láminas que van a estar conteniendo a los basidios.

En este grupo ubicamos a muchos hongos comestibles, venenosos y alucinógenos; ejemplos de hongos comestibles son los champiñones (*Agaricus sp.*) y el huitlacoche; los hongos venenosos son representados por *Amanita muscaria* y los alucinógenos por *Psilocybe* mexicana.



Imagen 33. Basidiomcietos: a) *Ustilago maydis*, huitlacoche comestible, b) *Agaricus sp.*, champiñón, c) *Psilocybe mexicana*, un hongo alucinógeno, d) *Amanita muscaria*, un hongo venenoso.

Fuente.
http://www.mushroomstone.com/somaintheamericas.htm
http://psico-fugi.com/hongos/psilocybe-mexicana/
http://ismaelisnature.blogspot.mx/2013/08/cogumelo-comum-agricus-bisporus-o.html
http://www.flickriveer.com/photos/22422934@NO7/2163604888

Deuteromicetos

Denominados también hongos imperfectos, ya que su fase sexual aún no ha sido observada. Conforme se descubra su reproducción sexual, seguramente la especie de hongo será acomodada en el grupo al que corresponden. Se incluye aquí al hongo perteneciente al género *Trichophyton sp.*, causante del pie de atleta.

Importancia de los hongos

Importancia ecológica-descomponedores

Los hongos llevan a cabo la degradación de la materia orgánica, la descomponen y el material retorna al suelo. Deshacen polisacáridos estructurales resistentes como la celulosa y la lignina, un polímero no polisacárido; ambos presentes en las plantas y troncos de árboles; degradan polímeros complejos compuestos principalmente por carbono, como diversos tipos de combustibles y pinturas. Son parte importante de los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y otros elementos químicos indispensables para el desarrollo de las plantas.

Importancia médica-agrícola, patógenos

Muchos hongos causan enfermedades a plantas y animales. En plantas, afectan a cultivos de consumo humano, generando pérdidas económicas hasta de 50%. *Puccinia graminis* afecta a cultivos de trigo, causando la roya negra. El cornezuelo se genera en el centeno, se produce por *Claviceps purpurea*, este hongo genera toxinas que, si son consumidas por los seres humanos, causan ergotismo, enfermedad cuyos síntomas son alucinaciones, espasmos, demencia, gangrena e incluso la muerte.



En los animales, la infección provocada por hongos recibe el nombre de micosis. El pie de atleta *(Trichophyton sp.)* y la candidiasis *(Candida albicans)* son ejemplos de micosis típicas en los seres humanos.

Usos prácticos de los hongos

Los hongos se utilizan desde tiempos ancestrales para la elaboración de productos alimenticios, como el pan, el vino, la cerveza y el queso. Directamente son una fuente de alimentación para el ser humano, como los champiñones, las setas y las trufas.

Son importantes dentro del campo de la medicina, ya que se producen antibióticos de amplio espectro, como la penicilina, que proviene del hongo *Penicillium sp.* Este primer antibiótico dio un cambio radical en la vida del ser humano, aumentando significativamente el promedio de vida.

Reino *Plantae*

En este reino se clasifican todos los organismos eucariontes, pluricelulares y que realizan un proceso conocido como fotosíntesis. Las plantas se distribuyen en la mayoría de los hábitats: desde el desierto y la tundra, hasta los bosques y selvas.

Evolución de las plantas

La hipótesis del origen de las plantas sugiere que surgieron evolutivamente de las algas verdes (clorofitas, reino Protista). Dentro del grupo de las algas son las que más se parecen a ellas. Si bien las algas son 100% acuáticas, algunas de éstas fueron desarrollando estrategias de adaptación que les permitieron sobrevivir a la ausencia de agua, de tal manera que las que vivían en lugares con una humedad relativa (como las orillas de los ríos o las playas) fueron poco a poco invadiendo el espacio terrestre, modificándolo de manera significativa, y dada la producción de oxígeno, la atmósfera terrestre se fue enriqueciendo con oxígeno, cambiando el panorama de la Tierra primitiva.

Las primeras plantas terrestres aún dependían del agua para algunas funciones como la reproducción. Las briofitas o musgos son consideradas como las primeras plantas en invadir la Tierra. Estas plantas carecen de sistema vascular, sin embargo, presentan esporas resistentes a la desecación. Después de ellas surgieron las pterofitas o helechos, que también presentan esporas, pero dependen menos del agua por desarrollar un sistema vascular; es por eso que se pudieron desarrollar más que los musgos.

Posteriormente surgieron las gimnospermas, plantas vasculares que se reproducen por semillas en vez de esporas, pero no están cubiertas por un fruto, por lo que las semillas son desnudas. Ejemplos de estos organismos son los pinos, que se reproducen, por medio de piñas o conos, donde se producen y resguardan las semillas.

Las plantas angiospermas, presentan adaptaciones significativas como las flores y los frutos, los cuales albergan a las semillas. Estas adaptaciones les permitieron invadir prácticamente todos los ambientes y diversificarse ampliamente.

Clasificación de las plantas

Plantas no vasculares (briofitas)

Estas plantas carecen de un sistema vascular, por lo que tienen que vivir en ambientes muy húmedos. Se fijan al sustrato (rocas o troncos de árboles) mediante primordios de raíces, denominados rizoides; su tallo es muy corto y a veces imperceptible, dando la impresión de que la planta sólo es una alfombra verde de pequeñas hojas en forma de escamas llamadas filidios. Para llevar a cabo la reproducción sexual, los musgos requieren del agua, ya que las células sexuales masculinas deben nadar hacia las femeninas. En la reproducción asexual, se forman esporas, las cuales se resguardan en una cápsula. Estas esporas germinarán cuando encuentren un ambiente propicio.

Briofitas (División *Bryophyta*)

El crecimiento de los musgos se da de manera más horizontal que vertical, alcanzando alturas de 50cm, aunque el rango de crecimiento para la mayoría de las especies de musgos no rebasa los 15cm. Sus filidios –hojas– tienen el grosor de una célula. Un musgo sexualmente maduro, se vuelve de color café rojizo, es cuando las esporas están a punto de liberarse. Los musgos tienen gran importancia porque al retener el agua evitan la erosión de los suelos. Los musgos son denominados plantas pioneras, porque son las primeras que se desarrollan cuando un ecosistema se ha destruido por incendios o inundaciones; también son formadores de suelo, porque al crecer sobre rocas crean una zona donde pueden crecer otras plantas.



Imagen 34. Ejemplos de plantas: a) Musgo, b) helecho, c) angiosperma y d) pino.

Tomado de: http://goo.gl/kguXaH, http://goo.gl/jC8RYO, http://goo.gl/SXtaJK

Plantas vasculares (traqueofitas)

A excepción de las briofitas, el resto de las plantas presentan un sistema vascular, que permite el transporte de agua y materia elaborada a través de toda la planta. A éstas se les conoce como plantas vasculares. Esto favoreció el crecimiento y desarrollo de hojas grandes para aprovechar mejor la luz solar.

Plantas vasculares sin semillas

Pterofitas *(División Pterophyta)*. Los ejemplares más conocidos son los helechos. La morfología de estas plantas es más evolucionada que la de los musgos, presentan hojas muy pequeñas ordenadas en estructuras más grandes llamadas frondas. En vez de rizoide, presenta rizoma, que es la parte que se encarga de la fijación de la planta al suelo y la absorción de agua y nutrientes del suelo. Ya presenta un sistema vascular, hecho que la aísla un poco más de la presencia de agua, en comparación de los musgos; sin embargo, sigue necesitando de agua para su reproducción sexual, ya que, al igual que sus antecesoras, las células masculinas tienen que nadar hacia las femeninas.

En la parte inferior de las frondas se desarrollan unos puntos, en su estado inmaduro son de color amarillo, cuando maduran son de color café oscuro o negro. Estos puntos son soros, en donde se almacenan las esporas, fase asexual de la reproducción.

Estas plantas se encuentran en ecosistemas tropicales y subtropicales, formando parte de la estructura secundaria de los ecosistemas.

Plantas vasculares con semilla

- Gimnospermas

Las coníferas, como los pinos, cedros, oyameles, ahuehuetes, etc., son los ejemplos representativos de este grupo. Son las primeras plantas que presentan semillas desnudas (es decir, que no están envueltas en un fruto). Son aún más independientes del agua, ya que sus células sexuales no tienen que nadar para encontrarse, la célula sexual masculina (contenida en el grano de polen) se desplaza por el aire para encontrarse con el óvulo. El polen y las semillas son dos estrategias adaptativas que le permitieron a las gimnospermas habitar casi todos los ecosistemas, dando un

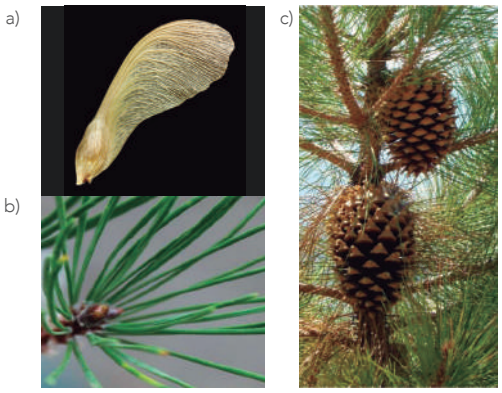


Imagen 35. Estructuras características de gimnospermas: a) Semilla con ala, b) una acícula –hoja modificada-, c) conos –de ahí el nombre "coníferas".

Tomado de: http://goo.gl/tO5So8, https://goo.gl/mgK5l7

paso importante para la evolución de su grupo.
Coníferas *(División Coniferophyta)*. Es el grupo más abundante de gimnospermas. Tienen conos (o piñas), que representan las estructuras masculinas. Ahí se genera y libera el polen, que viaja por el aire hasta llegar a los conos femeninos para fecundar al óvulo. Al llevarse a cabo la fecundación, se forma el cigoto, contenido en una semilla, la cual es liberada al aire para su dispersión.

Las coníferas están adaptadas para vivir en climas fríos o templados. Las adaptaciones se presentan principalmente en las hojas, estructuras modificadas para resistir las bajas temperaturas y soportar el peso de la nieve sin romperse. Estas hojas modificadas reciben el nombre de acículas, son alargadas, en forma de aguja, pueden ser largas (aprox. 30cm de largo) o cortas (1cm aprox.). Las hojas de los pinos pueden ser perennes, que duran todo el año, o caducas, que se pierden en alguna temporada del año (en otoño, por ejemplo).

Otra adaptación fue la fabricación de resina, sustancia viscosa que sirve como anticongelante y proporciona el olor característico a pino. Los bosques de coníferas son importantes desde el punto de vista ecológico por la gran cantidad de oxígeno que proporcionan al ambiente. En el aspecto económico, la madera es utilizada para la fabricación de papel y muebles. Desafortunadamente la explotación de los bosques no se lleva a cabo de manera regulada y la sobreexplotación ha generado problemas ambientales como erosión, cambio climático y efecto invernadero, por la escasa fijación de dióxido de carbono.

- Angiospermas

Es el grupo de plantas con mayor diversidad y el que más conocemos. El éxito evolutivo se debe a tres adaptaciones principales: la flor, el fruto y el desarrollo de hojas más anchas.

La flor es la estructura reproductora, formada por hojas modificadas que suelen tener diversos colores, aromas, formas y la producción de néctar, estrategia exitosa para llamar la atención de los polinizadores (aves, insectos, mariposas y algunos mamíferos como murciélagos). Todos estos organismos se convirtieron en ayudantes involuntarios para transportar el polen de una flor a otra y así lograr la fecundación y el éxito reproductivo de las angiospermas.



Imagen 36. Izquierda: dispersión de las semillas de diente de león por aire. Derecha: dispersión de la semilla del cocotero por agua.

Tomado de: http://goo.gl/66HmLz, http://goo.gl/WH85Ww

M4 Basado en Competencias

Reino *Animalia*

Los organismos pertenecientes al reino animal son pluricelulares, heterótrofos (por ingestión), degradan su alimento de manera interna, la mayoría móviles, y desarrollan sus tejidos a partir de capas embrionarias. Sus células no tienen el soporte estructural de una pared celular. Presentan células altamente especializadas como las musculares y las nerviosas. Casi todos se reproducen sexualmente.

La clasificación de los animales se basa principalmente en su desarrollo embrionario, simetría y ADN; sin embargo, también se toman en cuenta los tejidos que se derivan de las capas germinales, las cavidades corporales, el tipo de segmentación, la formación de celoma, el destino del blastoporo, etc.

Invertebrados

Los invertebrados carecen de esqueleto y representan 95% de las especies animales conocidas, es decir, de los 35 phyla descritos, 34 son invertebrados. Ocupan casi todos los hábitats de la tierra. A continuación se describen algunos de los phyla más representativos de los invertebrados.



Imagen 37. Ejemplo de porífero.

Tomado de: http://goo.gl/he5a1y

Phyllum Porifera

Grupo representado por las esponjas; surgieron en el Precámbrico, son animales sésiles que carecen de tejidos verdaderos. Viven como suspensívoros o filtradores, atrapando partículas del agua que atraviesa los canales internos de su cuerpo. Poseen coanocitos, que son células flageladas únicas que ingieren bacterias y partículas diminutas de alimento. Son considerados organismos con una organización celular entre colonial y pluricelular. Los coanocitos provienen de unos organismos denominados "coanoflagelados", protistas independientes que forman colonias, cuya forma de alimentación es igual a la de las esponjas. Se puede decir entonces que el antecesor de los animales proviene del reino Protista.

Phyllum Cnidaria

Corales, medusas, anémonas e hidras se representan en este grupo. Poseen simetría radial y su esquema corporal de estos animales es similar, poseen una cavidad gastrovascular (celenterón) con una única abertura que funciona como boca y ano. Poseen estructuras urticantes (cnidas), cada una contenida en una célula especializada (cnidocito), de ahí el nombre del grupo, sin embargo, también poseen nematocistos y espirocistos, estructuras similares a los cnidocitos. Los pólipos (etapa larvaria) son sésiles, mientras la etapa adulta, como la de las medusas, son móviles.

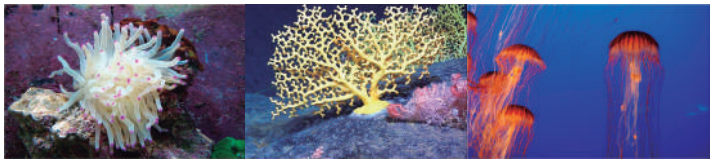


Imagen 38. De izquierda a derecha: una anémona, un coral y medusas; ejemplos de cnidarios.

Tomado de: http://goo.gl/Yxaa7v, http://goo.gl/QldPTj, http://goo.gl/Ba6sOj

Phyllum Platyhelminthes

Los platelmintos son gusanos aplanados en sentido dorsoventral, tienen simetría bilateral y cefalización. Su sistema nervioso empieza a desarrollarse, procesando información proveniente de los ojos y de otras estructuras sensitivas. No poseen cavidad corporal ni órganos circulatorios. Tenias, planarias y trematodos son ejemplos típicos de estos organismos.

Phyllum Nematoda

O gusanos cilíndricos, presentan órganos y sistemas, regiones como boca y ano, y simetría bilateral. Se consideran organismos de vida libre o parásitos. Ascaris lumbricoides es un ejemplo de nematodo parásito, se hospeda en el intestino de seres humanos.

Phyllum Annelida

Los anélidos se distinguen de otros gusanos por poseer el cuerpo anillado. Son acuáticos y terrestres y presentan una respiración cutánea. Tienen órganos renales (metanefridios), ganglios cerebrales y fibras nerviosas. La lombriz de tierra y las sanguijuelas son ejemplos de anélidos.



Imagen 39. De izquierda a derecha: una solitaria parásita del ser humano (platelminto), *Ascaris lumbricoides*, parásito del ser humano (nemátodo) y una lombriz de tierra, de vida libre (anélido).
Tomado de: http://fotolog.com/saripau/38166487/
http://weblettres.net/blogs/?w=m_bloch_cournon&category=10wAnimaux
http://batanga.com/curiosidades/9068/9-cosas-que-probablemente-no-sabias-sobre-la-lombríz-de-tierra

Phyllum Mollusca

Los moluscos (caracoles, almejas, calamares y pulpos) tienen un cuerpo blando que en muchas especies está protegido por una concha rígida de carbonato de calcio. Pueden ser terrestres y marinos, poseen una región cefálica bien diferenciada. Su cuerpo se divide en tres partes: pie, manto, y masa visceral; tienen un celoma reducido, varias especies presentan una rádula, con la cual raspan el alimento.

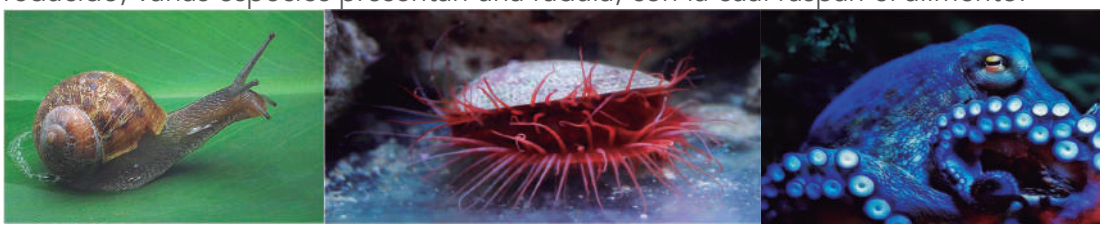


Imagen 40. De izquierda a derecha: un caracol, una almeja y un pulpo; ejemplos de moluscos.

Tomado de: http://animalesbeneficiosos.blogspot.mx/2009/12/el-caracol.html
http://www.alquimistadeacuarios.com/foro/viewtopic.php?t=39939
http://muycurioso.net/articulo/curiosidades/datos-curiosos-sobre-los-pulpos.html

M4 Basado en Competencias

Phyllum Arthropoda

La gran mayoría de las especies animales conocida, entre ellas, los insectos, crustáceos y arácnidos, son artrópodos. Abarcan aproximadamente del 75 al 80% de todo el reino animal, siendo el grupo más diverso, con mayor éxito evolutivo. Todos los artrópodos poseen un exoesqueleto segmentado de quitina y apéndices articulados, lo que le da nombre al grupo. Tienen desarrollado un sistema nervioso, los órganos por los que respiran pueden ser branquias o tráqueas, y tienen un sistema excretor formado por túbulos de Malpighi.



Imagen 41 . De izquierda a derecha: *Mantis religiosa* (insecto), viuda negra (arácnido) y langosta (crustáceo); ejemplos de artrópodos.

Tomado de: http://goo.gl/QXWruc, http://goo.gl/JttfUf, http://goo.gl/fSkp9m

Phyllum Echinodermata

Los equinodermos, como las galletas, las estrellas y los erizos de mar, son animales acuáticos que presentan simetría radial en el adulto. Pueden ser móviles o sésiles. Poseen sistema nervioso desarrollado y pueden presentar un exoesqueleto de carbonato de calcio. Si llegan a presentar espinas, éstas le sirven para defenderse o como medio de locomoción.



Imagen 42. A la izquierda: una estrella de mar; a la derecha: una galleta de mar; ambos organismos pertenecientes a los equinodermos.

Tomado de: http://goo.gl/QM3jqV, http://goo.gl/Ze77kD

Cordados

Phyllum Chordata

Más de 90% de las especies de cordados son animales que poseen esqueleto. Las características distintivas de este grupo son:

- Presentan un celoma.

- Tienen un notocordio en posición dorsal, que se desarrolla para formar la columna vertebral.
- Tienen un cordón nervioso en posición dorsal.
- Presentan hendiduras branquiales en alguna etapa de la vida.
- Tienen una cola posanal compuesta de músculo.

Vertebrados

Los vertebrados son un *subphyllum* de los cordados. Como características presentan un cráneo más grande y una espina dorsal formada por vértebras, las cuales encierran y protegen a la médula espinal, evidenciando así el notocordio y el cordón nervioso. Presentan un sistema nervioso muy desarrollado, perciben estímulos del ambiente a través de órganos de los sentidos, y los demás sistemas están muy desarrollados.

Clase Peces

Los peces poseen escamas no epidérmicas y respiración por branquias. Los más primitivos son los que no tienen mandíbulas (agnatos), después están los cartilaginosos (condrictios) y los peces óseos (osteíctios). Los peces cartilaginosos poseen columna vertebral, pero su esqueleto es de cartílago; su piel tiene pequeñas escamas en forma de dientes (espinas dérmicas), que hacen que al tocarla se sienta como lija, ejemplos de estos organismos son los tiburones y mantarrayas. Los peces óseos tienen su esqueleto completamente osificado, constituyen el mayor número de especies y como ejemplos tenemos las mojarras, pez payaso, caballito de mar, etc.

Clase Anfibios

Fueron los primeros vertebrados en invadir la Tierra. Su piel está cubierta por glándulas mucosas que la mantienen húmeda, su respiración es branquial en estado larvario, y pulmonar y cutánea en estado adulto. Sufren de metamorfosis y dependen del agua para su reproducción. Son organismos ectotérmicos. Ranas, sapos y salamandras son ejemplos de estos organismos.



Imagen 43. De izquierda a derecha: lamprea (agnato), tiburón (condrictio) y pez payaso (osteictio); ejemplos de peces.

Tomado de: http://goo.gl/7RXZmD, http://goo.gl/Q3IlSE, http://goo.gl/i5Ddv4

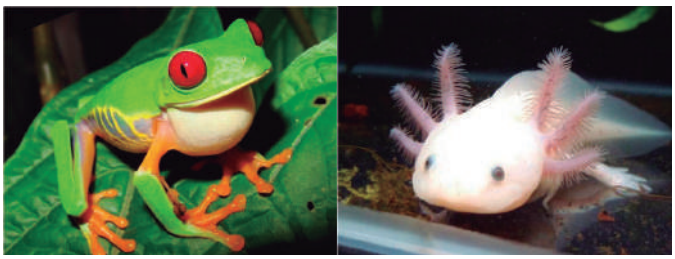


Imagen 44. Una rana y un ajolote, ejemplos de anfibios.

Tomado de: http://goo.gl/xQ5jjA, http://goo.gl/rOcYbp

Clase Reptiles

Estos organismos tienen el cuerpo cubierto de escamas, pero difieren de los peces por ser escamas dérmicas, y los protegen de la desecación. Habitaron la tierra con gran éxito "edad de los dinosaurios", por no depender del agua para reproducirse, gracias a la presencia de un cascarón en los huevos. Son ectotérmicos y ejemplos de ellos son las lagartijas, iguanas, serpientes, cocodrilos y tortugas.



Imagen 45. De izquierda a derecha: cocodrilo, tortuga marina y una serpiente; ejemplos de reptiles.
Tomado de: http://goo.gl/RfgHBJ, http://goo.gl/5ThvZ4, http://goo.gl/nd6UQr

Clase Aves

Las aves son considerados "reptiles que vuelan", ya que ancestralmente provienen de este grupo. Su cuerpo está cubierto de plumas y tienen huesos huecos, lo que les permite volar. Son endotérmicos, esto ha generado que su hábitat sea más extenso, incluso que el de los reptiles. Su temperatura les permite empollar sus huevos, es por eso que se desarrolla el cuidado parental de la cría.



Imagen 46. De izquierda a derecha: un papagayo, un águila arpía y un tucán; ejemplos de aves.

Tomado de: http://goo.gl/NXmgfn, http://goo.gl/PzoUqb, http://goo.gl/79SPFn

Clase Mamíferos

Se caracterizan por tener la piel cubierta de pelo, por ser vivíparos y poseer glándulas mamarias. Son endotérmicos y se han adaptado a vivir en una gran variedad de ambientes terrestres y acuáticos. En estos lugares, los mamíferos son las especies dominantes por ser los más grandes y activos. Poseen capas de grasa por debajo de la piel, y cuando son acuáticos no presentan la gran cantidad de pelo a la que nos tienen acostumbrados, permitiendo así el nadar fácilmente.



Imagen 47. De izquierda a derecha: osezno, suricatos y ardilla; ejemplos de mamíferos.

Tomado de: http://www.greturviajes.com/viajes-a-rumania/blog-rumania/osos-en-libertad-en-rumania
http://isladeanimales.com/suricata/
http://mascotas.facilisimo.com/reportajes/roedores/ardilla-coreana_916938.html

Vinculación del contenido con la realidad

Investiga las características que complementen el siguiente cuadro.

Nombre científico	Nombre común	Grupo al que pertenece (de los mencionados en el texto anterior)	Distribución	Ilustración
Daubentonia madagascariensis				
Melanocetus johnsonii				
Ambystoma mexicanum				
Amorphophallus titanum				
Phrynosoma cornutum				





Glosario

Glosario básico:

- **Sésil:** que está asentado directamente por su base sin necesidad de un pedúnculo o pedicelo.
- **Saprófito:** organismo que obtiene sus nutrimentos de los cuerpos de organismos muertos.
- **Plásmido:** moléculas pequeñas de ADN circular que portan genes separados del ADN bacteriano principal.
- **Micelio:** red de hifas que constituye la fase vegetativa característica de numerosos hongos y que suele ser visible como una masa vellosa o como una esterilla filamentosa.
- **Mixótrofos:** organismo que puede utilizar un compuesto inorgánico como fuente de energía y uno orgánico como fuente de carbono.
- **Metamorfosis:** transformación de una estructura en otra, en general se refiere a un cambio radical de la forma y estructura experimentado por un animal entre las fases larvaria y adulta, como ocurre en los insectos y en los anfibios.
- **Epífita:** planta que vive en la superficie de otra planta, pero sin obtener alimento de ella.
- **Comensal:** uno de los asociados en un comensalismo, generalmente el que se beneficia.
- **Ectotérmicos:** regulación de la temperatura corporal de animales al utilizar el calor que proviene del entorno, por ejemplo: peces, lagartos, insectos.
- **Caducas (caducifolio):** especies de plantas que pierden las hojas en alguna temporada del año.

Glosario extendido:

Suspensívoro:

_____

_____.

Rumen:

_____

_____.

Perenne:

_____

_____.

Mutualista:

_____
_____.

Micorriza:

_____
_____.

Hifas:

_____
_____.

Fagocitosis:

_____
_____.

Endotérmicos:

_____
_____.

Cuerpo fructífero:

_____
_____.

Cenocítico:

_____
_____.

Fuentes de información adicional

Para mayor información acerca de la diversidad biológica, puedes consultar estas páginas:
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, disponible en: http://goo.gl/jViDLU

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Biodiversidad Mexicana, disponible en: http://goo.gl/CFguUD, Fondo Mundial para la Naturaleza, disponible en: http://goo.gl/uc7mSe

Actividad(es) de evaluación



En tu cuaderno, elabora las siguientes actividades:

- Elabora un cuadro sinóptico, ya sea junto o separado, en donde establezcas todos los grupos y subgrupos en los que se divide el dominio Eukarya; señalando los reinos y cada uno de los Phyla, clases, etc., que lo conforman. Procura llevar el orden dentro de cada reino.
- Realiza un cuadro comparativo de las características generales de los cuatro reinos: Protista, Fungi, Plantae y Animalia.
- Establece cuáles reinos y grupos le parecieron más desconocidos y por qué.

M 4 Basado en Competencias

4.5. Virus. Concepto. Características generales. Estructura. Formas. Tipos por su ácido nucleico. Ciclos virales

Objetivo: el estudiante reconocerá los virus como agentes no vivos que causan enfermedades. Identificará las principales enfermedades causadas por virus.

Rescate de conocimientos previos

¿Cuál era el nombre del agente que causó una modificación en el virus de la gripe aviar, y que en México, en 2009, paralizó por dos semanas las actividades diarias?

_____
_____.

Pregunta a tus padres, ¿cuáles fueron las vacunas que te aplicaron en tu infancia y qué enfermedades previenen?

_____
_____.

Los virus son considerados entes entre lo vivo y lo no vivo. Forman parte de la naturaleza, pero no cumplen con las características representativas básicas de los seres vivos: no se alimentan, no respiran, no están formados por células, no crecen… No están ubicados en ningún dominio o reino, sin embargo, su importancia radica en que afectan a las células sobre las cuales toman el control para poder reproducirse; aun así, el término reproducción no es aplicable para ellos, ya que por sí solos no lo hacen, se replican usando el mecanismo metabólico de la célula que los hospeda.

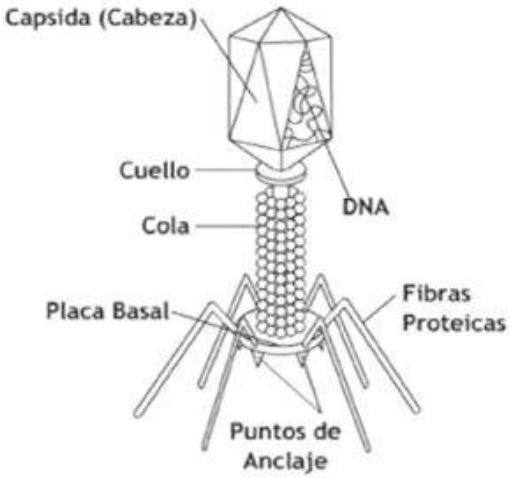


Imagen 48. Esquema de un bacteriófago con sus partes.

Tomado de: http://goo.gl/JWDyPS

El término virus fue acuñado por Luis Pasteur en 1884, en latín significa "veneno". No fue sino hasta el siglo XX, por medio de la invención de los potentes microscopios electrónicos, cuando los virus fueron observados por primera vez (Velázquez, 2009).

Los virus son diversos en estructura, pero comparten generalidades. Están formados por una molécula de ácido nucleico, ADN o ARN, la cual está cubierta por una estructura protéica, denominada cápsula o cápside; dicha cápside, a su vez, está formada por unidades más pequeñas denominadas capsómeros. El virus puede o no tener una envoltura alrededor de la cápside, la cual se forma a partir de las membranas plasmáticas de las células que el virus va infectando. Ejemplos típicos

de virus que presentan envoltura son los que causan enfermedades como el sida, la rabia, la hepatitis, la gripe y la viruela. Esta envoltura facilita la entrada al virus hacia la célula que va a infectar y dificulta el control del virus por medio de vacunas.

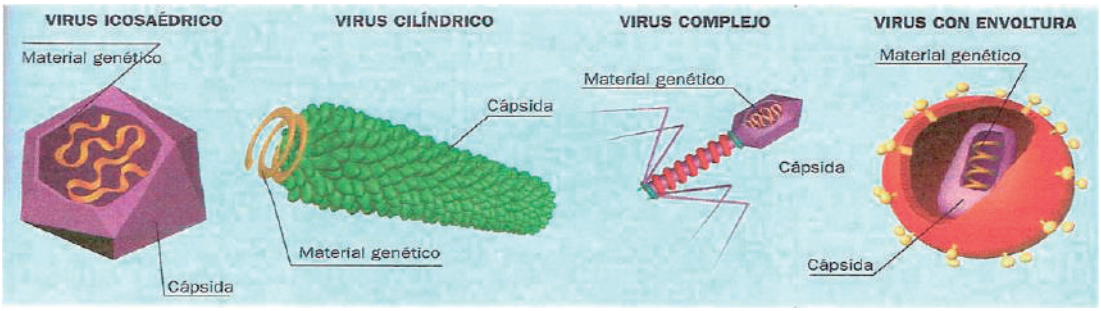


Imagen 49. Morfología viral.

Tomado de: http://goo.gl/uUHa8F

Los virus son específicos, es decir, atacan de manera particular a ciertas células. Hay virus que atacan bacterias (denominados bacteriófagos, atacan a Escherichia coli), virus de plantas y de animales. El virus de la gripe ataca a células del sistema respiratorio, el de la hepatitis a células del hígado, el VIH a células del sistema inmunológico, entre otros.

Los virus pueden replicarse de dos formas diferentes: el ciclo lítico y el ciclo lisogénico.

El ciclo lítico incluye cinco pasos:

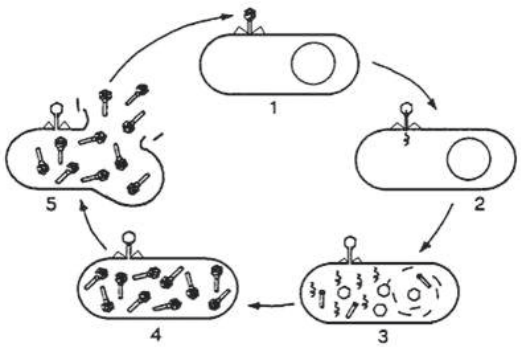


Imagen 50. Ciclo lítico de un virus.

Tomado de: http://goo.gl/n1vjY6

1. **Fijación:** el virus utiliza sus proyecciones para anclarse a la superficie de la célula que va a infectar.

2. **Penetración:** el virus inyecta su material genético a la célula. La parte proteica del virus se queda afuera.

3. **Biosíntesis:** el material genético viral toma el control de la célula que lo hospeda, inactivando el ADN de la misma. De esta forma, el virus induce a la célula a fabricar muchas copias de todos los componentes del virus.

4. **Maduración:** los componentes del virus se arman, para forman virus completos.

5. **Liberación:** los nuevos virus formados rompen la célula, infectando a más células.

El ciclo lisogénico se puede considerar un derivado del ciclo lítico. Se ha observado que el material genético del virus entre en la célula (penetración), pero no la destruye,

M 4 Basado en Competencias

sino que el material genético viral se integra al material genético de la célula. La célula se reproduce, y las nuevas células hijas llevan consigo también material genético de aquel virus que infectó a la célula progenitora. Todas las células hijas contendrán material genético viral en su propio ADN, el cual se quedará en estado latente, hasta que algún factor ambiental induzca al material genético del virus a activarse, y todas las bacterias regresen al paso de biosíntesis, produciendo y liberando miles de copias del virus.

Clasificación de virus

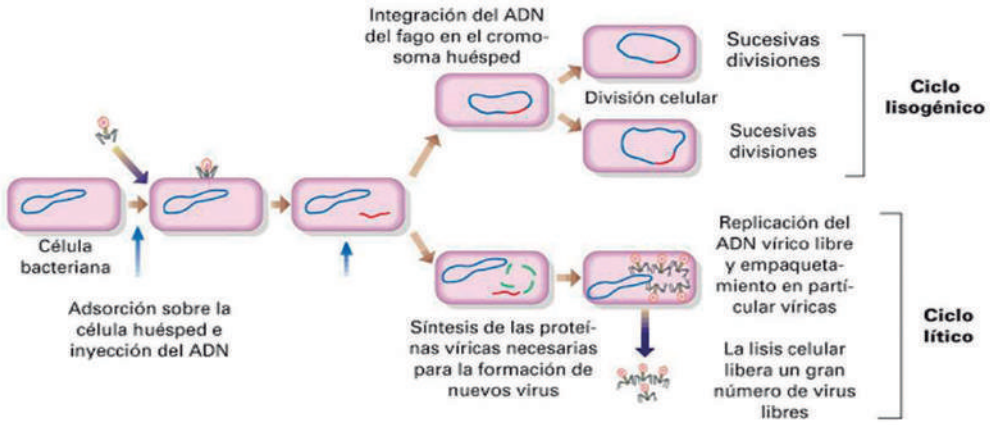


Imagen 51. Ciclo lítico y lisogénico de los virus.

Tomado de: http://goo.gl/bkiCQA

Aun cuando no son seres vivos, los investigadores han establecido varias maneras de clasificar a los virus. La clasificación se realiza tomando en cuenta las siguientes características:

- El tipo de material genético que contienen. Tienen ADN o ARN, pero jamás los dos. A los virus que tienen ADN se les llama adenovirus, y los que tienen ARN, retrovirus.
- El número de cadenas que tiene su material genético. Si tiene dos cadenas es bicatenario, si tienen solo una, monocatenario.
- El tamaño y la forma. Existen varias formas de virus (cilíndrica, poliédrica, en mosaico, etc.). El tamaño de un virus puede variar de 3-4nm hasta 300nm.
- La presencia o ausencia de envoltura externa.
- Si atacan a bacterias, células vegetales o animales.

4.5.1. Importancia en la salud humana. Ejemplos de enfermedades causadas por virus: herpes, molusco contagioso, poliomielitis, viruela, paperas, hepatitis, papiloma, rabia, sarampión, gripe, varicela, rubéola, ébola, VIH-sida

Los virus, aunque no son considerados seres vivos, se estudian en biología, ya que causan enfermedades a vegetales y animales, incluido el hombre. Los antivirales pueden funcionar con virus comunes, y los antibióticos solo atenúan síntomas de la enfermedad causada por virus. Desde pequeños, a los niños se les vacuna contra las principales enfermedades que pueden adquirir, como medida preventiva. Desafortunadamente los antivirales tienen que ser renovados continuamente, ya que los virus constantemente mutan, provocando que las vacunas que se tienen ya no sirvan contra ese virus; eso fue lo que ocurrió en México en 2009, cuando el virus de la influenza mutó; se tuvieron que fabricar nuevas vacunas que hicieran frente a este nuevo virus AH1N1.

El VIH-sida es considerado una pandemia por la cantidad de personas que se han infectado y muerto a causa de esta enfermedad. Desafortunadamente aún no hay una vacuna que prevenga o cure el sida, salvo tratamientos que prolongan la vida de los pacientes que ya poseen el virus. La educación sexual juega un papel importante para prevenir el contagio.

El VPH (virus de papiloma humano) es otra enfermedad de transmisión sexual que ha cobrado importancia, ya que está relacionada con el desarrollo de cáncer cervico-uterino. Muchas mujeres padecen esta enfermedad sin saberlo, aún por los tabúes que prevalecen en la sociedad en cuanto a revisiones médicas periódicas y el uso de preservativos que pueden evitar este tipo de contagios.

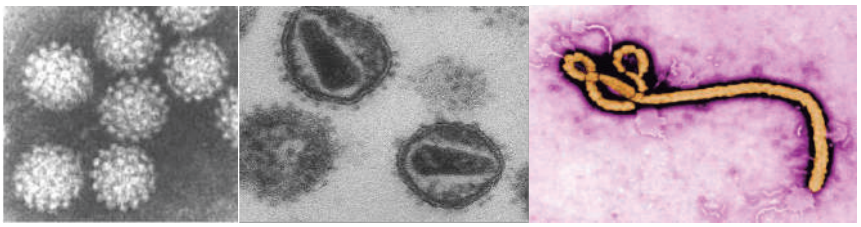


Imagen 52. De izquierda a derecha: virus del ébola, virus del papiloma humano y virus de inmunodeficiencia humana.

Tomado de: http://goo.gl/vmog5U, http://goo.gl/w8pR9P, https://goo.gl/lL60sG

El virus del ébola, descubierto en África, produce la fiebre hemorrágica, enfermedad grave que puede ser mortal. Recientemente (2014) hubo un resurgimiento de esta enfermedad en el continente africano, la cual cobró vidas, pero la emergencia fue superada. Este hecho fomenta las investigaciones para desarrollar medicamentos para el tratamiento de esta enfermedad.



Actividad

Actividad

Complementa el siguiente cuadro, investigando los síntomas de las enfermedades causadas por virus enlistadas.

Enfermedad	Tipo de virus	Síntomas
Herpes genital	Herpesvirus	
Molusco contagioso	Molluscipoxvirus	
Poliomielitis	Poliovirus	
Paperas	Paramixovirus	
Hepatitis	Hepadnavirus	
Papiloma	Papillomavirus	
Sarampión	Paramixovirus	
Gripe	Adenovirus	
Varicela	Herpesvirus	
Rubeola	Rubivirus	

Vinculación del contenido disciplinar con la realidad

Investiga acerca del último brote de ébola en el continente africano. ¿Por qué surgió nuevamente la epidemia?, ¿cuáles fueron las acciones tomadas por las instituciones de salud del lugar para evitar el contagio?

_____
_____
_____
_____
_____
_____.

Glosario

Glosario básico:

Pandemia: epidemia que afecta a una gran parte de la población mundial.

Ente: cosa o ser que existe.

Glosario extendido:

Vacuna:

_____
_____.

Latente:

_____
_____.

Virión:

_____
_____.

Prión:

_____
_____.

Fuentes de información adicional

Consulta los siguientes textos electrónicos: Marmasse, Natalia: "El destierro de la viruela" en: *¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*, número 45, disponible en: http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/45/el-destierro-de-la-viruela.

Cevallos, Miguel Ángel. "Ébola: retrato de una epidemia" en: *¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*, número 194, disponible en: http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/194/ebola-retrato-de-una-epidemia.

Actividad(es) de evaluación



Investiga acerca de la enfermedad llamada viruela: qué virus la causa, síntomas, consecuencias de la enfermedad, cómo fue erradicada, su relación con las vacunas, y por qué Estados Unidos de América y Rusia aún la preservan en sus laboratorios.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____.

Bibliografía



- Audesirk, T., G. Audesirk y B. E. Byers (2008), *Biología: la vida en la Tierra*, México, Pearson-Prentice Hall.
- Campbell, N. y J. Reece (2007), *Biología*, España, Editorial Médica Panamericana.
- Hickman, C., L. Roberts y A. Larson (1998), *Principios Integrales de Zoología*, España, McGraw-Hill Interamericana.
- Hickman, C., L. Roberts y A. Larson (2001), *Integrated Principles of Zoology*, EUA, McGraw-Hill.
- Lawrence. E. (ed.), (2003), *Diccionario Akal de Términos Biológicos*, España, Ediciones Akal.
- Madigan, M., J. M. Martinko y J. Parker (2004), *Biología de los Microorganismo*, España, Pearson Prentice Hall.

- Solomon, E., L. Berg y D. Martin (2008), *Biology*, EUA, Thomson, Brooks/Cole.
- Velázquez, M. P. (2009), *Biología 1*, bachillerato, México, ST Editorial.

Mesografía

- Narave, H. y K. Taylor (1997), Pinaceae. "Flora de Veracruz". Fascículo 98, mayo disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOVER/98-Narave.pdf.
- Del Pozo Carmen (2015), "Animales Híbridos Sorprendentes", disponible en: http://www.planamanecer.com/recursos/alumno/bachillerato/documentos/animales_hibridos_sorprendentes.pdf, artículos de interés para nivel bachillerato. Plan Amanecer, consultado en Octubre de 2015.
- García Ortega, José Manuel (2015), "El agente secreto de la evolución". En: ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, núm. 97, disponible en: http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/97/el-agente-secreto-de-la-evolucion, consultado en Octubre de 2015.
- Lazcano Araujo, Antonio. "El Último Ancestro Común". UNAM, disponible en: http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Lazcano-Capitulo26.pdf, consultado en Octubre de 2015.
- Iturbe, Ulises y Lazcano, Antonio. "El método natural de clasificación y los caracteres de comparación universal". disponible en: http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4273/2.pdf, consultado en Octubre de 2015.

Directorio

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctor en Ciencias Computacionales
José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Docencia

Doctora en Ciencias Sociales
Patricia Zarza Delgado
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Doctor en Ciencias de la Educación
Marco Aurelio Cienfuegos Terrón
Secretario de Rectoría

Doctora en Humanidades
María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Ciencias del Agua
Francisco Zepeda Mondragón
Secretario de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación
Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Doctora en Ciencias Económico Administrativas
Eréndira Fierro Moreno
Secretaria de Administración

Doctora en Ciencias Administrativas
María Esther Aurora Contreras Lara Vega
Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctora en Derecho
Luz María Consuelo Jaimes Legorreta
Abogada General

Doctor en Ciencias Sociales
Luis Raúl Ortíz Ramírez
Secretario Técnico de la Rectoría

Licenciada en Comunicación
Ginarely Valencia Alcántara
Directora General de Comunicación Universitaria

Doctor en Ciencias Sociales
Luis Raúl Ortiz Ramírez
Director de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales Región A y Encargado del Despacho Región B

Doctora en Investigación Educativa
Eva Lilia García Escobar
Directora de Estudios de Nivel Medio Superior

Planteles dependientes
de la Escuela Preparatoria

Doctor en Tecnología e Innovación de la Educación
Arturo Mejía Zamora
Plantel "Lic. Adolfo López Mateos"

Maestro en Ciencias de la Educación
Erick Vieyra Méndez
Plantel "Nezahualcóyotl"

Maestro en Administración Pública y Gobierno
Raúl Juárez Toledo
Plantel "Cuauhtémoc"

Doctora en Ciencias de la Educación
María del Rocío García de León Pastrana
Plantel "Ignacio Ramírez Calzada"

Doctor en Ciencias de la Educación
Alejandro Morales Velázquez
Plantel "Dr. Ángel Ma. Garibay Kintana"

Maestro en Educación con Orientación en Innovación y Tecnología Educativa
Sergio Luis Roldán Vásquez
Plantel "Texcoco

Maestro en Docencia
Erick Rodolfo Sánchez Cortés
Plantel "Sor Juana Inés de la Cruz"

Química Farmacéutica Bióloga
Janette Jaimes García
Encargada del Despacho de la Dirección del Plantel "Dr. Pablo González Casanova

Doctora en Educación
María del Rosario Sotelo Hurtado
Encargada del Despacho de la Dirección del Plantel "Isidro Fabela Alfaro"

Licenciada en Comunicación
Ana Vianey Suárez Castro
Encargada del Despacho de la Dirección del Plantel "Mtro. José Ignacio Pichardo Pagaza"