



REPÚBLICA DE
NICARAGUA



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN



UNIÓN EUROPEA

Programa de Apoyo al Sector de Educación en Nicaragua
PROSEN

Orgullo
de mi País!

Biología

11º Grado

2016

Vamos
Adelante!
EN BUENA
ESPERANZA,
EN VICTORIAS!

Serie Educativa:
"Educación Gratuita y de Calidad, Derecho
Humanos Fundamentales de las y los Nicaragüenses"

Este texto es propiedad del MINED (Ministerio de Educación), de la República de Nicaragua.
Se prohíbe su venta y reproducción total o parcial.

CRISTIANA,
SOCIALISTA,
SOLIDARIA!



Coordinación General, Revisión y Asesoría Técnica

Profesora María Elsa Guillén
Profesora Rosalía Ríos Rivas

Autora

Profesora Mayra Esther Altamirano

Revisión Técnica General

Profesora Rosalía Ríos Rivas

Revisión y Asesoría Técnica Científica

Profesora Aura Lila Téllez Palacios
Profesora Mariana Saborío Rodríguez
Profesor Oscar Meynard Alvarado

Diseño y Diagramación

Róger Orlando Hernández Bustamante
Javier Antonio González Manzanarez

Ilustración

Javier Antonio González Manzanarez

Fuente de Financiamiento

PASEN - Recursos del Tesoro - PROSEN

Agradecemos a los docentes de Ciencias Físico Naturales de Educación Secundaria de todo el país, Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) por sus valiosos aportes brindados en la validación de estos libros, lo que permitió mejorarlos y enriquecerlos.

Primera Edición 2016

© Todos los derechos son reservados al Ministerio de Educación (MINED), de la República de Nicaragua.

Este texto es propiedad del Ministerio de Educación (MINED), de la República de Nicaragua. Se prohíbe su venta y reproducción total o parcial.

«La presente publicación ha sido reproducida con el apoyo de la Unión Europea a través del Programa de Apoyo al Sector de Educación en Nicaragua (PROSEN). El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del MINED y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Presentación

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, a través del Ministerio de Educación (MINED), entrega a docentes y a estudiantes de Educación Secundaria, el libro de texto de Biología 11º Grado, como una herramienta para la enseñanza y el aprendizaje significativo de fenómenos biológicos que acontecen en los seres vivos a su alrededor y en el cosmos, con el propósito de fortalecer sus conocimientos relacionados con los procesos vitales e interacciones para darles las explicaciones pertinentes y asuman actitudes armónicas con el medio que aseguren su subsistencia con calidad y puedan propiciar cambios que favorezcan la sostenibilidad y sustentabilidad del ambiente para legarlo a las futuras generaciones.

El texto propicia en los estudiantes un papel más activo en el proceso de aprendizaje para que puedan interactuar con los conocimientos planteados en el libro, permitiéndoles que complementen lo desarrollado en la clase, consoliden, comparen y profundicen en aquellos aspectos que explica su docente facilitándoles una preparación que les asegure buenos resultados en las evaluaciones, entre otros aspectos importantes.

El libro de texto a través de sus contenidos y actividades, contribuye a la formación en valores individuales, comunitarios y sociales, los que se reflejarán en el comportamiento de la o el estudiante dentro y fuera del centro educativo.

El libro de texto es un tesoro valioso en las manos de cada estudiante, cuidarlo con esmero, permitirá que otros compañeros que están en los grados que les anteceden también puedan hacer uso de él en su proceso de aprendizaje, por tanto es responsabilidad de todos y de todas cuidarlo porque será de provecho a otros y otras, razón por la que le sugerimos lo forre, no lo manche, no lo ensucie, no lo rompa, ni lo deshoje. Esa será su contribución desinteresada y solidaria con los próximos estudiantes que utilizarán este libro, debido a que es propiedad social.

Ministerio de Educación



Introducción

El libro de Biología de Undécimo Grado que le presentamos, responde a la nueva Política Educativa y a los Programas de Estudio de Biología de Educación Secundaria, basados en la Transformación Curricular que impulsa el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional de la República de Nicaragua.

Está organizado en diez unidades que abordan aspectos básicos sobre los estudios biológicos realizados a través de la historia, por los hombres de ciencia desde la formación de la historia natural hasta los maravillosos descubrimientos de la Biología molecular.

Cada unidad inicia con una ilustración la cual está relacionada con el contenido que en ella se desarrolla y cada tema se acompaña de atractivas ilustraciones cuidadosamente seleccionadas, con el fin de facilitar al estudiantado la comprensión y asimilación de los fenómenos biológicos de estudio.

También se incluyen preguntas claves, al inicio de cada tema y durante el desarrollo del mismo, cuya intención es la exploración de los conocimientos previos y despertar interés por el estudio de cada contenido. Se plantean actividades prácticas, las cuales se pueden realizar con materiales básicos del medio, el propósito de éstas es despertar el interés por la actividad científica y la comprensión de la teoría, al final de cada tema se presenta: Compruebe sus conocimientos, que le permiten al estudiantado, evaluar y reforzar sus conocimientos.

Como parte complementaria se presenta la sección: “Sabías que”, la que contiene información científica, actualizada, novedosa, útil y de interés para el estudiantado.

El lenguaje y la redacción empleados en el desarrollo de los temas son sencillos y de fácil comprensión.

Al finalizar se presenta un glosario de términos biológicos que indica el significado de vocablos que ayudan a la comprensión del contenido.

El conjunto de estrategias sugeridas en el texto toma en cuenta los conocimientos y experiencias previas del estudiantado a través de la inducción y deducción, llevándolos a la construcción del conocimiento y su aplicación.

Cada sección está identificada con símbolos o íconos que orientan la metodología a utilizar en las diferentes actividades.

Mayra Esther Altamirano



A continuación presentamos los íconos que indican las distintas actividades a realizarse, en el libro de texto y que están indicadas en los distintos íconos.



Preguntas. Indica que el o la estudiante responderá en forma oral las cuestiones e interrogaciones que se le planteen.



La observación directa e indirecta. Le proporciona al joven elementos de juicio para empezar a razonar, clasificar, organizar y captar la interdependencia e interacción entre los seres vivos, además promueve la participación activa, como también despierta el sentido crítico y estético.



En equipo. Permite al estudiante una mejor organización de las tareas, modificar sus puntos de vista, llegar a un compromiso o bien establecer acuerdos, como también fomentar el sentido de responsabilidad personal y colectiva, el bien común, la solidaridad y la disciplina. La interacción con otros favorece la motivación individual y de grupo para aprender, además de que promueve la iniciativa, la capacidad autocritica, el sentido de colaboración, el respeto a los demás y la aceptación de los diferentes ritmos de aprendizaje. Es un hecho que la interacción cooperativa es un factor esencial para generar en el estudiante su disposición cognitiva y emocional para aprender.



Trabajo individual. Permite al estudiante hacer su propio juicio con base en una actividad que se le orienta. Ello le da la oportunidad de demostrar sus reflexiones e ideas nuevas.



Reflexione. Permite al estudiante analizar las estructuras, las explicaciones teóricas sobre los fenómenos biológicos, interacciones e interdependencia de los seres vivos en íntima relación con la coyuntura actual.



Lectura atenta. Entendida como un proceso mental que requiere que el estudiante sea capaz de percibir y destacar los elementos más importantes en un texto y así pueda realizar interpretaciones en distintos niveles de la comprensión lectora. Además estimula la percepción, potencia el pensamiento y la imaginación.



Exponga. Es el espacio que tienen los y las estudiantes y docentes para incorporar los intereses, las necesidades y los conocimientos previos; para consolidar conocimientos, pero también permite al grupo expresarse en público y ejercitarse la oralidad siempre que la o el docente conduzca bien esta estrategia previamente. Algunas recomendaciones que se deben tomar en consideración son: Promover el debate dentro del aula ya que permite a las y los estudiantes disentir de manera respetuosa, ayudándolos a construir sus argumentos.



Investigue. Esto le permite como joven conocer y aprender de forma autónoma a indagar, por tanto debe de inducirse a realizar pequeñas actividades en este orden, de manera que se desarrolle el sentido autodidacta, espíritu crítico, creatividad y seguridad en sí mismo. Promueve las experiencias de investigación para que el trabajo con el entorno los estimule como estudiantes a indagar, explorar y relacionar los contenidos con la vida cotidiana, lo cual implica darle sentido al conocimiento y al aprendizaje. Además de promover el aprendizaje contextualizado, se pretende estimular espacios de participación y reconocimiento social. Reflexionar sobre lo que se ha aprendido y cómo se ha aprendido. La discusión grupal sobre sus estilos de aprendizaje les permite reconocer y comprender las diversas formas en que se aprende y enriquecer su manera de relacionarse con el conocimiento.

Generar desafíos en el aprendizaje, de tal manera que la relación entre los contenidos se convierta cada vez más en una relación de aprendizaje, así como retos creativos que implican el entusiasmo y la motivación.



Índice

PRIMERA UNIDAD: LA BIOLOGÍA

- **Un vistazo a la vida**
- Características comunes a todos los organismos vivos
- **La ciencia en la búsqueda del conocimiento**
- Compruebe sus conocimientos
- **Ramas de la Biología**
- Ciencia auxiliares de la Biología
- **El principio del Universo ... la totalidad del espacio y del tiempo**
- La teoría del Big Bang o gran explosión
- Compruebe sus conocimientos
- **Origen de la vida sobre la Tierra**
- Introducción
- **La evolución de la vida sobre la Tierra**
- Teoría "creacionista": Dios o un Ser Supremo, creador del Universo
- "Teoría de la generación espontánea": de Aristóteles a Pasteur
- Compruebe sus conocimientos
- Primeros planteamientos científicos: Oparin
- Formación de las primeras células: Evolución Progenota
- Compruebe sus conocimientos

SEGUNDA UNIDAD: LA BASE QUÍMICA DE LA VIDA

- **La base química de la vida**
- Los bioelementos
- Compruebe sus conocimientos
- **Moléculas de la vida**
- Compruebe sus conocimientos
- **El agua, el líquido de la vida y la molécula más importante de la biosfera**
- Compruebe sus conocimientos
- Disoluciones
- Los coloides

1	Compruebe sus conocimientos	29
2	• Equilibrio ácido - básico	29
2	- Importancia biológica del pH	30
4	• Biomoléculas de origen orgánico	31
6	- Los glúcidos combustible celular	32
	- Compruebe sus conocimientos	35
6	• Los lípidos, biocombustible	36
8	- Clasificación de los lípidos	37
	- Lípidos saponificables	37
9	- Lípidos simple u homolípidos	38
10	- Los triacilglicéridos	38
11	- Los céridos	39
	- Esfingolípidos	41
11	- Lípidos insaponificables	42
11	- Esteroides	43
	- Compruebe sus conocimientos	44
12	TERCERA UNIDAD: PROTEÍNAS Y ACIDOS NUCLEICOS	45
12		
12	• Las proteínas	46
	- Aminoácidos	46
	- Estructura molecular de los aminoácidos	46
	- Los aminoácidos esenciales	47
14	- Los aminoácidos no esenciales	47
15	- Clasificación de los aminoácidos	47
	- Construcción de una proteína: Enlace peptídico	48
19	- Estructura de las proteínas	49
	◦ Estructura primaria	49
20	◦ Estructura secundaria	50
21	◦ Estructura terciaria	51
23	◦ Estructura cuaternaria	51
23	- Clasificación de las proteínas de acuerdo con su composición química	52
25	- Desnaturalización de las proteínas	54
	- Compruebe sus conocimientos	54
25	- Función de las proteínas	54
28	- Las enzimas: control bioquímico de las proteínas	56
28	- Nomenclatura y clasificación de las enzimas	58
28	- Compruebe sus conocimientos	59



Índice

• Las vitaminas	59	- Mitocondria	95
- Compruebe sus conocimientos	63	- Los centriolos	96
• Descubrimiento de la clave de la vida	64	- Los peroxisomas	96
- Modelo de Watson y Crick	65	- Célula vegetal	97
- Compruebe sus conocimientos	67	- Diferencia entre célula procarióticas y eucarióticas	98
- Duplicación, autosíntesis o replicación de la molécula de ADN	68	- Compruebe sus conocimientos	98
- Compruebe sus conocimientos	70		
- Estructura del ácido ribonucleico (ARN)	70		
- Transcripción del ácido desoxirribonucleico (ADN) o síntesis del ácido ribonucleico mensajero (ARNm)	70	QUINTA UNIDAD: FISIOLOGÍA Y DIVISIÓN CELULAR	99
- El código genético	72	• Fisiología y división celular	100
- Sistema de proteínas	73	- Reproducción celular	100
- Traducción	74	- Bases de la reproducción celular	100
- Clase práctica transcripción del ARN	76	- Ciclo celular	100
- Compruebe sus conocimientos	77	- Interfase	101
		- Mitosis	101
		- Citocinesis en las células vegetales	103
		- Compruebe sus conocimientos	103
CUARTA UNIDAD: LA CÉLULA, UNIDAD BÁSICA DE LOS SERES VIVOS	79		
• La célula, unidad básica de los seres vivos	80	• Tipos de reproducción en los seres vivos	103
- Organización específica de la célula	80	- Reproducción asexual	103
- Reseña histórica de la teoría celular	80	- Tipos de reproducción asexual	103
- Compuestos químicos de la célula	82	- Reproducción sexual	105
- Estructura general de la célula	82	- Diferencias entre la reproducción sexual y la asexual	106
- El núcleo	83	- Compruebe sus conocimientos	106
- Membrana plasmática	83	• La meiosis y los ciclos biológicos	107
- Componentes de la membrana celular	85	- La meiosis	107
- Función de la membrana plasmática	86	- Meiosis I	107
- Transporte pasivo	86	- Meiosis II	109
- Ósmosis	87	- Compruebe sus conocimientos	110
- Transporte activo	87	- Ciclos biológicos	111
- Transporte en masa	89		
- Compruebe sus conocimientos	90	• Reproducción sexual de las plantas	113
- El citoplasma	91	- Las briofitas	113
- Sistema de membrana citoplasmáticas	91	- Las pteridófitas	114
- Retículo endoplasmático (Red dentro del citoplasma)	92	- Las espermatofitas	114
- Ribosomas	93	- Compruebe sus conocimientos	117
- Aparato de Golgi	94	• Reproducción sexual de los animales	117
- Compruebe sus conocimientos	94	- La formación de los gametos	118
- Líosomas	95	- Compruebe sus conocimientos	119
		- La fecundación del ser humano	120
		- Desarrollo embrionario	121



Índice

- Compruebe sus conocimientos	123	de los Derechos Humanos ante el sida"	156
- Medidas de prevención para la salud sexual y reproductiva	123	- Solidaridad a personas con VIH - sida	158
- Método para el control de la fecundación humana	123	- Compruebe sus conocimientos	158
- Métodos naturales	124	- Las bacterias	158
- Métodos anticonceptivos químicos	125	- Características generales de las bacterias	159
- Métabolismo celular	128	- Clasificación de las bacterias	159
- El ATP, fuente de energía	128	- Reproducción de las bacterias	160
- Compruebe sus conocimientos	130	- Beneficios y perjuicios de las bacterias	161
- Respiración celular	130	- Bacterias beneficiosas	162
- La glucólisis	131	- Bacterias patógenas o bacterias perjudiciales	163
- Ciclo de Krebs	132	- Infecciones de transmisión sexual	165
- Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa	134	- Compruebe sus conocimientos	170
- Respiración anaerobia	135	SÉPTIMA UNIDAD: GENÉTICA DE PADRES A HIJOS	171
- Compruebe sus conocimientos	137	• Genética: de padres a hijos	172
- Nutrición autótrofa	138	- Ramas de la Genética	172
- Quimiosíntesis	141	- Terminología genética	172
- Compruebe sus conocimientos	142	- Experimentos de Gregorio Mendel	174
SEXTA UNIDAD: LOS VIRUS Y BACTERIAS	143	- Leyes de Mendel	175
• Los virus y bacterias	144	- Resultados de la segunda filial F_2	176
- Características generales	144	- Cruce dihíbrido tercera ley de Mendel, Ley de la distribución independiente	176
- Estructura de los virus	145	- Análisis de los resultados de la segunda Filial F_2	178
- Reproducción de los virus	146	- Compruebe sus conocimientos	178
- Beneficios de los virus	147	- Características fenotípicas humanas determinadas por el genoma	179
- Compruebe sus conocimientos	148	- Cruces mendelianos	179
- Virus de la influenza humana A H1N1	149	- Compruebe sus conocimientos	183
- Antecedentes históricos influenza humana A H1N1. Causas y consecuencias	149	- Alelos múltiples	184
- Síntomas de la gripe H1N1	149	- Compruebe sus conocimientos	186
- Medidas de prevención	150	- Herencia no nuclear	188
- Compruebe sus conocimientos	151	- Compruebe sus conocimientos	189
- El VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana)	151	- Teoría cromosómica de la herencia	189
- Estructura del VIH	152	- Herencia holándrica	190
- Causas y consecuencias del VIH	152	- Herencia influida por el sexo	191
- Vulnerabilidad ante el VIH	153	- Herencia ligada al sexo	191
- Estadios del VIH	153	- Compruebe sus conocimientos	193
- Formas de transmisión	154	- Determinación del sexo en los seres humanos	194
- Diagnóstico y pruebas del VIH	155	- Las mutaciones	195
• Estadísticas del comportamiento e incidencia del sida en Nicaragua en el 2009	156	- Euploidía	197
- Ley 238 "Ley de Promoción, Protección y Defensa		- Aneuploidías	198
		- Compruebe sus conocimientos	200



Índice

OCTAVA UNIDAD: LA EVOLUCIÓN Y SUS DIFERENTES TEORÍAS	201	- Cadenas y redes alimentarias	246
• La evolución y sus diferentes teorías	202	- Niveles tróficos	247
- Desarrollo de las primeras ideas evolucionistas	202	- Compruebe sus conocimientos	248
- El viaje de Darwin	206	- El flujo de energía en un ecosistema	249
- Categorías Taxonómicas	209	- Compruebe sus conocimientos	249
- Compruebe sus conocimientos	211	- Relaciones entre los seres vivientes	250
- Los genes y la evolución humana	211	- Asociaciones intraespecíficas	250
- Compruebe sus conocimientos	212	- Asociaciones interespecíficas	252
• Evidencias de la Evolución en la Madre Tierra	212	- Dinámica de poblaciones	254
- Historia de la escala del tiempo geológico	213	- Parámetros demográficos primarios	255
- Compruebe sus conocimientos	214	- Parámetros demográficos secundarios	255
- Compruebe sus conocimientos	220	- Regulaciones de las poblaciones	257
• Evolución genética de las poblaciones	220	- Compruebe sus conocimientos	257
- Compruebe sus conocimientos	227	DÉCIMA UNIDAD: EL MEDIO AMBIENTE Y LA CONTAMINACIÓN	259
• La humanidad forma parte de un vasto universo en evolución	227	• El medio ambiente y la contaminación	260
- Reconstrucción del pasado de la humanidad	227	- Componentes del medio ambiente	260
- Género Australophitecus	228	- Compruebe sus conocimientos	261
- Australophitecus afarensis	228	- Diagnóstico de la situación ambiental en	
- El Género Homos	230	Nicaragua	261
- Homo habilis	231	- Educación ambiental para la vida	264
- El hombre de Neandertal (Homo neanderthalensis)	232	- Compruebe sus conocimientos	264
- El hombre de Cromagnon o el Homo sapiens sapiens	233	- La educación ambiental en Nicaragua	265
- El hombre moderno	235	- Compruebe sus conocimientos	265
- Compruebe sus conocimientos	236	- Propósitos de la educación ambiental en	
NOVENA UNIDAD: LA ECOLOGÍA Y LOS SERES VIVOS	237	Nicaragua	265
• Desarrollo histórico de la Ecología	238	- Educación ambiental formal	266
- Los organismos y su entorno	240	- Educación ambiental no formal	266
- La historia natural conduce a la Ecología	241	- Educación ambiental informal	267
- Concepto y objetivo de estudio de la Ecología	241	- Los recursos naturales de Nicaragua	267
- Las ramas de la Ecología	241	- Clasificación de los recursos naturales	268
- Ecosistema	242	- El recurso agua	269
- Niveles de organización en un ecosistema	243	- El recurso suelo	269
- Factores que integran un ecosistema	244	- Compruebe sus conocimientos	270
		- Recursos alimenticios	270
		- Recursos pecuarios	271
		- Recursos pesqueros	271
		- Recursos energéticos	272
		- Recursos mineros	273
		- Recursos forestales	274
		- Compruebe sus conocimientos	275
		- Tipos de bosques en Nicaragua	275
		- Causas de la deforestación en Nicaragua	275



Índice

- Los problemas de la contaminación ambiental	277
- La contaminación ambiental	277
- Clasificación de la contaminación	278
- Contaminación atmosférica	278
- Contaminación del agua	281
- Compruebe sus conocimientos	282
• Cambio climático	282
- Causas del cambio climático	284
- Consecuencia del Calentamiento Global	285
- El efecto invernadero	285
- La capa de ozono	286
- Compruebe sus conocimientos	288
- El fenómeno El Niño y la Niña	288
- Fenómeno La Niña	289
- Compruebe sus conocimientos	290
- Saneamiento ambiental	291
- Participación de la comunidad	291
- Importancia de la biodiversidad	292
- Control y reducción de la contaminación	293
- Compruebe sus conocimientos	294
GLOSARIO	295
BIBLIOGRAFÍA	300



P
R
I
M
E
R
A
U
N
I
D
A
D

LA BIOLOGÍA



Un vistazo a la vida

Muchas veces nos hemos preguntado:



¿Qué es la vida? ¿Cómo explicaría usted la diferencia entre un ser vivo y algo no vivo?
¿Cómo podemos distinguir entre lo animado y lo inanimado? ¿De qué manera reconoceríamos que hay vida en otro planeta?



Realice una breve explicación del significado de vida para usted.

En el proceso encontraremos que ésta, no es una tarea fácil y que ninguna definición de vida es satisfactoria, sin embargo podemos intentarlo. Analizando que el objeto de estudio de la Biología es la vida.



Piense y Conteste:

Guardatinaja

Ídolo

Niño con flores



¿En las imágenes presentadas, qué relación encuentra entre ellas respecto a la vida? ¿Cómo lo sabe?, ¿Qué características en común tienen?, ¿En qué difieren?

Debido a que la vida es tan diversa, resulta razonable que no pueda definirse de manera sencilla. A la vida es más fácil caracterizarla que definirla, así tenemos que todos los organismos vivos presentan las características que estudiaremos a continuación.

Características comunes a todos los organismos vivos

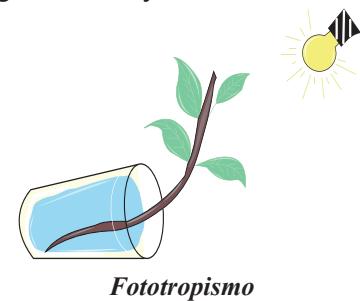
Son características de los seres vivos las siguientes:

Organización específica: un ser vivo es resultado de una organización muy precisa; en su interior se realizan varias actividades al mismo tiempo, estando relacionadas estas actividades unas con otras, por lo que todos los seres vivos poseen una organización específica y compleja a la vez, las cuales están reflejadas, según la teoría celular, en la cualidad de que todo ser vivo conocido está conformado por células. Los seres vivos muestran un alto grado de organización y complejidad. La vida se estructura en niveles jerárquicos de organización donde cada uno se basa en el nivel previo y constituye el fundamento del siguiente nivel, por ejemplo: los organismos multicelulares están subdivididos en sistemas, éstos en órganos, los órganos en tejidos, los tejidos están subdivididos en células, las células en organelas y éstas están conformadas por moléculas orgánicas.

Metabolismo: en todos los seres vivos se llevan a cabo reacciones químicas que les permiten la realización de todos los procesos y funciones básicas ejemplo: transformar los alimentos en sustancias que tengan moléculas de menor tamaño para que puedan ser absorbidas y utilizadas

por las células, de las cuales obtienen energía que utilizan en los procesos metabólicos. Hay dos grandes procesos metabólicos: el catabolismo o proceso de degradación y el anabolismo o proceso de síntesis.

Irritabilidad: todos los seres vivos responden a estímulos físicos, químicos y del medio ambiente, ejemplo: las hojas de las plantas cambian su dirección en respuesta a la luz (fototropismo). El gusano rosquilla se enrosca al ser tocado. ¿Conoce la planta llamada dormilona (*Mimosa pudica*)? ¿Qué observa en la ilustración? ¿Por qué cierra las hojas? (tigmotaxis).



Fototropismo

Todas estas reacciones son respuestas a estímulos.



Dé ejemplos de irritabilidad en una planta y en un animal e identifique cuál es el estímulo y cuál es la respuesta.



Mimosa pudica



Tigmotaxis

Homeostasis: todos los seres vivos poseen una autorregulación o control interno de sus procesos metabólicos alcanzando un equilibrio en su funcionamiento, ejemplo: la producción y el consumo de energía por la célula, se inicia con la glucosa que pasa a la sangre a través de la dieta, principalmente por los hidratos de carbono, o a partir de los depósitos de glucógeno del propio organismo por glucogenólisis. A su vez, el metabolismo de los tejidos y del cerebro consumen glucosa. La glucosa sobrante se convierte en glucógeno (por glucogénesis) como reserva. El exceso de glucosa se puede perder por la orina, manteniendo así el nivel normal de glucosa en la sangre, si le hicieron un examen de glucemia en ayunas, un nivel entre 70 y 100 miligramos se considera normal.

Reproducción: los seres vivos son capaces de multiplicarse, mediante la reproducción se producen nuevos individuos semejantes a sus progenitores y se perpetúa la especie, ejemplo: los seres humanos se reproducen sexualmente. ¿Cómo se reproducen las plantas?



Crecimiento y desarrollo: los seres vivos, aumentan el tamaño celular, el número de células o ambas, a esto se le denomina crecimiento, ejemplo: los organismos unicelulares crecen, las bacterias duplican su tamaño antes de dividirse nuevamente. El desarrollo incluye todos los cambios que ocurren durante la vida de un organismo. Compare utilizando esta característica con una persona, un animal y una planta.

Adaptación: todos los organismos vivos se adaptan a las condiciones ambientales para sobrevivir. Cuando el alimento escasea en un ecosistema los seres bióticos pueden cambiar sus hábitos alimentarios, ejemplo: los pinzones de las Islas de las Galápagos.

Movimiento: todos los seres vivos poseen movimientos, ejemplo: las plantas poseen movimiento, pero no desplazamiento o locomoción, pero si hay movimiento dentro del organismo. La mayor parte de los animales tienen locomoción: algunos unicelulares protozoos

se mueven por flagelos, cílios, pseudópodos, los pluricelulares reptan, vuelan, corren, entre otros.

Información Genética: todos los seres vivos poseen información genética que se hereda de una generación a la siguiente.

La noción de vida más habitual está vinculada a la Biología, que sostiene que la vida es la capacidad de nacer, moverse (interactuar con su medio), adaptarse, crecer, autorregularse (metabolismo), reproducirse (heredar información genética) y morir. En este sentido, la vida es aquello que distingue a hombres, animales y plantas de los objetos como una roca o una mesa.

La ciencia en la búsqueda del conocimiento

 Formando equipo con un máximo de cinco integrantes, analicen y respondan las interrogantes planteadas y exponerlas al plenario:

 *¿Qué significado tiene la palabra “ciencia”? ¿Qué relación hay entre la ciencia con la observación y el razonamiento?*

Según **Mario Bunge**, Ciencia es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento y de los que se deducen principios y leyes generales.

Para **Trefil James**, la ciencia puede caracterizarse como conocimiento racional, exacto y verificable. Por medio de la investigación científica, el hombre ha alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta.

Toda ciencia posee un objeto de estudio y métodos de estudio. Las principales características que posee la ciencia, son las siguientes: sistemática, acumulativa, metódica, provisional, comprobable, especializada, abierta y producto de una investigación científica.

Sistemática: los conocimientos científicos siempre están inmersos en un conjunto, ordenados y guardando relación unos con otros, el carácter sistemático del conocimiento científico es lo que la hace racional a la ciencia.

Acumulativa: va progresando a partir de los conocimientos anteriores.

Metódica: esto es, que la investigación científica no es errática, sino planeada.

Provisional: el conocimiento no es definitivo sino que depende de ciertas circunstancias.

Comprobable: todo lo que produzca el pensamiento científico debe someterse a prueba; no debe aceptarse nada que no se acomode a la realidad la comprobación hace la esencia del conocimiento científico.

Especializada: la ciencia está dividida en sectores, en cierta medida independientes.

Abierta: los objetos de la ciencia, sus conceptos, sus métodos y sus técnicas, no son definitivos; se encuentran en constante cambio.

Producto de investigación científica: el conocimiento científico resulta de la investigación caracterizada por el deseo de saber, objetividad, espíritu abierto, crítico, trabajo en equipo, es resultado del método científico, una especie de sistema de control de calidad que tienen los científicos.

Método Científico

Los científicos usan un proceso común para descubrir el conocimiento. A este proceso se le llama el “Método Científico”. El método científico, está constituido por los siguientes pasos:

Observación: por lo general, las investigaciones científicas comienzan con una observación que apunta hacia una pregunta interesante.

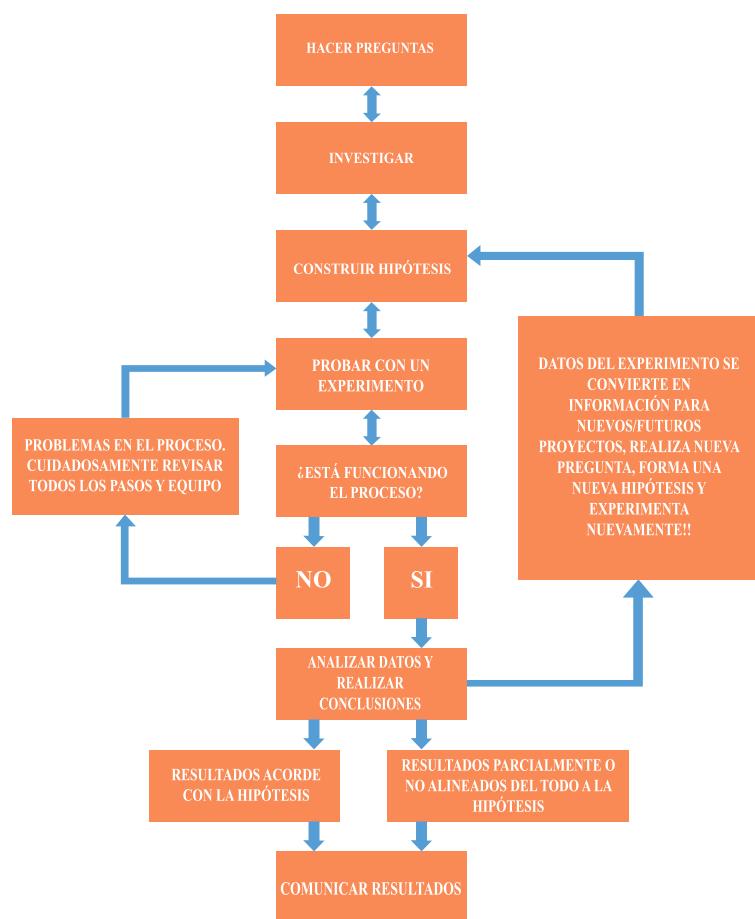
Examinar información de tiempo pasado: los científicos buscan investigaciones que ya se hayan llevado a cabo en su área de estudio para determinar si ellos están duplicando un experimento pasado, haciendo algo novedoso, o basándose en un experimento previo. Muchas de las investigaciones se llevan a cabo vía el “Internet.”.

Presentar el problema: una vez que los científicos hayan formulado la pregunta que quieren investigar, estipulan el problema.

Formular una hipótesis: una hipótesis es una conjeta del investigador que podría resolver el problema. Tiene que ser observable y por consiguiente que se pueda poner a prueba.

Deducción de nuevos hechos: la hipótesis o las hipótesis planteadas deben permitir predecir nuevos hechos que todavía no han sido observados. Si no puede predecir nuevos fenómenos la hipótesis no es científica y no sirve para aumentar nuestro conocimiento.

MÉTODO CIENTÍFICO - ETAPAS



Diseñar y realizar el experimento: cuando diseñan el experimento los investigadores controlan tantas variables como sea posible. En la mayoría de los experimentos hay un grupo de control y otro grupo de tratamiento. Los otros dos grupos son similares, pero el grupo de tratamiento es el que utilizan como variable para estudiar.

Recopilar y analizar todo tipo de datos: una parte importante de la investigación es recoger datos. Una vez reunidos hay que analizarlos. Este paso implica a menudo el organizar datos y el representarlos gráficamente.

Conclusiones: después de que los datos sean analizados los científicos pueden ver si los resultados apoyan su hipótesis. Aunque la hipótesis no sea correcta pueden obtenerse las conclusiones y algún conocimiento significativo.

Recuerde

Por ciencia se entiende un conjunto de conocimientos que se organizan de forma sistemática y que se han obtenido a partir de la observación, experimentaciones y razonamientos que explican los fenómenos por sus principios y causas, para descubrir leyes generales, dentro de áreas específicas.

Compruebe sus conocimientos

 En su equipo de trabajo elabore un mapa conceptual donde señale las características de los seres vivos, defina cada una de ellas y describa un ejemplo.

 Explique y socialice respetando las opiniones de sus compañeros.

 ¿En qué se distingue la ciencia pura, de la ciencia aplicada?

 Relacione los términos conocimiento científico y tecnología.

 Explique el descubrimiento y aplicación del microscopio.

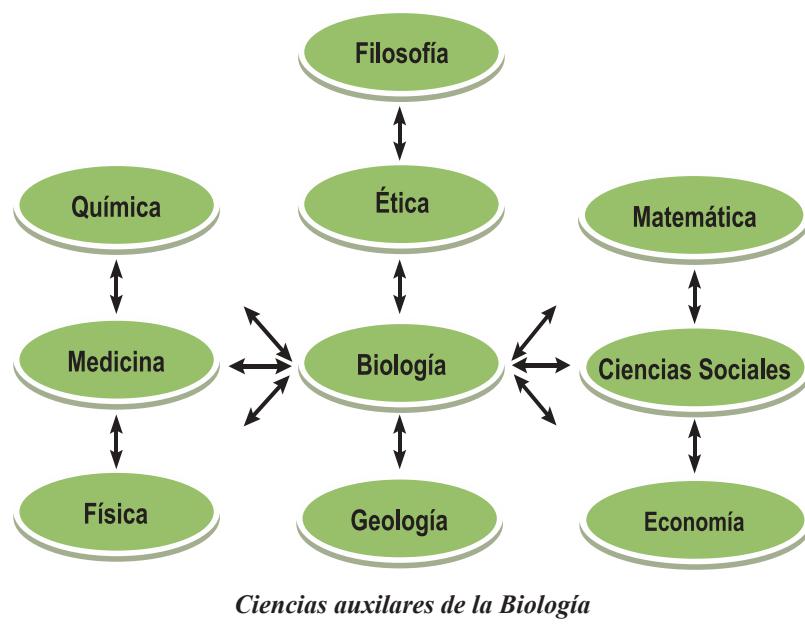
Ramas de la Biología

 ¿Por qué a la Biología se le divide en especialidades? ¿Qué ramas de la Biología conoce usted?

La Biología es una disciplina científica que los descubrimientos registrados la han convertido en una ciencia tan amplia, que se le ha tenido que subdividir en áreas de estudios especializados, a las que se les ha dado el nombre de ramas. Algunas ramas de la Biología son las siguientes:

- **Biología Celular o Citología:** rama de la Biología especializada en el estudio de la estructura y función de las células.
- **Biología del desarrollo:** estudia el desarrollo de los seres vivos desde que se conciben hasta que nacen.
- **Biología marina:** estudia los fenómenos biológicos en el medio marino.
- **Biología molecular:** estudia los procesos biológicos a nivel molecular.
- **Botánica:** estudia los vegetales. Ficología, estudia las algas.
- **Ecología:** estudia las relaciones entre los seres vivos con su hábitat. Comprende ramas como la Parasitología, es la ciencia que tiene por objeto el estudio de todos aquellos seres vivos, animales y vegetales, capaces de vivir a expensas de otros de organización más desarrollada.
- **Fisiología:** estudia las funciones de los seres vivos.
- **Genética:** estudia los genes y su herencia.
- **Microbiología:** estudia los microorganismos, que se subdivide en ramas como Bacteriología que estudia las bacterias, Virología que estudia los virus; su estructura, clasificación y evolución, su manera de infectar y aprovecharse de la célula huésped para la reproducción del virus en interacción con el organismo huésped, su inmunidad, la enfermedad que causa, las técnicas para su aislamiento, cultivo y uso en investigación y terapia.
- **Anatomía:** estudia cómo se estructuran internamente los seres vivos y sus órganos.
- **Zoología:** estudia los animales con especializaciones como:
 - **Entomología:** estudia los insectos.
 - **Zootecnia:** es la ciencia que trata de las mejoras de los animales mediante el perfeccionamiento de los métodos de reproducción, higiene y alimentación en función económica y sustentable.
 - **Aracnología:** estudia las arañas.
 - **Malacología:** encargada del estudio de los moluscos.
 - **Ictiología:** estudia los peces.
 - **Mastozoología:** estudia los mamíferos.
 - **Herpetología:** es la rama de la Zoología que estudia los reptiles y anfibios. Ornitología, se dedica al estudio de las aves.

- **Bioquímica:** estudia la base molecular de la vida.
- **Etología:** estudia la conducta, el instinto y las relaciones con el medio, así como el descubrimiento de las pautas que guían la actividad innata o aprendida de las diferentes especies animales. Así, los etólogos han estudiado en los animales aspectos tales como la agresividad, el apareamiento, el desarrollo del comportamiento, la vida social, la impronta y muchos otros.
- **Ontogenia:** (también llamada morfogénesis u ontogénesis), describe el desarrollo de un organismo, desde el óvulo fertilizado hasta su senescencia, pasando por la forma adulta. La ontogenia es estudiada por la Biología del desarrollo. “La ontogenia es la historia del cambio estructural de una unidad sin que ésta pierda su organización. Este continuo cambio estructural se da en la unidad, en cada momento, o como un cambio desencadenado por interacciones provenientes del medio donde se encuentre o como resultado de su dinámica interna”.
- **Filogenética o filogenia:** es la parte de la Biología que estudia la evolución de las especies de forma global, en contraposición a la ontogenia, que estudia la evolución del individuo.



Todas las ramas de la Biología están interrelacionadas, lo que permite el estudio integral de la naturaleza. Ejemplo: sabemos que la ornitología estudia las aves y que, de una especie, a su vez se puede estudiar su evolución, anatomía, fisiología, ecología, entre otras.

Ciencias auxiliares de la Biología

La Biología es una ciencia tan compleja que para alcanzar sus objetivos, debe apoyarse en otras disciplinas científicas. Un ejemplo de ello es que para obtener el modelo de la estructura del ADN, colaboraron con sus conocimientos Watson (biólogo), Francis Crick (físico) y Rosalind Franklin (química). Además de la Física, Química y Biología, otras Ciencias Auxiliares de la Biología son: la Medicina, Economía, Ciencias Sociales, Matemáticas y la Ciencia de la Tierra (Geología).

Ejemplos del apoyo que las ciencias auxiliares brindan a la Biología:

- 
1. **QUÍMICA.** Las reacciones químicas que suceden en nuestros cuerpos (metabolismo) son objeto de estudio de la química, por ejemplo, la digestión de los alimentos.
 2. **FÍSICA.** Todas las leyes de la Física se aplican a los fenómenos biológicos.
 3. **MATEMÁTICA.** Es la aplicación de las relaciones numéricas a los fenómenos naturales. Ejemplo: conteo de poblaciones.
 4. **GEOGRAFÍA.** Apoya en la distribución y localización de zonas, climas, vegetación. Ejemplo: distribución de las especies.
 6. **GEOLOGÍA.** Aporta elementos importantes para el estudio de los fósiles.
 7. **ASTRONOMÍA.** Explica el ciclo astral de los animales y cuándo se dará la floración en relación con las horas luz.
 8. **MEDICINA,** el descubrimiento y manipulación del ADN ha supuesto un hito en la Biología y además ha dado las pautas para la prevención, tratamiento y curación de un cierto número de enfermedades.
 9. **ECONOMÍA,** la actividad económica nace, entonces, de la naturaleza inteligente del individuo y tiene su origen en la característica de recurrir pacíficamente al próximo para obtener una mejor satisfacción de sus necesidades.
 10. **FILOSOFÍA,** mediante su rama, la filosofía de la ciencia, estudia el saber científico desde un enfoque general y humano; en el sentido de cómo afecta a las personas y cómo componen el conocimiento acumulado, tanto históricamente como en el conjunto socio-cultural de la humanidad. Se ocupa de los métodos de investigación y de obtención de datos científicos.
 11. **LA ÉTICA,** discute y juzga las normas morales y jurídicas, siendo las primeras las que regulan lo que la sociedad aprueba o desaprueba, y las segundas las que regulan las prohibiciones, castigando el incumplimiento de las mismas. También en ella se realiza por una parte la crítica y el análisis de la moralidad y por otra propone normas, escala de valores o ideales que van a primar sobre otros.

El Principio del Universo... la totalidad del espacio y del tiempo



¿Cómo y cuándo se originó el mundo que conocemos?

Esta es la primera pregunta que se formuló el hombre al despertar en él la conciencia de que habitaba en un mundo al que temía y desconocía.

El origen del Universo es el instante en que apareció toda la materia y la energía que existe actualmente en el Universo, al que tratan de explicar diferentes teorías. Las más aceptadas son las del Big Bang y la teoría inflacionaria, que se complementan.

La Teoría del BIG BANG o gran explosión

Es un modelo científico que trata de explicar el origen del Universo y su desarrollo posterior.

El término “Big Bang” se utiliza tanto para referirse al momento en el que se inició la expansión observable del Universo, supone que el Universo tiene una edad entre 12 000 y 15 000 millones de años. Toda la materia del Universo estaba concentrada en una zona extraordinariamente pequeña del espacio y explotó. La materia salió impulsada con gran energía en todas direcciones, los choques y un cierto desorden hicieron que la materia se agrupara y se concentrase más en algunos lugares del espacio, se formaron las primeras estrellas y las primeras galaxias. Desde entonces, el Universo continúa en constante movimiento y evolución.



Origen y Evolución del Universo

La teoría inflacionaria (expansión acelerada) se comenzó a desarrollar en 1981 por el físico norteamericano Alan Guth, quien trata de explicar los tres problemas que no explica el Big Bang que son los siguientes:

1. El problema del horizonte que se resuelve con la inflación, ya que toda la región del universo a la que tenemos acceso proviene de una región muy pequeña antes de la inflación, dentro de la cual todas sus partes estaban en contacto causal.
 2. El segundo problema es el de la planitud, que también lo resuelve porque el proceso de la expansión acelerada hace que la curvatura del espacio tienda siempre hacia una geometría plana. Este proceso es similar a lo que ocurre cuando inflamos un globo hasta alcanzar un tamaño muy grande, por ejemplo si nos imaginamos que la Tierra es el globo inflado, podemos apreciar que a escala humana la curvatura de la Tierra es imperceptible, la Tierra parece plana.
 3. También explica el espectro de perturbaciones primordiales en la distribución de la materia. El universo tiene en todos los puntos la misma temperatura y densidad. A esta teoría le dieron forma moderna Andrei Linde, Andreas Albrecht y Paul Steinhardt.



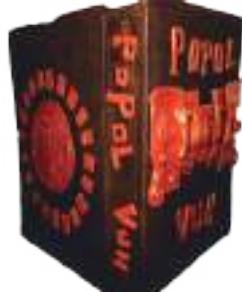
Observe y escuche el video Origen del Universo, “Teoría del Big Bang” como apoyo al desarrollo del contenido o Busca en www.youtube.com y otros relacionados al contenido.



Después de observar el video. Con el debido respeto de las opiniones de cada quien, analícelas, ¿Qué piensa de eso? ¿En qué está de acuerdo y en qué no?



Explique las imágenes siguientes.



Compruebe sus conocimientos



Indague y comparta la información con su equipo sobre las diferentes teorías sobre la formación del universo.

Las teorías sobre la formación del Universo han sido escritas en los libros sagrados: "La Biblia" y "El Popol Vuh"; en ellos se relata la creación del universo, las relaciones entre Dios y el hombre, analícenlas y comparen las diferencias y semejanzas con la teoría del Big - Bang y la inflacionaria, reflexionen y expongan. Compartan las conclusiones de su equipo en plenario, manteniendo el orden y respeto a las y los compañeras/os. *¿Cuál de estas teorías se considera que es la más aceptada por la sociedad científica?*

Origen de la vida sobre la Tierra

Introducción

Los seres humanos, tanto la gente común como los científicos siempre están en constante búsqueda de los porqués de las cosas, existe en nosotros una curiosidad natural, razón por la cual nos formulamos preguntas: *¿de dónde proviene la vida?*

En el afán de encontrar una respuesta, se ha intentado solucionarlo mediante explicaciones religiosas, mitológicas y científicas, a partir de estas últimas han surgido varias hipótesis y **teorías**, otras han sido descartadas.



Le invitamos a que comparta con el grupo de clase, los conocimientos que maneja acerca del origen de la vida sobre la Tierra:



¿Qué conoce sobre cómo se formó la Tierra? ¿Qué conocimiento tiene acerca del origen de la vida sobre la Tierra? ¿Qué características presentaban los primeros seres vivos?

Así como todos hemos opinado, se han propuesto numerosas respuestas a lo largo de la historia. Con el fin de que conozcamos lo que se ha dicho y hecho vamos a reconstruir el evento, donde se emplean diversos enfoques basados en estudios tanto de campo como de laboratorio.

La Evolución de la vida sobre la Tierra

Cuando se habla de la evolución en la Tierra, hay que entender el proceso de transformación de la materia desde el origen del Universo. En este proceso se engloba tanto la evolución de la materia inorgánica como la de la materia orgánica.



¿Qué pruebas se conocen del origen de la vida en la Tierra? ¿Qué edad tiene la vida? Para dar respuesta a esta pregunta han surgido varias hipótesis y teorías sobre el origen de la vida.



Aerolito atravesando la atmósfera de la Tierra

Teoría “Creacionista”: Dios, un ser supremo, creador del universo.

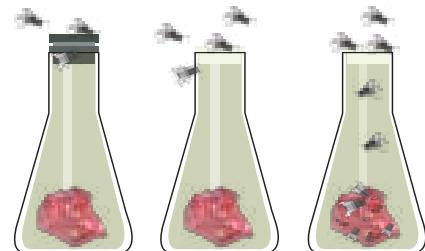
La explicación más difundida desde la antigüedad es la que considera que Dios, un ser supremo, es el creador del universo, del cielo, de la Tierra, las plantas, los animales y de todo lo que existe.



El Génesis, pintura de Miguel Angel Bounarroti

La idea de la generación espontánea surgió en la antigua Grecia y predominó durante más de dos mil años. La autoridad que se le reconoció a Aristóteles que propuso el origen espontáneo, hizo que esta opinión prevaleciera durante siglos. Se pensaba que podrían surgir seres vivos de cosas inanimadas y fue admitida por pensadores tan ilustres como Descartes, Bacon o Newton. Por ejemplo, en el siglo XVI, el químico y naturalista Jan Baptista van Helmont, padre de la Bioquímica, llega a afirmar en su obra *Ortus medicinae* (1648) que podía dar una receta para crear ratones a partir de materia inerte, si colocaba en una caja ropa sudada con granos de trigo y al cabo de 21 días se formaban ratones.

En 1668 **Francesco Redi**, mostrando la ausencia de gusanos en un frasco cerrado, donde se había dejado carne pudriéndose, asentó un duro golpe a la teoría de la generación espontánea. En sus investigaciones usó ampliamente la disección y la observación con el microscopio.



Louis Pasteur, a través de experimentos refutó definitivamente la teoría de la generación espontánea y desarrolló la teoría germinal de las enfermedades infecciosas. Por sus trabajos es considerado el pionero de la Microbiología moderna. Demostró que todo proceso de fermentación y descomposición por los microorganismos en caldos nutritivos no era debido a la generación espontánea. Para

demostrarlo, expuso caldos hervidos en matraces provistos de un filtro que evitaba el paso de partículas de polvo hasta el caldo de cultivo, simultáneamente expuso otros matraces que carecían de ese filtro, pero que poseían un cuello muy alargado y curvado que dificultaba el paso del aire y por ello de las partículas de polvo hasta el caldo de cultivo. Al cabo de un tiempo observó que nada crecía en los caldos, demostrando así que los organismos vivos que aparecían en los matraces sin filtro o sin cuellos largos, provenían del exterior, probablemente del polvo en forma de esporas. De esta manera, Louis Pasteur, mostró que los microorganismos no se formaban espontáneamente en el interior del caldo, refutando así la teoría de la generación espontánea y demostrando que todo ser vivo procede de otro ser vivo anterior (*Omne vivum ex vivo*). Este principio científico que fue la base de la teoría germinal de las enfermedades y la teoría celular, significó un cambio conceptual sobre los seres vivos y el inicio de la Microbiología moderna. Anunció sus resultados en una sala de la Sorbona, en 1864 y obtuvo todo un triunfo.

Compruebe sus conocimientos



Indague la siguiente información:

El Médico italiano Francesco Redi, realizó experimentos para demostrar la falsedad de la teoría Generación Espontánea.



¿En qué consistió su experimento? ¿En qué consistió el experimento del médico francés Louis Pasteur para resolver el problema de la generación espontánea?



Alexander Ivanovich Oparin

Primeros planteamientos científicos: Oparin



¿Ha escuchado el término atmósfera primitiva? ¿Sabe usted a qué se le llama coacervado?

Una vez desechada la generación espontánea, el tema del origen de la vida se orientaba hacia el origen de la primera célula.



Pintura que representa La Tierra primitiva

En 1924 Alexander Ivanovich Oparin, publicó su primer libro “El origen de la vida en la Tierra”, exponía una teoría química sintética en la que la atmósfera primitiva estaba compuesta de hidrógeno (H), metano (CH_4), amoníaco (NH_3) y vapor de agua (H_2O) que reaccionaron entre sí por la radiación solar, la actividad eléctrica de la atmósfera y la energía calorífica de los volcanes, dando origen a compuestos de alto peso molecular que disueltos en los océanos originaron los primeros seres vivos.

Éstas se combinaron de una forma cada vez más compleja hasta quedar disueltas en una gotita de coacervado (formas pre-celulares, son una especie de puente entre los compuestos orgánicos y las células). Estas gotitas crecerían por fusión con otras y se reproducirían mediante fisión en gotitas hijas, y de ese modo podrían haber obtenido un

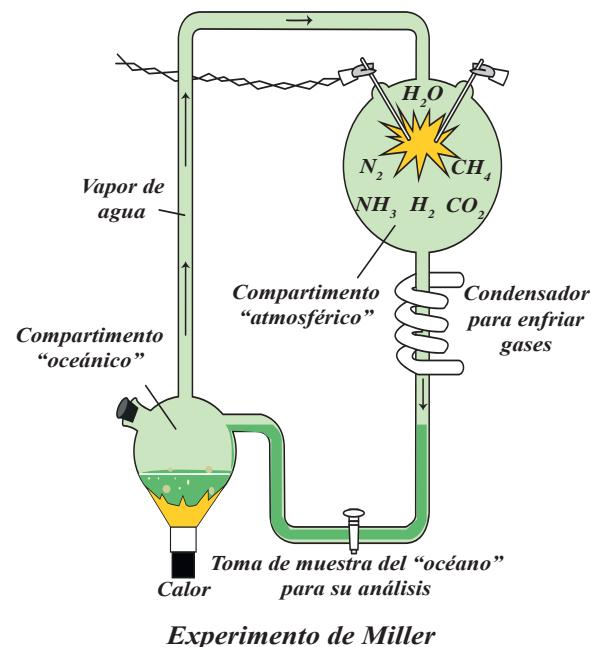
metabolismo primitivo en el que estos factores asegurarían la supervivencia de la “integridad celular” de aquéllas que no acabaran extinguiéndose. Muchas teorías modernas del origen de la vida aún toman las ideas de Oparin como punto de partida.

Los experimentos de Miller y Urey

En 1953, Miller y Urey realizaron en el laboratorio, la primera demostración de que se pueden formar espontáneamente moléculas orgánicas a partir de sustancias inorgánicas simples en condiciones ambientales si se simulaban las condiciones de la atmósfera temprana de la Tierra.

Diseñaron un tubo que contenía la mayoría de los gases, similares a los existentes en la atmósfera temprana de la Tierra y un depósito de agua que imitaba al océano primitivo. Los electrodos descargaron una corriente eléctrica dentro de la cámara llena de gas, simulando a un rayo. Después que la mezcla había circulado a través del aparato, por una semana entera, por medio de una llave se extraían muestras para analizarlas. Se dieron cuenta de que varios aminoácidos, un carbohidrato y algunos otros compuestos orgánicos se formaban a partir de materiales inorgánicos simples. Estas moléculas se unieron en el estanque de agua y formaron **coacervados**.

El experimento realizado por Miller y Urey indicó que la síntesis de compuestos orgánicos, como los aminoácidos, fue posible en la Tierra primitiva.



Formación de las primeras células: Evolución Progenota

Hoy día se acepta que el antepasado común de todas las células fue una forma primitiva a la que **Carl Woese** en 1980 denominara **progenota o protobionte**. El progenota, en su evolución, dio lugar a: arquibacterias, eubacterias y eucariotas por fusión de eubacterias.

Las **primeras células procariotas** (arquibacterias y eubacterias) que surgieron hace unos 3 500 m.a (millones de años) eran probablemente **heterótrofas y anaerobias**.

La teoría endosimbionte: las células eucariotas que dieron lugar a los organismos superiores, aparecieron aproximadamente hace 2 000 m.a. Estas protocélulas deben de cumplir dos condiciones:

- Tener una membrana que preserve su individualidad, aislando la célula del medio y a la vez le permita un adecuado intercambio con éste.
- Tener capacidad de replicarse para poder reproducirse y transmitir su mensaje a los descendientes y de esa forma asegurar la vida.

Consistiría en un sistema biológico con ácidos nucleicos y ribosomas, que permitiría la traducción de la información genética en proteínas.

Luego, la aparición de organismos fotosintéticos permitió su evolución sin competencia y posibilitó la transformación de la atmósfera, enriqueciéndola con oxígeno dando lugar a la formación de la **capa de ozono**, que filtra las radiaciones ultravioletas e hizo posible que la vida saliese del medio acuático, iniciándose la expansión de los seres vivos por el medio aéreo. Más tarde aparecieron las primeras células aerobias, que tienen una gran ventaja evolutiva, que usan el oxígeno, en un proceso químico llamado **respiración celular**.

El video educativo del Ministerio de Educación, menú currícula <http://www.nicaraguaeduca.edu.ni/>. La Replicación del ADN para apoyar el tema.

Compruebe sus conocimientos



Después de observar el video, conteste las siguientes preguntas:



¿Cómo se llaman las células antecesoras de las actuales? ¿Qué nucleótidos y qué polímeros se formaron?



¿Cómo se formó la Tierra?

La Tierra se formó hace unos *4 500 millones* de años, en su origen la Tierra era simplemente una masa incandescente como el Sol, después, comenzó a fundirse bajo la influencia de la gravedad, los elementos más ligeros moviéndose hacia arriba para formar la corteza y el manto y los elementos más pesados, sobre todo el hierro y el níquel, cayendo hacia el centro de la Tierra para formar el núcleo. La Tierra lentamente, se fue enfriando, pero con el correr del tiempo su exterior se fue solidificando, hasta dar lugar a la corteza terrestre tal como la conocemos hoy.

Algunas teorías apuntan a que es de origen cósmico, de meteoritos y cometas. Sin embargo, medidas recientes dicen que el agua en la Tierra es más parecida a la que contienen los meteoritos que a la que contienen los cometas (en realidad sólo se ha medido en 4 cometas). Se piensan que ambos objetos celestes la aportaron.

En el proceso de **formación de la Tierra**, los volcanes jugaron un papel central, con sus erupciones hacían que las masas de lava aumentaran el espesor de la corteza y a la vez provocó la salida de vapores, gases volátiles y ligeros, que se mezclaron formando nubes y eso originó el agua que se acumuló en las concavidades formando los océanos, constituyendo la **atmósfera primitiva**, los gases se evaporaron y después cayeron sobre los continentes y formaron los ríos. Estos gases se depositaron alrededor de la corteza terrestre y dieron forma a lo que se conoce como **atmósfera**.

Ésta permitió la formación de vida y aún hoy nos protege de impactos de meteoritos, los vientos solares y nos permite conservar la temperatura y características climáticas de nuestro planeta, por lo cual la Tierra tiene las condiciones necesarias para que exista vida, por lo que es el único planeta habitado. La vida apareció cuando se dieron las condiciones apropiadas. Primero, simples compuestos orgánicos, después, organismos unicelulares; más tarde lo hicieron los pluricelulares, vegetales y animales. Los humanos evolucionamos de otros mamíferos.

Niveles de organización de los seres vivos



¿Recuerda el concepto de materia? ¿Qué entendemos cuando decimos que la materia se organiza en diferentes niveles?



Analizando la ilustración, podemos distinguir en la materia viva varios niveles de organización, creciente de abajo hacia arriba.

Niveles de organización biológica

Biosfera Regiones de la corteza terrestre, aguas y atmósfera habitadas por seres vivos.	
Ecosistema La suma de una comunidad y el ambiente físico.	
Comunidad Poblaciones que interactúan en un área particular.	 
Población Organismo de la misma especie que se encuentran en un área particular.	 
Organismo Un individuo; individuos complejos que contienen sistemas de órganos.	 
Sistema de órganos Compuesto por varios órganos que funcionan juntos.	 
Órgano Compuesto de tejidos que funcionan juntos para una tarea específica.	 
Tejido Grupo de células con estructura y función comunes.	 
Célula Unidad estructural y funcional de todos los seres vivos.	 

<p>Molécula Unión de dos o más átomos del mismo o de distintos elementos.</p>														
<p>Átomo La unidad más pequeña de un elemento compuesto de electrones, protones y neutrones.</p>		<p>Leptones</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>e</td> <td>μ</td> <td>τ</td> </tr> <tr> <td>Electrón</td> <td>Muón</td> <td>Tau</td> </tr> <tr> <td>ν_e</td> <td>ν_μ</td> <td>ν_τ</td> </tr> <tr> <td>Neutrino electrónico</td> <td>Neutrino muónico</td> <td>Neutrino tauónico</td> </tr> </table>	e	μ	τ	Electrón	Muón	Tau	ν_e	ν_μ	ν_τ	Neutrino electrónico	Neutrino muónico	Neutrino tauónico
e	μ	τ												
Electrón	Muón	Tau												
ν_e	ν_μ	ν_τ												
Neutrino electrónico	Neutrino muónico	Neutrino tauónico												

En el primer nivel de organización biológica tenemos las partículas fundamentales, denominadas quarks y leptones que son los constituyentes fundamentales de la materia. Una especie de lepton es el electrón, especies de quarks se unen para formar neutrones y protones. Estos dos últimos con los electrones constituyen el nivel subatómico. La Física es la ciencia que se encarga del estudio de este ámbito junto con el nivel atómico y subatómico.

Subatómico: este nivel es el más simple de todos y está formado por electrones, protones y neutrones, que son las distintas partículas que configuran el átomo.

Átomo: es la partícula más pequeña en que un elemento puede ser dividido sin perder sus propiedades químicas. Ejemplo un átomo de oxígeno, de hierro, de cualquier elemento químico. A nivel biológico podemos llamar a los átomos como bioelementos.

En el segundo nivel de organización biológica se incluyen las moléculas, formadas por la agrupación de átomos (bioelementos). A las moléculas orgánicas se les denomina biomoléculas.

En el tercer nivel de organización tenemos a las células. Recuerde que la célula es la unidad básica, estructural y funcional de todos los seres vivos. Aquí comienza la vida. *¿Qué relación encontramos entre la célula, los átomos y las moléculas?* Pues bien, el protoplasma de la célula es un complejo de átomos, iones, moléculas, partículas coloidales y gases disueltos. Todo organizado para constituir múltiples sistemas estructurales y funcionales (mitocondrias, ribosomas y otros) hasta constituir la unidad de vida: **la célula**.

En organismos pluricelulares, las células con estructura y función similar, constituyen un **tejido (cuarto nivel de organización)**. Como ejemplo tenemos en el ser humano: tejido epitelial, conectivo, muscular, nervioso, sanguíneo. Los vegetales tienen los tejidos meristemáticos, a quienes se debe el desarrollo de la planta en grosor y altitud. Los tejidos fundamentales son parénquima, escleréquima y colénquima.

Por lo general, varios tejidos están relacionados entre sí, coordinando sus actividades para constituir **los órganos (quinto nivel de organización)**. Ciertos órganos funcionan juntos



de manera integral y organizada, formando así **un sistema o aparato (sexto nivel de organización)**, ejemplo: el sistema nervioso y aparato digestivo en animales superiores. Los sistemas y aparatos están armoniosamente integrados constituyendo un **organismo o individuo (séptimo nivel de organización)**.

En los niveles de organización desde el punto de vista de la Ecología, encontramos claramente definidos los niveles de organización relacionados con **población, comunidad y ecosistema**.

Revise la imagen de los niveles de organización biológica nuevamente y note cómo el conjunto de individuos de la misma especie en un área determinada forman una **población**. La **comunidad**, la cual es el conjunto de poblaciones que interactúan entre si en un medio geográfico determinado. Le siguen en el orden los **ecosistemas**, definidos como unidades geográficas delimitadas para el estudio de las interrelaciones que se dan entre las poblaciones y de éstas con los factores bióticos y abióticos. Por último tenemos la **biosfera**, claramente definida en el esquema como las regiones de la corteza terrestre, agua y atmósfera habitada por seres vivos.

Compruebe sus conocimientos



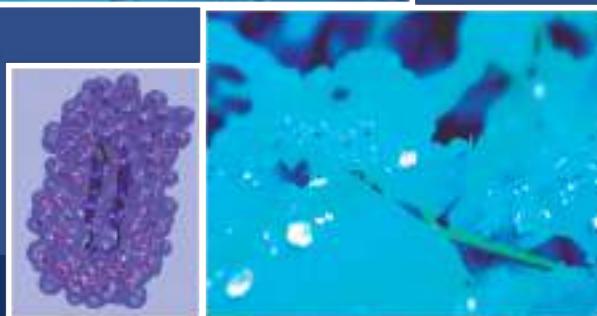
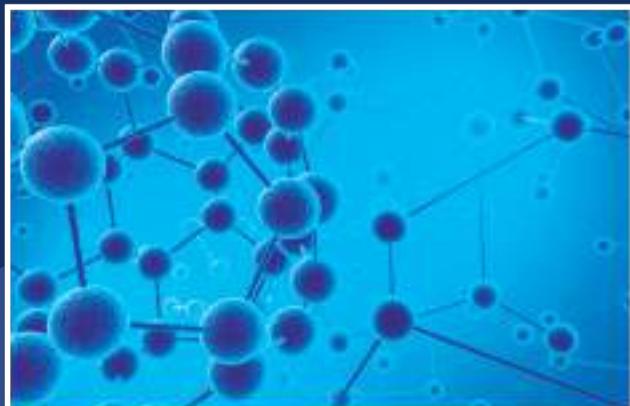
Trabajando en equipo colabore con aportes y sugerencias para la elaboración de un mapa conceptual sobre los niveles de organización de los seres vivos.



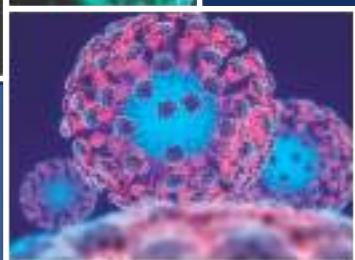
Conteste las preguntas:

¿En qué se diferencia el nivel atómico del nivel individual? ¿Qué semejanzas encuentra entre el nivel tejido y el nivel población?

SEGUNDA UNIDAD



LA BASE QUÍMICA DE LA VIDA



La base química de la vida

Introducción:

Existe inquietud, al relacionar átomo, con célula y vida. *¿Qué respuesta puede usted dar que evidencie esto?* En niveles anteriores usted estudió que la materia está formada de diversas sustancias y que la sustancia está formada por moléculas o bien por redes cristalinas de iones. En esta oportunidad estudiaremos la composición química de las sustancias que constituyen a los seres vivos.

Reflexione sobre las siguientes preguntas:



¿Cuál es el nivel de organización mínimo de la sustancia que compone a los seres vivos? ¿Recuerda cómo está estructurado un átomo?

Si observamos la imagen “Peces en acuario” podremos diferenciar seres vivos de objetos inanimados. Todos ellos son materia y están formados por el mismo tipo de átomos y moléculas. Se necesita conocer su composición química para comprender a un organismo en particular.



Peces en acuario

La Química tiene una función en la vida de estos peces, la que no puede transcurrir fuera del agua, deben tener una dieta específica para mantener sus sistemas funcionando debidamente, sus movimientos natatorios se dan si su sistema nervioso dirige sus músculos. En fin éstos y otros aspectos de la Biología de los peces involucran a la Bioquímica que inicia en 1828 con los descubrimientos de Friedrich Wöhler.



¿Puede cualquier cuerpo con vida estar compuesto por los mismos elementos químicos que componen la materia no viva?, ¿pueden ser explicadas las funciones vitales de los sistemas vivientes en términos de las reacciones químicas que también tienen lugar en los cuerpos inanimados?

Las respuestas comenzaron a surgir gracias a los experimentos realizados por numerosos bioquímicos dando origen a la Biología Celular y a la Biología Molecular.

Algunas de las conclusiones a las que se ha llegado son, que los elementos y las reacciones químicas de los sistemas vivientes no difieren fundamentalmente de los que se encuentran en cualquier tipo de objetos. Además “los individuos no tienen vida en virtud de la materia que los compone, sino en la manera en que su materia está especialmente organizada”.

Los bioelementos

¿A qué cree usted que se le da el nombre de bioelementos? Los **bioelementos** son los elementos químicos que forman a los seres vivos, en proporciones diferentes y que su carencia puede provocar trastornos o el fin del ser vivo.

Todos los seres vivos, desde una bacteria, un insecto, hasta la especie humana, están constituidos químicamente de manera semejante. Las sustancias químicas constitutivas de la materia viva son la base de los procesos biológicos.

De los 92 *elementos químicos* en condiciones normales que existen en la naturaleza, unos 70 se encuentran en los seres vivos. De éstos sólo unos 24 se encuentran en todos los seres vivos.



Cooperando con el equipo de trabajo y respetando las opiniones, elaborar una tabla periódica en que se observe la ubicación de los bioelementos.

Los organismos vivos contienen sobre todo elementos como *oxígeno (O)*, *nitrógeno (N)*, *carbono (C)* e *hidrógeno (H)* junto con *azufre (S)* y *fósforo (P)*, estos elementos se unen para formar moléculas biológicas.

Los bioelementos se clasifican en dependencia de la abundancia en que se encuentran en la materia viva, de la forma siguiente:

1. **Bioelementos primarios:** son los elementos de mayor abundancia en los seres vivos: *Carbono (C)*, *Oxígeno (O)*, *Hidrógeno (H)*, *Nitrógeno (N)*, *Fósforo (P)* y *Azufre (S)*.



2. **Bioelementos secundarios:** *Sodio (Na^+)*, *Potasio (K^+)*, *Calcio (Ca^{+2})*, *Magnesio (Mg^{+2})*, *Cloro (Cl^-)*. Aunque se encuentran en menor proporción que los primarios, son también imprescindibles para los seres vivos. Desempeñan funciones de vital importancia en fisiología celular. En medio acuoso se encuentran siempre ionizados.

3. **Oligoelementos o elementos vestigiales:** Son aquellos bioelementos que se encuentran en los seres vivos en un porcentaje menor del 0,1% y que también son esenciales para la vida: *hierro (Fe)*, *manganoso (Mn)*, *cobre (Cu)*, *zinc (Zn)*, *flúor (F)*, *yodo (I)*, *boro (B)*, *silicio (Si)*, *vanadio (Va)*, *cobalto (Co)*, *selenio (Se)*, *molibdeno (Mo)* y *Estaño (Sn)*. Aunque participen en pequeñas cantidades, no por ello son menos importantes, pues su carencia puede acarrear graves trastornos a los organismos.

Estudiaremos las funciones e importancia que los bioelementos desempeñan en los seres vivos:

Bioelementos primarios

Nombre	% en el cuerpo humano	Importancia o función
Hidrógeno (H)	63%	Presente en la mayoría de los compuestos orgánicos; forma parte del agua.
Oxígeno (O)	23,5%	Necesario para la respiración celular; presente en casi todos los compuestos orgánicos; forma parte del agua.
Carbono (C)	9,5%	Constituye el esqueleto de las moléculas orgánicas; puede formar cuatro enlaces con otros átomos.
Nitrógeno (N)	1,4%	Componente de todas las proteínas, ácidos nucleicos y de algunos lípidos.
Fósforo (P)	0,22%	Componente de los ácidos nucleicos, componente estructural del hueso, importante en la transferencia de energía. Integra los fosfolípidos de la membrana celular.
Azufre (S)	0,049%	Presente en aminoácidos (cisteína) de muchas proteínas, algunas enzimas y vitaminas.

Bioelementos secundarios

Nombre	% en el cuerpo humano	Importancia o función
Calcio (Ca)	0,31%	Forma parte de las estructuras esqueléticas. Interviene en la contracción muscular, coagulación sanguínea y transmisión del impulso nervioso.
Potasio (K)	0,057%	Principal ion positivo (catión) del interior de las células; importante en el funcionamiento nervioso; afecta a la contracción muscular.
Sodio (Na)	0,041%	Principal ion positivo del líquido intersticial (tisular).
Cloro (Cl)	0,026%	Principal ion negativo (anión) del líquido intersticial ; importante en el equilibrio hídrico.
Magnesio (Mg)	0,013%	Necesario para la sangre y los tejidos del cuerpo; forma parte de casi todas las enzimas de importancia.

Oligoelementos

Nombre	% en el cuerpo humano	Importancia o función
Hierro (Fe)	0,0039	Componente de la hemoglobina y mioglobina; forma parte de ciertas enzimas.
Cinc (Zn)	0,00015	Componente de las hormonas tiroideas.
Yodo (I)	0,00001%	Componente de las hormonas tiroideas.
Manganoso (Mn)	0,00002%	Es necesario para sintetizar la acetilcolina y un neurotransmisor cuya deficiencia puede estar conectada a la diabetes mellitus, ya que aparentemente los diabéticos tienen menos manganoso en su organismo. Está relacionado con la formación de los huesos, el desarrollo de los tejidos y la coagulación de la sangre. Ayuda a formar la hormona tiroxina que regula nuestro metabolismo.
Cobre (Cu)	0,00002%	Forma hemocianina, pigmento respiratorio de muchos invertebrados.
Flúor (F)	0,00001%	Inhibe la iniciación y progresión de la caries dental y estimula la formación ósea. Interviene en la síntesis de proteínas.
Molibdeno (Mo)	0,00001%	Forma parte de las enzimas vegetales que actúan en la reducción de los nitratos por parte de las plantas.
Cobalto (Co)	0,00001%	Está estrechamente ligado a la producción de glóbulos rojos y el sistema enzimático.

Los elementos traza están presentes en una proporción comprendida entre el 0,1 y el 0,0001% del peso de un ser vivo.

Compruebe sus conocimientos



¿Qué son los bioelementos y por qué se les divide en: primarios, secundarios y vestigiales?



Revise la etiqueta de 5 bolsas o envases de alimentos como: salsa de tomate, leche, mermelada, café, espaguetis, sopas, entre otros que tenga en su casa y revise qué tipo de bioelementos están presentes. Clasifíquelos en primarios, secundarios y vestigiales. Consulte diferentes fuentes bibliográficas e indague ¿por qué el hierro a pesar de ser un elemento vestigial, es tan importante para el funcionamiento de los diferentes organismos?



En nuestro país se cultivan diferentes tipos de hortalizas y vegetales, investigue y exponga sobre el contenido de bioelementos presentes en: tomates, repollo, cebolla, pipián entre otros, indague su importancia nutritiva y la forma de cultivarlos para mejorar la dieta alimentaria de la familia nicaragüense.

Moléculas de la vida



¿Cómo obtienen los seres vivos los bioelementos de la naturaleza? Qué son las biomoléculas? ¿En qué clases se dividen las biomoléculas?

Los bioelementos se unen para formar las moléculas que constituyen a la materia viva.

Las biomoléculas se clasifican atendiendo a su composición en inorgánicas y orgánicas.

Las biomoléculas inorgánicas son las que no están constituidas por cadenas de carbono como el agua, las sales minerales y gases como el oxígeno, bióxido de carbono, nitrógeno y otros.

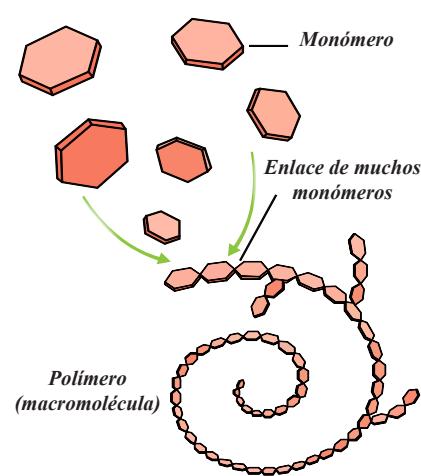
Las biomoléculas **orgánicas** están formadas por cadenas de carbono y se denominan **glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**.

Las **biomoléculas orgánicas**, son polímeros que están constituidas por unidades llamadas **monómeros**.

Las biomoléculas por sí solas no tienen vida. Los bioelementos se unen por medio de enlaces químicos para formar las **biomoléculas, las que constituyen a los seres vivos**.



Moléculas orgánicas



Sales minerales

Son sales inorgánicas que participan de múltiples maneras en los procesos fisiológicos de los organismos vivos que en mayor o menor medida resultan indispensables para el desarrollo normal de las funciones vitales.

Las sales minerales están constituidas por bioelementos que el cuerpo requiere en cantidades bastante pequeñas. Su función es reguladora, no aportan energía. Los macrominerales (*calcio, potasio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, hierro y azufre*) son minerales esenciales y se necesitan en mayor proporción en forma de sales. Los microminerales o elementos trazas u oligoelementos son también esenciales, pero el organismo los requiere en menor cantidad (*zinc, cobre, yodo, cromo, selenio, cobalto, molibdeno, manganeso y flúor*), aunque puede producirse déficit cuando las dietas son pobres en algunos de ellos.

Las **sales minerales** son moléculas inorgánicas de fácil ionización en presencia del agua y que en los seres vivos aparecen tanto precipitadas como disueltas.

Las sales minerales disueltas en agua siempre están ionizadas. Estas sales tienen función estructural y de regulación del *pH*, de la presión osmótica y de reacciones bioquímicas, en las que intervienen iones específicos. Participan en reacciones químicas a niveles electrolíticos.

La sal más importante que se puede obtener en cualquier dieta es el *cloruro de sodio* ($NaCl$), o sal de mesa, es muy común su adición por parte de la mayoría de la población nicaragüense. La sal de mesa se ha asociado mucho con el sabor de las comidas, por lo que muchas personas la consumen en todos sus platos, tan así, que la comida les llega a saber insípida sin sal. Algunos problemas como la hipertensión arterial o la obesidad están relacionados con la ingesta excesiva de sal, ya que en ocasiones se llega a consumir hasta 15 g de sal al día, cuando la dosis recomendada es de 6 g.

Importancia biológica de las sales minerales.

- Forman parte de la estructura ósea y dental (*calcio, fósforo, magnesio y flúor*).
- Regulan el balance de agua dentro y fuera de la célula (*electrolitos*).
- Intervienen en la actividad muscular y nerviosa (*calcio, sodio, potasio*).
- Algunos sales son necesarias para la regulación de algunas funciones metabólicas: la elaboración de hormonas y enzimas, **ejemplo** el yodo, se encuentra en glándula tiroides, formando parte de dos hormonas: Tiroxina y Triyodotiroxina. El cromo es necesario para el funcionamiento de la insulina. El Hierro (Fe) forma parte de la hemoglobina de la sangre, su carencia puede provocar anemia. El magnesio está presente en la clorofila de los vegetales.
- Intervienen en la regulación del *pH*.
- Intervienen en la regulación de la presión osmótica: permiten la entrada de sustancias a las células (la glucosa necesita del sodio para poder ser aprovechada como fuente de energía a nivel celular).

Las sales minerales son importantes para que el organismo tenga un correcto equilibrio metabólico, ellas ayudan a retener agua en el cuerpo para evitar la deshidratación, en caso de que haya escasez de líquido o se presente diarrea debe administrarse suero oral, “**el suero es agua con electrolitos**”.

Compruebe sus conocimientos



Realice un listado de los alimentos que consumen los nicaragüenses regularmente y señale los bioelementos minerales que se encuentran en ellos.



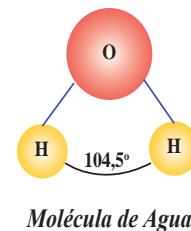
Indague en el centro de salud más cercano a su domicilio *¿Cuál es la manera más idónea de tratar a un niño o a cualquier persona que padece de diarrea con la consecuente pérdida de agua y electrolitos?*

El agua, el líquido de la vida y la molécula más importante de la biosfera



¿Qué significado tiene el agua para los seres humanos? ¿Qué usos le dan al agua en su casa? ¿En su comunidad hay problemas de agua? ¿Qué piensa usted de esto: “el agua es el compuesto más abundante de la Tierra aunque escasea en muchos lugares”? ¿Cree usted que en su comunidad se le da el valor que tiene este recurso para nuestras vidas? Comparta sus respuestas en plenario.

El agua: se considera el líquido de la vida no sólo porque en ella se originó la vida, sino porque participó en las reacciones que dieron lugar a agregados más complejos y porque forma parte de las células de los seres vivos. La proporción de agua en un ser vivo está relacionada con su actividad biológica, por ejemplo, en estado de vida latente (semillas y esporas) existen menores proporciones de agua. El agua se encuentra en los seres vivos de tres formas: circulante, intersticial e intracelular (formando el citosol).



Molécula de Agua

La química de la vida ocurre en el agua.

De hecho, las células contienen entre un 70 a un 90 % de agua y todas las reacciones que ocurren en el citosol de una célula tienen lugar en un medio acuoso. El agua es el solvente biológico ideal. El agua es el medio en el que se desarrollan las reacciones químicas en la célula, también participa activamente en ellas ya sea como reactivo o como producto de una reacción. Por todo esto no resulta sorprendente que las propiedades físico - químicas del agua sean un factor clave para comprender la bioquímica de los seres vivos.

Composición química: el agua está constituida por un átomo de oxígeno que se une con dos átomos de hidrógeno por medio de enlaces covalentes.

Revise el documental “Importancia del agua” o el video “El agua” para profundizar en el estudio del agua. El documental y el video se encuentran disponibles en el Portal Educativo del Ministerio de Educación, menú currícula:

<http://www.nicaraguaeduca.edu.ni/>. También puede consultar el buscador de videos www.youtube.com y buscar más videos relacionados al contenido.

Gafas que...

El contenido de agua en diferentes tejidos es:

Tejidos	Contenido de agua
Ojo	99%
Cerebro	79 - 80%
Sangre	79,2 - 80,5%
Pulmones	79%
Corazón	72 - 78,3%
Dientes	10%
Esqueleto óseo	22%
Hígado	69,9 - 71,8%
Lengua	69,5 - 77,4%
Tejido adiposo	30%
Riñones	75 - 78,5%

La cantidad de agua en diferentes alimentos es:

Alimentos	Contenido de agua
Frutas y vegetales	80 - 95%
Leche fresca	86 - 89%
Carnes y productos cárnicos	60 - 80%
Pan	35 - 45%
Mantequilla	12 - 14%
Harina y cereales	12 - 14%

*Fuente: Bioquímica de los alimentos.
Torres. R. Editorial Pueblo y Educación, 1987*

Importancia biológica del agua:

- Medio de transporte de una célula a otra y dentro de la propia célula.
- El protoplasma, que es la materia básica de las células vivas, consiste en una disolución en agua, de sustancias grasas, carbohidratos, proteínas, sales y otros compuestos químicos similares.
- Disolvente natural para una gran diversidad de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- Medio dispersante de las estructuras coloidales del citoplasma celular.
- Participa en las diferentes reacciones metabólicas las que se desarrollan generalmente en un medio acuoso.
- Absorbe calor, en virtud de su alto calor de vaporación: 540 kcal/kg a 100° C y evita cambios drásticos de temperatura en el organismo.
- Medio de eliminación de sustancias tóxicas (desechos metabólicos) a través de la sudoración y orina.
- Constituye el componente principal de la estructura celular de los seres vivos.
- La sangre de los animales y la savia de las plantas contienen una gran cantidad de agua y es por ella que se transportan los alimentos digeridos hacia los niveles de aprovechamiento; se recogen y transportan para ser finalmente expulsados del cuerpo los materiales de desecho (toxinas) resultantes de los procesos biológicos.

- Si los pulmones no estuvieran siempre húmedos, no sería posible la respiración.
- En los seres humanos y otros organismos biológicamente superiores, el agua está presente en numerosos procesos fisiológicos.
- En el proceso digestivo, la saliva comienza mojando el alimento (lubricar), lo que permite ingerirlo; al tiempo que contiene enzimas que comienzan su digestión.
- El agua desempeña también un papel importante en la digestión y absorción de los alimentos ingeridos y una vez conducidos a los niveles de los tejidos, en la descomposición metabólica de moléculas nutritivas, tan esenciales para el mantenimiento de los seres vivos, como las proteínas y los carbohidratos; lo que permite su incorporación al cuerpo o su utilización como elementos energéticos. Este proceso, llamado hidrólisis, se produce continuamente en las células vivas.
- En el mismo proceso digestivo, el agua presente en la masa alimenticia proveniente de los propios alimentos o ingerida en adición a ellos, disuelve los jugos digestivos, permite la acción mecánica para facilitar su mezcla por los movimientos peristálticos y antiperistáltico que facilitan su circulación a lo largo del tracto estomacal e intestinal a efectos de su digestión y posterior absorción.
- Asimismo, el agua es el vehículo mediante el cual, a través de los procesos de disolución, de ósmosis y de capilaridad, circulan en los seres vivos los elementos nutritivos y se eliminan los desechos de los procesos vitales.
- La humedad de la nariz facilita el filtrado del polvo que se respira y el calentamiento del aire; así como permite captar los olores.

Cabas que...

En Nicaragua, la causa principal de mortalidad infantil en niños menores de 5 años, es la diarrea. La deshidratación provocada por esta enfermedad de origen hídrico, es causa del 40% de las muertes anuales en este vulnerable segmento poblacional. En el tratamiento de las diarreas es insustituible la terapia de rehidratación oral (TRO), que consiste en la administración de líquidos rehidratantes, suero oral o electrolitos intravenosos en casos más graves. El suero oral puede ser preparado con recetas caseras (en un litro de agua agregar 1 cucharadita de sal, 2 cucharaditas de azúcar y el jugo de la mitad de un limón) o con sales de rehidratación comerciales, algunas veces son distribuidas por el MINSA (Ministerio de Salud) o la OMS (Organización Mundial de la Salud), que son utilizadas para la reposición de los líquidos perdidos en las constantes evacuaciones. Para atender esta situación el Estado de Nicaragua ha creado programas de salud preventiva y comunitaria que promueven la mejora de las condiciones higiénicas sanitarias, el aseguramiento del acceso al agua apta para el consumo humano y de saneamiento, logrando grandes avances en todo el país. Aunque la cobertura de estos programas sociales ha sido significativa, falta por resolver estas necesidades en distintas zonas rurales y urbanas del país.

El sistema de salud de Nicaragua cuenta con hospitales y centros de salud en los cuales funcionan las unidades de rehidratación oral (URO) especializadas en la atención de este tipo de casos.

Compruebe sus conocimientos



¿Por qué se le denomina al agua el líquido de la vida? ¿Cuándo puede formarse y cuál es su importancia biológica? ¿En qué radica la utilidad del agua como disolvente?



Señale ejemplos de compuestos orgánicos e inorgánicos solubles en agua.

Disoluciones

Una disolución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias que tiene las siguientes partes: El **disolvente**, generalmente el agua, usualmente es la sustancia que se encuentra en mayor proporción en la mezcla. El **sóluto**, es el componente minoritario.

Importancia biológica de las disoluciones: las disoluciones tienen gran importancia en los seres vivos, ya que en las células vegetales y animales, las sustancias inorgánicas y orgánicas se encuentran en forma de disolución para poder intervenir en las reacciones de los procesos vitales. Los vegetales integran a su sistema radical los minerales disueltos en el agua y los animales en forma de disoluciones ingieren diferentes alimentos. También en esta forma son excretados los desechos mediante el sudor y la orina. Son disoluciones, el vino y el perfume.

Los coloides

Son mezclas que están entre las homogéneas y las heterogéneas, entre disoluciones y suspensiones sus partículas son de *1 a 100 nanómetros de diámetro*, cuando pasan los *100 nm* es una suspensión.

Presentan el efecto Tyndall (es el fenómeno físico que hace que las partículas coloidales en una disolución o un gas sean visibles al dispersar la luz). Al intentar mezclar almidón de Yuca o maicena en agua fría no logrará disolverla, pero si calienta la mezcla y la agita se forma una solución coloidal.

Importancia biológica de los coloides: muchos tejidos que conforman a los seres vivos son coloides. En los seres vivos las membranas plasmáticas se comportan como un gel mientras que el citoplasma de las células pueden variar su estado de gel a sol o viceversa.

En la digestión de los lípidos, en el intestino delgado, las sales biliares actúan rompiendo las gotas lipídicas para hacerlas más pequeñas, constituyéndolas en una emulsión, ejemplo la crema batida, mayonesa y mantequilla.

Las suspensiones son mezclas heterogéneas, cuando están en reposo sedimentan, se pueden separar por filtración, son turbias, sus partículas se ven a simple vista. **Ejemplos:** pinolillo o almidón revuelto con agua.

Importancia biológica de las suspensiones: en los animales, los glóbulos rojos en la sangre forman una suspensión.

Compruebe sus conocimientos



A la par de cada sustancia indique si es disolución, coloides o suspensiones colocando una x en la casilla correspondiente:

Sustancia	Disolución	Coloides	Suspensión
Leche			
Gelatina			
Crema			
Sangre			
Sudor			
Lágrimas			
Agua y almidón			
Vino			
Perfume			



En equipo resuelva las cuestiones siguientes para exponerlas en plenario.



¿Por qué son importantes las disoluciones para los seres vivos? Describa tipos de disoluciones acuosas que se ingieren. ¿Qué es necesario para que se dé el efecto Tyndall? ¿Qué importancia biológica tienen los coloides? ¿Qué son las emulsiones?

Equilibrio ácido - básico



Con otro (a) estudiante, analice y conteste las preguntas siguientes.



¿Qué consecuencias tiene el tipo de alimento ingerido en el equilibrio ácido - básico del organismo humano? ¿Qué alimentos de los que usted ingiere generan un medio ácido y cuáles un medio básico?

Dependiendo de su estilo de vida, cada persona produce cantidades diferentes de ácidos y bases. Por ejemplo, una dieta rica en carne y pobre en verdura conlleva la producción de aún más ácidos que una dieta rica en verdura fresca.

El metabolismo se lleva a cabo en las células y después los metabolitos (ya que sean ácidos, básicos o neutros) tienen que ser transportados a los órganos de excreción. Por eso el cuerpo dispone de varios sistemas intracelulares y extracelulares, llamados **buffer**, **tampón** o **amortiguadores**, que permiten mantener el *pH* constante. **El pH**, abreviatura de **Potencial Hidrógeno**, es un parámetro muy usado en Química para medir el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias. Todas las soluciones acuosas tienen *pH*, el rango de medición varía entre *pH* = 0 y *pH* = 14.

- Las soluciones con un **pH menor que 7** tienen propiedades **ácidas**.
 Las soluciones con un **pH igual a 7** son consideradas **neutras**.
 Las soluciones con un **pH mayor que 7** tienen propiedades **básicas o alcalinas**.



Los buffer son sustancias que son capaces de unirse a *ácidos* (H^+) de manera reversible para que éstos no afecten el *pH*. En concreto, el sistema buffer consiste de un ácido débil y su base conjugada o al revés, una base y su ácido conjugado. Cada sistema buffer obra en un margen concreto de *pH*.

Importancia biológica del pH

El *pH* en el cuerpo humano varía de unos órganos a otros, por ejemplo, el *pH* de la sangre es alrededor de 7,4 cuyo tampón es el bicarbonato que está compuesto por *ácido carbónico* (H_2CO_3) y *bicarbonato* (HCO_3^-), es el tampón más importante de la sangre en tanto que el del jugo gástrico humano es de alrededor de 1,5. En la mayor parte de los casos, estos valores de *pH*, que son críticos para el funcionamiento adecuado de las enzimas y del balance de la presión osmótica, se mantienen gracias a las disoluciones amortiguadoras.

Los organismos vivos no toleran variaciones significativas en el equilibrio normal ácido-base, lo cual obliga a que su *pH* permanezca dentro de límites bastantes estrechos (*rango de 6 - 8*). Cuando uno ingiere una sal de fruta o bicarbonato, para evitar la “acidez estomacal”, lo que está haciendo es introducir en el organismo una sustancia tampón. (Una sustancia que reacciona con los iones hidrógeno e hidroxilos en disolución, para prevenir un cambio del *pH*) El bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) es un compuesto que se disocia en el agua, dando *iones sodio* (Na^+) y *bicarbonato* (HCO_3^-). El exceso de *iones de hidrógeno* que hay en el sistema digestivo se une con los iones bicarbonato para formar el *ácido carbónico* (H_2CO_3).

El *pH* del suelo es importante porque los vegetales sólo pueden absorber a los minerales disueltos en el agua y la variación del *pH* modifica el grado de solubilidad de los minerales. **Por ejemplo**, el aluminio y el manganeso son más solubles en el agua del suelo a un *pH* bajo y al ser absorbidos por las raíces son tóxicos a ciertas concentraciones. Determinadas sales minerales que son esenciales para el crecimiento vegetal, como el *fosfato de calcio*, son menos solubles a un *pH* alto, lo que hace que esté menos disponible para las plantas.

La concentración de iones hidrógeno es importante parámetro tanto de las aguas naturales como de las aguas servidas, pues la existencia de gran parte de la vida biológica sólo es posible dentro de los estrechos límites de variación de ese parámetro.

Biomoléculas de origen orgánico

Introducción

Como hemos visto, los seres vivos están caracterizados por poseer una organización celular, porque determinadas biomoléculas se organizan de una forma particular y precisa e interactúan entre sí para establecer la estructura celular. Así como las células son los ladrillos con los que se construyen los tejidos y estos forman los órganos, las biomoléculas son los bloques con que se construyen las células, es decir las biomoléculas son las sustancias orgánicas que constituyen a la célula e intervienen en su función.



¿Qué bioelementos primarios constituyen las biomoléculas? ¿Las biomoléculas por si solas pueden tener vida? ¿Qué porcentaje de la materia viva representa en su conjunto estos bioelementos?

Las biomoléculas que conforman a los organismos están constituidas por cadenas de átomos de carbono, que es un elemento esencial en la composición de las biomoléculas y forma la cadena básica a la que están unidos los demás bioelementos como: oxígeno e hidrógeno principalmente, aunque también se encuentran nitrógeno, fósforo y azufre.

Las biomoléculas atendiendo a su complejidad estructural y a su peso molecular se clasifican en:

Biomacromoléculas, que son las más grandes y complejas y las **biomicromoléculas** que son las más pequeñas y simples, que constituyen los elementos estructurales o precursores en la construcción de las biomacromoléculas.

Existe una gran diversidad de biomacromoléculas en los distintos organismos vivos. Así, **por ejemplo**, las células de *Escherichia coli* (organismo unicelular procariota) poseen aproximadamente 5 000 compuestos orgánicos diferentes, de ellos 3000 son proteínas y en el organismo humano (organismo multicelular eucariota) existen aproximadamente 5 millones de proteínas diferentes y ninguna de ellas iguales a las de *Escherichia coli*, ya que cada especie biológica posee su propio conjunto de proteínas.



Bacteria E. Coli



*Muchas frutas
contienen glúcidos*

Las biomacromoléculas están constituidas por un grupo pequeño de biomicromoléculas (monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos) y que, además, resultan idénticas en todas las especies.

Las biomacromoléculas se ubican en cuatro grandes grupos: *Glúcidos, Lípidos, Proteínas y Ácidos Nucleicos*.

Los glúcidos combustible celular

Los glúcidos, también llamados carbohidratos o hidratos de carbono, son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, se debe, en gran medida, a la extraordinaria abundancia y distribución de dos polímeros de la glucosa que son: el almidón y la celulosa, se encuentran en las frutas y los vegetales, los cuales a través del proceso de fotosíntesis captan el *dióxido de carbono (CO₂)* y con *agua (H₂O)* forman la glucosa, almidones y otros que van a proporcionar la energía necesaria para los procesos metabólicos.

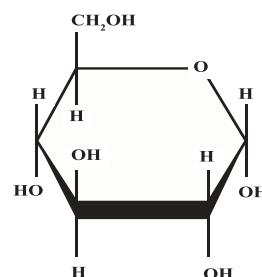
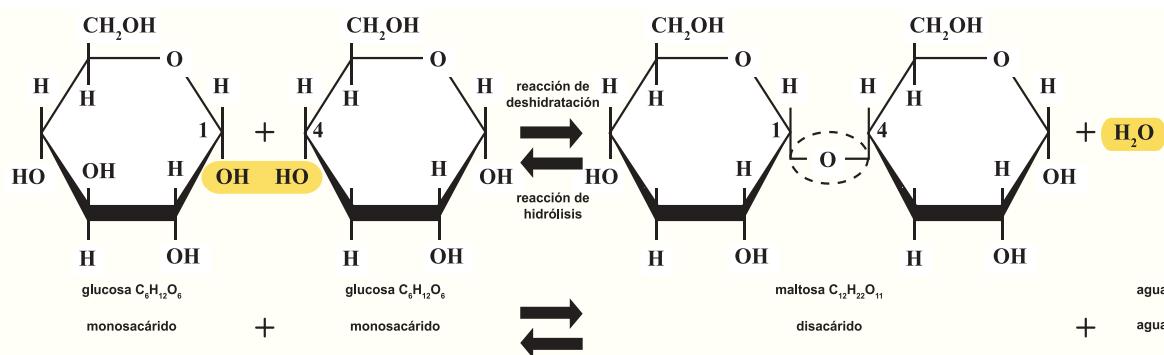
En algunos países pobres la alimentación es mayormente glucídica, mientras que en los países desarrollados estos valores son más bajos que lo aconsejable, lo que podría suponer un aumento en el consumo de grasas y proteínas, predisponiendo a diversas patologías.

Glúcidos o sacáridos (del griego sacaron que significa “azúcar”). Son solubles en agua y se clasifican de acuerdo con la cantidad de carbonos o por el grupo funcional que presentan. Son la fuente de energía primaria para los procesos metabólicos de los organismos y también reservas energéticas.

La glucosa: el más común y abundante de los monosacáridos actúa como un combustible biológico, aportando energía inmediata a las células; es la responsable de mantener la actividad de los músculos, la temperatura corporal, la tensión arterial, el correcto funcionamiento del intestino y la actividad de las neuronas. **Ejemplo:** cuando una persona está enferma y va al hospital, le administran un suero glucosado que es un preparado de agua al 5% de glucosa en mil mililitros de agua. Esto es para proporcionar energía al paciente”. Es el principal nutriente de las células del cuerpo humano a las que llega a través de la sangre. **No suele encontrarse en los alimentos en estado libre, salvo en la miel y algunas frutas.**

Clasificación de los glúcidos: Se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Los monosacáridos, son las biomoléculas de construcción de los glúcidos, no se hidrolizan en otros más sencillos y su fórmula estructural es: $(CH_2O)_n$, se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbonos presentes en la molécula: *triosas* (3C), *tetrosas* (4C), *pentosas* (5C), *hexosa* (6C) y *heptosas* (7C).



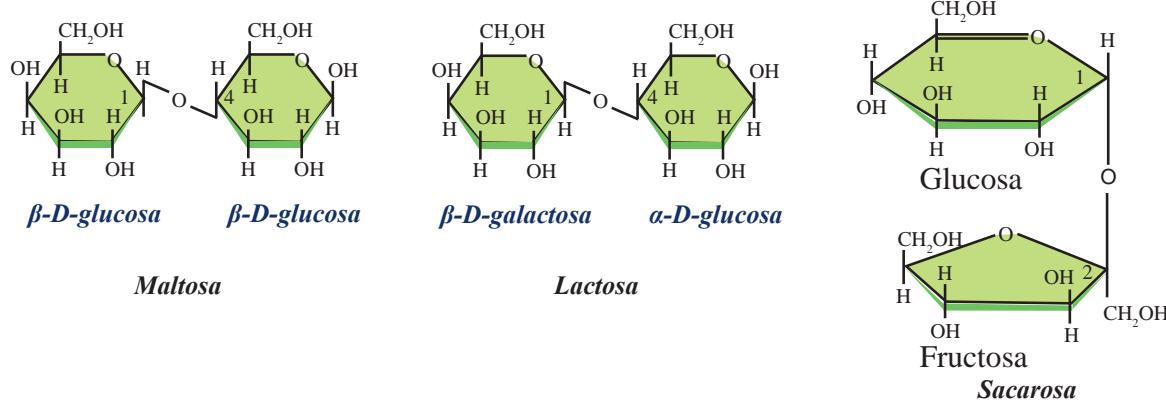
Fórmula estructural
cíclica de la glucosa

Los monosacáridos se dividen en aldosas y cetosas, según tengan un grupo aldehído (*CHO*) en las aldosas o un grupo cetona (**carbonilo C=O**) en la molécula que es el caso de las cetosas. El grupo aldehído ocupa posición terminal y el carbonilo posición intermedia.

Se clasifican en aldotriosas y cetotriosas, si tienen 3 *carbonos*, o bien si tienen 5 *carbonos*, serían: aldopentosas y cetopentosas. Éstas son formas isoméricas.

Los oligosacáridos: están constituidos por la unión de monosacáridos hasta 12, mediante enlaces glucosídicos. Entre ellos se encuentran los disacáridos. Los monosacáridos junto con los disacáridos forman el grupo de los azúcares, tienen sabor dulce y son solubles en agua. En el ámbito de los glúcidos, el enlace **glucosídico** es el enlace para unir monosacáridos con el fin de formar disacáridos o polisacáridos.

Los disacáridos: están formados por la unión de dos monosacáridos mediante un enlace glucosídico.



Los disacáridos más importantes son:

Maltosa: (azúcar de malta), resulta de la unión de dos moléculas de glucosa unidas por enlace glucosídico 1,4.

La lactosa: (azúcar de la leche de los mamíferos), se forma por unión de la galactosa y la glucosa mediante el carbono 1 de la galactosa y el carbono 4 de la glucosa.

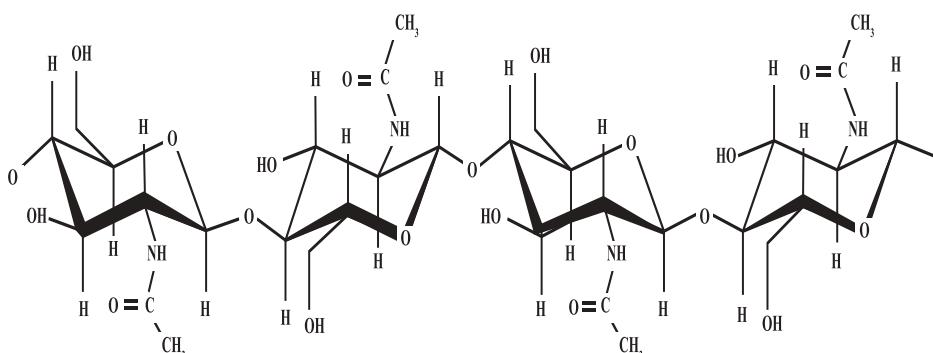
Sacarosa: (azúcar de caña), es el azúcar de mesa, formada por una glucosa unida por un enlace glucosídico 1,2 a una fructosa.

Los polisacáridos: son polímeros de alto peso molecular, formados por la unión de muchos monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos, constituyen los grupos de los almidones. Se caracterizan por ser insolubles en agua o poco solubles. Se hidrolizan a monosacáridos. Son amorfos y presentan color blanco.

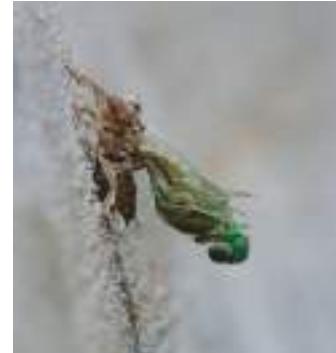
Los polisacáridos se clasifican: homopolisacáridos y heteropolisacáridos.

Homopolisacáridos: están formados por el mismo tipo de monosacáridos que es la glucosa, ejemplo almidón, glucógeno, celulosa y quitina.

La celulosa y la quitina son ejemplos de polisacáridos estructurales. La celulosa se encuentra en la pared celular de plantas y otros organismos y es la molécula más abundante sobre la Tierra. La quitina, se encuentra en los exoesqueletos de los artrópodos.

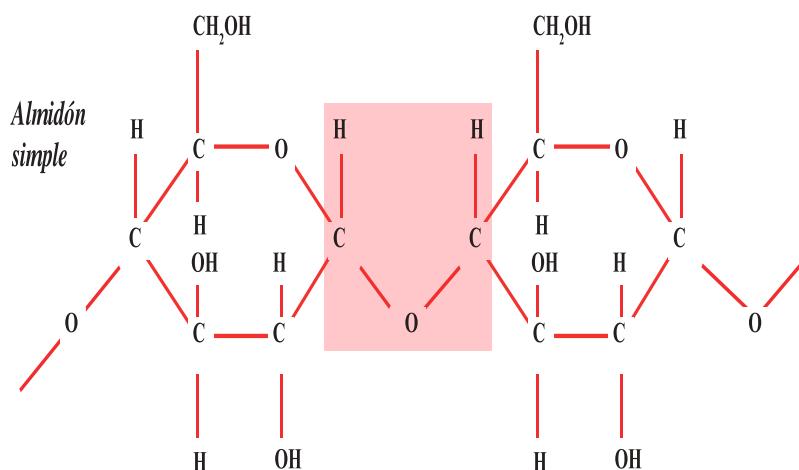


a) La quitina es un polímero compuesto por subunidades de N - acetilglucosamina

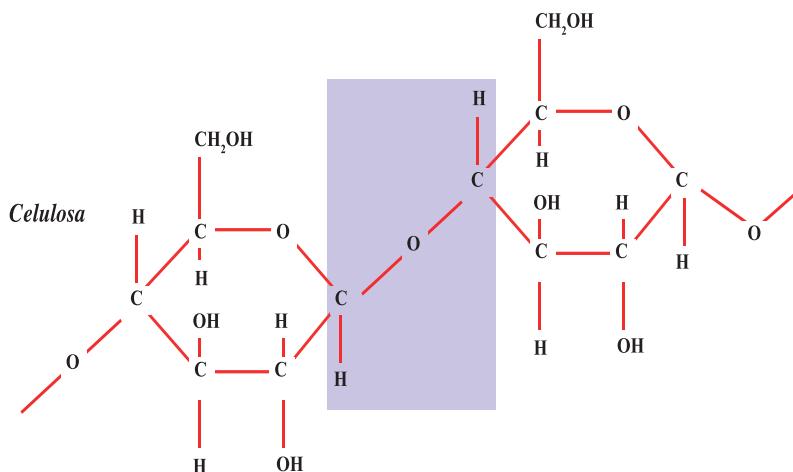


(b) La quitina es un componente importante del exoesqueleto (cobertura externa) que este insecto está mudando.

Almidones (o féculas): son los componentes fundamentales de la dieta de los seres humanos. Están presentes en los cereales, las legumbres, las papas entre otras.



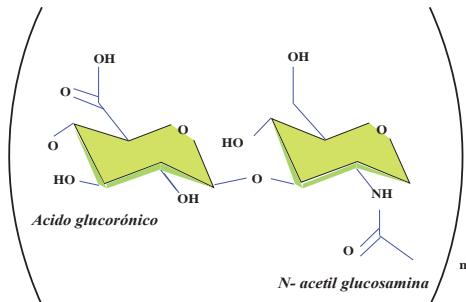
La fibra: está compuesta por las partes no digeribles de los alimentos vegetales, ayuda a prevenir enfermedades coronarias y el cáncer de intestino.



La fibra (principalmente la celulosa) que comemos procede de la cáscara del grano, de la piel y de la carne de las frutas, así como de la materia dura y fibrosa de los vegetales, la cual, al pasar por el estómago y el intestino, no puede ser descompuesta por las enzimas digestivas y por tanto, no es absorbida por el organismo. Aunque no posea ningún valor nutricional ni energético constituye un elemento vital en la dieta diaria. Los alimentos ricos en fibra suelen proporcionar una mayor sensación de saciedad y un menor aporte calórico.

La glucosa que el organismo no utiliza, se guarda como reserva de energía para ser usada posteriormente, cuando el cuerpo así lo necesite. Pero para que esto sea posible, antes la glucosa debe ser transformada en **glucógeno o glicógeno**. Este proceso de **transformación de glucosa en glucógeno** se llama **glucogénesis** y se realiza a través del hígado y los músculos.

Heteropolisacáridos: están formados por la repetición ordenada de un disacárido formado por dos monosacáridos distintos (o, lo que es lo mismo, por la alternancia de dos monosacáridos diferentes). El ácido hialurónico, formado por miles de unidades que se alternan de *N-acetil glucosamina* y ácido glucorónico, es un ejemplo de heteropolisacárido estructural.



El ácido hialurónico es un importante componente de la matriz extracelular en la piel y el tejido conectivo, ha recibido gran atención de los medios de publicidad en los últimos tiempos como un agente usado contra el envejecimiento y en la investigación contra el cáncer.

Compruebe sus conocimientos



¿Cuál es la importancia de las biomoléculas de origen orgánico y de qué están constituidas? ¿Cómo se clasifican las biomoléculas atendiendo a su complejidad?

estructural y a su peso molecular? Cite ejemplos de ello. Desde el punto de vista biológico, ¿Cuál es la importancia de los glúcidos? Cite ejemplos de ello. ¿En qué se diferencian los homopolisacáridos y los heteropolisacáridos?

 Elabore un cuadro sinóptico de la clasificación de los glúcidos. Mencione tres iones de importancia biológica, describiendo sus funciones.

 ¿Qué entiende por enlace glucosídico? ¿Qué es un oligosacárido? Mencione ejemplos y explique su importancia. ¿Qué función biológica desempeña la quitina en los seres vivos? ¿En qué se diferencia la fórmula estructural del almidón de la celulosa? ¿En qué se asemejan las moléculas de almidón, celulosa y quitina?

Los Lípidos, biocombustible

 En equipo analice y reflexione sobre las preguntas siguientes:

 ¿Qué consecuencias tiene para el organismo ingerir alimentos ricos en grasa? ¿Qué alimentos que se consumen a menudo son abundantes en grasas? ¿Cómo comprueba que un alimento tiene grasa? ¿Es saludable ingerir diariamente frituras? ¿Cuánta grasa requiere ingerir el organismo humano y de qué depende?

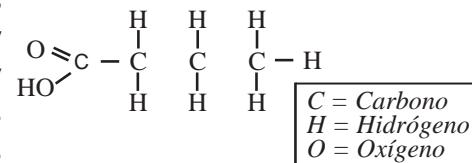
Los lípidos: son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y generalmente, en menor proporción, también oxígeno. Además, ocasionalmente pueden contener también fósforo, nitrógeno y azufre.

En su mayoría están compuestos de ácidos grasos esterificados con un polialcohol (generalmente glicerina) y los más complejos pueden poseer en su estructura fósforo y nitrógeno. Entre las biomoléculas, los lípidos son los únicos que en general no forman polímeros, aunque algunos pueden considerarse macromoléculas.

Los **ácidos grasos** son los componentes característicos de muchos lípidos y rara vez se encuentran libres en las células.

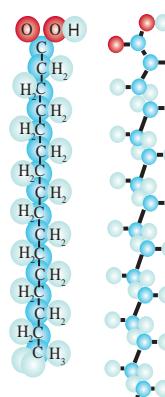
Los **ácidos grasos** están formados por cadenas hidrocarbonadas, que tienen número par de carbonos (entre 4 y 22 átomos) en uno de los extremos se dispone un radical carboxilo o ácido. Normalmente presentan cadena larga y número par de átomos de carbono. Se representan como **R-COOH**, donde **R** es la cadena hidrocarbonada también conocida como alifática.

En la estructura de un ácido graso encontramos siempre un extremo hidrófilo que es donde está el

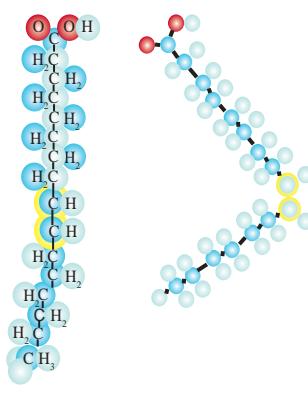


Estructura de un ácido graso saturado (ácido butírico)

Ácido graso saturado



Ácido graso no saturado

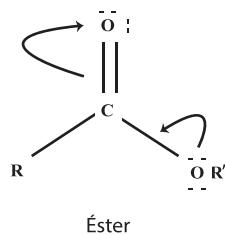


Los ácidos grasos saturados y los no saturados

oxígeno y tiene afinidad con el agua, mientras que el resto de la cadena es hidrófoba, es decir que repele al agua.

Los ácidos grasos pueden ser **saturados** o no saturados. En los primeros, los átomos de carbono de la cadena están unidos mediante enlaces simples, en cambio en los no saturados la cadena presenta dobles enlaces entre carbonos.

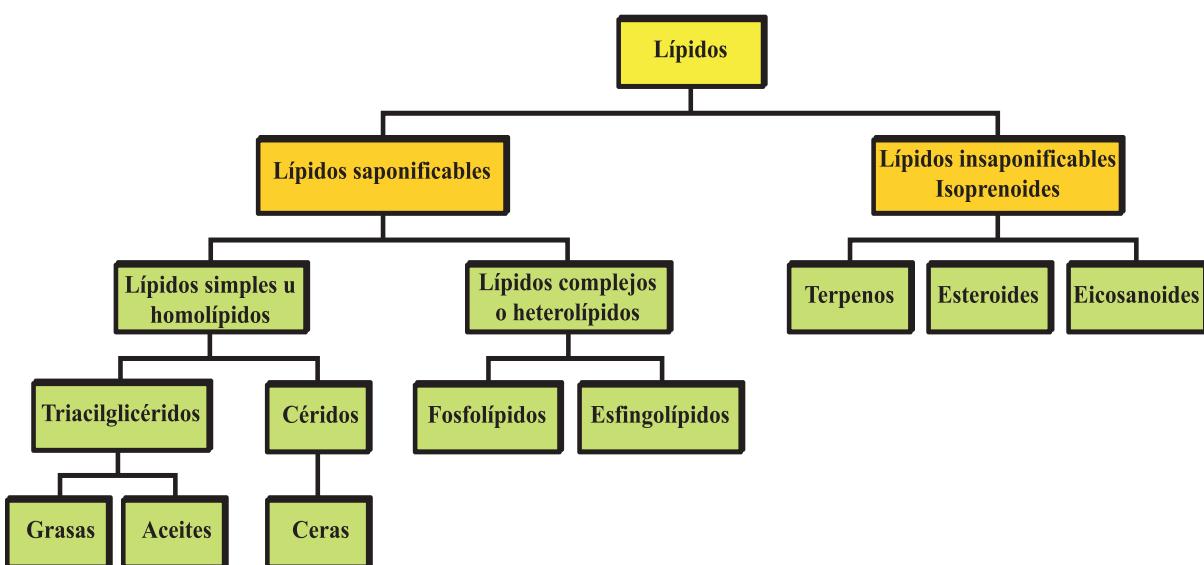
Lípido saponificable: un lípido saponificable es el que está compuesto por un alcohol unido a uno o varios ácidos grasos (iguales o distintos). Esta unión se realiza mediante un enlace éster, muy difícil de hidrolizar. Pero puede romperse fácilmente si el lípido se encuentra en un medio básico o sea en presencia de un hidróxido. En este caso se produce la saponificación alcalina. Si para obtener jabón se utiliza un glicérido o grasa neutra, se obtiene como subproducto el alcohol llamado glicerina, que puede dar mayor beneficio económico que el producto principal.



Clasificación de los Lípidos



En pareja, explique el mapa semántico y comparta en plenario.



Los lípidos se clasifican en lípidos saponificables y lípidos insaponificables o isoprenoides.

Lípidos saponificables

Un lípido saponificable es el que está compuesto por un alcohol unido a uno o varios ácidos grasos (iguales o distintos). Esta unión se realiza mediante un enlace éster, muy difícil de hidrolizar, pero puede romperse fácilmente si el lípido se encuentra en un medio básico o sea en presencia de un hidróxido. En este caso se produce la saponificación alcalina. Si para obtener jabón se utiliza un glicérido o grasa neutra, se obtiene como subproducto el alcohol llamado glicerina que puede dar mayor beneficio económico que el producto principal. Los

lípidos insaponificables o isoprenoides comprenden dos grupos que son los lípidos simples u homolípidos y los lípidos complejos o heterolípidos.

Lípidos simples u homolípidos

Los homolípidos están constituidos sólo por carbono, oxígeno e hidrógeno. Al hidrolizarse producen ácidos grasos libres y alcoholes específicos (generalmente glicerina). Sus moléculas son neutras. Los lípidos simples se dividen en: triacilglicéridos y céridos.

Los triacilglicéridos

Los triacilglicéridos son nombrados así a causa de su estructura química al estar formados por tres ácidos grasos unidos por enlaces éster al glicerol. Los triacilglicéridos son el principal tipo de grasa transportada por todo el organismo mediante las lipoproteínas para dar energía o para ser almacenados como grasa.

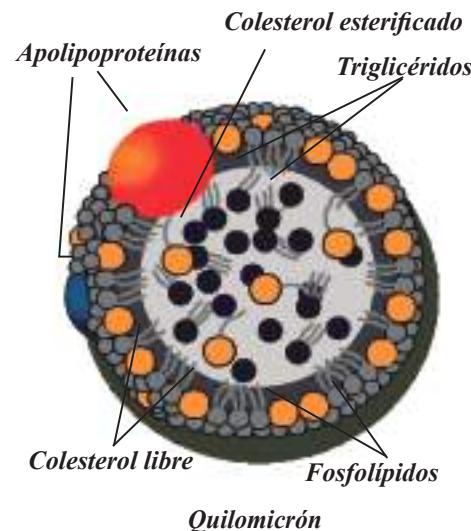
Las lipoproteínas (quilomicrón) son complejos macromoleculares compuestos por proteínas y lípidos que transportan masivamente las grasas por todo el organismo. Son esféricas, hidrosolubles, formadas por un núcleo de lípidos apolares (colesterol esterificado y triglicéridos) cubiertos con una capa externa polar de 2 nm formada a su vez por apolipoproteínas, fosfolípidos y colesterol libre. Muchas enzimas, antígenos y toxinas son lipoproteínas.

El hígado también sintetiza triacilglicéridos y cambia algunos a colesterol. El hígado puede cambiar cualquier fuente de exceso de calorías en triacilglicéridos.

Los triacilglicéridos, pueden incluir ácidos grasos de un único tipo (grasas simples) o de más de un tipo diferente (grasas mixtas). Los que presentan ácidos grasos saturados suelen ser sólidos o semisólidos llamándose respectivamente sebos y mantecas, que abundan sobre todo en animales.

A temperatura ambiente, las grasas que están constituidas por ácidos grasos y saturados son líquidas o aceites.

Dentro del grupo de los triacilglicéridos, mención aparte merecen las margarinas, Este alimento se fabrica mediante la mezcla de un aceite (maíz y girasol) con agua, el aceite es hidrogenado convirtiéndose en una grasa artificial trans. El producto final es una grasa de consistencia sólida, que a pesar de estar elaborada con aceite vegetal, actúa como una grasa animal aumentando los niveles de colesterol malo en la sangre, factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares. Algunos tratamientos domésticos como la fritura pueden acabar transformando los ácidos grasos en trans. Una fritura mal realizada puede oxidar o descomponer el aceite, modificando su estructura, por eso se recomienda el uso de aceite de oliva, no superar los *180 grados centígrados* y no reutilizar el aceite más de tres veces.



Los céridos

Son lípidos formados por la esterificación de ácidos grasos, generalmente superiores, con alcoholes distintos de la glicerina. Se trata de sustancias sumamente extendidas en la naturaleza y en lo que se refiere a su función son impermeabilizantes por naturaleza. Sus moléculas se disponen en monocapas impermeabilizando la superficie del cuerpo en que se encuentran. Las ceras son lípidos compuestos por alcoholes y ácidos grasos de alto número de carbonos.



Velas de cera de abeja

La cera es el material que las abejas usan para construir sus panales. Es producida por las abejas melíferas jóvenes que la segregan en forma líquida a través de sus glándulas cereras. Al contacto con el aire, la cera se endurece y forma pequeñas escamillas de cera en la parte inferior de la abeja.

Importancia biológica de los lípidos simples u homolípidos.

Los homolípidos desempeñan cuatro funciones principales en los seres vivos que se exponen a continuación:

1. **Reserva de energía:** los lípidos son la principal fuente de energía de los animales ya que un gramo de grasa produce *9,4 kilocalorías* en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que las proteínas y los glúcidos sólo producen *4,1 kilocalorías* por gramo. Las grasas y aceites cumplen principalmente con la función de reserva de energía en forma más eficiente que los glúcidos. Esto se debe a que son hidrofóbicos y al no hidratarse ocupan menos volumen que el glucógeno y además tienen más hidrógenos en su estructura, por lo cual rinden más energía que los azúcares. Los lípidos son biocombustibles en los organismos vivientes porque sirven de reserva energética y de agua, es decir son almacenados en los tejidos adiposos para ser utilizados ante la carencia de alimentos y de agua, como los triglicéridos.
2. **Aislante térmico:** las grasas además de ser fuente de energía, también actúan como aislante térmico porque constituyen el tejido adiposo. Los animales que viven en las zonas frías del planeta tienen una importante capa de grasa subdérmica que ayuda a mantener la temperatura interna. Además, como las grasas repelen al agua, evitan la perdida de calor corporal por efecto de la transpiración.
3. **Función estructural:** los lípidos forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares. Además recubren y proporcionan consistencia a los órganos y protegen mecánicamente estructuras. Las ceras sirven de cubierta protectora en la piel, pelos, plumas y estructuras delicadas como los oídos de los animales. En las plantas las encontramos recubriendo las hojas y los frutos en forma de cutícula que les otorga rigidez e impermeabilidad y protegiendo los órganos subterráneos de las plantas en forma de suberina.
4. **Función catalizadora, hormonal o de mensajeros químicos:** Los lípidos facilitan determinadas reacciones químicas y los esteroides cumplen funciones hormonales.

Algunos lípidos tienen que ser obtenidos a través de la dieta, ya que el ser humano no los sintetiza.

Lípidos complejos o heterolípidos:

Son los lípidos que además de contener en su molécula carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen otros elementos como nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glucido. A los lípidos complejos también se les llama **Lípidos de membrana** porque son las principales moléculas que forman las membranas celulares.

Entre los lípidos complejos podemos mencionar fosfolípidos y los esfingolípidos.

Los **fosfolípidos** son un tipo de lípidos anfipáticos compuestos por una molécula de glicerol (*glicerina*) a la que se unen dos ácidos grasos (*1, 2 – diacilglicerol*) y un grupo fosfato. El fosfato se une mediante un enlace fosfodiéster a otro grupo de átomos, que generalmente contienen nitrógeno, como colina, serina o etanolamina y muchas veces posee una carga eléctrica. Todas las membranas plasmáticas activas de las células poseen una bicapa de fosfolípidos.

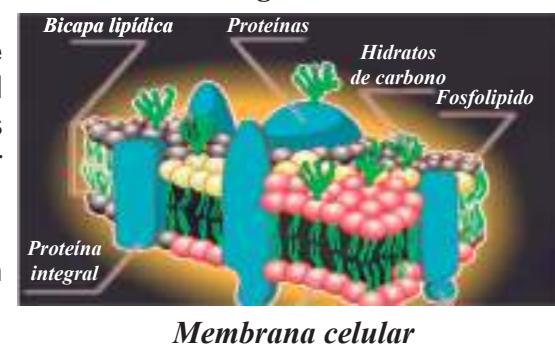
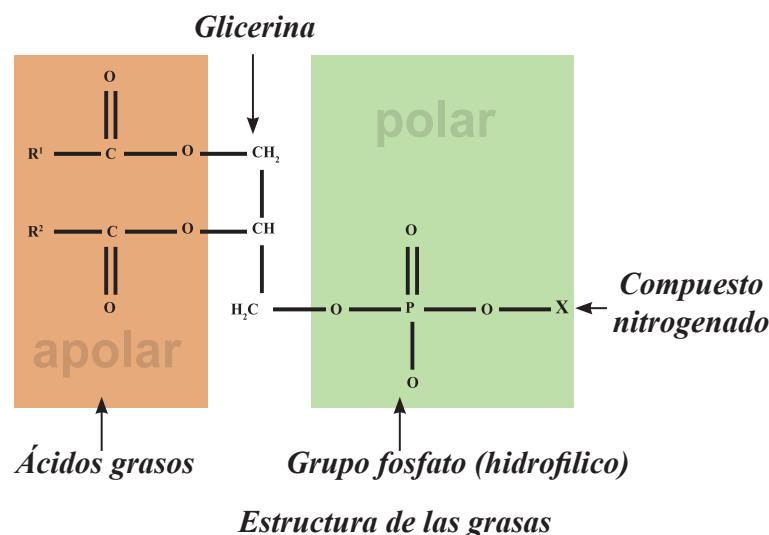
Los fosfolípidos presentan la siguiente estructura:

- Desde la glicerina hasta el compuesto nitrogenado abundan los grupos polares, por lo que esa zona sera hidrofílica (tienden a estructurar con el agua), atraen al agua.
- La zona que ocupan las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos, son completamente apolares, por lo que esa zona será hidrofóbica (evita la estructuración con el agua), repelen el agua.

El hecho de presentar estas dos zonas opuestas, característica conocida como naturaleza anfipática, constituye la función fundamental de los fosfolípidos que se disponen en bicapas en las membranas celulares, donde seleccionan las sustancias que han de entrar o salir de la célula.

La membrana celular realiza sus funciones debido al carácter anfipático de los fosfolípidos, que les permite su autoasociación a través de interacciones hidrofóbicas entre las porciones de ácido graso de cadena larga de moléculas adyacentes, de tal forma que las cabezas polares se proyectan fuera, hacia el agua donde pueden interaccionar con las moléculas proteicas y la cola apolar se proyecta hacia el interior de la bicapa lipídica de la membrana celular.

Los **fosfoglicéridos** o **glicerofosfolípidos** son moléculas lipídicas del grupo de los fosfolípidos.



Están compuestos por ácido fosfatídico, una molécula compleja compuesta por glicerol, en el que se han esterificado dos ácidos grasos (uno saturado y otro insaturado) y un grupo fosfato. A su vez, al grupo fosfato se une un alcohol o un aminoalcohol. En los organismos vivos tiene función estructural puesto que son uno de los principales componentes de las bicapas de las membranas celulares y subcelulares.

Esfingolípidos

Los **esfingolípidos** son lípidos complejos que derivan del alcohol insaturado de 18 carbonos esfingosina; la esfingosina se halla unida a un ácido graso de cadena larga mediante un enlace amida formando la ceramida. Son una clase importante de lípidos de las membranas celulares de animales y vegetales y son los más abundantes en los tejidos de los organismos más complejos.

Los esfingolípidos se dividen en 3 subclases, derivados de la ceramida, que son las **esfingomielinas**, los **glucoesfingolípidos** y los **eicosanoides**.

Las esfingomielinas (fosfoesfingolípidos)

Contienen un grupo fosfato, unido al grupo hidroxilo 1 de la ceramida, que se esterifica con la colina (fosfocolina) o etanolamina (fosfoetanoelamina) para formar el grupo o “cabeza” polar de la molécula. Es el único esfingolípido que contiene fósforo y puede, por tanto, considerarse un fosfolípido, pero se acostumbra a clasificar como esfingolípido por sus componentes estructurales.

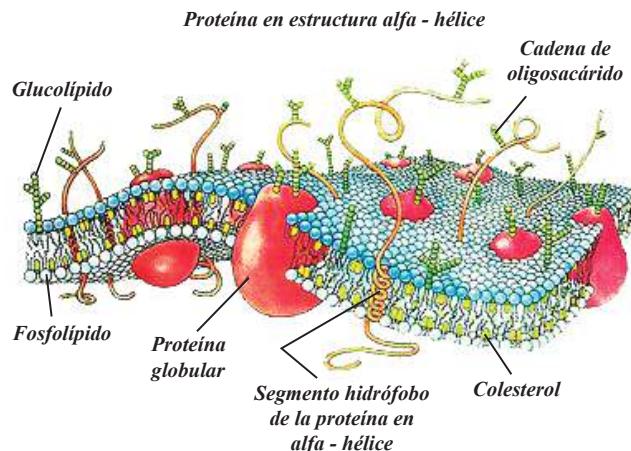
Las esfingomielinas se hallan presentes en las membranas plasmáticas de las células animales, en la vaina de mielina que recubre y aísla los axones de las neuronas mielinizadas. De ahí procede su nombre. La esfingomielina es uno de los principales lípidos estructurales de las membranas del tejido nervioso.

Importancia biomédica

Además, existen enfermedades relacionadas con estos lípidos, por exceso de éstos a causa de la falta de las enzimas que los degradan, conocidas como esfingolipidosis (un tipo de enfermedad). El control sobre las enzimas que producen o degradan ceramida mediante inhibidores enzimáticos es objeto de investigaciones sobre el cáncer, la diabetes, enfermedades pulmonares, Alzheimer y otras.

Glucoesfingolípidos

Los **glucolípidos** (oglicolípidos) o **glucoesfingolípidos** (ogicoesfingolípidos) son esfingolípidos compuestos por una ceramida (*esfingosina + ácido graso*) y un glucido de cadena corta; carecen de grupo fosfato. Los glucolípidos forman parte de la bicapa lipídica de la membrana celular; la





parte glucídica de la molécula está orientada hacia el exterior de la membrana plasmática y es un componente fundamental del glicocálix, donde actúa en el reconocimiento celular y como receptores antigenicos.

Entre los principales glúcidos que forman parte de los glucolípidos encontramos a la galactosa, manosa, fructosa, glucosa, ácido siálico, *N-acetilgalactosamina* y *N-acetylglucosamina*.

Los glucoesfingolípidos se clasifican en cerebrósidos y gangliósidos.

Los cerebrósidos son glucoesfingolípidos que están formados por la ceramida unida a un monosacárido u oligosacárido. Los cerebrósidos son los más sencillos y son importantes componentes de la membrana celular, del músculo y de las neuronas, sistema nervioso central y periférico que forman parte de la mielina de los nervios. Constan de una molécula de ceramida a la que se une un monosacárido mediante enlace β -glucosídico en el grupo hidroxilo de la ceramida.

Los gangliósidos son glucoesfingolípidos con cabezas polares muy grandes formadas por unidades de oligosacáridos cargadas negativamente y que poseen una o más unidades de ácido *N-acetil* neuroamínico o ácido siálico que tiene una carga negativa a pH 7.

Están concentrados en gran cantidad en las células ganglionares del sistema nervioso central, especialmente en las terminaciones nerviosas. Los gangliósidos constituyen el 6% de los lípidos de membrana de la materia gris del cerebro humano y se hallan en menor cantidad en las membranas de la mayoría de los tejidos animales no nerviosos. Se presentan en la zona externa de la membrana y sirven para reconocer las células, por tanto se les considera receptores de membrana.

Recientemente se ha descubierto que los gangliósidos son las moléculas responsables de la propagación del VIH. Un gangliósido es responsable de la entrada del virus a las células dendríticas. Los nuevos resultados demuestran cuál es la molécula de las células dendríticas que captura el VIH para iniciar la rápida propagación por el organismo.

Lípidos insaponificables

Se denominan lípidos insaponificables porque no contienen ácidos grasos en su composición; por ello no pueden realizar la reacción de saponificación, es decir, no pueden formar jabones.

Entre los lípidos insaponificables tenemos a los terpenos o isoprenoides y los esteroides.

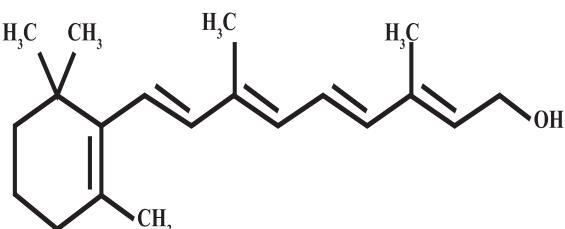
Terpenos o isoprenoides

Son un grupo importante de componentes vegetales que tienen un origen biosintético común, derivados del isopreno o terpeno (*2-metil-1,3-butadieno*), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono. Cuando los terpenos son modificados químicamente por oxidación o reorganización del esqueleto hidrocarbonado, suelen denominarse terpenoides como la vitamina A o retinol, que contiene un átomo de oxígeno.

Diterpenos (dos, C₂₀)

Los terpenos se encuentran en toda clase de seres vivos y son sintetizados por las plantas, donde son importantes en numerosas interacciones bióticas (Goodwin 1971). En las plantas

los terpenos cumplen muchas funciones primarias: algunos pigmentos carotenoides son terpenos, también forman parte de la clorofila y las hormonas giberelinas (regulan crecimiento en las plantas) y ácido abscísico. Los terpenos también cumplen una función de aumentar la fijación de algunas proteínas a las membranas celulares, lo que es conocido como isoprenilación. Los esteroides y esteroles son producidos a partir de terpenos precursores.



Vitamina A o retinol

Los terpenos de las plantas son extensamente usados por sus cualidades aromáticas. Juegan un rol importante en la medicina tradicional y en los remedios herbolarios y se están investigando sus posibles efectos antibacterianos y otros usos farmacéuticos. Están presentes, por ejemplo, en las esencias del eucalipto, los sabores del clavo de olor y el jengibre. También en el citral, mentol, alcanfor y los cannabinoides.

Los **tetraterpenoides** son los terpenoides de 40 carbonos (8 unidades de isopreno). Los tetraterpenos más prevalentes son los pigmentos carotenoides accesorios que cumplen funciones esenciales en la fotosíntesis.

El **caucho** o hule natural está constituido de poli-isopreno en el cual el doble enlace es cis. Algunas plantas producen un tipo de poli-isopreno con doble enlace trans, conocido como gutapercha.

Esteroides

Los esteroides son lípidos simples no saponificables, en su mayoría de origen eucarionte, derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno, o esterano que se compone de carbono e hidrógeno, formando cuatro anillos fusionados, tres hexagonales y uno pentagonal; posee en total 17 átomos de carbono. En los esteroides esta estructura básica se modifica por adición de diversos grupos funcionales, como carbonilos e hidroxilos (hidrófilos) o cadenas hidrocarbonadas (hidrófobas). Los esteroides más característicos son:

- a) **Esteroles:** de todos ellos, el colesterol es el de mayor interés biológico. Forma parte de las membranas biológicas a las que confiere resistencia, por otra parte, es el precursor de casi todos los demás esteroides.

Otros esteroles constituyen el grupo de la vitamina D o calciferol, imprescindible en la absorción intestinal del calcio y su metabolización.

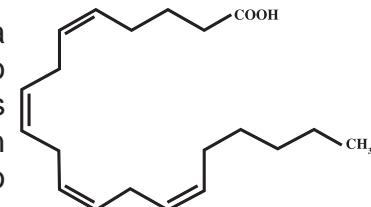
- b) **Ácidos biliares:** derivan de los ácidos cárnicos, desoxicárnicos y quenodesoxicárnicos, cuyas sales emulsionan las grasas por lo que favorecen su digestión y absorción intestinal.

Importancia biológica de los esteroides: El esteroide más conocido es el colesterol, presente en las membranas biológicas de todas las células excepto en bacterias. Se encuentra en los tejidos corporales y en el plasma sanguíneo de los vertebrados. Se presentan en altas concentraciones en el hígado, médula espinal, páncreas y cerebro. Es precursor de muchos esteroides como las hormonas sexuales (Progesterona, estrógenos, testosterona), las hormonas de la corteza suprarrenal, los ácidos biliares y la vitamina A.

c) **Hormonas esteroideas:** incluyen las de la corteza suprarrenal, que estimulan la síntesis del glucógeno y la degradación de grasas y proteínas (cortisol) y las que regulan la excreción de agua y sales minerales por las nefronas del riñón (aldosterona). También son de la misma naturaleza las hormonas sexuales masculinas y femeninas (andrógenos como la testosterona, estrógenos y progesterona) que controla la maduración sexual, comportamiento y capacidad reproductora.

Eicosanoides

Son un grupo de moléculas de carácter lipídico originadas de la oxigenación de los ácidos grasos esenciales de 20 carbonos, tipo *omega 3* y *omega 6*. El ácido araquidónico es el precursor más abundante en el ser humano. El ácido araquidónico se ingiere con la dieta, sobre todo con la carne, o deriva del metabolismo del ácido linoleico y se almacena formando parte de los fosfolípidos de la membrana celular, siendo muy pequeña la concentración de ácido araquidónico libre en la célula.



Fórmula estructural del
ácido araquidónico

Todos los eicosanoides están agrupados en prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos y ciertos hidroxiácidos precursores de los leucotrienos. Llevan el nombre según el lugar donde mayoritariamente son sintetizados: próstata, trombocito y leucocitos respectivamente. Constituyen las moléculas involucradas en las redes de comunicación celular más complejas del organismo animal, incluyendo el ser humano.

Tienen una amplia gama de actividades biológicas: intervienen en procesos alérgicos, inflamatorios, provocan la contracción del músculo liso (en la menstruación y en el parto). Son el prototipo de **mediadores locales**, liberados *in situ* ante diversos estímulos. Aunque son compuestos que funcionan como señales químicas, **difieren de las hormonas en dos aspectos importantes:**

- **Se sintetizan prácticamente en todos los tejidos**, no en una glándula endocrina.
- **Químicamente son muy inestables y por tanto**, sólo actúan a nivel local.

Compruebe sus conocimientos

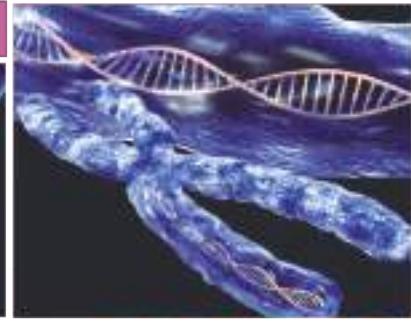
 Elabore un mapa conceptual acerca de: los glúcidos, lípidos y esteroides: concepto, composición química, clasificación e importancia biológica.

En el programa de dispensarizados del Centro de Salud de su localidad, se atienden a pacientes con niveles altos de glucosa, colesterol y triglicéridos en sangre. Investigue:

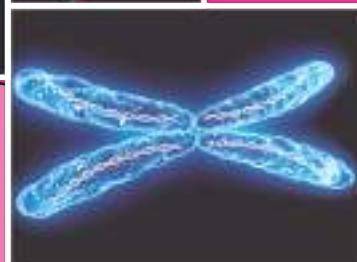
 ¿Qué enfermedades provocan estas alteraciones? ¿Qué servicios le presta el MINSA a estos pacientes?

 En trabajo de equipo, respetando las opiniones de los demás y aportando sus ideas y conocimientos, redactar los hábitos que deben ponerse en práctica para evitar el padecer de diabetes, arteriosclerosis, angina, infarto, hipertensión arterial, derrame cerebral, cáncer de mama, de colon, de útero e impotencia.

T
E
R
C
E
R
A
U
N
I
D
A
D



PROTEÍNAS Y ÁCIDOS NUCLEICOS



Las proteínas

Reflexione



¿Cuál es la causa de la diversidad de colores que presentan los seres vivos?

Al observar esta imagen usted puede distinguir diferentes seres vivos, con distinta formas y colores en la piel de los mamíferos y en el plumaje de las aves. Estas características se deben a la presencia de las proteínas que los constituyen. Las partes de su cuerpo, su piel, músculos, huesos, cabello, uñas, dientes y muchas otras **están constituidas por proteínas**.



Todos los seres vivos poseen una información genética, la que está contenida en los cromosomas, presentes en el núcleo de todas sus células somáticas y sexuales o gametos. Estos son los elementos que definen la identidad de cada ser vivo, determinando qué proteínas tiene una célula, un tejido y un organismo.

Las proteínas son indispensables para la vida en sus diversas formas (*eubacterias, archaeabacterias, protista, fungi, vegetal y animal*), ya que son constituyentes fundamentales de la célula. Su nombre deriva del griego “proteios”, que significa primero, es decir, que ocupan un primer lugar en el orden de importancia de los componentes de la materia viva por las diferentes funciones que realizan: estructurales, enzimáticas, de transporte, de defensa, hormonales, de movimiento, entre otras. Aproximadamente un 50% del peso seco de un organismo consiste en proteínas.

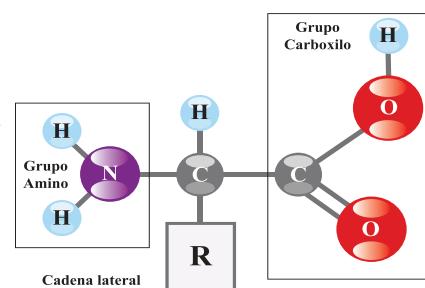
Las proteínas son biomacromoléculas formadas por unión de aminoácidos dispuestos en forma de cadenas lineales y unidos por enlaces peptídicos, son compuestos cuaternarios por estar constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (C, H, O, N), algunas poseen azufre (S) y fósforo (P). Las proteínas son llamadas polipéptidos y poseen elevado peso molecular.

Aminoácidos

Los aminoácidos son las unidades químicas o monómeros que forman a las proteínas (*polímeros*).

Estructura molecular de los aminoácidos

La estructura general de un aminoácido se establece por la presencia de un carbono central alfa unido a: un grupo *carboxilo* ($COOH$), un grupo *amino* (NH_2), un *hidrógeno* (H) y la cadena lateral o radical que se representa por R .



Los aminoácidos esenciales

Los aminoácidos que la especie humana no puede sintetizar y los debe adquirir mediante la alimentación son los llamados **aminoácidos esenciales**. Para el ser humano, los aminoácidos esenciales son: *Valina (Val, V)*, *Leucina (Leu, L)*, *Treonina (Thr, T)*, *Lisina (Lys, K)*, *Triptófano (Trp, W)*, *Histidina (His, H)*, *Fenilalanina (Phe, F)*, *Isoleucina (Ile, I)*, *Arginina (Arg, R)* y *Metionina (Met, M)*. Es típica su carencia en poblaciones en que los cereales y los tubérculos constituyen la base de la alimentación.

Los aminoácidos no esenciales

A los aminoácidos que pueden sintetizarse en el propio organismo se los conoce como *no esenciales* y son: *Alanina (Ala, A)*, *Prolina (Pro, P)*, *Glicina (Gly, G)*, *Serina (Ser, S)*, *Cisteína (Cys, C)*, *Asparagina (Asn, N)*, *Glutamina (Gln, Q)*, *Tirosina (Tyr, Y)*, *Ácido aspártico (Asp, D)*, *Ácido glutámico (Glu, E)*, *Hidroxiprolina (Hyp)* e *Hidroxilisina (Hyl)*. Estos dos últimos son originalmente una hidroxilación de la prolina y lisina, respectivamente, carecen de código genético por lo que difieren de los 20 aminoácidos.

Clasificación de los aminoácidos

Los aminoácidos se clasifican en: aminoácidos no polares o hidrofóbicos, aminoácidos polares no cargados, aminoácidos básicos (*catiónicos*) y aminoácidos ácidos (*aniónicos*).

Aminoácidos no polares o hidrofóbicos: poseen en su composición química cadenas laterales hidrofóbicas, no interactúan con el agua, se localizan al interior de la proteína que forman. Entre ellos tenemos: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, prolina, fenilalanina, triptófano, cisteína y metionina.

Aminoácidos polares no cargados: tienen cadenas laterales no cargadas pero polares o hidrofílicas. Forman puentes de hidrógeno con el agua, se colocan en la región externa de la molécula de proteína que forman. Entre ellos tenemos: *serina, treonina, tirosina, hidroxiprolina, asparagina y glutamina*.

Aminoácidos básicos (catiónicos): son aminoácidos con cadenas laterales que poseen grupos básicos cargados, carácter que los hace muy hidrofílicos. Entre ellos se tienen la *lisina, arginina e histidina* siendo los dos primeros los más básicos debido a que sus cadenas laterales siempre están cargadas positivamente. La histidina puede estar sin carga o tener carga positiva a *pH* fisiológico, así que frecuentemente juega un papel muy activo en las reacciones enzimáticas participando en el intercambio de *iones hidrógeno*.

Aminoácidos ácidos (aniónicos): Tienen cadenas laterales ácidas que terminan en grupos carboxilos como el *ácido aspártico* y el *ácido glutámico*. Estos aminoácidos están cargados negativamente en la célula y por tanto siempre se hace referencia a ellos como aspartato o glutamato. Son muy hidrofílicos y se localizan en la superficie de las proteínas.

Cuadro resumen de los aminoácidos:

Aminoácido	Fórmula estructural	Aminoácido	Fórmula estructural	Aminoácido	Fórmula estructural
Leucina (Leu)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Histidina (His)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{N}=\text{NH} \end{array}$	Isoleucina (Ile)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Lisina (Lys)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Fenilalanina (Phe)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Serina (Ser)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Metionina (Met)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$	Cisteína (Cys)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{S}-\text{H} \end{array}$	Treonina (Thr)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Glicina (Gln)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Valina (Val)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Triptófano (Trp)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4-\text{indole} \end{array}$
Arginina (Arg)	$\begin{array}{c} \text{C}\text{=O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{N}=\text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{N} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Glutamina (Gln)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O}=\text{NH}_2 \end{array}$	Alanina (Ala)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Tirosina (Tyr)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \end{array}$	Prolina (Pro)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{H}_2 \end{array}$	Ácido aspártico (Asp)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Asparagina	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O}=\text{NH}_2 \end{array}$	Ácido glutámico (Glu)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O}=\text{OH} \end{array}$	Selenocisteína (Sec)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \backslash \\ \text{CH} \\ / \\ \text{CH}_2-\text{SeH} \\ \backslash \\ \text{COOH} \end{array}$
Pirrolisina (Pyl)	$\begin{array}{c} \text{CH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{H})=\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{H})=\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{H})=\text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$				

Construcción de una proteína: Enlace peptídico

Los aminoácidos se unen mediante enlace peptídico para formar largas cadenas de proteínas. El enlace peptídico es un enlace covalente que se establece entre el *OH* del grupo carboxilo de un aminoácido y el *H* del grupo amino del siguiente aminoácido con la perdida de una molécula de agua, resultando la formación de un dipéptido.

La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido, y si el número es alto, a una proteína, aunque los límites entre ambos no están definidos. Según el número de aminoácidos se les denomina:

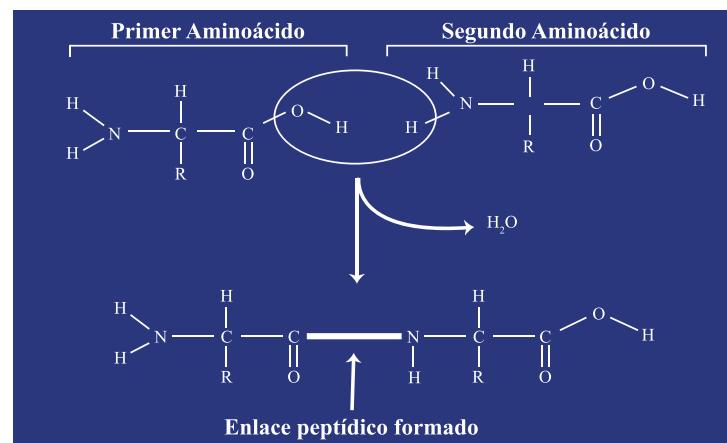
Dipéptido: de dos aminoácidos.

Tripéptido: de tres aminoácidos.

Oligopéptido: de 2 a 10 aminoácidos.

Polipéptido: entre 10 y 100 aminoácidos.

Proteína: más de 50 aminoácidos.



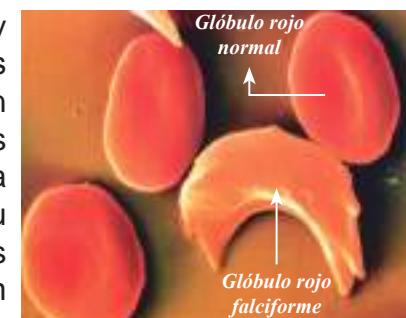
Algunas proteínas están constituidas por más de una cadena polipeptídica, constituyéndose en paquetes de proteínas, como por ejemplo la insulina (constituida por dos cadenas polipeptídicas) y la hemoglobina (por cuatro cadenas polipeptídicas).

Estructura de las proteínas

La estructura tridimensional de una proteína es un factor determinante en su actividad biológica. Tiene un carácter jerarquizado, es decir, implica unos niveles de complejidad creciente que dan lugar a 4 tipos de estructuras: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Cada uno de estos niveles se construye a partir del anterior.

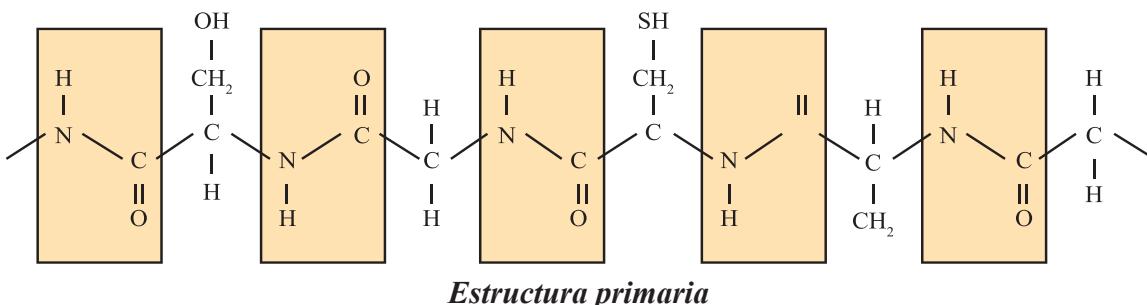
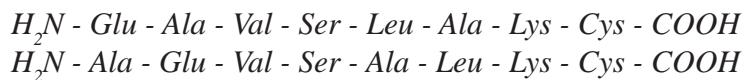
Estructura primaria

La estructura primaria representa la combinación lineal y secuencia específica de los aminoácidos de la proteína, unidos mediante enlace peptídico. Indica qué aminoácidos componen la cadena polipeptídica y el orden en que dichos aminoácidos se encuentran. La estructura primaria determina la estructura tridimensional de las proteínas, la cual a su vez, determina su función biológica. Alteraciones en la estructura primaria de las proteínas pueden producir resultados catastróficos. La función de una proteína depende de la secuencia de sus aminoácidos y de la forma que adopte. Un ejemplo es la anemia falciforme que se caracteriza porque sus glóbulos rojos son en forma de hoz. Las investigaciones han demostrado que la única diferencia entre la hemoglobina normal y la hemoglobina S de los pacientes con anemia falciforme, es que en la hemoglobina S, el aminoácido valina ha reemplazado al ácido glutámico en un sitio específico de la estructura proteínica, permaneciendo igual el resto de la molécula.



La mayoría de las personas, tienen glóbulos rojos normales, estos tienen forma de disco bicónavo flexible, para poder pasar por todo tipo de vaso sanguíneo, sea cual fuere su diámetro y su recorrido, en cambio los glóbulos rojos con anemia falciforme presentan una forma semilunar o forma de hoz, son rígidos, curvos y pueden obstruir vasos sanguíneos, impidiendo que los tejidos corporales reciban el oxígeno que necesitan.

Dos proteínas que presentan la misma composición de aminoácidos pueden tener una estructura primaria muy diferente; por ejemplo, los dos péptidos que se muestran a continuación presentan estructuras primaria diferentes, ya que difieren en la secuencia de los aminoácidos.



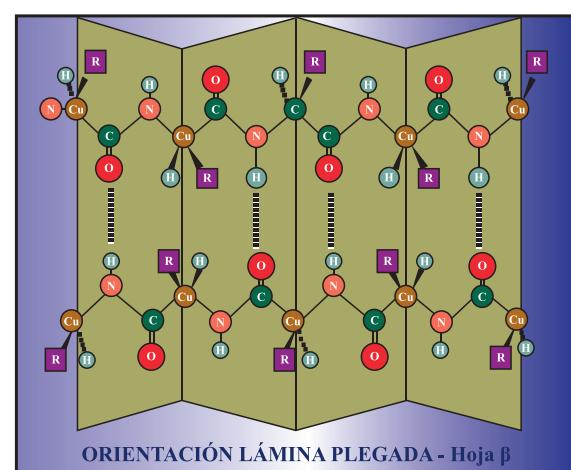
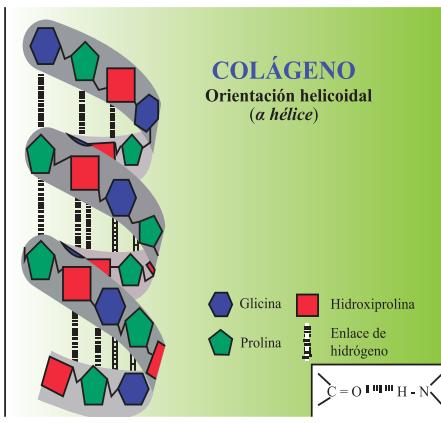
Estructura secundaria

Existen dos tipos de estructura secundaria: la orientación helicoidal o alfa hélice y la conformación beta o laminar.

La estructura secundaria más común es la *hélice-α* (*alfa*), la cual se caracteriza por formar una estructura geométrica en espiral, muy uniforme, en la que cada vuelta está constituida por 3,6 aminoácidos porque 18 aminoácidos forman 5 vueltas.

La *hélice* se mantiene mediante puentes de hidrógeno entre el hidrógeno del grupo amino del enlace peptídico de un aminoácido y el grupo carboxilo del enlace peptídico de otro. Dentro de este grupo se pueden mencionar proteínas como el colágeno, la queratina y la elastina.

Otro tipo común de estructura secundaria es la hoja plegada *beta* (*β*), que se caracteriza por presentarse de forma aplanada y extendida, además posee un máximo de enlaces de hidrógeno entre los enlaces peptídicos. Esta estructura consta de varias cadenas peptídicas que permanecen enfrentadas y se mantienen juntas con enlaces de hidrógeno que se dan entre los grupos carbonilos y los aminos cercanos de las cadenas paralelas enfrentadas que pueden correr en la misma dirección (paralelas), o en dirección opuesta (antiparalela). La estructura laminar formada le confiere flexibilidad mas no

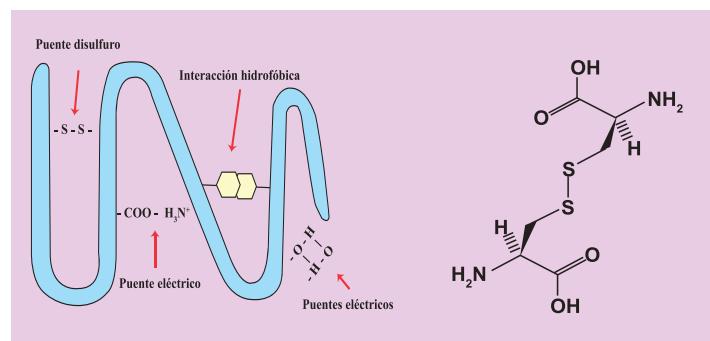


elasticidad. Debido a que todas las cadenas polipeptídicas tienen en un extremo un grupo carbonilo ($C = O$) en una dirección y en el otro extremo un grupo amino (- NH -) de los carbonos involucrados en los enlaces peptídicos de aminoácidos cercanos en la cadena. Un ejemplo de estas proteínas es la fibroína de la seda.

Estructura terciaria

La estructura terciaria representa la disposición espacial de la molécula de proteína al plegarse sobre sí misma originando una conformación globular. Esta estructura se caracteriza por presentar un mayor enrollamiento que la estructura secundaria, al formar enlaces o puentes covalentes y no covalentes.

- Los enlaces **covalentes** pueden deberse a: (1) La formación de un **punte disulfuro** entre dos cadenas laterales de Cisteína (*Cys*), o a (2) La formación de un **enlace amida** (- $CO-NH$ -) entre las cadenas laterales de la lisina (*Lys*) y un aminoácido (AA) **dicarboxílico** glutamina (*Glu*) o asparagina (*Asp*).
- Los enlaces **no covalentes** pueden ser de cuatro tipos: (1) **fuerzas electrostáticas** entre cadenas laterales ionizadas, con cargas de signo opuesto, (2) **puentes de hidrógeno**, entre las cadenas laterales de AA polares (3) **interacciones hidrofóbicas** entre cadenas laterales apolares y (4) **fuerzas de polaridad** debidas a interacciones dipolo - dipolo.



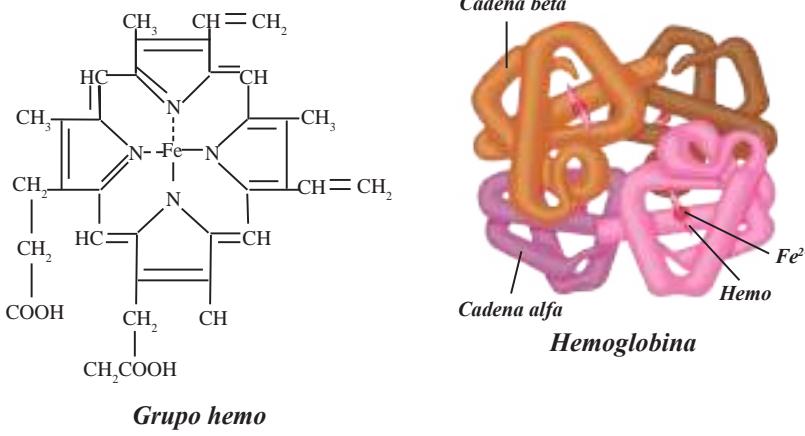
Estructura terciaria

Desde el punto de vista funcional, esta estructura es la más importante pues, al alcanzarla es cuando la mayoría de las proteínas adquieren su actividad biológica o función. Se distinguen dos tipos de estructura terciaria:

- a) Proteínas con estructura terciaria de tipo fibroso. Ejemplo: el colágeno, queratina del cabello, plumas, uñas, cuernos y fibroína de la seda.
- b) Proteínas con estructura terciaria de tipo globular, su forma es aproximadamente esférica. En este tipo se suceden regiones con estructuras al azar, hélice α , hoja β , acomodamientos y estructuras supersecundarias, ejemplo la mioglobina.

Estructura cuaternaria

En esta estructura ocurre la unión mediante enlaces débiles (no covalentes) de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, para formar un paquete de proteínas. Un ejemplo es la insulina (constituida por dos cadenas polipeptídicas) y otro es la hemoglobina A, llamada hemoglobina del adulto, que está compuesta de cuatro cadenas polipeptídicas (dos cadenas alfa y dos beta) unidas por medio de interacciones covalentes. A cada cadena se une un grupo hemo.



El grupo hemo contiene *hierro* y un *anillo de porfirina*; el que corresponde a un *tetrapirrol cíclico*, que está compuesto por *4 anillos de pirrol* unidos por enlaces *meteno* o *metileno* (= CH -), en el centro de este anillo se encuentra el átomo de hierro.

Clasificación de las proteínas de acuerdo con su composición química

Las proteínas se han clasificado de acuerdo con diversos criterios. Algunas clasificaciones se basan en la forma de las proteínas, otras por su valor nutricional o por su composición química, esta última es la que trataremos.

Las proteínas se clasifican en: holoproteínas o proteínas simples, heteroproteínas o proteínas complejas y proteínas derivadas.

Holoproteínas o proteínas simples: son aquéllas que por hidrólisis sólo producen aminoácidos. Se subdividen en siete grupos: *albúminas*, *globulinas*, *prolaminas*, *glutelinas*, *histonas*, *protaminas* y *proteínas fibrosas*.

- **Albúminas:** son solubles en agua, tienen un carácter ligeramente ácido, de origen animal o vegetal. *Ejemplo:* ovoalbúmina presente en la clara del huevo.
- **Globulina:** se encuentra generalmente combinada con la hemina formando la hemoglobina.
- **Prolaminas:** éstas son las proteínas encontradas principalmente en las semillas, su propiedad es de viscosidad y se puede observar en el maíz y en la avena hervida. Son fuentes elevadas de proteínas de origen vegetal, aunque el cuerpo humano requiere de mucho trabajo para procesarlas. Insolubles en agua pero solubles en soluciones salinas y alcohol del 70 - 80%. Ejemplos, la gliadina de trigo, la cebada y zeína de maíz que representa la principal proteína de reserva en el grano de maíz.
- **Glutelinas:** son proteínas, pertenecientes a la categoría de esferoproteínas (dada la forma esférica de la molécula), y se encuentran mayoritariamente en los cereales (trigo, avena, centeno, cebada).

- **Histona:** son solubles en agua y de marcado carácter básico debido a su alto contenido de aminoácidos básicos como la *histidina* y la *arginina*. Son exclusivamente de origen animal. Entre las más importantes se destaca la *histona del timo*, presente en dicha glándula.

Protaminas: son proteínas poco solubles en agua, de bajo peso molecular con un alto contenido del aminoácido arginina en su estructura y su solubilidad se encuentra en mayor medida en solventes de mayor fuerza y se pueden encontrar en algunos cereales como el trigo y la cebada.

Las proteínas fibrosas son generalmente proteínas estáticas, cuya función principal es proporcionar soporte mecánico a las células y a los organismos, suelen ser insolubles y están formadas por una unidad repetitiva simple que se ensambla para formar fibras. Entre las proteínas fibrosas podemos mencionar la alfa-queratina, componente principal del pelo y las uñas; el colágeno, presente en la piel, los tendones, huesos y dientes.

Heteroproteínas o proteínas complejas o proteínas conjugadas: son aquellas proteínas que al hidrolizarse producen aminoácidos y otras sustancias de carácter no proteicos denominados **grupos prostéticos**, es decir el componente no aminoacídico que forma parte de la estructura de algunas proteínas y que se halla fuertemente unido al resto de la molécula; en dependencia de éstos, se subdividen en: *nucleoproteínas*, *fosfoproteínas*, *glucoproteínas*, *lipoproteínas* y *metaloproteínas*.

- **Nucleoproteínas:** el grupo prostético es un ácido nucléico, son desde el punto de vista biológico, las más importantes de todas las heteroproteínas ya que se encuentran formando parte de los cromosomas de todas las células eucariotas.
- **Glucoproteínas:** El grupo prostético es un glúcido. Tienen un importante papel biológico, intervienen como sustancias lubricantes de los tendones, pliegan las fibras de colágeno y ejercen una función defensiva contra las infecciones.
- **Fosfoproteínas:** su grupo prostético es el *ácido ortofosfórico*. Ejemplos de fosfoproteínas son la *vitelina*, presente en la yema de huevo, y la *caseína*, abundante en la leche y proteína principal del queso.
- **Lipoproteínas:** su grupo prostético es un lípido. Aparecen en las paredes bacterianas y en el plasma sanguíneo, donde sirven como transportadores de grasas y colesterol.
- **Cromoproteínas o metaloproteínas:** tienen como grupo prostético una molécula compleja que posee dobles enlaces conjugados, presentan coloración debido a la presencia de metales: ejemplo: *hemoglobina*, *porfirina*, *hemocianina*, *citocromos* y otros, pertenecen a este grupo.

Proteínas derivadas: no son proteínas propiamente dichas, proceden de la desnaturalización o degradación de proteínas en diversas etapas del metabolismo de las proteínas, ejemplo: proteosas, peptonas y péptidos.

Desnaturalización de las proteínas:

La desnaturalización de las proteínas implica modificaciones en la estructura de la proteína debido a la ruptura de los enlaces disulfuro y los puentes de hidrógeno dando como resultado una alteración o desaparición de sus funciones como: viscosidad, velocidad de difusión y la facilidad con que se cristalizan.

Este fenómeno puede producirse por una diversidad de factores, ya sean físicos como el calor, las radiaciones ultravioleta, las altas presiones; o químicos como cambios de *pH*, acción de las enzimas y sustancias con actividad detergente.

Si el cambio no ha sido muy drástico se puede producir la renaturalización, que es el proceso mediante el cual la proteína desnaturalizada recupera su estructura nativa.

La reversibilidad de la desnaturalización, depende de qué tan fuertes sean los agentes que desnaturalizaron la proteína y del grado de ruptura generado en los enlaces.

Compruebe sus conocimientos

 En su cuaderno de trabajo realice un dibujo representando las diferentes estructuras de las proteínas y compare semejanzas y diferencias entre ellas.

Elabore un cuadro donde se visualicen las diferencias de las proteínas simples y complejas, describa y ponga ejemplos de cada una de estas proteínas.

 ¿Cómo actúan los principales agentes desnaturalizantes de las proteínas? ¿En qué se diferencia la desnaturalización de la renaturalización de una proteína?

Funciones de las proteínas

Reflexione

 ¿En la dieta de los nicaragüenses ¿cuáles son los alimentos que les proporcionan proteínas? Señale ¿qué papel desempeñan en nuestra salud nutricional? ¿Conoce problemas nutricionales de niños por deficiencias o sobrealimentación proteica?

Funciones de las proteínas: Las proteínas dirigen casi todos los procesos vitales. Sus funciones son **variadas** y bien diferenciadas gracias a su gran heterogeneidad estructural. Sus principales funciones son estructural, reguladora, inmunológica, transporte y catalizadora.

Función estructural: muchas proteínas forman estructuras celulares, como: las membranas plasmáticas, las fibras contráctiles (*actina* y *miosina*) los orgánulos vibrátiles (*dineína*), la sustancia intercelular que constituyen al pelo y uñas (*queratina*) y el colágeno que brinda apoyo a los ligamentos, tendones y piel. Son esenciales para el crecimiento.



Función reguladora: una de las más comunes es la **función reguladora** que tiene el nutriente proteína, ya que a partir de ella el organismo segregá algunas sustancias que se encargan de regular el funcionamiento del cuerpo, como la *insulina* (*regula la glucosa en la sangre*), la *adrenalina*, las *endorfinas*, la *serotonina*. Si no damos al organismo la dosis de proteínas adecuada, apenas podremos separar estas sustancias reguladoras.

La somatotropina (*hormona del crecimiento*), implicada en la regulación de muchos procesos. Las enzimas, algunas hormonas, fluidos y secreciones corporales, actúan como reguladores al transportar algunas vitaminas y minerales, por ejemplo, las lipoproteínas transportan la grasa.

Muchas proteínas se unen al ADN, controlando de esta forma la transcripción génica. El organismo se asegura de esta forma tener las proteínas necesarias para desempeñar sus funciones. Proteínas como la ciclina son responsables de regular las distintas fases del ciclo celular. Las hormonas son un tipo de proteínas las cuales ayudan a que exista un equilibrio entre las funciones que realiza el cuerpo.

Función inmunitaria: los anticuerpos son proteínas de defensa natural del organismo contra infecciones ante la entrada de determinados antígenos, o agentes extraños al organismo; por ejemplo: cuando una persona se vacuna contra el sarampión, se le administra una sustancia (*antígeno*) que es el virus vivo atenuado que estimula al organismo en la formación de anticuerpos que lo defienden y luchan contra el virus del sarampión, quedando la persona inmunizada.

Función de transporte: en el interior de nuestro organismo existen proteínas que funcionan transportando sustancias dentro o fuera de las células o en todo el organismo, como la hemoglobina, que transporta el oxígeno en el interior de los glóbulos rojos a los diferentes tejidos.

Las proteínas transportadoras de las membranas celulares, permiten a las sustancias entrar y salir de la célula.

Función catalizadora: la función de las enzimas es servir como catalizador para la mayoría de procesos bioquímicos del organismo.

*sabes
que...*

Consumo de proteínas

Las proteínas desempeñan un gran número de funciones en las células de todos los seres vivos. La calidad biológica de una proteína será mayor cuanto más similar sea su composición a la de las proteínas de nuestro cuerpo. De hecho, la leche materna es el patrón con el que se compara el valor biológico de las demás proteínas de la dieta.

Las de origen vegetal, como la de la soya o soja, que a pesar de tener menor valor biológico que otras proteínas de origen animal, su aporte proteico neto es mayor por asimilarla mucho mejor el sistema digestivo humano.

Los requerimientos proteicos diarios para un adulto se sitúan entre *0,8 -1 gramo* por cada *kilo* de peso y para un niño entre *7 y 10 años* de *28 o 30 gramos* diarios. En el caso de una persona de *65 kilos*, el consumo recomendado sería entre *52 y 65 gramos*, (a mayor peso, mayores requerimientos).

En Nicaragua es evidente la carencia de proteínas, en un tipo de desnutrición proteica que constituye un factor de riesgo en la sobrevivencia de los niños menores de *5 años*. Casualmente en los barrios y comunidades rurales acostumbran darles a las niñas y niños menores de *5 años* atoles, refrescos de masa, puré de plátanos y tubérculos los cuales carecen de proteinas. El niño es aparentemente gordito, pero cuando vienen las diarreas por infecciones intestinales, debido a la carencia de proteínas su organismo no puede enfrentar la infección ni la deshidratación ocasionándoles la muerte.

Los requerimientos de este nutriente varían en determinadas situaciones de la vida, ejemplo: durante la lactancia las mujeres necesitan cantidades adicionales de proteínas debido a la producción de leche. También aumentan las necesidades cuando se acaba de pasar una enfermedad o una lesión grave.

Las enfermedades o problemas ocasionados por el exceso de proteínas pueden ser: el cansancio, cefaleas, dificultad en la absorción del calcio, enfermedades cardiovasculares por el colesterol elevado, obesidad, sobrecarga para el hígado y los riñones en la eliminación de sustancias de deshecho como son el amoníaco, la urea o el ácido úrico, los cálculos de riñón.

Las enzimas: control bioquímico de las proteínas

Todas las enzimas son proteínas. Las reacciones químicas en los seres vivos son catalizadas por enzimas, las que permiten que ocurran en el tiempo necesario para mantener la vida. Se sintetizan dentro de las células vivas de animales, vegetales y microorganismos. Pueden actuar en el interior de la célula donde se han formado, o a nivel extracelular.

Especificidad de acción

Las enzimas manifiestan en virtud de su composición química y la disposición espacial de sus moléculas, una **alta especificad**, cada enzima actúa sólo con un tipo de sustrato involucrado en la reacción. Esto se debe a que cada una de ellas presenta **configuraciones determinadas** y consecuentemente, sólo pueden asociarse a un determinado tipo de moléculas o sustratos en una forma específica.

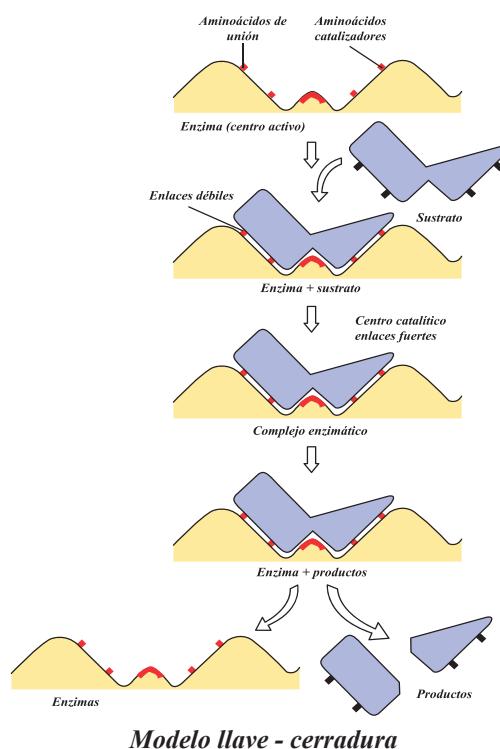
La forma, la carga y las características hidrofílicas/hidrofóbicas de las enzimas y los sustratos son los responsables de dicha especificidad y está determinada por su centro activo, el que se define como el centro catalítico receptor, que es el que permite su asociación al sustrato.

Mecanismo de acción: Modelo “llave - cerradura”

Uno de los modelos más aceptados para explicar el mecanismo de acción de las enzimas, es el de “**llave - cerradura**”.

Este modelo, propuesto por Emil Fisher, establece que durante las reacciones enzimáticas o catalítica.

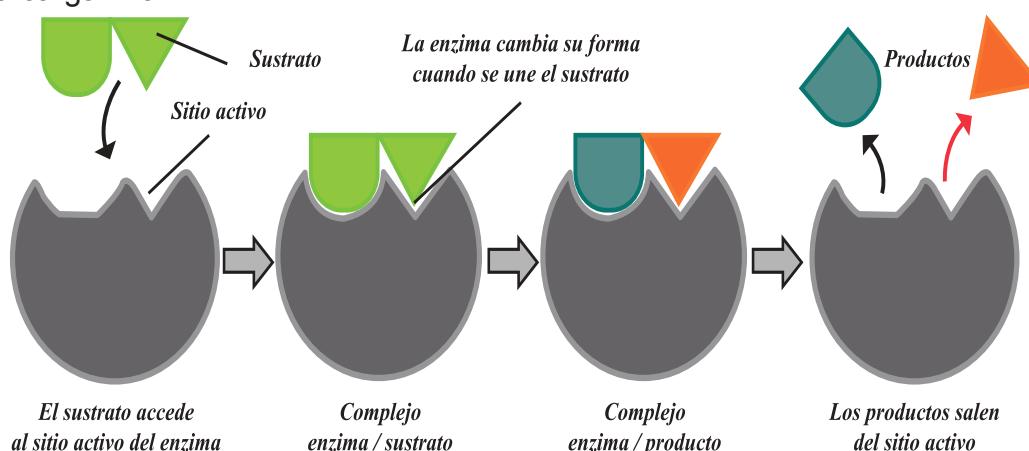
- La enzima actúa sobre el **sustrato**.
- El sustrato se une a una región concreta del enzima, formándose el complejo enzima - sustrato (ES), que se acopla exactamente como una llave a la cerradura, por medio de un **centro activo**. El centro activo comprende (1) un sitio de unión formado por los aminoácidos que están en contacto directo con el sustrato y (2) un sitio catalítico, formado por los aminoácidos directamente implicados en el mecanismo de la reacción.
- Una vez la enzima ha realizado su acción se forman los **productos o sustancias resultantes** la enzima resulta inalterada y puede iniciar un nuevo ciclo de reacción.



Modelo llave - cerradura

Modelo de encaje inducido

En 1958, Daniel Koshland sugiere una modificación al modelo de la llave - cerradura: las enzimas son estructuras bastante flexibles y así el sitio activo podría cambiar su conformación estructural por la interacción con el sustrato. Como resultado de ello, la cadena aminoacídica que compone el sitio activo es moldeada en posiciones precisas, lo que permite a la enzima llevar a cabo su función catalítica. En algunos casos, como en las glicosidasas, el sustrato cambia ligeramente de forma para entrar en el sitio activo. El sitio activo continúa dicho cambio hasta que el sustrato está completamente unido, momento en el cual queda determinada la forma y la carga final.



Nomenclatura y clasificación de las enzimas

Inicialmente se designaba a los enzimas añadiendo el sufijo –asa al nombre del sustrato, o bien a una palabra que describe su actividad. Por ejemplo la ureasa cataliza la hidrólisis de la urea para rendir CO_2 y agua, la arginasa cataliza la hidrólisis del aminoácido arginina y la DNA polimerasa cataliza la síntesis del DNA. Sin embargo, a medida que el número de enzimas conocidos iba aumentando, este tipo de nomenclatura comenzó a revelarse poco operativo y en ocasiones ambiguo, por lo que se ha adoptado una clasificación sistemática elaborada por una Comisión Internacional de Enzimas reunida para tal efecto. El nuevo sistema divide a los enzimas en seis clases principales, cada una de las cuales se divide a su vez en subclases y éstas en sub-subclases atendiendo al tipo de reacción catalizada. Cada enzima es designada de tres modos: 1) un nombre recomendado, generalmente corto y apropiado para su uso habitual como celulasa, pectinasa, bromelina, pepsina, renina, catalasa, entre otros; 2) un nombre sistemático que identifica la reacción que cataliza, ejemplo glucosa fosfato isomerasa, lactasa y 3)un número de clasificación, que se emplea cuando se precisa una identificación inequívoca del enzima. Veamos como ejemplo el del enzima que cataliza la siguiente reacción.



Nombre recomendado: **CREATIN-KINASA**

Nombre sistemático: **ATP: CREATIN FOSFOTRANSFERASA**

Número de clasificación: **EC 2.7.3.2**

En el número de clasificación EC es la abreviatura de Comisión de Enzimas; el primer dígito (2) indica la clase a la que pertenece el enzima, en este caso la clase transferasas (ver tabla); el segundo dígito (7) corresponde a fosfotransferasas, indica la subclase, un cambio más específico en la transformación del sustrato, como el grupo funcional que se oxida o se reduce, el grupo funcional que se transfiere, el grupo funcional que se transforma y el enlace que se forma o se destruye.

El tercer dígito (3) indica la sub-subclase, corresponde a fosfotransferasas con grupo nitrogenado como acceptor; refiere mayor especificidad de los cambios químicos señalados por el segundo número, como por ejemplo detallar sobre cuáles átomos se realizan las oxidaciones o las reducciones, o cuáles grupos reciben a los que se transfieren, o cuáles grupos de átomos se eliminan o desprenden, o cuales enlaces se forman o se rompen. El cuarto dígito (2), este último número corresponde a la identificación precisa de las sustancias sobre las cuales actúa la enzima, y normalmente indica el orden en el que cada enzima se va agregando a la lista.

Clasificación internacional de las enzimas con base en el tipo de reacción implicada:

Tipo de enzimas	Actividad
Clase 1 Oxidorreductasas	Catalizan reacciones de óxido - reducción. Facilitan la transferencia de electrones de una molécula a otra . Ejemplo; el NAD+ dinucleótido de nicotinamida en su forma oxidada sustrae un electrón pasando a forma reducida.
Clase 2 Transferasas	Catalizan la transferencia de un grupo de una sustancia a otra . Ejemplo: la transmetilasa es una enzima que cataliza la transferencia de un grupo metilo de una molécula a otra.

Clase 3 Hidrolasas	Catalizan reacciones de hidrólisis . Rompen las biomoléculas con moléculas de agua. A este tipo pertenecen las enzimas digestivas.
Clase 4 Liasas	Catalizan las reacciones de adición de enlaces o eliminación , para producir dobles enlaces.
Clase 5 Isomerasas	Catalizan las reacciones de isomerización, en las cuales un isómero se transforma en otro .
Clase 6 Ligadas	Catalizan la unión de moléculas.

La **apoenzima** es la parte proteica de una holoenzima, es decir, una enzima que no puede llevar a cabo su acción catalítica desprovista de los cofactores necesarios, ya sean iones metálicos como *Fe*, *Cu*, *Mg* y otros; u orgánicos, que a su vez puede ser una coenzima o un grupo prostético, dependiendo de la fuerza de sus enlaces con la apoenzima. La apoenzima, es por tanto, catalíticamente inactiva, hasta que se le une el cofactor adecuado.

Compruebe sus conocimientos



¿Qué funciones específicas desempeñan las enzimas en el organismo? ¿Cómo actúan las enzimas sobre los enlaces peptídicos de las proteínas? ¿Qué es un grupo prostético? ¿Qué función tienen las Coenzimas y los Cofactores? ¿En qué consiste la especificidad de acción de una enzima? ¿Cuáles son las diferencias entre el modelo de mecanismo de acción "llave y cerradura" y el de "encaje inducido"?

Las vitaminas



¿Ha escuchado usted para qué se utilizan las vitaminas? ¿Cómo se pueden obtener?

En 1912 el bioquímico inglés F. Hopkins descubrió que las ratas sometidas a una dieta de productos “purificados”, conteniendo todas las sustancias consideradas hasta ese momento necesarias para la nutrición, detenían su proceso de crecimiento, que se volvía a iniciar cuando a las ratas se les suministraba a diario una pequeña cantidad de leche fresca.

Las vitaminas: esta palabra proviene del latín *vita* (vida) y de *amina* (necesaria para la vida), estas son sustancias orgánicas imprescindibles en los procesos metabólicos que tienen lugar en la nutrición de los seres vivos.



Fuente de vitaminas

Las vitaminas tienen función catalítica y por tanto se requieren en pequeñas cantidades ya que se regeneran cuando finaliza la acción en la que intervienen, pero son imprescindibles para un correcto desarrollo, crecimiento y reproducción. Todas las vitaminas son sustancias que se alteran con facilidad y no resisten los cambios de temperatura y los almacenamientos prolongados. Se oxidan con facilidad.

Las provitaminas: son aquellas sustancias que están presente en ciertos alimentos y pueden convertirse en vitaminas dentro de nuestro organismo. La más importante es el *Beta - Caroteno*



que se convierte en vitamina A, se encuentra en la zanahoria, por esto se recomienda la ingesta de comida rica en carotenos, en algunos casos ayuda a los problemas de visión (ceguera nocturna) que pueden ser tratados con vitamina A.

La provitamina D3, presente en la piel, se convierte en vitamina D en presencia de la luz solar y la Provitamina B5 que en la piel y el cabello se transforma en ácido pantoténico.

Cuando la cantidad de alguna vitamina es insuficiente en la dieta, aparece una enfermedad por carencia, conocida como **avitaminosis**, la presencia en bajas concentraciones se llama **hipovitaminosis** y el exceso de alguna de ellas provoca la **hipervitaminosis**, lo que puede ocasionar alteraciones metabólicas, sobre todo las liposolubles que se acumulan en la grasa y el hígado, en cambio las hidrosolubles se eliminan en la orina.

Las vitaminas K, B1, B12 y ácido fólico, se forman en pequeñas cantidades en la flora intestinal, el resto se obtiene a través de los alimentos. Se utilizan en tratamiento de neuralgias, síndrome doloroso, anemias, en manifestaciones de fatiga física y mental, en fases de convalecencia, como analgésico y neurorregenerador entre otros.

El ácido fólico: es una vitamina hidrosoluble del complejo de vitaminas B, necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina. Si la mujer tiene suficiente ácido fólico en el cuerpo antes de quedar embarazada, esta vitamina puede prevenir deformaciones en la placenta y posible aborto o bien defectos de nacimiento en el cerebro y la columna vertebral (espina bífida) del bebé. El ácido fólico se les brinda a las mujeres embarazadas en los Centros y Puestos de Salud, como parte del control prenatal, que lleva a cabo el Ministerio de Salud (MINSA) en Nicaragua. El ácido fólico, es una vitamina que se encuentra en algunos alimentos enriquecidos y en forma sintética.

Clasificación de las vitaminas: las vitaminas se clasifican en **vitaminas liposolubles y vitaminas hidrosolubles**

Vitaminas liposolubles: son las vitaminas A, D, E y K, se consumen en alimentos que contienen grasa. Se almacenan en el hígado y en los tejidos grasos. Si se consumen en exceso (más de 10 veces las cantidades recomendadas) pueden resultar tóxicas.

Se les denomina: Vitamina A (*Retinol*), Vitamina D (*Calciferol*), Vitamina E (*Tocoferol*) y Vitamina K (*Antihemorrágica*). La función principal de la vitamina A es la de intervenir en la visión, además evita la xeroftalmia que puede derivar en ceguera; interviene en la formación y mantenimiento de la piel, membranas mucosas, dientes y huesos. También participa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales y suprarrenales.

El exceso de esta vitamina produce interferencia en el crecimiento, trastornos como alteraciones óseas, trastornos en la menstruación y además, puede perjudicar los glóbulos rojos de la sangre.

Principales fuentes de vitamina A: Aceite de hígado de pescado, yema de huevo, aceite de soya, mantequilla, zanahoria, brocoli, ayote, melón, aceite de palma, espinaca, hígado, perejil, leche, queso, tomate y lechuga.

Vitaminas hidrosolubles: son aquéllas que se disuelven en agua. Se trata de coenzimas o precursores de coenzimas, necesarias para muchas reacciones químicas del metabolismo.

Muchos alimentos ricos en este tipo de vitaminas no nos aportan al final de prepararlos la misma cantidad que contenían inicialmente. Para recuperar parte de estas vitaminas (algunas se destruyen con el calor), se puede aprovechar el agua de cocción de las verduras para caldos o sopas.

No se almacenan en el organismo por lo que deben aportarse regularmente y sólo puede prescindirse de ellas durante algunos días. El exceso de vitaminas hidrosolubles se excreta por la orina, por lo que no tienen efecto tóxico por elevada que sea su ingesta, aunque se podrían sufrir anormalidades en el riñón por no poder evacuar la totalidad de líquido.

Vitaminas hidrosolubles son las siguientes:

La vitamina C: sirve para evitar el envejecimiento prematuro (protege el tejido conectivo de los vasos sanguíneos). Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales. Es antioxidante y evita las enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer y enfermedad de Alzheimer.

Las principales fuentes de vitamina C son hortalizas, verduras, cereales, carnes frutas y cítricos.

Desde los descubrimientos de Linus Pauling se aseveraba que la vitamina C reforzaba el sistema inmune y prevenía la gripe, pero investigaciones realizadas en 1990 parecen refutar esta teoría y en todo caso, han demostrado que el consumo en exceso (a diferencia de lo preconizado por Pauling y sus seguidores) de suplementos de vitamina C son poco recomendables, porque, entre otras cosas, un consumo excesivo puede provocar alteraciones gastrointestinales. Evita las enfermedades cardíacas. Tiene un papel fundamental en la formación de colágeno. Previene el escorbuto, polio y hepatitis. Disminuye la incidencia de coágulos en las venas. Ayuda en los movimientos articulares y acelera el proceso de curación de heridas, lesiones y quemaduras.

Complejo de las vitaminas B

Vitamina B1: tiamina, antiberibérica, la tiamina interviene en varios procesos de nuestro metabolismo ya que las enzimas se requieren para la transformación de los alimentos en energía. En la absorción de glucosa por parte del sistema nervioso, como consecuencia de su deficiencia, se pueden presentar síntomas como la falta de coordinación y hormigueo en extremidades. Todo ello causado por la degradación de las fibras nerviosas. Esta vitamina es esencial para que el cerebro pueda absorber la glucosa de manera adecuada. Si así no sucede, pueden aparecer problemas depresivos, cansancio, poca habilidad mental y otros.

El buen estado del sentido de la vista, también depende de la tiamina, para funcionar óptimamente y así no padecer enfermedades como glaucoma (donde se han detectado niveles muy bajos de esta vitamina).

Vitamina B2 o riboflavina: interviene en el funcionamiento normal del sistema nervioso, del metabolismo productor de energía y del metabolismo del hierro en el organismo.



Mantiene normales la piel, las membranas mucosas y los glóbulos rojos.

Ayuda en la conservación de una visión normal.

Protege los constituyentes de las células frente a los daños oxidativos y reduce el cansancio y la fatiga.

Vitamina B3: niacina, ácido nicotínico, vitamina PP, antipelagrosa. Evita la pelagra, enfermedad que se caracteriza por la aparición de manchas en la piel, perturbaciones digestivas y nerviosas.

Vitamina B5: ácido pantoténico, ayuda al cuerpo a convertir alimentos en glucosa, descomponer grasas y proteínas para generar energías. Forma glóbulos rojos y hormonas sexuales.

Vitamina B6: es esencial para que funcionen bien las enzimas, influyen en el sistema inmunitario, en el desarrollo del cerebro durante el embarazo y la infancia. Necesaria para que el cuerpo fabrique adecuadamente anticuerpos y eritrocitos y para la absorción de la vitamina B12 y del magnesio.

Vitamina B8, biotina o vitamina H, es necesaria para el funcionamiento de la piel y sus órganos como las glándulas sebáceas, el pelo y glándulas sudoríparas. Es importante para el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas.

Vitamina B9: más comúnmente conocida como folato o ácido fólico, es esencial para el crecimiento y desarrollo humano, para el funcionamiento de los nervios y del cerebro, puede ayudar a reducir los niveles sanguíneos del aminoácido homocisteína, sus niveles elevados se han relacionado con un mayor riesgo de enfermedad cardíaca y accidente cerebrovascular. El ácido fólico también puede ayudar a proteger contra el cáncer de pulmón, colon y de cuello uterino y a evitar la pérdida de memoria asociada con el envejecimiento.

Las mujeres embarazadas tienen una mayor necesidad de ácido fólico ya que ayuda al crecimiento de la placenta y del feto; ayuda a prevenir varios tipos de defectos de nacimiento, especialmente los del cerebro y la columna vertebral. Las mujeres embarazadas y las que están en edad fértil deben tener especial cuidado en consumir suficiente ácido fólico.

Vitamina B12: al igual que las otras vitaminas del complejo B, es importante para el metabolismo, ayuda a la formación de glóbulos rojos en la sangre y al mantenimiento del sistema nervioso central.

Fuentes del complejo B

Se pueden encontrar en los siguientes alimentos: germen de trigo, alubias, levadura de cerveza, hígado, carne de cerdo, de res y de pollo, riñones, pan integral, pescado, leche y sus derivados como quesos y yogurt, setas, huevos, cereales y verduras cocidas, berros, espinacas, zanahorias, frutas, pepinos y hojas verdes.

Las hormonas

Las hormonas son sustancias segregadas por células especializadas, localizadas en glándulas de secreción interna o glándulas endocrinas (carentes de conductos), o también por células epiteliales e intersticiales con el fin de incidir en la función de otras células.

Son transportadas por vía sanguínea o por el espacio intersticial, solas (biodisponibles) o asociadas a ciertas proteínas y hacen su efecto en determinados órganos o tejidos. Ejemplo la insulina, secretada por el páncreas regula el metabolismo de la glucosa en la sangre. Existen hormonas naturales y hormonas sintéticas. Unas y otras se emplean como medicamentos en ciertos trastornos, por lo general, aunque no únicamente, cuando es necesario compensar su falta o aumentar sus niveles si son menores de lo normal.

Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, que incluye también a los neurotransmisores. A veces es difícil clasificar a un mensajero químico como hormona o neurotransmisor.

Todos los organismos multicelulares producen hormonas, incluyendo las plantas (fitohormona). Las hormonas más estudiadas en animales y humanos son las producidas por las glándulas endocrinas.

La especialidad médica que se encarga del estudio de las enfermedades relacionadas con las hormonas es la Endocrinología.

Tipos de hormonas

Según su naturaleza química, se reconocen dos grandes tipos de hormonas:

- **Hormonas peptídicas:** Son derivados de aminoácidos (como las hormonas tiroideas), o bien oligopéptidos (como la vasopresina) o polipéptidos (como la hormona del crecimiento). En general, este tipo de hormonas no pueden atravesar la membrana plasmática de la célula diana, por lo cual los receptores para estas hormonas se hallan en la superficie celular. Las hormonas tiroideas son una excepción, ya que se unen a receptores específicos que se hallan en el núcleo.
- **Hormonas lipídicas:** Son esteroides (como la testosterona) dado su carácter lipófilo, atraviesan sin problemas la bicapa lipídica de las membranas celulares y sus receptores específicos se hallan en el interior de la célula diana.

Compruebe sus conocimientos

Apoyado en su libro de Biología. Conteste y organice según el caso las respuestas en un cuadro o matriz:



¿Cómo se clasifican las vitaminas? ¿Por qué las coenzimas actúan como portadores transitorios de las diversas reacciones químicas?



En equipo, elabore un mapa conceptual sobre las vitaminas y responda las preguntas siguientes:



¿Qué funciones desempeñan las vitaminas en el organismo? ¿Por qué deben incluirse en la dieta diaria?



Elabore un cuadro en el que organice nombre, función y fuente de las vitaminas.



¿Conoces que son las hormonas y para qué sirven? ¿Haga un listado de 6 hormonas, clasifíquelas, diga donde se producen y qué función realizan y si ésta se altera qué problemas puede ocasionar?

Descubrimiento de la clave de la vida

Un buen número de científicos se dedicaron a estudiar la naturaleza química del material hereditario y los resultados obtenidos permitieron esclarecer la composición química y los procesos de regulación y expresión de los genes.

1869: Freidrich Miescher médico suizo, descubridor de los ácidos nucléicos aisló por vez primera el ADN mientras realizaba experimentos acerca de la composición química de la pus de vendas quirúrgicas desechadas, notó un precipitado de una sustancia desconocida que caracterizó químicamente más tarde, lo llamó “nucleína”, debido a que lo había extraído a partir de núcleos celulares. A partir de esto se necesitaron casi 70 años de investigación para poder identificar los componentes y la estructura de los ácidos nucleicos.



Freidrich Miescher

1928: Frederick Griffith descubre el fenómeno de la transformación bacteriana y postula la hipótesis del “principio transformador”. Consiguió transformar una estirpe no encapsulada y no virulenta de la bacteria Pneumococcus en otra encapsulada y virulenta, añadiéndole a la primera un extracto de células muertas, el siguiente paso fue determinar qué componentes de las células muertas eran el principio transformador, ya que estaban confiriéndole propiedades hereditarias a la estirpe reciente.

1944: Oswald Theodore Avery fue uno de los primeros biólogos moleculares y un pionero en el campo de la inmunooquímica, conocido por su descubrimiento de que el ADN (ácido desoxirribonucleico) era la molécula portadora de la información genética.



Oswald Theodore Avery

1950: Erwin Chargaff: para el año 1950, prevalecía la idea de que el ADN era una molécula demasiado simple como para ser considerada portadora de la información genética. Esta idea fue desechada por el científico checo Erwin Chargaff del Instituto Rockefeller, quien analizó en detalle la composición de bases del ADN extraído de diferentes organismos. Llegó a la sorprendente conclusión de que las cuatro bases nitrogenadas no se encontraban en proporciones exactamente iguales en las distintas especies, lo cual sugirió que el ADN no debía ser tan monótono como se pensaba. Chargaff demostró que, independientemente del origen del ADN, la proporción de purinas era igual a la de pirimidinas. Es decir, adenina (A) aparecía con tanta frecuencia como la timina (T) y la guanina (G), con tanta frecuencia como la citosina (C). Había dos juegos de equivalencias, A y T por un lado y G y C por otro.

Este resultado reflejaba por primera vez un aspecto estructural del ADN, indicaba que, independientemente de la composición de adenina (A) o de guanina (G) en un ADN, siempre la concentración de adenina es igual a la de timina (T) y la de citosina (C) igual a la de guanina. Sin embargo, en aquel momento Chargaff no sospechó las implicancias que podían tener estas

reglas, denominadas más tarde “reglas de Chargaff”, en el esclarecimiento de la estructura del ADN.

1952: Alfred Hershey y Martha Chase confirmaron mediante experimentos el papel exclusivo del ADN en la herencia.

1952: Linus Pauling propone las estructuras de alfa hélice y la hoja plegada para proteínas. Investigó qué es lo que causa el cambio o la pérdida de la función de una enzima o proteína especificada por un gen que ha sufrido una mutación, de que un solo gen contiene la información para especificar una sola enzima. Descubrió que la deformidad de las células en la anemia falciforme o drepanocítica se produce por un defecto genético que influye en la formación de la hemoglobina. Le valió el premio Nobel de Química en 1954.

Modelo de Watson y Crick

En el año 1953 cuando James Watson y Francis Crick, basándose en pruebas sobre la estructura del ADN que estaban disponibles en ese momento propusieron la estructura en doble hélice del ADN y con los descubrimientos de muchos investigadores y con sus brillantes interpretaciones de los datos disponibles, crearon un modelo de la estructura del ADN.

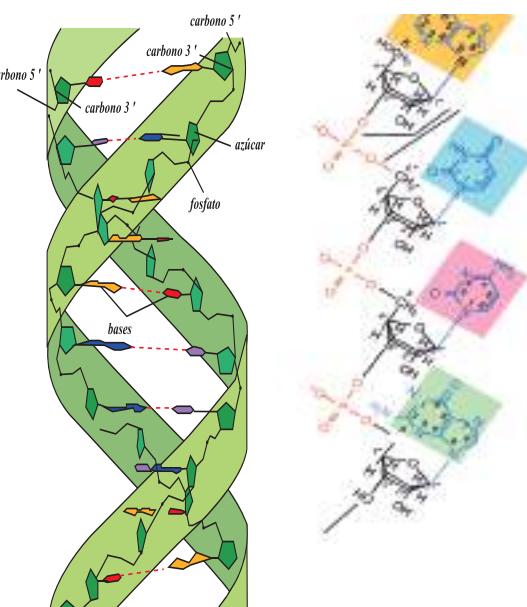
Descubrieron que no se trata de un enorme polinucleótido, sino de una estructura formada por dos cadenas, eligiendo los datos más relevantes de un cúmulo de información y jugando con recortes de cartón, modelos de alambre y metal, fueron capaces de develar la estructura de la doble hélice de la molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN) y formular los principios de almacenamiento y transmisión de la información hereditaria. Esto no solo significó un avance científico; sino también una revolución que invadió todos los espacios de la vida científica cotidiana. Este hallazgo les valió el premio Nobel, que compartieron con Wilkins en 1962. Wilkins y Rosalind Franklin, habían obtenido patrones de difracción de rayos X en el ácido desoxirribonucleico (ADN) que sugerían que éste tiene una estructura helicoidal.

La más fascinante de todas las biomoléculas es el ácido nucleico, ADN (Ácido desoxirribonucleico).

Grandes reportajes en diversos medios de comunicación, artículos en revistas científicas, incluso escritores y productores con diferentes tendencias, hablan actualmente del ADN, muchos científicos de todo el mundo estudian el ADN en búsqueda de revelar relaciones familiares, resolver hechos delictivos, establecer relaciones evolutivas que datan de millones



Watson y Crick



Molécula de ADN

de años y desarrollar nuevos tratamientos o, posiblemente, la cura para algunos males como el cáncer.

Ácidos nucleicos:

En la naturaleza existen sólo dos tipos de ácidos nucléicos: el **ADN (ácido desoxirribonucleico)** y el **ARN (ácido ribonucleico)**.

Ácido desoxirribonucleico su estructura y función:

El descubrimiento de la estructura del ADN dio origen a la genética molecular y estableció que la información genética está contenida en la secuencia de bases nucleotídicas de este polímero con instrucciones para la síntesis de todas las proteínas que necesita el organismo.

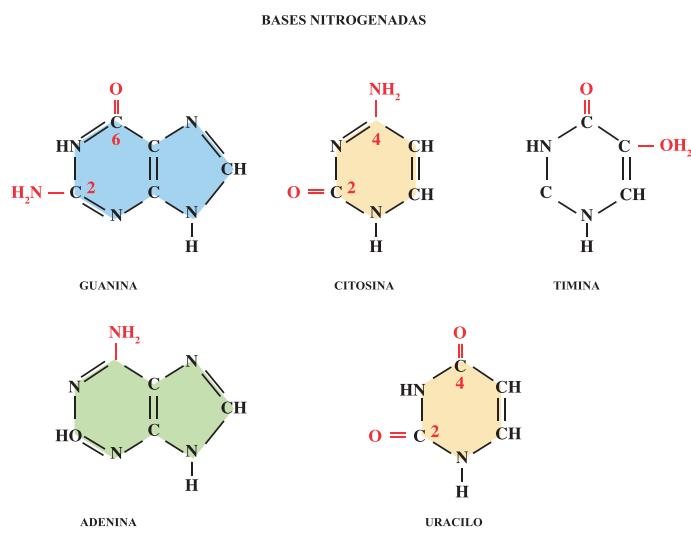
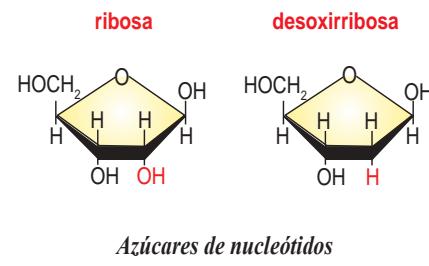
La molécula de ADN está formada por una doble cadena de polinucleótidos que adoptan la forma de una doble hélice o de una escalera de caracol en la que los lados están constituidos por azúcares (desoxirribosa) y los grupos fosfatos, las uniones entre el azúcar y los grupos fosfatos se denominan enlace 3' 5' fosfodiéster. Tipo de enlace covalente que se produce entre un hidroxilo (OH^-) en el carbono 3 de la desoxirribosa de un nucleótido y un grupo fosfato (PO_4^-) unido al carbono 5 de la desoxirribosa de otro nucleótido formándose así un doble enlace éster.

Cada nucleótido está formado por: un azúcar de cinco carbono, (la desoxirribosa), que tiene un oxígeno menos que la ribosa una base nitrogenada y un grupo fosfato. Unida al carbono uno del azúcar se encuentra la base nitrogenada y al carbono cinco se une el grupo fosfato. La dissociación de un grupo fosfato de un nucleótido deja un compuesto llamado nucleósido, el que está formado por una pentosa o azúcar de cinco carbonos y una base nitrogenada.

Las bases nitrogenadas del ADN son de cuatro tipos: *adenina* (A), *guanina* (G), *timina* (T) y *citosina* (C). Forman cuatro tipos de nucleótidos de: adenina, guanina, timina y citosina.

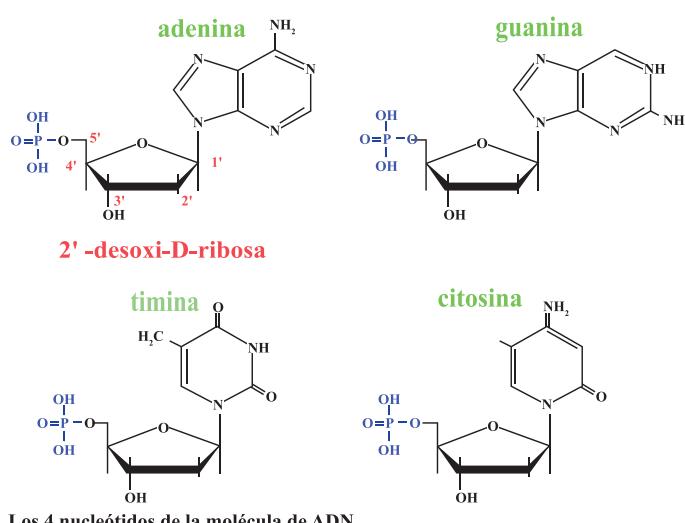
Las bases nitrogenadas se clasifican en **purinas y pirimidinas**.

Las purinas son: adenina y guanina y las **pirimidinas son:** timina, citosina y uracilo (sólo en ARN). Las purinas poseen un doble anillo heterocíclico. Las pirimidinas están formadas por un solo anillo heterocíclico (formados por átomos distintos al carbono (C).



Los escalones están formados por las bases nitrogenadas púricas y pirimídicas mediante enlaces o puentes de hidrógeno. Las bases nitrogenadas se disponen hacia dentro de la molécula ya que son moléculas hidrofóbicas. Los azúcares y los grupos fosfatos se disponen hacia el exterior debido a que son más hidrofílicos.

La doble hélice del ADN tiene un ancho de *2 nanómetros* (*2 nm*), la distancia entre cada par de bases es de *0,34 nm*, cada vuelta posee *10 pares de base*; por tanto cada vuelta mide *3,4 nm*.



La molécula de ADN se caracteriza porque las dos cadenas de polinucleótidos que la constituyen son complementarias y antiparalelas. Son antiparalelas porque una cadena corre en la dirección *5' - 3'* y la otra cadena corre en dirección opuesta *3' - 5'*, complementándose porque las cadenas se mantienen unidas por medio de enlaces débiles de hidrógeno, el nucleótido adenina unido por dos enlaces débiles de hidrógeno a la timina y viceversa, la guanina unida a la citosina mediante tres enlaces débiles de hidrógeno y viceversa.

Compruebe sus conocimientos



En su equipo de trabajo, conteste las siguientes preguntas y preséntelo en papelógrafo al resto de las compañeros y compañeras:



Establezca las diferencias entre un nucleótido y un nucleósido.



Explique la estructura de la molécula de ADN, teniendo en cuenta cómo se organiza una cadena polipeptídica y cómo se organiza la molécula de ADN.

Explique por qué las cadenas que la constituyen son complementarias y antiparalelas.

Autosíntesis y heterosíntesis

Tal como lo hemos venido estudiando, el ADN tiene dos propiedades fundamentales para cumplir sus funciones en los organismos:

Autosíntesis: Llamada también duplicación o replicación, mediante ella el ADN controla la división celular y por tanto el funcionamiento celular.

Heterosíntesis: Llamada también transcripción, a partir del ADN se sintetiza el ARN, así controla la síntesis de las proteínas.

Duplicación, autosíntesis o replicación de la molécula de ADN



¿Cómo puede usted explicar la complementariedad en el ADN? ¿Qué entendió usted por antiparalelismo en el ADN?

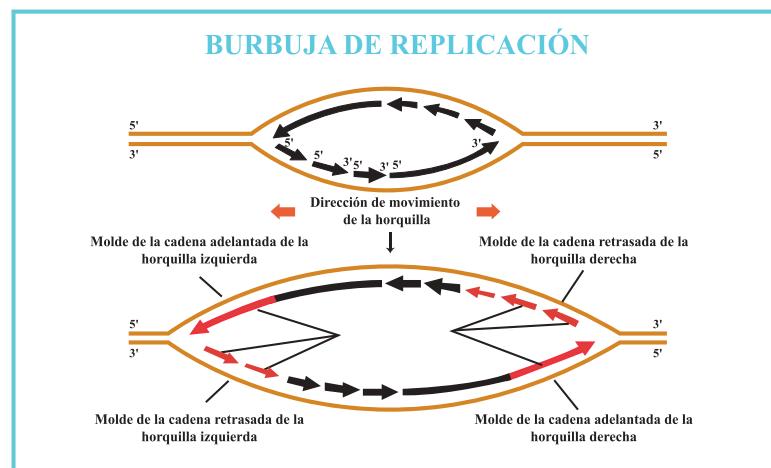
Todos los organismos vivos poseen información genética, codificada en el ADN, contenida en los cromosomas tanto en procariotas como en eucariotas. Éstos, contienen los genes y se encuentran en el núcleo de las células, en mitocondrias y cloroplastos.

La Duplicación del ADN garantiza que la célula al dividirse por **mitosis**, se formen dos células hijas, con el mismo número de cromosomas y la misma información genética que la célula madre.

La replicación del ADN en procariotas ocurre en tres etapas:

Primera etapa: desenrollamiento y apertura. Se inicia con el desenrollamiento de la doble hélice del ADN (Ácido desoxirribonucleico) por la acción de las enzimas topoisomerasas (I a IV), desenrolla el ADN las enzimas helicasas que rompen los puentes de hidrógeno mediante la energía proporcionada por el ATP (Adenosín trifosfato) y de las SSBP (proteínas de unión a cadena simple) que se unen a las hebras molde para que no vuelva a enrollarse. La girasa (topoisomerasa II), relaja y deshace los superenrollamientos que han sido causados por la helicasa al cortar las cadenas de ADN,

Segunda etapa: síntesis de dos nuevas hebras de ADN. La replicación no empieza por los extremos de la molécula, los procariotas abren una sola burbuja u ojo de replicación, mientras que los eucariotas múltiples, el ADN se replica en toda su longitud por confluencia de las “burbujas” u ojos de replicación en ellas se encuentran las “horquillas de replicación”. Por acción de las ADN polimerasa I y III los nuevos nucleótidos entran en la horquilla y se enlanzan con el nucleótido correspondiente de la cadena de origen de forma complementaria (*adenina con timina, citosina con guanina*).



Dado que las cadenas del ADN son antiparalelas (de orientación inversa) y que la replicación procede solo en la dirección 5' a 3' en ambas cadenas, la construcción de la hebra continua y de la hebra retrasada es en forma diferente. Numerosos experimentos mostraron que una cadena formará una copia continua, mientras que en la otra se formarán de manera discontinua, mediante una serie de fragmentos simples o cortos, conocidos como fragmentos de Okazaki, que crecen en el sentido 5' - 3' y que más tarde se unen. La cadena que se sintetiza de manera continua se conoce como cadena adelantada y la que se sintetiza en fragmentos, cadena

retrasada o rezagada. Actúa la ADN polimerasa II, corrigiendo daños causados por agentes físicos.

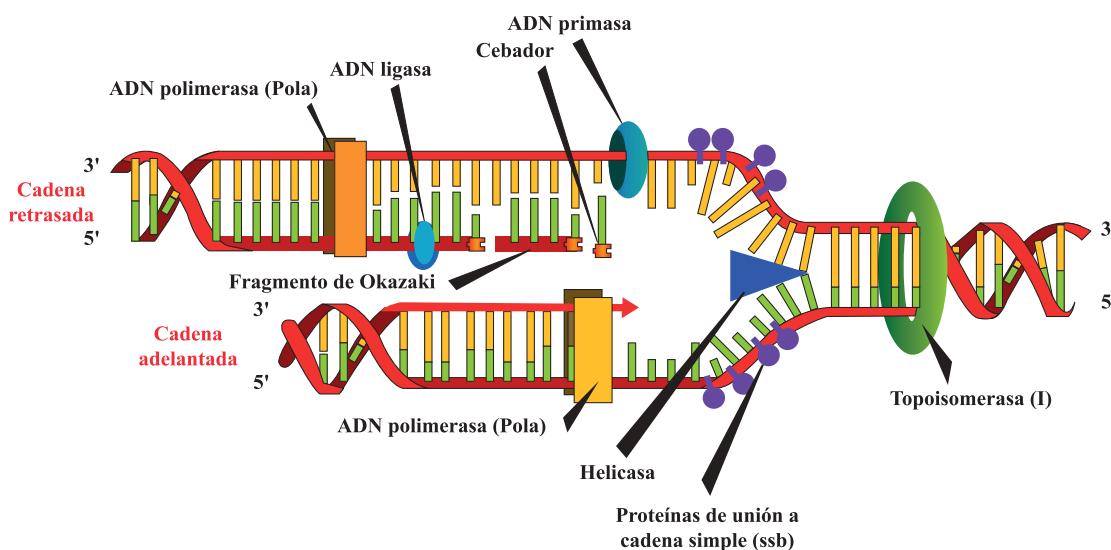
Tercera etapa: la enzima principal que actúa es ADN polimerasa III que corrige todos los errores cometidos en la replicación o duplicación, es necesaria la presencia, en el inicio de cada nuevo fragmento, de pequeñas unidades de ARN sintetizadas por primasas conocidas como cebadores, A posteriori, cuando la polimerasa III toca el extremo 5' de un cebador, se activan las enzimas: Endonucleasas que cortan el segmento erróneo de ARN coloca nucleótidos de ADN en su lugar, la ADN polimerasas I que rellenan correctamente el hueco y ADN ligasas que unen los extremos corregidos a cadena en crecimiento.

La replicación del ADN es semiconservativa, porque las nuevas moléculas de ADN formadas a partir de otra antigua, tienen una hebra antigua y otra nueva. También es bidireccional.

La replicación del ADN en eucariotas es semejante a la de los procariotas con la diferencia que en la replicación del ADN en eucariotas existen cinco tipos de ADN polimerasas. Se denominan con letras griegas, siendo las siguientes con sus respectivas funciones:

Enzima	Función
ADN polimerasa α (alfa)	Replicación del ADN
ADN polimerasa β (beta)	Reparación del ADN
ADN polimerasa γ (gamma)	Replicación del ADN mitocondrial
ADN polimerasa δ (delta)	Replicación y corrección de errores
ADN polimerasa ϵ (épsilon)	Reparación del ADN

La principal diferencias entre los procariontes y los eucariontes es que éstos poseen muchos orígenes de replicación, probablemente debido a la enorme cantidad de ADN que poseen y a que su material hereditario, en la inmensa mayoría de los casos, está repartido en varias moléculas de ADN distintas o varios cromosomas. Por tanto, los eucariontes tienen en cada cromosoma muchos orígenes de replicación, y como consecuencia, muchos replicones (unidades de replicación).



Compruebe sus conocimientos



¿Qué estructura tiene una desoxirribosa y una ribosa? ¿Cómo considera que está constituida una cadena de polinucleótidos? ¿Cómo está constituida una molécula de ADN? ¿Qué importancia tiene la duplicación del ADN en el proceso de reproducción celular y para la transmisión hereditaria? ¿Cómo explicaría el proceso de duplicación o replicación del ADN?



Enparejare presente en un esquema el proceso de replicación del ácido desoxirribonucleico, rotulando las partes.

Estructura del ácido ribonucleico (ARN)

El **ácido ribonucléico** (ARN) es un polímero de ribonucleótidos de adenina (A), guanina (G), citosina (C) y uracilo (U), formado por una sola banda, se forma a partir de una molécula de ADN, utilizando las mismas reglas de complementariedad de las bases nitrogenadas, que en lugar timina tiene uracilo. El lateral está formado por los grupos fosfatos y azúcares (ribosa).

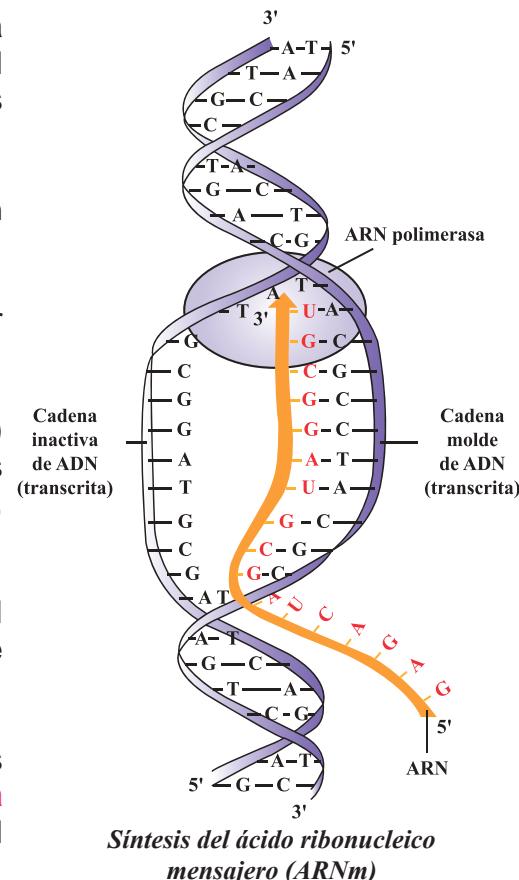
Transcripción del ácido desoxirribonucleico (ADN) o síntesis del ácido ribonucleico mensajero (ARNm)

Mediante el proceso de **Heterosíntesis**, el ADN sintetiza una molécula diferente, el ARN, es bastante similar al proceso de duplicación del ADN, con las diferencias siguientes:

- Sólo se utiliza una de las bandas del ADN en dirección 3' a 5' y la secuencia del ARNm es de 5' a 3'.
- El ARNm está formado por ribonucleótidos, por tener ribosa.
- En lugar de tener la base nitrogenada timina (T) la sustituye con el uracilo (U). Una vez que las instrucciones genéticas han sido transcritas al ARNm, están listas para salir al citoplasma.
- En la duplicación se copia el cromosoma de ADN completo, pero la heterosíntesis es selectiva, se puede regular.

En el proceso intervienen las enzimas topoisomerasas que desenrollan la molécula de ADN y la **enzima helicasa** rompe los enlaces y se separan las bandas del ADN, paralelamente.

La **enzima ARN polimerasa** actúa agregando ribonucleótidos en dirección 5' a 3', respetando la complementariedad y el antiparalelismo, frente a una A estará una U, unidas por dos enlaces



Síntesis del ácido ribonucleico mensajero (ARNm)

débiles de hidrógeno y frente a una G estará una C unidas por tres enlaces débiles de hidrógeno. Los enlaces de hidrógeno con la molécula de ADN son temporales, teniendo finalmente una nueva molécula de ARN. Los productos de la heterosíntesis no son sólo ARN.

Clasificación de ARN: existen varios tipos de ARN relacionados con la síntesis de proteínas: ARN mensajero (ARNm), ARN ribosómico (ARNr) y ARN de transferencia (ARNt).

1. ARN mensajero (ARNm): éste lleva las instrucciones genéticas para la formación de las proteínas. Constituye el 3% del ARN total celular. Formado por cadenas de largo tamaño con estructura primaria. Su vida media es corta.

a) En procariotes el extremo 5' posee un grupo trifosfato

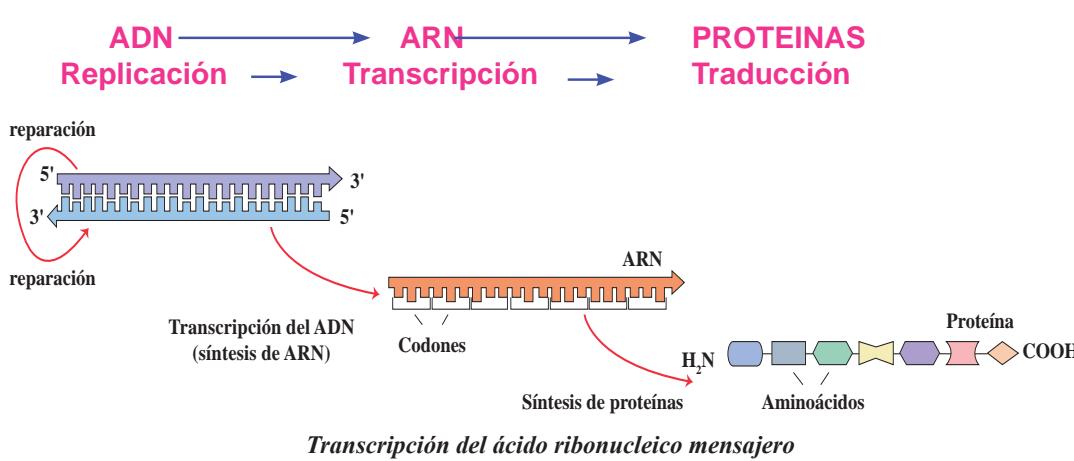
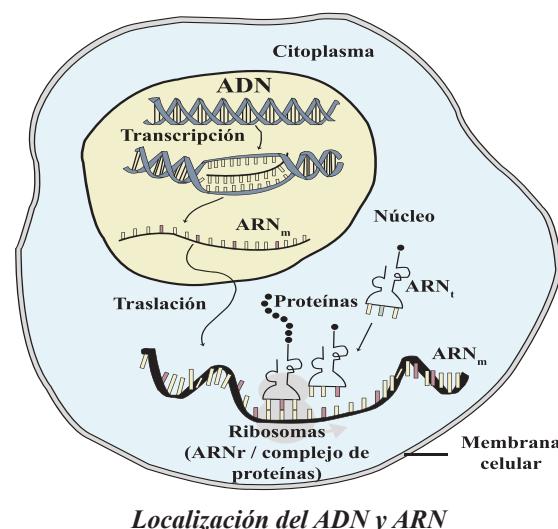
b) En eucariotes en el extremo 5' posee un grupo metil - guanosina unido al trifosfato y el extremo 3' posee una cola de poli - A (un tramo de ARN cuyas bases son todas adenina).

2. ARN de transferencia (ARNt): Éste lleva aminoácidos activos a los ribosomas para su incorporación dentro de la cadena de péptidos en crecimiento durante la síntesis de proteínas. Constituye el 15% del ARN total celular.

3. ARN ribosómico (ARNr): es una parte integral de los ribosomas (ribonucleoproteínas intracelulares que sirven como los sitios de síntesis de proteínas. Constituye el 80% del ARN hallado en el citoplasma de las células eucarióticas.

Localización del ADN y el ARN: el ADN en una célula eucariótica (que contiene membrana nuclear) se encuentra sólo en el núcleo, formando los genes, nunca sale al citoplasma, evitando de esta manera que pueda experimentar cambios en sus secuencias. En cambio, al ARN se le puede encontrar tanto en el núcleo como en el citoplasma.

Básicamente, la relación entre el ADN, el ARN y las proteínas se desarrolla como un flujo de actividad celular. Dicho flujo, que hoy constituye el **dogma central de la biología molecular**, podríamos graficarlo así:



Este proceso se realiza con el lenguaje del código genético.

El código genético

Es el lenguaje en que se escribe la información genética en los organismos, es **universal**, esto significa que es el mismo desde los organismos menos evolucionados como las bacterias, hasta los más evolucionados, como el hombre.

Está escrito en un lenguaje de cuatro letras (A, G, C, U), en palabras claves de tres letras, el **código transcripto del ADN**.

El código genético se presenta en tripletas de bases nitrogenadas llamadas codones, existe una fórmula para determinar el número de codones del código genético $4^3 = 64$ posibles combinaciones de bases o codones (El 4 por el número de bases y el exponente 3 por los tripletes o codones). De éstos, **61 codones**, codifican para aminoácidos, **1** de ellos, es de inicio de la síntesis de la proteína; el codón AUG que codifica para la metionina (en eucariotas) y en procariotas sufre una modificación a formilmetionil y 3 codones (UAA, UAG, UGA) son de término o finalización de la síntesis de la proteína.

El código genético se dice que **es degenerado**, por presentar varios codones que codifican para un mismo aminoácido.

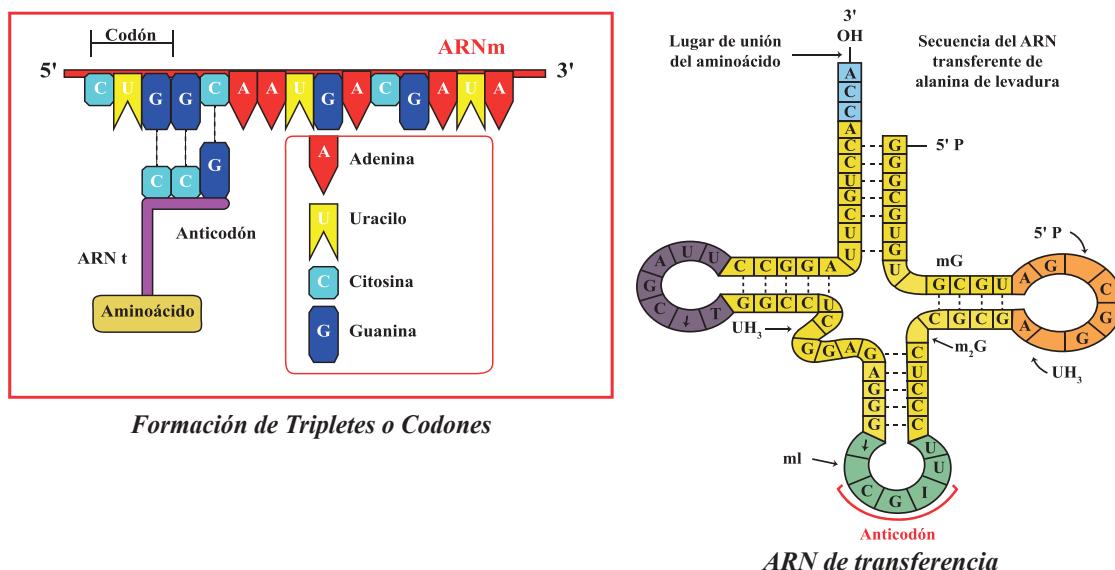
		Segunda base de codón											
		U	C	A	G					U	C	A	G
Primera base de codón	U	UUU UUC UUA UUG	Fenilalanina (Phe) Leucina (Leu)	UCU UCC UCA UCG	Serina (Ser)	UAU UAC UAA UAG	Tirosina (Tyr) Codón de terminación Pirrolisina (Pyl)	UGU UGC UGA	Cisteína (Cys) Codón de terminación o Selenocisteína (Sec)	UGG	Arginina (Arg)		
	C	CUU CUC CUA CUG	Leucina (Leu)	CCU CCC CCA CCG	Prolina (Pro)	CAU CAC CAA CAG	Histidina (His) Glutamina (Glu)	CGU CGC CGA CGG				U	C
	A	AUU AUC AUA AUG	Isoleucina (Ile) Metionina (Met)	ACU ACC ACA ACG	Treonina (Thr)	AAU AAC AAA AAG	Asparagina (Asn) Lisina (Lys)	AGU AGC AGA AGG	Serina (Ser) Arginina (Arg)			A	G
	G	GUU GUC GUA GUG	Valina (Val)	GCU GCC GCA GCG	Alanina (Ala)	GAU GAC GAA GAG	Ácido aspártico (Asp) Ácido glutámico (Glu)	GGU GGC GGA GGG	Glicina (Gly)			U	C

Código genético

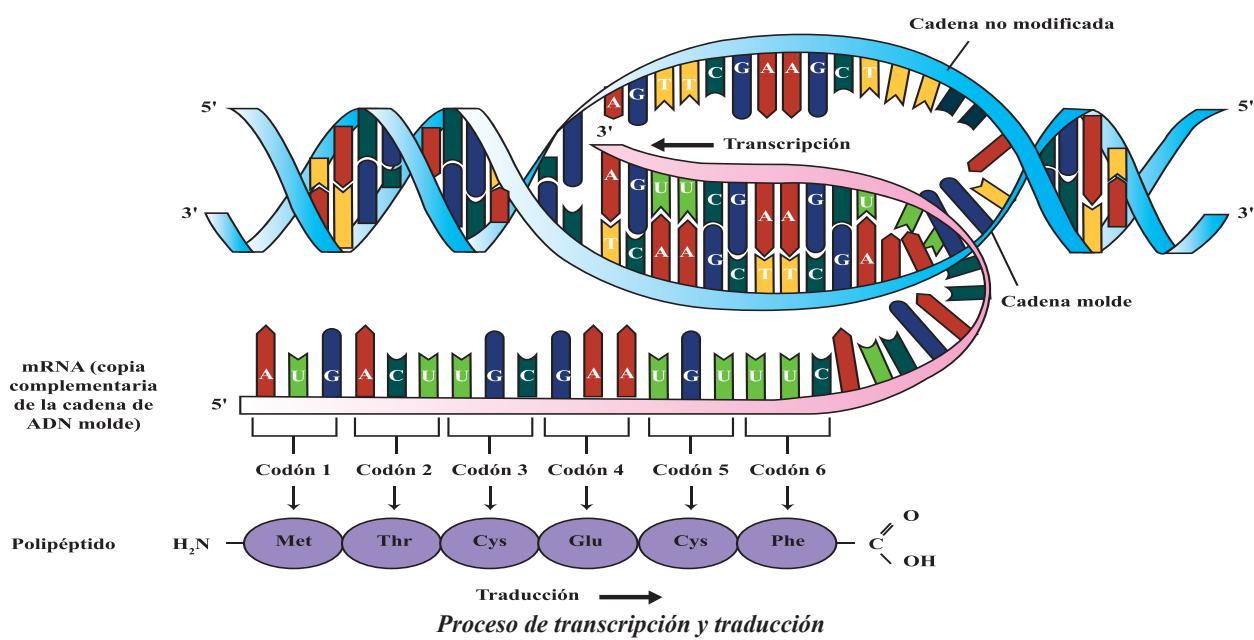
Síntesis de proteínas

La Síntesis de proteínas ocurre mediante dos procesos: **transcripción** y **traducción**.

En la **transcripción**: el ADN del gen transcribe su información al ARNm, éste lleva el mensaje genético, expresado en tripletas de bases nitrogenadas llamadas codón. La información genética está escrita en la molécula del ADN, por ello se le conoce como “material genético” o **Código genético**. Por esto, junto con el ácido ribonucleico (ARN) son indispensables para los seres vivos.



La secuencia de nucleótidos exones e intrones correspondiente al gen en cuestión se transcribe a una molécula de ARN mensajero (ARNm), que se separa del ADN y viaja desde el núcleo al citoplasma (si se trata de una célula eucariota) colocándose en los ribosomas. Antes de abandonar el núcleo el RNAm elimina los intrones y se unen los exones.



Traducción

El ARNm se une a la subunidad menor del ribosoma y después a la subunidad mayor para formar un ribosoma completo. Los ribosomas son los organelos celulares en donde ocurre la síntesis de proteínas, son estructuras formadas por ARN ribosómico (ARNr) y proteínas. El ribosoma presenta dos surcos, uno entre las dos subunidades y es donde se coloca el ARNm. Cada codón corresponde a un aminoácido de la proteína a sintetizar, para traducir el ADN a las proteínas se necesita del código genético.

La traducción presenta varias **etapas o pasos**:

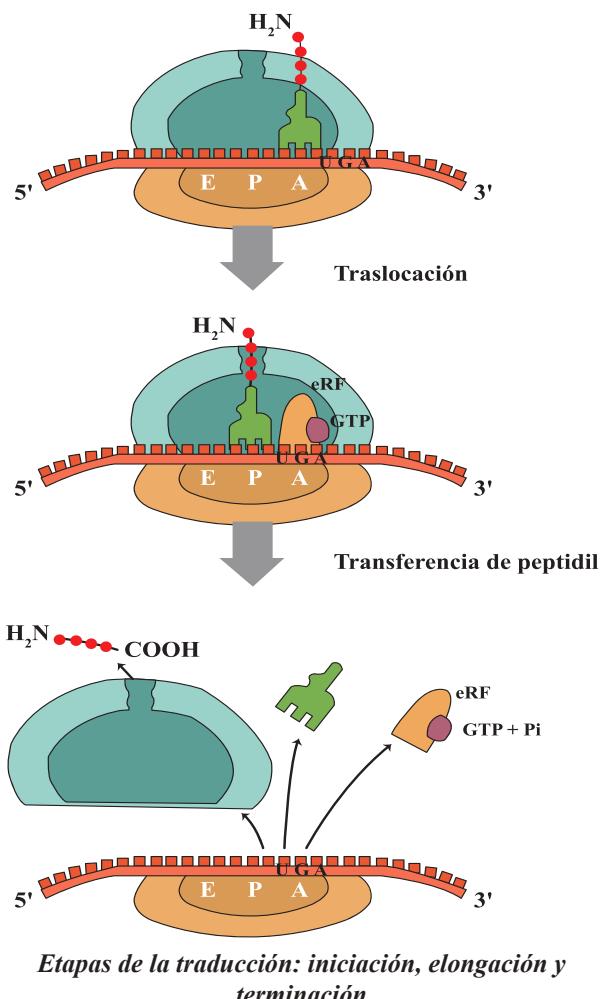
Iniciación, elongación y terminación.

Iniciación: Esta etapa empieza cuando la subunidad ribosómica más pequeña se une a la cadena de ARNm, exponiendo su primer codón o codón iniciador, a continuación se coloca en el sitio P el primer ARNt. El primer codón siempre es AUG, el primer anticodón siempre es UAC y el primer aminoácido es una metionina. Luego la subunidad grande del ribosoma se une con la subunidad más pequeña y el primer ARNt con el aminoácido metionina (met) fijado a él, encaja en el sitio P (péptidil) de la subunidad completándose así la etapa de iniciación.

Elongación: El ribosoma continúa leyendo y traduciendo, en dirección 5' a 3'. En esta etapa, el segundo codón del ARNm se coloca frente al sitio A (aminoácidil); un ARNt con el anticodón se fija en la molécula de ARNm y junto con el aminoácido correspondiente pasa a ocupar el sitio "A" en el ribosoma, cuando ambos sitios están ocupados, una enzima que forma parte de la unidad ribosómica más grande forma el enlace peptídico entre los dos aminoácidos, uniéndose el primero con el segundo, formando un dipéptido.

El ARNt que está en el sitio P pasa al sitio E y luego será liberado y el ARNt que está de segundo y al cual está unido la Met, el segundo aminoácido pasa del sitio A al sitio P. Un tercer ARNt con su aminoácido pasa a la posición A frente al tercer codón en el ARNm, se forma entre el segundo y el tercer aminoácido un enlace peptídico y se sigue leyendo el ARNm y agregándose aminoácidos, continuándose la elongación.

Terminación: el ARNm que se está traduciendo lleva un **codón de terminación (UAG)**. Cuando el ribosoma llega a este codón, la proteína ensamblada es liberada y el ribosoma se fragmenta en sus subunidades quedando listo para un nuevo proceso.



Etapas de la traducción: iniciación, elongación y terminación

Una misma cadena puede ser leída simultáneamente por varios ribosomas. Se conforma así el denominado polisoma. Se fabricarán tantas unidades de la misma proteína como ribosomas haya.

Esta replicación ocurre con exactitud para que la información genética no se altere, a medida que se va transmitiendo de generación en generación. **La regulación de la expresión génica:** el ADN de una especie cualquiera contiene la información para la síntesis de todas las proteínas, estructurales y enzimáticas que el organismo es capaz de utilizar a lo largo de toda su vida. Como el ambiente ha ido cambiando, la evolución biológica ha ido favoreciendo, desde sus comienzos a aquéllos que han sido capaces de utilizar mejor; aprovechando los recursos de que disponen sin malgastar energía.

Reflexione

Cada especie viviente tiene su propio ADN y en los humanos es esta cadena la que determina las características individuales, desde el color de los ojos y el talento musical hasta la propensión a determinadas enfermedades.

La combinación de genes es específica para cada organismo y permite individualizarnos. Estos genes provienen de la herencia de nuestros padres y por ello se utilizan los tests de ADN para determinar el parentesco de alguna persona.

*Capas
que...*

Desentrañar la estructura del ADN resultó esencial para comprender procesos celulares y para desarrollar técnicas de Biología molecular y de Ingeniería Genética, que contribuyeron al avance de la biotecnología moderna.

Actualmente mediante estas técnicas, es posible transferir ADN de un organismo a otro y conferirle así nuevas características, realizar terapias con células madres, diseñar nuevos fármacos o mejorar cultivos, entre otras aplicaciones. Algunos hablan de llegar a evitar el envejecimiento, corrección de defectos hereditarios, fabricación de píldoras para la memoria y muchas otras cosas dentro del campo de la **Ingeniería Genética”**.

Actualmente se ha determinado la composición del **genoma humano** que permite identificar y hacer terapias para las enfermedades que se trasmiten genéticamente como: enanismo, albinismo, hemofilia, daltonismo, sordera, fibrosis quística, entre otras.

Clase práctica transcripción del ARN

Introducción:

El ADN es la molécula que lleva la información genética utilizada por una célula para la creación de proteínas. El ADN transfiere su información al citoplasma de la célula a través de otro ácido nucleico, el ARNm. El ARNm se fabrica a partir de un patrón de ADN por medio del apareamiento de bases complementarias. En esta actividad va a comprobar el proceso de transcripción con ayuda de modelos de papel de ADN y de ARNm. Los aminoácidos que van a formar las proteínas están dispersos en el citoplasma celular. Son acercados al ARN mensajero por el ARN de transferencia (ARNt). Uno de los lados del ARNt transporta un triplete de bases llamado anticodón. En el otro lado se une un aminoácido, proceso que demanda gasto de energía por transformación de adenosin trifosfato (ATP) en adenosin monofosfato (AMP).

Problema:



¿De qué manera el orden de las bases en el ADN determina el orden de las bases del ARNm?

Objetivo:

Demostrar cómo el orden de las bases del ADN determina el orden de las bases del ARNm.

Materiales:

- Cartulina de cinco colores.
- Tijeras, cinta adhesiva invisible.
- Lápiz.

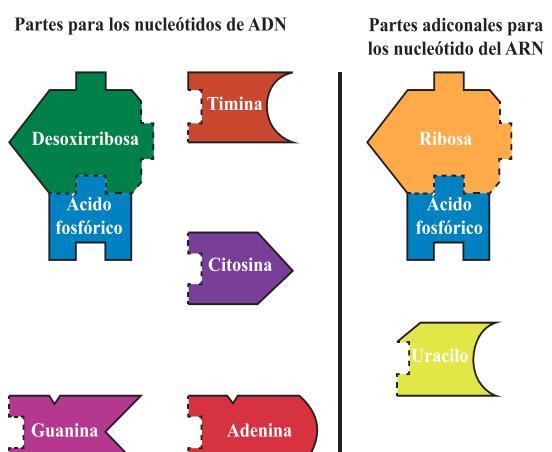
Procedimiento:

1. Copie las ilustraciones de los cuatro tipos diferentes de nucleótidos de ADN en las cartulinas. Asegúrese de que cada nucleótido sea de un color diferente. Deberá hacer diez copias de cada uno.
2. Con las tijeras corte cuidadosamente cada una de las formas.
3. Construya una molécula de ADN colocando los nucleótidos en el orden que quiera. Si necesita más nucleótidos, simplemente cópielos y recórtelos.
4. Asegure la molécula usando la cinta adhesiva. No coloque cinta entre los pares de bases.
5. Tal como lo hizo en el paso 1, copie los nucleótidos A, G y C en las cartulinas de los mismos colores. Use el quinto color para hacer modelos de papel de uracilo.
6. Con las tijeras corte cuidadosamente los modelos de los nucleótidos.

- Con la molécula de ADN frente a usted, ejemplifique el proceso de transcripción. Primero, separe la molécula de ADN por los pares de bases.
- Empiece a emparejar los nucleótidos del ARNm con las bases expuestas de la cadena de ADN.
- Cuando haya terminado, pegue la molécula nueva de ARNm con cinta adhesiva.

Analice y concluya

- Observe y deduzca:** ¿A qué se parece más el modelo de ARNm, a la cadena complementaria de ADN o aquella de la cual se transcribió? Explica su respuesta.
- Reconozca causa y efecto:** explique cómo la estructura del ADN permite que la molécula sea copiada fácilmente. ¿Por qué esto es importante para la información genética?
- Relacione los conceptos:** ¿Por qué el ARN es importante para la célula? ¿De qué manera una molécula de ARNm puede transportar información sobre el ADN?



Compruebe sus conocimientos



Realice comparaciones entre la molécula de ADN y ARN en cuanto a tipo de azúcares, componentes de sus nucleótidos, bases nitrogenadas, tipo de cadenas y función biológica que realiza cada una de ellas.

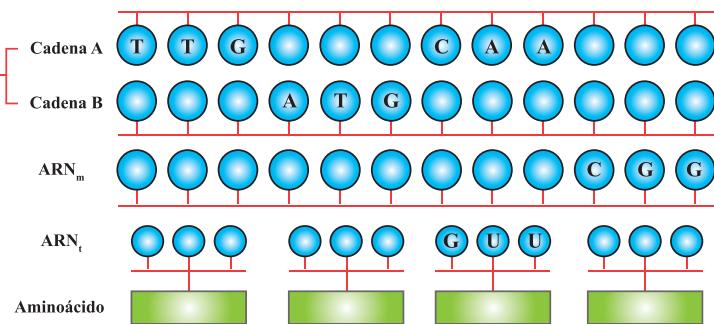


Explique en qué consisten los mecanismos de replicación, transcripción y traducción, dónde se llevan a cabo y qué función biológica desempeñan.



Con su equipo de trabajo realice los siguientes ejercicios y responda a las interrogantes:

- Se extrajo ADN del núcleo de una célula y se investiga la cantidad de bases incluidas. La base de adenina, tiene el 35% entre todas las bases. ¿Qué porcentaje tiene cada una de las bases: G,C y T en la molécula?
- Se señalan las disposiciones de las bases del ADN, ARNm, ARNr y aminoácidos en el siguiente dibujo, utilizando el código genético del ARNm, rellene los círculos con bases y los rectángulos con aminoácidos.

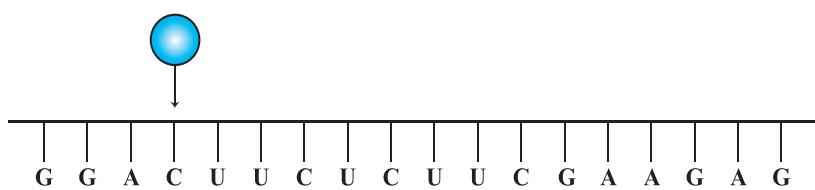


En el mismo dibujo señale la parte inicial de una cadena de ADN.

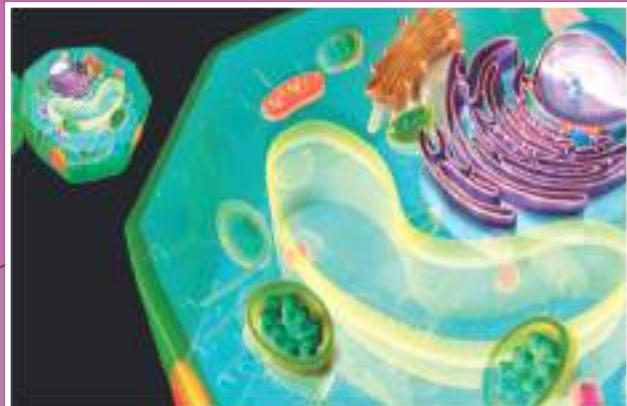


Responda los siguientes problemas, comenzando a leer el código del extremo izquierdo del ARNm.

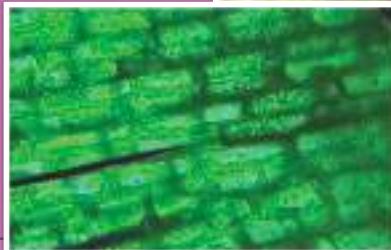
- Señale el número de aminoácidos en la proteína que se sintetiza.
- ¿Cuáles aminoácidos se sintetizan con estas bases como molde?
- En caso que ocurra una mutación en la cadena de ADN en que se afecta la cuarta base indicada por la flecha (letra a). Indique las posibles bases que sustituirían a la base de la cadena y los posibles aminoácidos que integrarían la cadena de la proteína formada.



C U A R T A U N I D A D



LA CÉLULA, UNIDAD BÁSICA DE LOS SERES VIVOS



La célula, unidad básica de los seres vivos

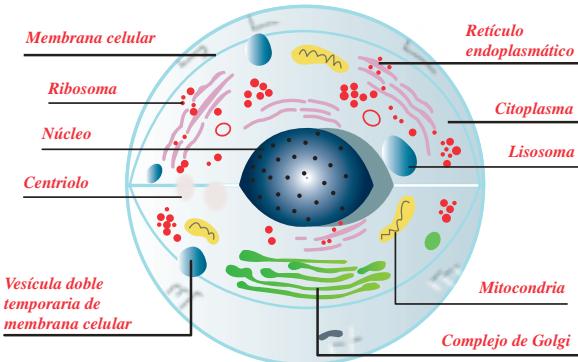
Si nos preguntamos qué tienen en común los organismos tan diversos como las bacterias, los hongos, las plantas y los animales, diremos seguramente, que **todos están constituidos por una o más células**. Por ello decimos **que la célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos**, pues en ella se realizan diferentes procesos bioquímicos que permiten su supervivencia.



En los niveles anteriores ha estudiado la célula, trate de recordar:



¿Qué entiende por célula? ¿A quién forman las células? ¿Cómo están formadas las células? ¿Cree usted que hay microorganismos que puedan vivir en una célula independiente y llevar a cabo todas las funciones vitales? Dé ejemplos.



Organización específica de la célula

Los procesos vitales de todo organismo son la suma de funciones coordinadas de sus células constitutivas. Estas unidades celulares varían considerablemente en forma, tamaño y función.

Una sola célula puede constituir un individuo completo, ya que realiza todas las funciones vitales de un ser vivo, tales como respiración, reproducción, excreción, crecimiento, alimentación y otras. A estos seres vivos formados por una célula se les denomina **unicelulares**, como son las bacterias, amebas y muchas algas.

Otros seres vivos están formados por muchas células y se denominan pluricelulares. A pesar de la diversidad de las células es posible reconocer dos tipos de células: **procariotas** y **eucariotas**.

Los procariotas son células pequeñas que carecen de núcleo celular definido, ya que su cromatina está dispersa en el citoplasma, carecen de membrana nuclear que lo separe del resto del citoplasma, no poseen mitocondrias y cloroplastos, por tanto, la fotosíntesis y la respiración se llevan a cabo en el mismo citoplasma.

Las células eucariotas tienen los cromosomas en un núcleo envuelto por una doble membrana que lo aísla del resto del contenido celular, por tanto, tienen núcleo definido.

Reseña histórica de la teoría celular



¿Recuerda cuáles fueron los antecedentes más significativos para el desarrollo de la teoría celular? ¿Quiénes fueron los científicos que brindaron aportes a la teoría celular?

Los avances tecnológicos han permitido ir descifrando poco a poco los más complicados problemas biológicos, hasta llegar a facilitar en nuestros días una visión precisa y de gran complejidad de los organismos vivos y en particular de la célula.

A continuación se enumera una breve cronología de tales descubrimientos:

1665: el científico inglés **Robert Hooke** utilizando un microscopio primitivo, observó en un pedazo de corcho muy delgado pequeñas celdas a las cuales llamó células.

Desde aquí el microscopio comenzó a ser una herramienta esencial en el ámbito científico de la época y en el desarrollo de la Biología en general.



Robert Hooke



*Anton van
Leeuwenhoek*

1673: **Anton van Leeuwenhoek** usando microscopios simples, realizó observaciones de microorganismos de charcas, eritrocitos humanos, espermatozoides, sentando las bases de la Morfología Microscópica.

A finales del siglo XVIII, **Bichat** da la primera definición de tejido: un conjunto de células con forma y función semejantes.



Robert Brown

1831: el botánico británico **Robert Brown** cuando examinaba células vegetales, descubrió dentro de ellas la presencia de un cuerpo esférico y de tono oscuro, al cual denominó "Núcleo".

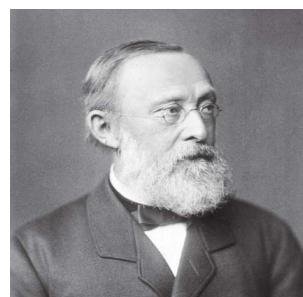
1839: Juan Purkinge introdujo el término "protoplasma" para definir el contenido vivo de la célula.



Theodor Schwann

1838 y 1839: dos científicos alemanes, **Theodor Schwann**, zoólogo y **Mathias Schleiden**, botánico, se percataron que existía cierta semejanza entre la estructura microscópica de animales y plantas. Quienes asentaron el primer principio de la teoría celular: "Todos los seres vivos están formados por células".

1850: **Rudolf Virchow**, médico alemán expresa: "Cada animal es la suma de sus unidades vitales, cada una de las cuales contiene todas las características de la vida. Todas las células provienen de otras células".



Rudolf Virchow

1937: los físicos alemanes **Ruskas** y **Borries** construyen el primer microscopio electrónico, lo que permitió consolidar la teoría celular, al identificar las primeras estructuras denominadas orgánulos en el interior de las células.

Los postulados que definen como tal la teoría celular son:

- Todos los animales y vegetales están constituidos por células.
- La célula es la unidad básica de estructura y función de la materia viva y una célula puede ser suficiente para constituir un organismo.
- Todas las células proceden de células preexistentes, es la unidad de origen de todos los seres vivos.



Analice y reflexione:



Con su equipo de trabajo realice lo siguiente y exponga en papelógrafo:



Elabore una línea de tiempo donde presente los principales acontecimientos y los científicos que brindaron su aporte al desarrollo de la teoría celular.

Enuncie los postulados de la teoría celular.

En su cuaderno de trabajo realice un dibujo del microscopio y señale sus partes.

De las partes del microscopio señaladas, divídala en partes ópticas y partes mecánicas.



Investigue “uso y manejo del microscopio” (Si su centro de estudio cuenta con microscopio, esta actividad debe realizarse con el instrumento).

Compuestos químicos de la célula

Las células procarióticas y eucarióticas están constituidas por un conjunto de átomos y moléculas que forman una estructura material muy organizada y compleja, que se relaciona con el ambiente en un intercambio de materia y energía de una forma ordenada. Estas tienen la capacidad de desempeñar las funciones básicas de la vida mediante su nivel de organización, están constituidas básicamente por compuestos orgánicos e inorgánicos, muy diversos según la variedad de células que forman a unicelulares y pluricelulares vegetales y animales, cuyos valores porcentuales difieren igualmente no sólo en cada especie, sino también en el tejido u órgano de que se trate.

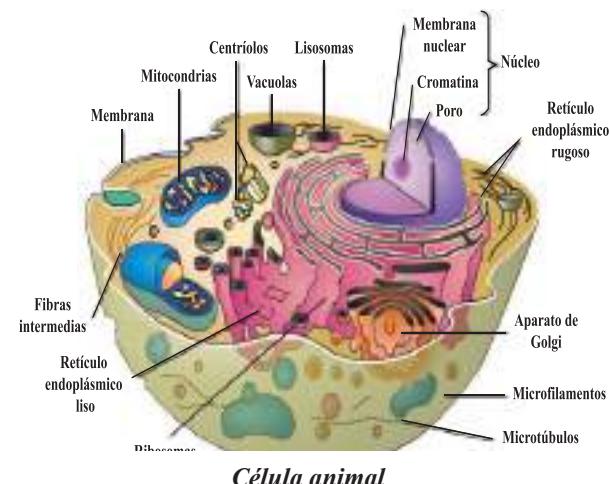
Estructura general de la célula



¿Cuáles son las partes fundamentales que forman a la célula? ¿Qué orgánulos celulares caracterizan a la célula vegetal y animal?

Cualquiera que sea su forma y tamaño, las células están constituidas por tres partes fundamentales: **membrana celular, citoplasma y núcleo.**

La mayoría de las células tienen estructuras internas llamadas organelos (orgánulos), que están especializadas en llevar a cabo actividades metabólicas, como convertir la energía en formas utilizables, sintetizar los componentes y fabricar las estructuras necesarias para su funcionamiento y reproducción.

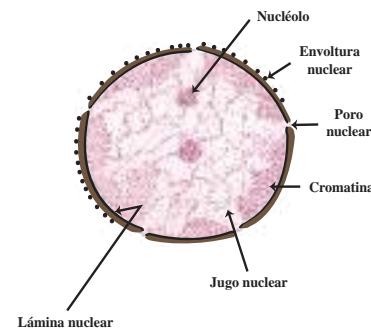


El núcleo

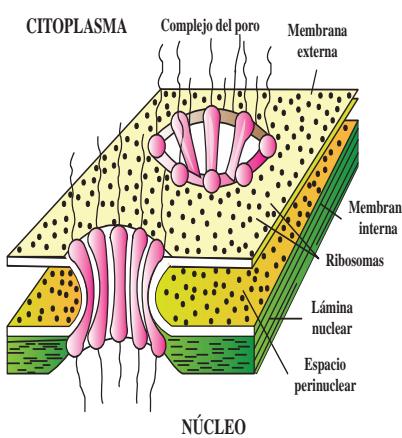
El núcleo: es un orgánulo, grande, esférico, se presenta en las células eucariotas. Fue descubierto por Robert Brown en 1831. El núcleo contiene los cromosomas que es donde reside la información genética. Está separado del citoplasma por la membrana nuclear, que regula la corriente de materiales que entran y salen del núcleo.

El núcleo controla todas las actividades de la célula porque tiene la información para la síntesis de materiales. Un núcleo eucariota cuando está en interfase (que no está en división), está formado por:

- La envoltura nuclear.
- El Nucléolo.
- Nucleoplasma o Cromatina.



Estructura del núcleo



Estructura de la envoltura nuclear

El nucléolo: región oscura de cromatina donde se produce un tipo de ARN llamado ribosómico (ARNr) y se une a proteínas para producir subunidades de ribosomas. Esta parte del núcleo se encuentra constituido de altas concentraciones de ARN y ADN. No tiene membrana y varía en su número dependiendo de la necesidad de síntesis de ribosomas.

El nucleoplasma o carioplasma: es una matriz semilíquida en el medio interno del núcleo celular, en él se encuentran las fibras de ADN, que asociadas con proteínas denominadas histonas, forman hebras llamadas cromatinas y ARN conocidos como nucléolos. Contiene principalmente proteínas, sobre todo enzimas relacionados con el metabolismo de los ácidos nucleicos.

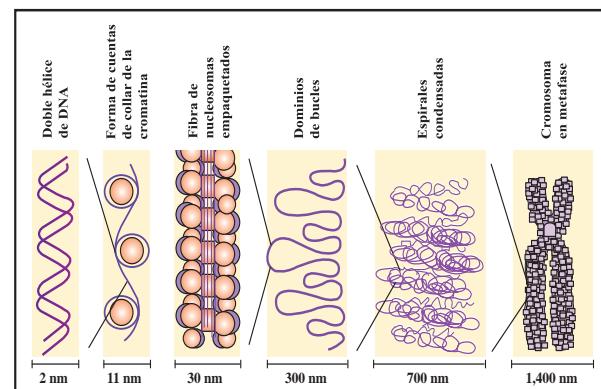
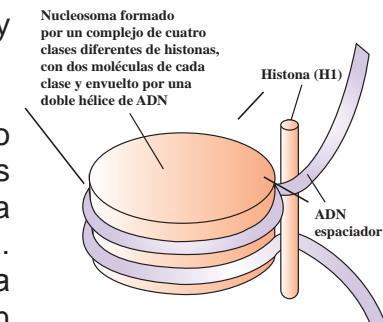
La cromatina: está constituida por ADN e histonas. Las histonas son proteínas básicas de peso molecular pequeño, constituidas por los aminoácidos lisina y arginina y encargadas de empaquetar el ADN. La unidad básica estructural de la cromatina son los nucleosomas.

Nucleosoma: el nucleosoma constituye la unidad fundamental y esencial de cromatina. Estabiliza el ADN y regula su expresión.

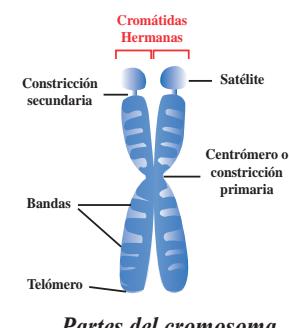
Estructura de un nucleosoma: el ADN negativamente cargado se enrolla dos veces alrededor de un centro de proteínas cargadas positivamente. Una molécula de histona H1 (también cargada positivamente) se une a la superficie externa del nucleosoma. Existen dos tipos de cromatina: la heterocromatina (condensada durante el ciclo celular) y la eucromatina (se descondensa en interfase).

La doble hélice de ADN siempre se encontrará en forma de cromatina, es decir asociada fuertemente a unas proteínas denominadas histonas que son de 5 tipos: H1, H2A, H2B, H3 y H4. La cromatina se encuentra en el núcleo de las células eucariotas y se visualiza como una maraña de hilos delgados con un diámetro de 2 nm. Cuando el núcleo celular comienza el proceso de división celular (cariocinesis), la maraña inicia un fenómeno de condensación progresiva, mostrando forma de cuentas de collar. Las histonas H2A, H2B, H3 y H4 forman estructuras llamadas nucleosomas que alcanzan un diámetro de 30 nm, continúa el engrosamiento formando bucles de un diámetro de 300 nm, avanza el proceso con la formación de espirales condensadas de 700 nm, y finaliza en la formación de entidades discretas e independientes: los cromosomas que tienen 1400 nm de diámetro y se observan en la metafase. Por tanto, cromatina y cromosoma son dos aspectos morfológicamente distintos de una misma entidad celular.

Cromosomas: es la estructura que contiene los genes. Los cromosomas eucarióticos son filamentos o bastones de cromatina que aparecen



Etapas en el plegamiento de un cromosoma, según modelos

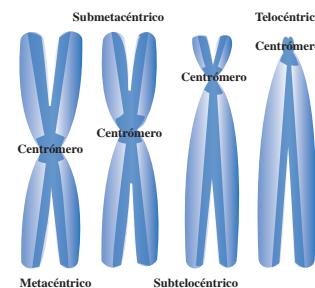


Partes del cromosoma

contraídos durante la mitosis y la meiosis y que en otros momentos están contenidos en un núcleo.

Tipos de cromosomas

Cuando se examinan con detalle durante la mitosis, se observa que los cromosomas presentan una forma y un tamaño característicos. Cada cromosoma tiene una región condensada, o constreñida, llamada centrómero, que confiere la apariencia general de cada cromosoma y que permite clasificarlos según la posición del centrómero a lo largo del cromosoma en metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos.



Metacéntrico: es el cromosoma que tiene el centrómero equidistante de los extremos, dando lugar a brazos de igual longitud. De los 23 pares, cuatro pares de los cromosomas humanos poseen una estructura metacéntrica, el 1, el 3, el 19 y el 20.

Submetacéntrico: es el cromosoma cuyo centrómero se ubica un poco debajo del centro determinando en la cromátida un brazo ligeramente más largo que el otro. La mayor parte de los cromosomas humanos son submetacéntricos, el cromosoma "Y" a veces es considerado submetacéntricos aunque otros lo describen como acrocéntrico sin satélite.

Subtelocéntrico: cuando el centrómero divide al cromosoma en dos brazos, uno de los cuales es mucho más corto que el otro; también se llama acrocéntrico. Aun cuando el concepto es ampliamente aceptado y distribuido entre la comunidad científica, realmente, un cromosoma **telocéntrico** como tal no existe. Supuestamente en este tipo de cromosomas el centrómero está localizado en un extremo del mismo, pero la región telocéntrica no permite que molecularmente haya otra estructura finalizando el cromosoma.

De hecho, el acortamiento del telómero o su ausencia total, causa inestabilidad en los cromosomas y en consecuencia el envejecimiento, la muerte y enfermedades como el cáncer, por tanto, el término telocéntrico es incorrecto, no existe y debe considerarse el término subtelocéntrico, el cual implica que el telómero se ubica al final, así no sea visible y que el centrómero está después invariablemente.

Acrocéntrico: un cromosoma acrocéntrico es aquel en el que el centrómero se encuentra más cercano a uno de los telómeros, dando como resultado un brazo muy corto y el otro largo poseen esta estructura los pares 13, 14, 15, 21 y 22.

Membrana plasmática

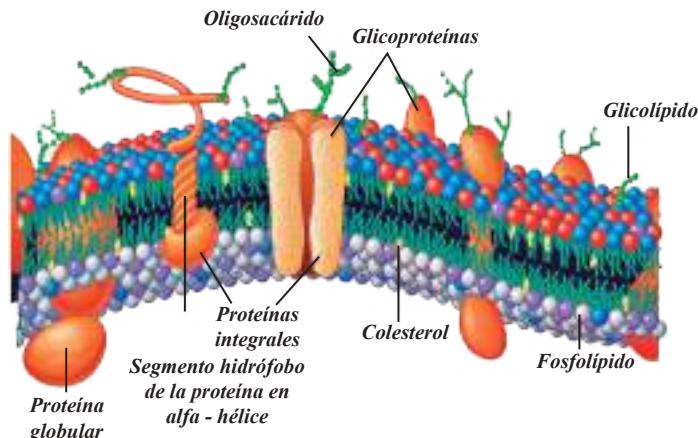


¿Qué es la membrana plasmática y dónde está ubicada? ¿Cómo está formada la membrana plasmática? ¿Cuál es la importancia biológica de la membrana plasmática? ¿Qué relación tiene la estructura de la membrana plasmática con su función?

La **membrana plasmática** es una estructura laminar formada por dos capas de fosfolípidos (con cabeza hidrofílica y cola hidrofóbica), denominada bicapa lipídica y una capa de proteínas

que engloban a la célula, le definen sus límites, le dan forma y contribuyen a mantener el equilibrio entre el interior (medio intracelular) y el exterior (medio extracelular) de éstas. Además, se asemeja a las membranas que delimitan los organelos de células eucariotas.

Tiene un grosor aproximado de 7,5 nm y no es visible al microscopio óptico pero sí al microscopio electrónico, donde se pueden observar dos capas oscuras laterales y una central más clara. En las células procariotas y en las eucariotas osmótrofas como plantas y hongos, se sitúa bajo otra capa, denominada pared celular.



Membrana plasmática. Modelo del Mosaico fluido

Componentes de la membrana celular

Está compuesta por 4 láminas que sirven de “contenedor” para el citosol y los distintos compartimentos internos de la célula. Está formada principalmente por fosfolípidos (*fosfatidiletanolamina* y *fosfatidilcolina*), colesterol, glúcidos y proteínas (integrales y periféricas).

Las proteínas integrales están embebidas en la bicapa lipídica, atraviesan la membrana una o varias veces, asomando por una o las dos caras (proteínas transmembrana); o bien mediante enlaces covalentes con un lípido o un glúcido de la membrana. Su aislamiento requiere la ruptura de la bicapa.

Las proteínas periféricas se hallan a un lado u otro de la bicapa lipídica, pueden estar unidas débilmente por enlaces no covalentes. Fácilmente separables de la bicapa, sin provocar su ruptura.

Funciones de la membrana plasmática

Las principales funciones de la membrana plasmática las podemos agrupar en: estructurales, de intercambio de sustancias y de comunicación:

- **Funciones estructurales:**

Constituye una barrera osmótica (que mantiene constante el medio interno), impidiendo el paso libre de sales y de compuestos orgánicos polares.

Es el límite metabólicamente activo de la célula: establece la frontera entre el protoplasto y el medio externo, impidiendo la pérdida de metabolitos y macromoléculas del protoplasto.

Permite a la célula dividir en secciones los distintos orgánulos y así proteger las reacciones químicas que ocurren en cada uno.

Provee sitios de anclaje para los filamentos del citoesqueleto o los componentes de la matriz extracelular lo que permite, entre otras, el mantenimiento de la forma celular.

Participa en la **biosíntesis de componentes de membrana, de pared y de cápsulas**.

- **Funciones de comunicación:**

Reconoce y responde a señales externas a la célula con información específica, las que desencadenan señales internas ya sean activadoras o inhibitorias de distintos procesos celulares.

Establece interacciones intercelulares o con componentes de la matriz extracelular.

Regula la fusión de la membrana con otra membrana por medio de uniones especializadas.

Sirve de receptor que reconoce señales de determinadas moléculas y transduce la señal al citoplasma.

Protección de la célula frente a posibles agresiones externas.

Permite la interacción con otras células y con el entorno extracelular.

- **Funciones de intercambio de sustancias:**

Merced a sistemas de transporte, **permite selectivamente el paso de sustancias** del exterior al interior (y viceversa), de esta manera se pueden establecer gradientes iónicos que pueden ser utilizados para la síntesis de ATP, el movimiento transmembrana de solutos específicos en ciertos tipos celulares, producir y transmitir señales eléctricas.

Regula el intercambio de sustancias esenciales entre células y el fluido extracelular.

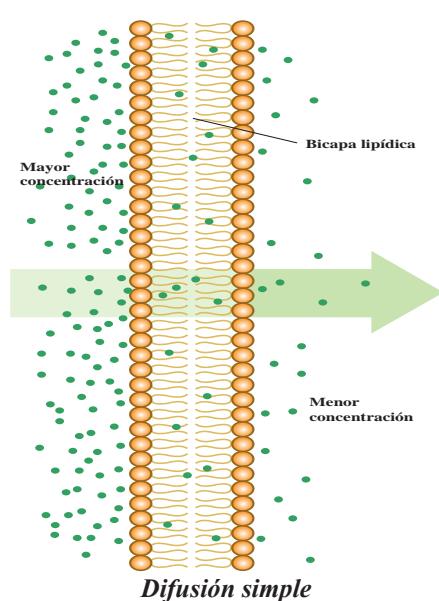
Permite a las células reconocerse, adherirse entre sí cuando es necesario e intercambiar materiales e información.

Transporta sustancias de un lugar de la membrana a otro, acumulando sustancias en lugares específicos de la célula que le puedan servir para su metabolismo.

El paso a través de la membrana posee tres modalidades: transporte pasivo sin gasto de energía, transporte activo con consumo de energía y transporte en masa.

Transporte pasivo

Consiste en el transporte de moléculas a través de la membrana plasmática, para esto la célula no requiere de



energía, debido a que va a favor del gradiente de concentración o del gradiente de carga eléctrica. En este transporte pueden darse difusión simple, difusión facilitada y ósmosis.

Difusión simple: algunas moléculas pequeñas y sin carga eléctrica atraviesan la bicapa lipídica o membrana plasmática a favor del gradiente de concentración. Por ejemplo, O₂, N₂, CO₂, alcohol (etanol), urea, entre otras. La difusión finaliza cuando se igualan las concentraciones en ambos compartimentos.

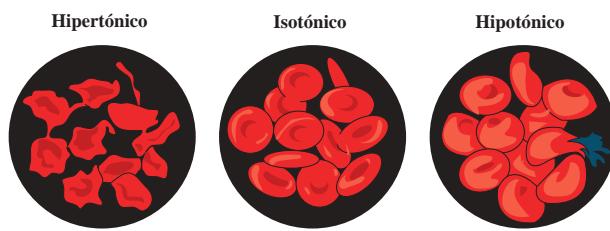
Difusión facilitada: algunas moléculas son demasiado grandes como para difundirse a través de los canales de la membrana y demasiado hidrofílicos para poder difundirse a través de la capa de fosfolípidos. Tal es el caso de la glucosa y algunos otros monosacáridos.

Estas sustancias, pueden sin embargo cruzar la membrana plasmática mediante el proceso de difusión facilitada, con la ayuda de una proteína transportadora. Cuando la molécula es demasiado grande, la glucosa se une a la proteína transportadora y ésta cambia de forma, permitiendo el paso del azúcar. Tan pronto como la glucosa llega al citoplasma, una kinasa (enzima que añade un grupo fosfato a un azúcar) transforma la *glucosa* en *glucosa - 6 - fosfato*. De esta forma, las concentraciones de glucosa en el interior de la célula son siempre muy bajas y el gradiente de concentración exterior hacia el interior favorece la difusión de la glucosa.

La difusión facilitada es mucho más rápida que la difusión simple y depende: del gradiente de concentración de la sustancia a ambos lados de la membrana, del número de proteínas transportadoras existentes en la membrana y de la rapidez con que estas proteínas hacen su trabajo.

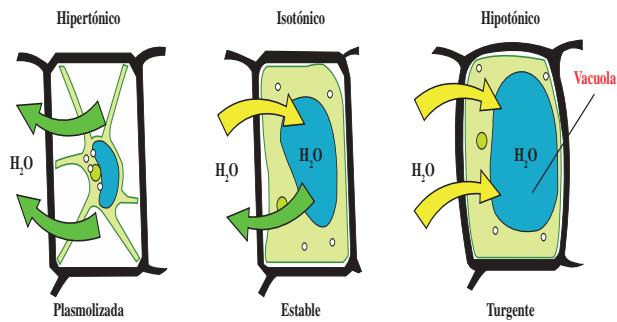
Ósmosis

La ósmosis es un fenómeno consistente en el paso del solvente de una disolución desde una zona de baja concentración de soluto a una de alta concentración del soluto, separadas por una membrana semipermeable.



Ósmosis en una célula animal

- En un medio **hipertónico**, la célula se arruga llegando a deshidratarse y se muere, esto se llama **crenación**.
- En un medio **isotónico**, hay un equilibrio dinámico, es decir, el paso constante de agua.
- En un medio **hipotónico**, la célula absorbe agua hinchándose y hasta el punto en que puede estallar dando origen a la **citólisis**.



Ósmosis en una célula vegetal

- En un medio **hipertónico**, la célula elimina agua y el volumen de la vacuola disminuye, produciendo que la membrana plasmática se despegue de la pared celular, ocurriendo la **plasmólisis**.
- En un medio **isotónico**, existe un equilibrio dinámico.
- En un medio **hipotónico**, la célula toma agua y sus vacuolas se llenan aumentando la presión de turgencia.

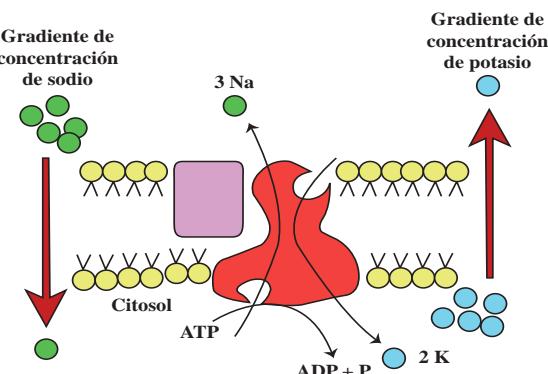
Transporte activo

El transporte activo de moléculas a través de la membrana celular se realiza en contra de un gradiente de concentración (gradiente químico) o en contra un gradiente eléctrico de presión (gradiente electroquímico), es decir, es el paso de sustancias desde un medio poco concentrado a un medio muy concentrado. Para desplazar estas sustancias contra corriente es necesario el aporte de energía procedente del ATP (Adenosín trifosfato). Las proteínas portadoras del transporte activo poseen las enzimas ATP - asas que son una clase de enzimas que catalizan la descomposición de la adenosina trifosfato en adenosina difosfato y un ion fosfato libre.

Son de interés dos grandes categorías de transporte activo, primario y secundario.

Transporte activo primario: bomba de sodio y potasio

Funcionamiento: en la cara de la membrana hacia el interior, la bomba sodio - potasio (proteína integral), **une tres iones de sodio**. En la cara **citoplasmática** de la membrana la bomba sodio-potasio **une una molécula de ATP y la hidroliza** (obtiene energía de la rotura del enlace de un fosfato, dando ADP y P inorgánico). Con esta energía la proteína **cambia de conformación** debido a que un residuo de **ácido aspártico** (un aminoácido de la proteína) recibe la energía y promueve el movimiento de los aminoácidos abriendo el canal transmembrana. En ese momento los tres iones de **sodio pasan al exterior** de la membrana. Al mismo tiempo, dos **iones de potasio se unen** a la bomba sodio - potasio en la cara externa de la membrana. En esta nueva conformación de la proteína, el **ADP y el fosfato inorgánico (Pi)** son liberados y la proteína **recupera su configuración** inicial, dejando a los iones de potasio en el lado del citoplasma.



Transporte activo secundario o cotransporte

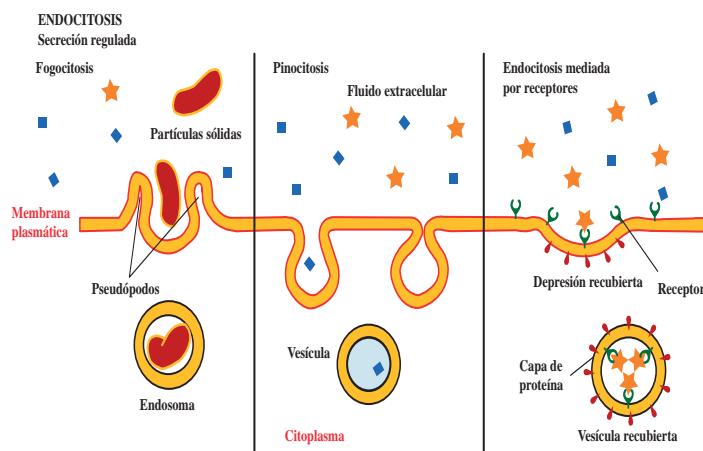
Es el transporte de sustancias que normalmente no atraviesan la membrana celular tales como los aminoácidos y la glucosa, cuya energía requerida para el transporte deriva del gradiente de concentración de los iones sodio de la membrana celular, ejemplo: el gradiente producido por el sistema glucosa/sodio del intestino delgado.

Intercambiador calcio-sodio: es una proteína de la membrana celular de todas las células eucariotas. Su función consiste en transportar el catión calcio (Ca^{2+}) hacia el exterior de la célula empleando para ello el gradiente de sodio; su finalidad es mantener baja la concentración de Ca^{2+} en el citoplasma que es unas diez mil veces menor que en el medio externo. Por cada catión Ca^{2+} expulsado por el intercambiador al medio extracelular penetran tres cationes Na^+ al interior celular. Se sabe que las variaciones en la concentración intracelular del Ca^{2+} (segundo mensajero) se producen como respuesta a diversos estímulos y están involucradas en procesos como la contracción muscular, la expresión genética, la diferenciación celular, la secreción y varias funciones de las neuronas. Dada la variedad de procesos metabólicos regulados por el Ca^{2+} , un aumento de la concentración de Ca^{2+} en el citoplasma puede provocar un funcionamiento anormal de los mismos. Si el aumento de la concentración de Ca^{2+} en la fase acuosa del citoplasma se aproxima a un décimo de la del medio externo, el trastorno metabólico producido conduce a la muerte celular. El calcio es el mineral más abundante del organismo, además de cumplir múltiples funciones.

Transporte en masa

Las macromoléculas o partículas grandes se introducen o expulsan de la célula por dos mecanismos: endocitosis y exocitosis.

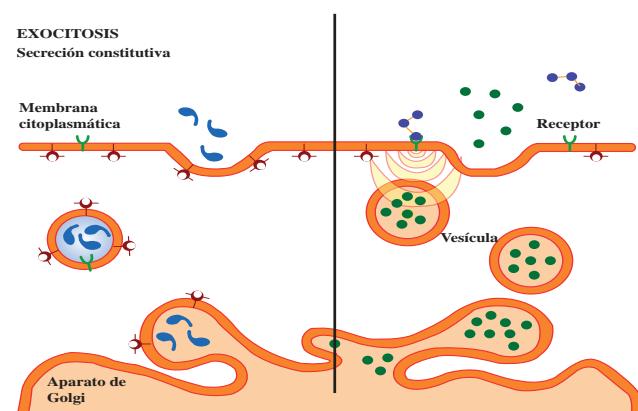
Endocitosis: es el proceso celular por el que la célula mueve hacia su interior moléculas grandes o partículas, se puede dar por invaginación o por mediación de receptores a través de su membrana citoplasmática, formando una vesícula que luego se desprende de la pared celular y se incorpora al citoplasma. Esta vesícula, llamada endosoma, luego se fusiona con un lisosoma que realizará la digestión del contenido vesicular.



Existen tres procesos:

- **Pinocitosis:** consiste en la ingestión de líquidos y solutos mediante pequeñas vesículas.
- **Fagocitosis:** consiste en la ingestión de grandes partículas que se engloban en grandes vesículas (fagosomas) que se desprenden de la membrana celular.
- **Endocitosis mediada por receptor:** a través de este mecanismo la célula internaliza macromoléculas específicas del medio extracelular mediada por la unión de éstas a receptores específicos situados en la membrana plasmática y la posterior internalización de los complejos receptores - ligando de la superficie celular. Es el tipo más común de endocitosis en las células animales. Es un proceso que ocurre en la mayoría de los tipos celulares y bajo condiciones normales representa el principal portal de entrada al interior celular, pues tiene lugar en todas las células nucleadas de los vertebrados, con un papel fundamental en diferentes procesos fisiológicos de la célula.

El proceso mejor caracterizado de endocitosis mediada por receptor es aquel que ocurre con la **formación de vesículas revestidas de clatrina** por el cual diferentes tipos de material extracelular entran en la célula eucariota animal.



Exocitosis: es el proceso celular por el cual las vesículas situadas en el citoplasma se fusionan con la membrana citoplasmática, liberando su contenido. Se observa en muy diversas células secretoras, tanto en la función de excreción como en la función endocrina.

También interviene la exocitosis en la secreción de un neurotransmisor a la brecha sináptica o espacio entre las neuronas, para posibilitar la propagación del impulso nervioso entre neuronas. La secreción química desencadena una despolarización del potencial de membrana, desde el axón de la célula emisora hacia la dendrita (u otra parte) de la célula receptora. Este neurotransmisor será luego recuperado por endocitosis para ser reutilizado. Sin este proceso, se produciría un fracaso en la transmisión del impulso nervioso entre neuronas.

Compruebe sus conocimientos



Realice un dibujo donde describa la estructura de la membrana plasmática, con el modelo del mosaico fluido preséntelo a su clase y explique lo que representa.

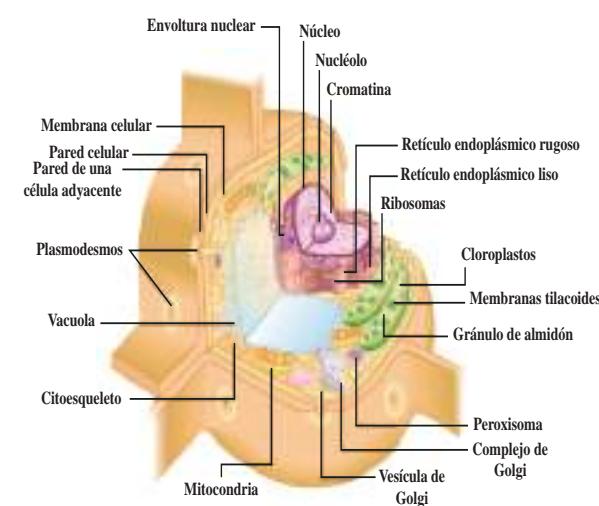
Con ayuda de su libro de trabajo contesta las siguientes preguntas:



¿Qué relación tiene la estructura de la membrana plasmática con su función? ¿Explique en qué consiste la difusión y la ósmosis? ¿En qué consiste el transporte pasivo y el activo? Dé ejemplos. ¿Cómo se regula la entrada y salida de sustancias en la célula? ¿Cuál es la importancia biológica de la membrana plasmática?

El citoplasma

El citoplasma es la parte del **protoplasma** que en una **célula eucariota** se encuentra entre el **núcleo celular** y la **membrana plasmática**. Consiste en una emulsión **coloidal** muy fina de aspecto granuloso, el **citosol** o **hialoplasma**. Alberga los orgánulos celulares y contribuye al movimiento de los mismos. El citosol es la sede de muchos procesos **metabólicos** que se dan en la célula.



Estructura celular: citoesqueleto y organelos celulares

El citoplasma se divide en ocasiones en una región externa gelatinosa, cercana a la membrana e implicada en el movimiento celular, que se denomina **ectoplasma** o citogel y una parte interna más fluida que recibe el nombre de **endoplasma** donde se encuentra la mayoría de los orgánulos.

También se encuentra en las **células procariotas**. Contiene los nutrientes que lograron atravesar la membrana plasmática, llegando de esta forma a los orgánulos de la célula. Hasta el 85% del **citoplasma** está conformado por agua, proteínas, lípidos, carbohidratos, ARN, sales minerales y otros productos del metabolismo.

En el citoplasma existe una red de **filamentos** proteicos, que le confieren forma y organización interna a la célula permitiéndole movimiento. Constituyen el citoesqueleto. Existen varios tipos de filamentos:

- Microfilamentos o filamentos de actina, típicos de las células musculares.
- Microtúbulos, que aparecen dispersos en el hialoplasma o forman estructuras más complejas, como el huso acromático.
- Filamentos intermedios como los filamentos de queratina, típicos de las células epidérmicas.

Sistemas de membranas citoplasmáticas

El sistema de membranas citoplasmáticas comprende estructuras, básicamente, formadas por membranas que se encuentran en el citoplasma de las células y que presentan relación entre ellas.

Los orgánulos siguientes son parte del sistema de membranas citoplasmáticas:

- La envoltura nuclear, la que se ha descrito cuando se abordó el núcleo.
- El retículo endoplasmático es un orgánulo de síntesis y transporte construido como una extensión de la membrana nuclear.
- El aparato de Golgi actúa como el sistema de empaquetado y de entrega de moléculas.
- Los lisosomas son las unidades “energéticas” de la célula. Utilizan enzimas que analizan las macromoléculas y también actúan como sistema de recogida de residuos.
- Las vacuolas actúan como unidades del almacenaje en algunas células.
- Las vesículas son pequeñas unidades de transporte delimitadas por membranas que pueden transferir moléculas entre diversos compartimientos.

Retículo endoplásmico (Red dentro del citoplasma)

Es una red interconectada de tubos aplanados y sáculos comunicados entre sí, que intervienen en funciones relacionadas con la síntesis protéica, metabolismo de lípidos y algunos esteroides y el transporte intracelular. Se encuentra en las células eucarióticas, excepto en procarióticas.

El retículo endoplasmático rugoso se encuentra unido a la membrana nuclear externa mientras que el retículo endoplasmático liso es una prolongación del retículo endoplasmático rugoso.

El retículo endoplasmático rugoso tiene esa apariencia debido a los numerosos ribosomas adheridos a su membrana mediante unas proteínas denominadas **riboforinas**. Tiene unos sáculos más redondeados cuyo interior se conoce como **luz del retículo** o **lumen** donde caen las proteínas sintetizadas en él. Está muy desarrollado en las células que por su función deben realizar una activa labor de síntesis, como las células hepáticas o las células del páncreas.

- El retículo endoplasmático liso no tiene ribosomas y participa en el metabolismo de lípidos.
- El retículo endoplasmático tiene variedad de formas: túbulos, vesículas, cisternas. En algunos casos en una misma célula se pueden observar los tres formas:

Función del Retículo Endoplasmático:

Síntesis de proteínas: la lleva a cabo el retículo endoplasmático rugoso, específicamente en los ribosomas adheridos a su membrana. Las proteínas serán transportadas al aparato de Golgi mediante vesículas de transición donde dichas proteínas sufrirán un proceso de maduración para luego formar parte de los lisosomas o de vesículas secretoras.

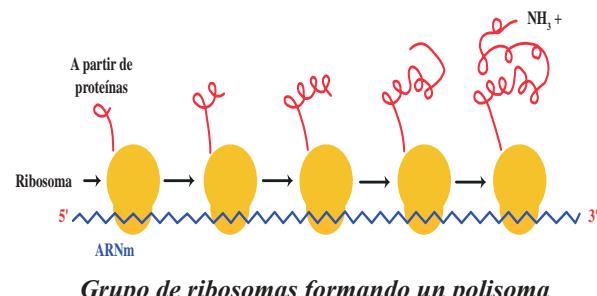
Metabolismo de lípidos: el retículo endoplasmático liso sintetiza lípidos de la membrana plasmática, colesterol y derivados de éste, como las ácidos biliares o las hormonas esteroideas.

Desintoxicación: es un proceso que se lleva a efecto en el retículo endoplasmático de las células del hígado (hepatocitos), que consiste en la inactivación de productos tóxicos como drogas, medicamentos o los propios productos del metabolismo celular, por ser liposolubles.

Glucosilación: son reacciones de transferencia de un oligosacárido a las proteínas sintetizadas. Se realiza en la membrana del retículo endoplasmático, la proteína sintetizada se transforma en una proteína periférica externa del glucocálix (sustancias que rodean a las células bacterianas).

Ribosomas

Son pequeños organelos esféricos que se encuentran unidos al retículo endoplasmático y libres en el citoplasma. Sólo son visibles al microscopio electrónico, debido a su reducido tamaño se observan como estructuras redondeadas.



En las células estos orgánulos aparecen en diferentes estados de disociación. Cuando están completos, pueden estar aislados o formando grupos llamados polisomas. Están formados por ARN ribosómico (ARNr) y por proteínas. Están en todas las células, excepto en los espermatozoides.

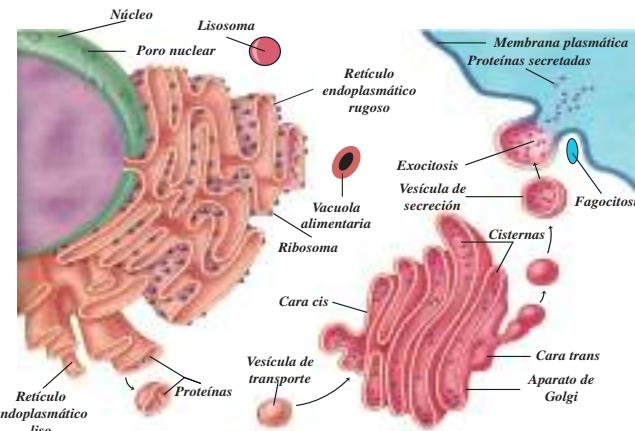
Están formados por dos subunidades, una grande y otra pequeña, entre las cuales sintetizan las proteínas. Los ribosomas libres fabrican proteínas que permanecen en la célula como elementos citoplasmáticos estructurales o funcionales, mientras que aquéllos que se hallan adheridos al retículo endoplasmático sintetizan proteínas de exportación. En las subunidades de mayor tamaño es donde ocurre la reacción que añade un nuevo aminoácido al anterior, mientras que la menor asiste en la colocación correcta de todos los ingredientes para que cada uno ocupe el lugar preciso.

En 1953 el científico Palade los define como partículas globulares, de 15 a 30 nm de diámetro, por lo que se les ha conocido como "corpúsculos de Palade".

Aparato de Golgi

Presente en todas las células eucariotas, excepto en los glóbulos rojos y las células epidérmicas. El aparato de Golgi se compone de una serie de estructuras denominadas cisternas.

Éstas se agrupan en número variable, habitualmente de 4 a 8, formando el dictiosoma que son sacáculos aplanados rodeados de membrana y apilados unos encima de otros, cuya función es completar la fabricación de algunas proteínas. Funciona como una planta empaquetadora, modificando vesículas del retículo endoplasmático rugoso. El material nuevo de las membranas se forma en varias cisternas de Golgi. Dentro de las funciones que posee el aparato de Golgi se encuentran la glicosilación o glucosilación (es un proceso químico en el que se adiciona un glúcido a otra molécula), selección, destinación, glicosilación de lípidos, almacenamiento y distribución de lisosomas y la síntesis de polisacáridos de la matriz extracelular. Debe su nombre a Camilo Golgi, Premio Nobel de Medicina en 1906 junto a Santiago Ramón y Cajal.



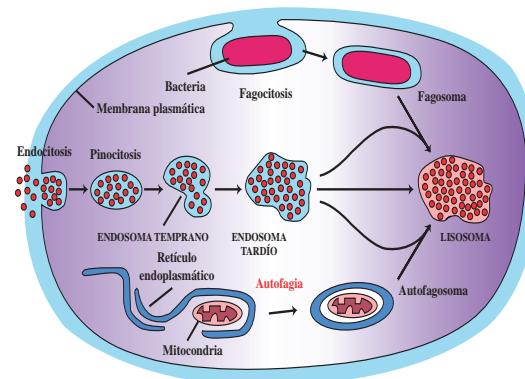
Retículo endoplasmático y aparato de Golgi

Compruebe sus conocimientos

?

¿Qué organelos son los que forman parte del sistema de membrana del citoplasma? ¿Qué diferencias existen entre el retículo endoplasmático liso y el rugoso?

Haga un dibujo del aparato de Golgi y el retículo endoplasmático, explique qué relación tienen entre sí y nombre cada uno de sus componentes.



Funciones del lisosoma

Lisosomas

Organelos membranosos cuyos diámetros van de 0,2 a 0,4 micrómetros, contienen un número extraordinariamente de hidrolasas ácidas. Descubierto por De Duve en 1955. El interior de un lisosoma tiene un $pH = 5$. El número de lisosomas varía según el tipo celular. Contiene las enzimas: fosfatasas, proteasas, nucleasas, lipasas, glucosidases y sulfatasas. Las fosfatasas ácidas son las más fáciles de detectar por medios histoquímicos.

Cuando a los lisosomas les falta el oxígeno (hipoxia) se destruyen solos (autólisis).

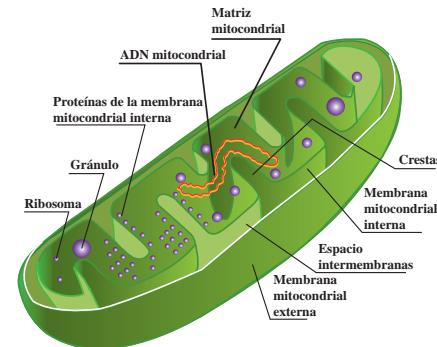
Funciones de los lisosomas:

- Degradar partículas exógenas o constituyentes macromoleculares.
- Eliminar cualquier constituyente macromolecular u organelo que ya no sea útil para la célula.

Mitocondria

La mitocondria es un organelo de forma esférica u ovoidea presente en las células eucariotas cuya función principal es la respiración aeróbica celular.

Su ultraestructura muestra que está envuelta por dos membranas conteniendo en su interior la matriz mitocondrial. La función de las mitocondrias es la de intervenir en el proceso de respiración celular y oxidación de sustancias alimenticias para liberar energía. Aquí se queman alimentos mediante una reacción química que libera y almacena energía en forma de ATP (*adenosin trifosfato*).



Estructura de una mitocondria

La membrana externa es lisa, rica en colesterol y muy permeable. Entre las dos membranas se observa el **espacio intermembrana**.

La membrana interna es rica en enzimas y posee cardiolipina (fosfolípidos con cuatro ácidos grasos) que dificulta el transporte de iones hacia la membrana interna. Ésta presenta invaginaciones en forma de tabiques formando las denominadas **crestas** que aumentan significativamente la superficie de esa membrana. En su superficie interna se presentan los corpúsculos elementales (10 nm de diámetro) que contienen complejos protéicos con actividad ATP - sintetasa.

También se encuentran las proteínas transportadoras, principalmente los citocromos. Se ensamblan cinco complejos multiproteícos, cuyo último paso es la reducción del O_2 en agua y la producción de ATP (*adenosin trifosfato*).

La matriz es una sustancia finamente granular y electro - densa (gránulos denso de 30 a 50 nm de diámetros compuestos de calcio) que se encuentran en el interior de las mitocondrias que además contiene filamentos de ADN y ribosomas de 15 nm, menores a los del citosol.

De un modo general la cantidad de crestas y la densidad electrónica es proporcional a la actividad respiratoria de la célula. Las células del músculo que tiene tasa de respiración elevada presentan mitocondrias extremadamente ricas en crestas y muy electrodensa y al contrario las células hepáticas (con tasa de respiración mucho menor) presentan mitocondrias con una distribución mucho más dispersas y menos electrodensa.

Los centríolos

Estos organelos se visualizan sólo en células animales, es de forma cilíndrica, se encuentra situado cerca del núcleo, cada centríolo está constituido por un cilindro hueco.

Los centríolos tienen como función la formación del huso acromático durante la división celular quienes se hacen más visibles durante la mitosis.

Muchos tipos de células eucarióticas contienen centríolos. Los centríolos, que típicamente se encuentran en pares, son cilindros pequeños de aproximadamente *0,2 micrómetro* de diámetro, que contienen *9 tripletes* de microtúbulos.

Su estructura es idéntica a la de los cuerpos basales; sin embargo, su distribución en la célula es diferente.

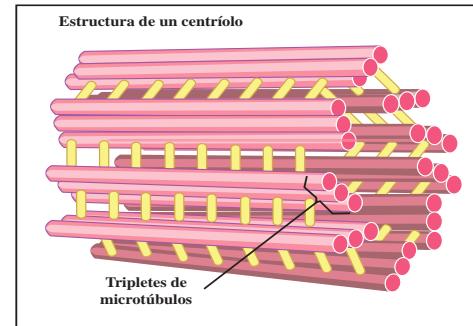
Se encuentran sólo en aquellos grupos de organismos que también tienen cilios o flagelos y cuerpos basales y controlan el movimiento de los mismos.

Los peroxisomas

Son orgánulos citoplasmáticos en forma de vesículas que contienen oxidasa y catalasa. Estas enzimas cumplen funciones de detoxificación celular (liberación de toxinas). Los peroxisomas sólo se encuentran en células eucariotas. Fueron descubiertos en 1965 por Christian de Duve y sus colaboradores.

El peroxisoma, está constituida por una doble capa lipídica (de grasas) que contiene diversas proteínas, consta de una membrana plasmática semipermeable, que contienen varias enzimas que producen o utilizan peróxido de hidrógeno (*agua oxigenada, H₂O₂*); se han identificado más de *50 enzimas* en los peroxisomas de diferentes tejidos. Se forman por gemación al desprenderse del retículo endoplasmático liso, aunque por sí mismos pueden abultar cierta porción de su membrana produciendo nuevos peroxisomas. La membrana protege la célula de los efectos dañinos del interior del peroxisoma. Las partículas de su interior suelen estar cristalizadas.

Éstas se hallan en todos los tejidos, pero predomina en el hígado, en el riñón y en el cerebro durante el período de formación de la mielina (material que recubre las fibras nerviosas y forma la sustancia blanca cerebral).



Disposición de los microtúbulos en un centríolo



Actualmente los científicos postulan que los peroxisomas han prevalecido desde su aparición como adaptación contra los continuos efectos tóxicos a los que se expone una célula, se les atribuye un papel crítico en el envejecimiento y la pérdida del control del ciclo celular que puede desembocar en tumores y cáncer.

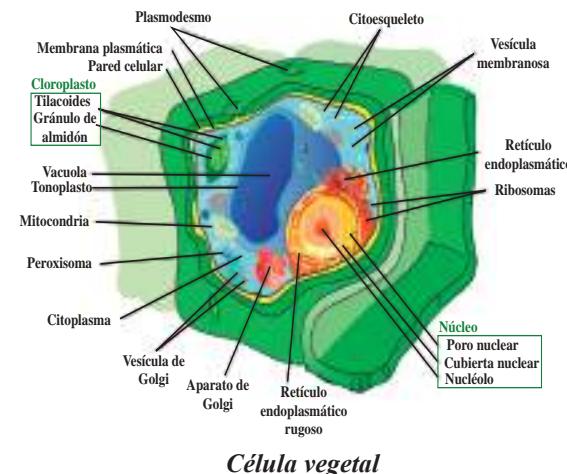
Célula vegetal

Las características distintivas de las células de las plantas son:

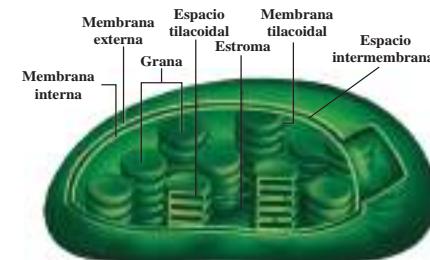
- Una vacuola central grande (delimitada por una membrana, el tonoplasto), que mantiene la forma de la célula y controla el movimiento de moléculas entre citosol y savia.
- Una pared celular compuesta de celulosa y proteínas, y en muchos casos, lignina, que es depositada por el protoplasto en el exterior de la membrana celular. Esto contrasta con las paredes celulares de los hongos, que están hechas de quitina y la de los procariontes, que están hechas de peptidoglicano.
- Los plasmodesmos, poros de enlace en la pared celular, que permiten que las células de las plantas se comuniquen con las células adyacentes.
- Los plastidios, en ellos están contenidos precisamente los pigmentos que intervienen en el conjunto de fenómenos bioquímicos de la fotosíntesis.

Son organelos exclusivos de células vegetales, que presentan diferentes formas, pueden ser de tres tipos básicos:

- **Plastidios de reserva:** Almacenan sustancias elaboradas por la célula como, almidón, aceites, entre otros. Los que almacenan almidón se denominan “amiloplastos” y los que contienen aceite “oleoplastos”.
- **Cromoplastos:** Son plastidios que presentan pigmentos, es por eso que existen hojas, flores y frutos de diferentes colores, algunos de ellos son: carotenos y xantófilos (pigmento amarillo de carotenoides).
- **Leucoplasto:** Son de color blanco y almacenan almidones.
- **Cloroplastos:** Este plasto almacena pigmento de color verde llamado clorofila, se encuentra en la mayor parte de las células vegetales y es importante porque desempeña un papel preponderante en la fotosíntesis.



Célula vegetal

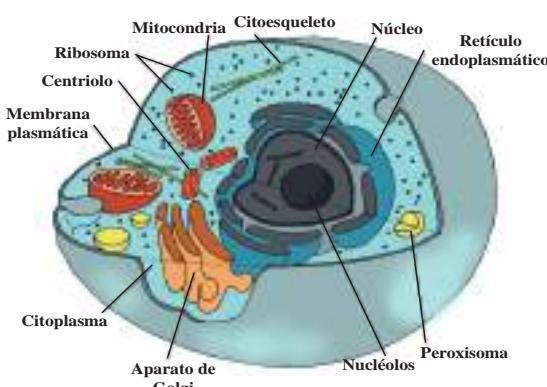


Estructura del cloroplasto

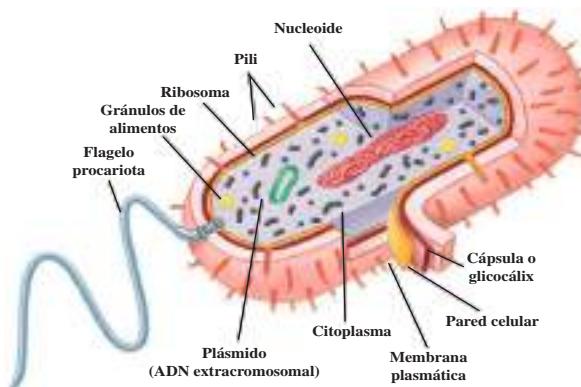
Un cloroplasto se parece a una mitocondria en que ambos están rodeados por una membrana interna y externa, separadas una de otras por un espacio intermembranal. Contiene una solución densa, el estroma, que se corresponde con la matriz en la mitocondria y difiere de la mitocondria en que la membrana interna no presenta crestas y en que contiene un sistema de membranas adicional, los tilacoides, que encierran el espacio tilacoidal. En los tilacoides es donde se encuentran las moléculas de clorofila.

Vacuolas: Las vacuolas son sacos que almacenan proteínas y otras sustancias (almidones y aceites) para su uso posterior dentro de la célula o para exportarse al exterior de la misma.

Diferencia entre células procarióticas y eucarióticas



Estructura célula eucariótica



Estructura célula procariótica

Entre las células procarióticas y eucarióticas hay diferencias fundamentales en cuanto a tamaño y organización interna.

Las procarióticas, que comprenden bacterias y cianobacterias (antes llamadas algas verdeazuladas), son células pequeñas, entre 1 y 5 μm de diámetro, y de estructura sencilla; el material genético (ADN) está concentrado en una región, pero no hay ninguna membrana que separe esta región del resto de la célula por lo que no tienen un núcleo.

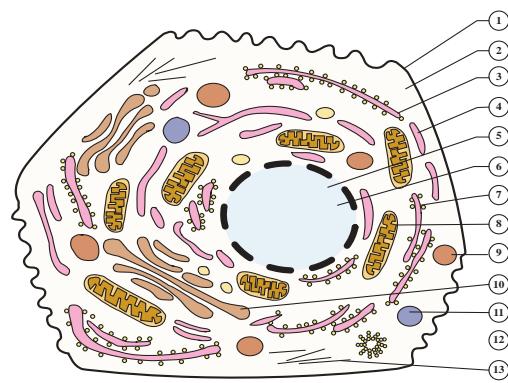
Las células eucarióticas, que forman todos los demás organismos vivos, incluidos protozoos, plantas, hongos y animales, son mucho mayores (entre 10 y 50 μm de longitud) y tienen el material genético envuelto por una membrana que forma un órgano esférico conspicuo llamado núcleo. De hecho, el término eucariótico significa en griego **núcleo verdadero**, mientras que procariótico significa **antes del núcleo**.

Compruebe sus conocimientos



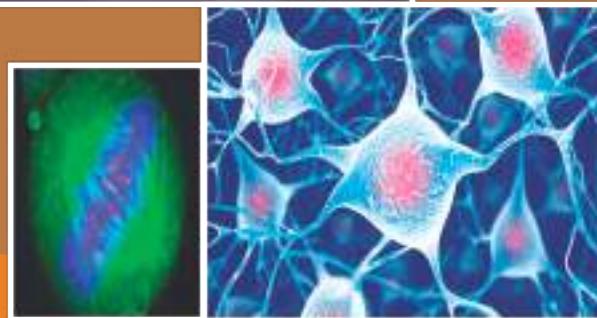
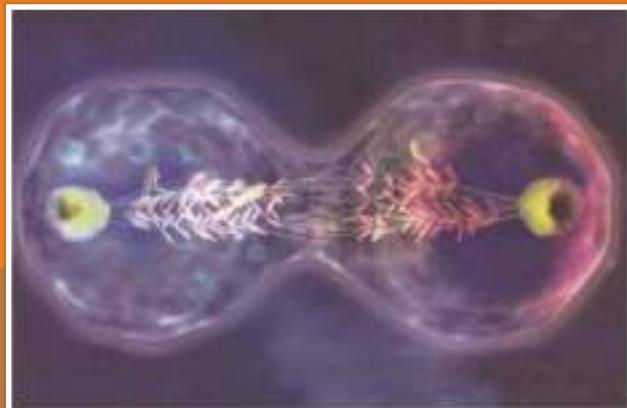
Realice un dibujo semejante al que se le presenta y rotule las partes de la célula animal.

Realice un cuadro comparativo presentando las semejanzas y diferencias de la célula animal y la vegetal.

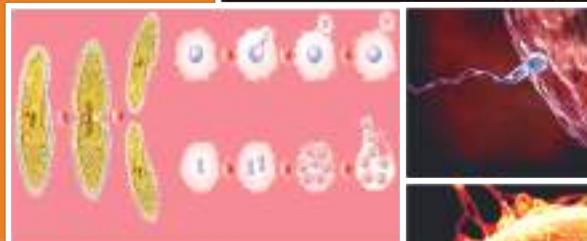
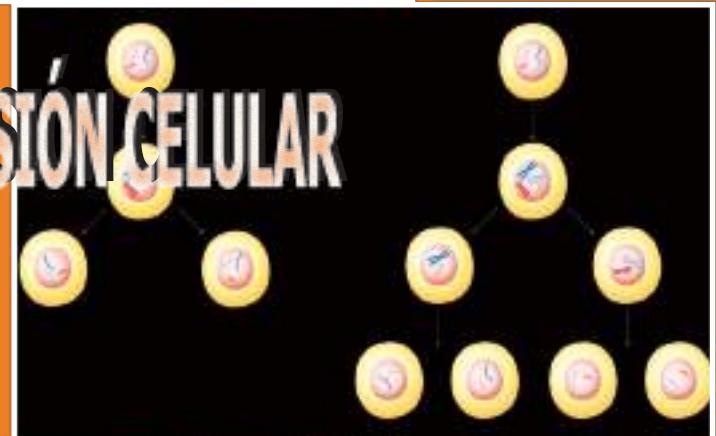


**Q
U
I
N
T
A

U
N
I
D
A
D**



FISIOLOGÍA Y DIVISIÓN CELULAR



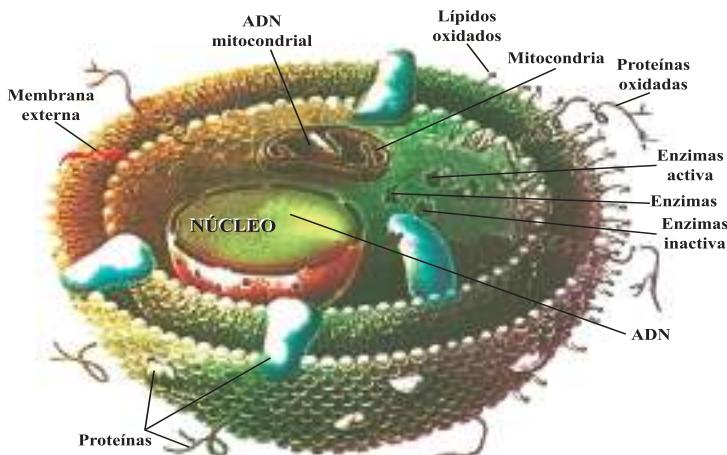
Fisiología y división celular

?

¿Conoce el significado de Fisiología? ¿Considera que es importante el estudio de la Fisiología celular?

La Fisiología es una rama de la Biología que estudia las funciones de los seres vivos.

La célula realiza diversas funciones, a cada organelo le corresponde una función, con el fin de poder alimentarse, crecer, reproducirse, sintetizar sustancias y relacionarse con el medio ambiente.



Corte transversal de célula con biomolécula en función

Para lograrlo debe realizar tres importantes funciones: relación, nutrición y reproducción.

Reproducción celular

?

¿Recuerda en qué consiste la función de reproducción celular? ¿A qué se llama división celular? ¿Qué importancia tiene la división celular?

Hemos estudiado que una de las principales características de los seres vivos, es la reproducción, es decir generar descendientes, perpetuar la especie. Si una especie perdiera la capacidad reproductiva, estaría condenada a la extinción.

Bases de la reproducción celular

Cuando una célula se divide transmite a sus células hijas información y condiciones esenciales para perpetuar especie como: **citoplasma, información para dirigir los procesos vitales, información hereditaria y materiales que necesitan las células hijas para sobrevivir.**

Ciclo celular

?

¿Recuerda en qué consiste el ciclo celular? ¿Qué importancia tienen para la reproducción los diferentes procesos que se llevan a cabo en el ciclo celular?

El ciclo celular es un conjunto ordenado de sucesos que conducen al crecimiento de la célula y termina en el momento en que dicha célula, por división subsiguiente, origina dos nuevas células hijas. La división de las células eucarióticas es parte de un ciclo vital continuo que consiste de interfase, mitosis y citocinesis.

Interfase

Es la fase más larga del ciclo celular, ocupando casi el 90% del ciclo, trascurre entre dos mitosis y comprende tres etapas o fases que son: *G1*, *S*, *G2* y *M*.

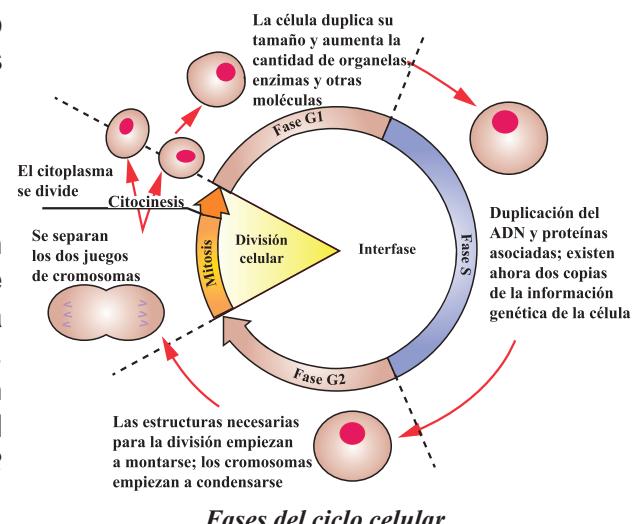
Fase G1: (del inglés Growth (crecer) o Gap1 (intervalo 1), es la primera fase del ciclo, es un período de intensa actividad bioquímica, durante éste ocurre el crecimiento celular. El ADN sintetiza proteínas y lleva a cabo sus funciones celulares. En este punto las células se dividen o entran en estado de latencia con posibilidad de retomar el ciclo más adelante. Tiene una duración de 6 a 12 horas.

Fase S: (fase de síntesis) es la segunda fase del ciclo, en la que se produce la replicación o síntesis del ADN, como resultado cada cromosoma se duplica y queda formado por dos cromátidas idénticas. Se da también la duplicación de proteínas nucleares.

Fase G2: (segunda fase de crecimiento), es otra fase de crecimiento del ciclo celular en la que se continúa la síntesis de proteínas y ARN. Al final de este período se observan al microscopio cambios en la estructura celular, que indican el principio de la división celular, aquí la dotación de cromosomas es doble ya que se han duplicado los cromosomas, necesarios para que en la división celular se tengan dos células hijas diploides con la misma dotación cromosómica que la madre.

Recuerde

El ciclo celular incluye la interfase (*G1*, *S* y *G2*) y la Fase *M* (mitosis y citocinesis). La proporción de tiempo dedicado a cada una de las etapas varía entre especies, tipos celulares y condiciones de crecimiento. Suponiendo que el ciclo celular dura 24 horas, de acuerdo con la imagen, la fase *G1* duraría alrededor de 10 horas, la fase *S* duraría 9, la fase *G2* 4 horas y la fase *M* duraría 1 hora. Las células pasan la mayor parte de su vida en interfase, es decir en la etapa en la que la célula no se divide.



Mitosis

¿Recuerda a qué se le denomina mitosis? ¿Sabe usted cuántas son sus fases? ¿Qué importancia tiene este proceso?

Este proceso de división celular, propia de las eucariotas, consiste en el reparto equitativo del material hereditario (ADN); a partir de una célula se originan dos idénticas entre sí e iguales a la inicial. En la célula se dan cambios morfológicos bien definidos que permiten dividir el proceso en cuatro fases aunque éste sea continuo. Es el proceso más común en las células eucariotas.

Dado que cada célula debe contener completa la información genética propia de su especie, la célula madre debe hacer una copia de cada cromosoma antes de la mitosis, de forma que las dos células hijas reciban completa la información. Para facilitar el estudio del proceso de la mitosis, se le ha dividido en las fases siguientes:

Profase: en esta etapa los cromosomas se condensan y engrosan haciéndose visibles. Los centriolos se dirigen a los polos opuestos, quedando conectados entre sí por filamentos. La membrana nuclear desaparece.

Metafase: se forma el huso acromático a partir de los ásteres de los centriolos. Los cromosomas se disponen en línea recta en el plano ecuatorial de la célula con los centrómeros unidos a una hebra del huso acromático.

Anafase: los centrómeros de cada cromosoma se dividen. Las cromátidas de cada cromosoma se separan y se desplazan hacia los polos opuestos a través del huso acromático.

Telofase: cada cromátida (cromosomas divididos) se agrupan en los polos opuestos y son cada vez más difusos. Desaparecen los centriolos y el huso acromático. Comienzan a formarse la membrana nuclear y el nucléolo, la célula se va alargando. El citoplasma se hace más estrecho a la altura de la placa ecuatorial.

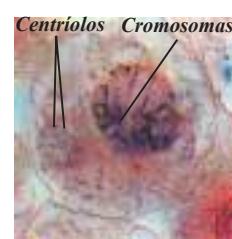
La citocinesis, en la célula animal, ocurre al final de la telofase, donde el citoplasma se va estrechando a nivel de la zona ecuatorial hasta que se divide y quedan formadas dos células hijas, que han de iniciar el período de interfase con el objetivo de crecer y comenzar a reproducirse. Con la citocinesis finaliza la fase M y se inicia un nuevo ciclo celular.

Recuerde

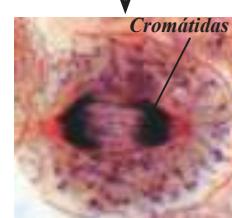
En la Fase M ocurre: (mitosis y citocinesis)

La división celular en la que una célula progenitora (células eucariotas, células somáticas - células comunes del cuerpo-) se divide en dos células hijas idénticas. Esta fase incluye la mitosis, a su vez dividida en: profase, metafase, anafase, telofase; y la citocinesis, que se inicia ya en la telofase mitótica.

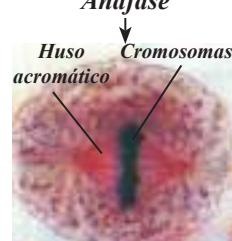
La división celular se compone de dos partes, la división del núcleo (cariocinesis) y la del citoplasma (citocinesis).



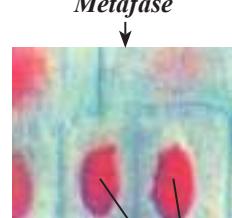
Profase



Metaphase



Anaphase



Telophase

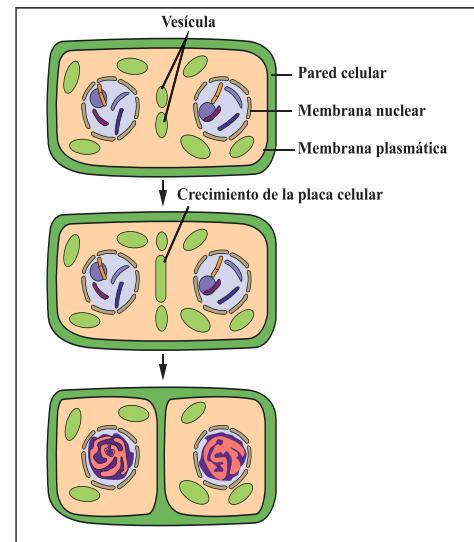


Células hijas

Citocinesis en las células vegetales

En la célula vegetal el huso no tiene centriolos, ni ásteres. El huso acromático se forma por haces de microtúbulos durante la metafase, a partir de los llamados “centros amorfos”.

La citocinesis o división del citoplasma es diferente al de células animales, implica la formación de una pared celular, en lugar del estrechamiento del citoplasma como sucede en la célula animal. Durante la telofase, numerosas vesículas derivadas del complejo de Golgi se unen y dan lugar a una placa celular en el centro de la célula. Cuando la placa contacta con la membrana plasmática, una nueva pared celular se forma entre las dos membranas, la placa celular, dando lugar a dos células hijas, cada una con su propia membrana.



Compruebe sus conocimientos



En equipo nombre las fases del ciclo celular y los acontecimientos de cada fase.



Elabore un mapa conceptual ilustrado con las diferentes fases de la mitosis. Describa lo que ocurre en cada una de ellas.

Tipos de reproducción en los seres vivos



¿Qué tipos de reproducción celular conoce? ¿Qué caracteriza a cada forma de reproducción? ¿Conoce de qué manera se reproducen las amibas, los helechos, las esponjas, las tortugas, la lombriz de tierra y los seres humanos?

La **reproducción** es un proceso biológico que permite la multiplicación de nuevos organismos, siendo una característica común de todas las formas de vida conocidas. Las dos modalidades básicas de reproducción reciben los nombres de **asexual** o **vegetativa** y de **sexual** o **generativa**.

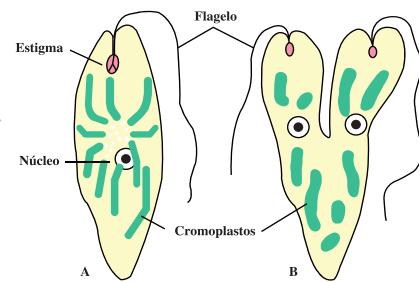
Reproducción asexual

En la reproducción asexual un solo organismo es capaz de originar otros individuos nuevos, que son copias exactas del progenitor desde el punto de vista genético.

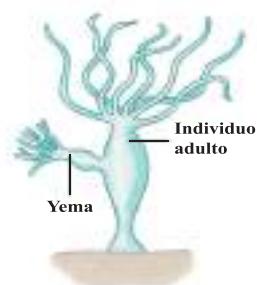
Tipos de reproducción asexual

Existen varios tipos de reproducción asexual que se presentan tanto en organismos unicelulares como pluricelulares. Los principales son:

Fisión binaria, bipartición o escisión: es la división de la célula madre en dos células hijas, cada nueva célula es un nuevo individuo con estructuras y funciones idénticas a las de la célula madre. Este tipo de reproducción puede tener lugar en los organismos unicelulares y pluricelulares de todos los reinos, sólo en las escalas taxonómicas inferiores. Es frecuente entre los procariotas, los protistas como la euglena, los hongos, bacterias, amibas y algas, entre otros.



Euglena en reproducción



Hidra en gemación

Gemación: se presenta en individuos que se originan a partir de gémulas o yemas. El proceso de gemación es frecuente en esponjas y celentéreos. Produce una yema que se va desarrollando y llega un momento en que sufre una contracción en la base y se separa del progenitor comenzando su vida como un nuevo ser. Las yemas hijas pueden presentar otras yemas a las que se les denomina yemas secundarias. En algunos organismos forman colonias cuando las yemas no se separan del organismo progenitor.

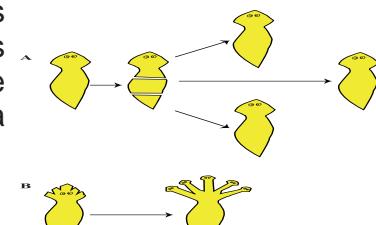
Fragmentación y regeneración: algunas plantas y animales llevan a cabo la reproducción asexual por fragmentación. En estas especies el cuerpo del organismo se fragmenta en varias partes; cada una de ellas puede luego regenerar todas las estructuras del organismo adulto.

La regeneración se da cuando un organismo tiene la capacidad biológica para reconstruir por sí mismo sus partes dañadas o perdidas.

Puede efectuarse a nivel celular, de tejido y órgano. El proceso de regeneración de extremidades faltantes se ha observado en múltiples organismos como salamandras, cangrejos y estrellas de mar, entre otros. La regeneración de individuos enteros a partir de pequeños fragmentos se ha observado en planarias, son los organismos mejor estudiados, si son cortados por el medio, la mitad que tiene la cabeza regenera una cola y la que contiene una cola regenera la parte faltante.



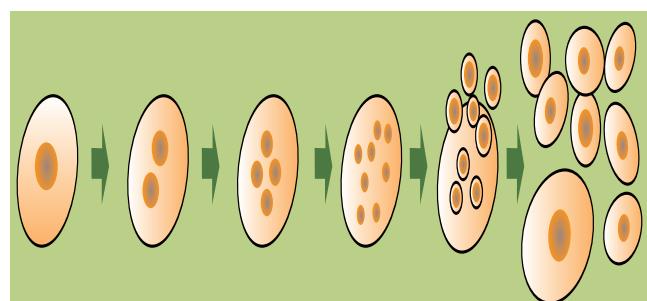
Estrella de mar amputada



Planarias en regeneración

Esporulación o esporogénesis

Este proceso de reproducción asexual ocurre en hongos, en algunos tipos de bacterias y en algunos protozoos como los esporozoos, ejemplo el plasmodium causante de la malaria. Es frecuente en vegetales (algas, hongos, musgos, líquenes y helechos), grupos de muy diferentes orígenes evolutivos, pero con estrategias reproductivas semejantes, todos ellos recurren a la formación de células de resistencia para favorecer la dispersión. Durante la esporulación se lleva a cabo la división del núcleo en varios fragmentos y por una división celular asimétrica una parte del citoplasma rodea cada nuevo núcleo dando lugar a las esporas. El número de esporas formadas depende de cada especie.



Reproducción por esporulación del plasmodium

Recuerde

El proceso de reproducción asexual tiene la ventaja de incrementar el número de individuos, sin necesidad de células gaméticas especializadas, pero tiene la desventaja de que todos los descendientes son genéticamente idénticos al organismo inicial y por tanto no hay variabilidad de una generación a otra.

Reproducción sexual

?

¿En qué consiste la reproducción sexual? ¿Qué significado tiene la variabilidad? ¿En qué se diferencia la reproducción asexual de la sexual?

En la reproducción sexual intervienen dos células o **gametos**, que se unen para formar una sola célula llamada cigoto. Cada individuo posee unos órganos especiales, llamados gónadas, que producen las células reproductoras. Hay dos tipos de individuos, machos y hembras. Las gónadas de los machos son los testículos que producen los gametos masculinos o espermatozoides. Las gónadas de las hembras son los ovarios, que producen los gametos femeninos u óvulos. Cuando los machos y las hembras de una especie tienen grandes diferencias morfológicas se dice que la especie tiene dimorfismo sexual, como el gallo y la gallina. Según sea la morfofisiología que presenten los gametos, se distinguen dos formas de reproducción sexual: isogámica y anisogámica.



¿Qué diferencias encuentras entre el gallo y la gallina?



Mencione tres especies de animales que presenten diferencias entre el macho y la hembra.

La reproducción sexual isogámica se observa en algunas algas, hongos inferiores y protozoos. En este tipo de reproducción, los gametos tienen el mismo tamaño, idéntica forma externa y la misma fisiología. Por ello no es posible denominarlos gameto masculino y femenino, por lo que se emplean los símbolos + y - en función de su comportamiento.

La reproducción sexual anisogámica o heterogámica es la más frecuente, la utilizan la mayoría de los organismos pluricelulares. En ella, los gametos se diferencian tanto morfológica como fisiológicamente. Uno de ellos es diminuto y móvil, recibiendo el nombre de gameto masculino, microgameto o espermatozoide, mientras el más grande y sedentario se denomina gameto femenino, microgameto u óvulo.

El hermafroditismo: se da en las especies monoicas, un mismo individuo tiene los aparatos sexuales masculino y femenino o un aparato mixto, capaz de producir gametos masculinos y femeninos a lo largo de su vida. Algunos producen gametos ya fecundados como los corales.

Apareamiento de lombrices inseminación recíproca



- En lombrices hay:
- 2 pares de testículos pequeños
 - 2 pares de embudos espermas
 - 3 pares de vesículas seminales grandes

Apareamiento de lombrices de tierra

Aunque los hermafroditas producen los dos tipos de gametos, rara vez se autofecundan a sí mismos. Se exceptúa el caso de las tenias, que sí pueden autofecundarse.

La partenogénesis: es la capacidad que tienen algunas hembras de engendrar nuevos individuos a partir de óvulos sin fecundar, se da con cierta frecuencia en platelmintos, crustáceos, insectos, anfibios y reptiles, más raramente en algunos peces. Los primeros casos de partenogénesis fueron observados en las abejas, en estas especies, el huevo se desarrolla haya sido o no fecundado. Si se desarrolla partenogenéticamente, da nacimiento exclusivamente a individuos haploides que son machos o zanganos; si es fecundado, nacen hembras (diploides). Las hembras, dependiendo de los alimentos que reciban las larvas, pueden convertirse en obreras o en reina si son alimentadas con jalea real.



Abeja (*Apis mellifera*)

Existen controversias entre los científicos por la partenogénesis, algunos la interpretan como reproducción asexual y otros como sexual monogámica, puesto que interviene en ella, sólo una célula sexual o gameto, dándose la segmentación del óvulo sin fecundar, puesta en marcha por factores ambientales, químicos o bien descargas eléctricas entre otros.

Diferencias entre la reproducción sexual y la asexual

Reproducción sexual	Reproducción asexual
<ul style="list-style-type: none">Más de un progenitor.Intervienen órganos reproductores y células sexuales o gametos.Los nuevos individuos son diferentes a sus progenitores y entre sí.	<ul style="list-style-type: none">La realiza un solo progenitor.No intervienen órganos reproductores ni células especializadas.Los descendientes son idénticos entre sí y al progenitor.

Compruebe sus conocimientos



Elabore un listado de animales y plantas, señale su forma y tipo de reproducción.

Describa cada una de las reproducciones que tiene en su lista y señale las diferencias entre ellas.

La meiosis y los ciclos biológicos

La reproducción sexual requiere, en general, de dos progenitores y siempre involucra dos hechos: la fecundación y la meiosis. La fecundación es el proceso por el cual las dotaciones genéticas de ambos progenitores se reúnen y forman una nueva identidad genética, la de la progenie.

La meiosis



¿Recuerda qué es la meiosis? ¿Sabe en qué se diferencia de la mitosis? ¿Conoce las fases en qué se divide? Menciónelas y descríbalas.

En los organismos que se reproducen sexualmente, la meiosis (del griego μείωσις (disminución) es una división celular que reduce el número de cromosomas del número diploide ($2n$) al número haploide (n). Cuando la célula es haploide los gametos presentan la mitad de la dotación cromosómica de una célula somática (23 cromosomas), producto de la **división reduccional**, a partir de 1 célula diploide ($2n$) se obtienen 4 células haploides (n) y esto se logra durante la meiosis. Durante la fecundación se fusionan para formar un nuevo ser con dotación cromosómica completa. En los humanos el número diploide ($2n$) es 46 cromosomas los que se reducen al número haploide de 23 (n) tanto en el óvulo como en el espermatozoide.

El proceso de meiosis se realiza para la formación de las células sexuales o gametos de animales y plantas. Comprende dos divisiones celulares sucesivas: *Meiosis I* y *Meiosis II* o primera y segunda división meiótica.

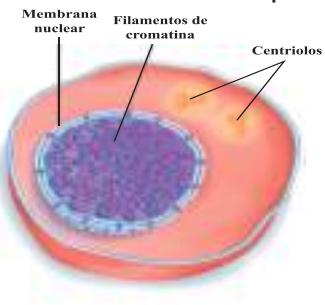
La interfase: antes de la meiosis se realiza una interfase similar a la de la mitosis. Se duplica el material genético o los cromosomas, se forman proteínas y organelos celulares y otros componentes, se almacenan usando energía e intercambian materiales con el ambiente.

Meiosis I

Es una división reduccional porque separa cromosomas homólogos (maternos y paternos). Comprende las fases denominadas: *profase I*, *metafase I*, *anafase I* y *telofase I*.

Profase I: es el inicio de la *mitosis I*, es la etapa más larga, más compleja y más importante, los cromosomas meióticos ya aparecen duplicados en ella se diferencian 5 subetapas denominadas: *leptoteno*, *zigoteno*, *paquitenos*, *diploteno* y *diacinesis*.

Leptoteno: del griego *lepto* que significa *delgado* y *nema* *filamento*. El núcleo aumenta de tamaño y los cromosomas presentan una condensación inicial por lo que comienzan a visualizarse los filamentos, sin embargo son diferentes a los de la mitosis ya que son delgados y largos, pese a que ya han duplicado su ADN durante la interfase y poseen 2 cromátidas cada uno. Se requiere cierto tiempo para observar las estructuras dobles.

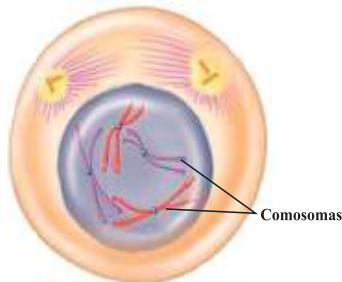


Leptoteno

En general en esta fase los cromosomas se comportan de manera similar a la profase de la mitosis, en el sentido de la duplicación del centrómero, en la formación del huso acromático, disgregación de la envoltura nuclear y del nucléolo.

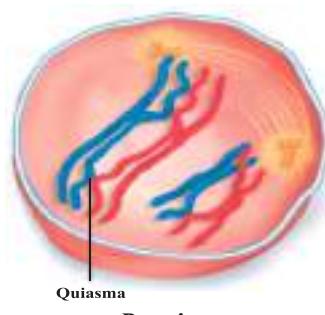
Zigoteno: (*del griego zygon: par*), a medida que los cromosomas se condensan se acortan y se van apareando los homólogos punto por punto en toda su longitud, este proceso se denomina **sinapsis**.

La sinapsis se realiza mediante una estructura proteica denominada **complejo sinaptonémico** que aparece entre los cromosomas homólogos. Estos dos cromosomas homólogos en sinápsis se denominan bivalentes o tétradas. En la etapa tardía de Zigoteno, mejor observable en paquitenio se aprecia duplicación: ver grafico (2 tétradas con 8 cromátidas).



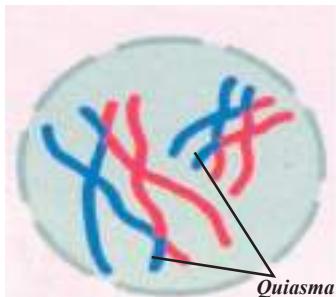
Zigoteno

Paquitenio: (*del griego pachy que significa grueso*, se realiza el intercambio de segmentos entre los cromosomas homólogos, llamado **entrecrezamiento** (crossing - over), cuando dos cromátidas se encuentran una cerca de la otra, algunas enzimas pueden romper las hebras de ambas cromátidas y volverlas a unir de manera distinta. Así pues, aunque los genes tengan una posición fija en un cromosoma, los alelos que inicialmente estaban asociados al cromosoma paterno pueden terminar asociados al cromosoma materno. El entrecrezamiento incrementa en gran medida la **variabilidad genética** de los gametos al asociar alelos que no estaban previamente juntos. Los cromosomas homólogos continúan acortándose y engrosándose, estas formaciones cromosómicas se denominan tétradas, porque están constituidas por 4 cromátidas.



Paquitenio

Diploteno: (*del griego diplo que significa doble*, el complejo sinaptonémico se desintegra y mientras los cromosomas se siguen acortando y engrosando, parecen ahora repelerse uno a otro. En este momento se observan configuraciones en **forma de X** a lo largo de las tétradas, llamadas quiasmas y tienen enorme importancia porque indican donde hubo el entrecrezamiento. El número de quiasmas es variable, aunque son típicos 2 ó 3 por bivalente.



Diploteno



Diacinesis

Diacinesis: (*del griego dia que significa a través de*, ocurre la terminación de los quiasmas que se deslizan a lo largo del cromosoma hasta alcanzar los extremos, liberando a los cromosomas uno del otro a excepción de sus extremos. Tiene lugar la unión de los cromosomas a las fibras del huso.

Metafase I: los cromosomas homólogos, formando las tétradas cada una orientada por las fibras del huso a través de su centrómero se disponen en el ecuador de la célula, formando la placa metafásica. Aún los homólogos apareados se colocan en lados opuestos.



Metafase I

Anafase I: las tétradas constituidas por 2 cromosomas homólogos, cada uno con sus dos cromátidas unidas, se separan a un polo distinto dirigidos por las fibras del huso que están unidas al centrómero por el cinetocoro. A diferencia de la mitosis los centrómeros no se dividen. Ahora el cromosoma constituido por 2 cromátidas se denomina diáda.



Telofase I



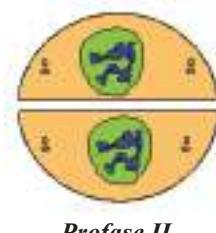
Anafase I

Telofase I: termina la migración de los cromosomas homólogos al polo correspondiente y una vez allí sufren un cierta descondensación, se forma la membrana nuclear y el nucléolo y desaparece el huso. Como resultado se habrán formado dos núcleos hijos que tendrán la mitad de cromosomas que el núcleo materno. Inmediatamente se produce la citocinesis obteniéndose dos células hijas que tendrán la mitad de cromosomas que tenía la célula madre, cada uno de estos cromosomas tendrá dos cromátidas.

Una vez finalizada la primera división meiótica, las células pasan por una breve interfase denominada intercinesis en la que no hay duplicación del ADN e inmediatamente tiene lugar la segunda división meiótica.

Meiosis II

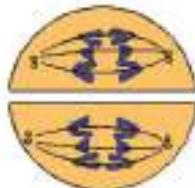
Es básicamente una división mitótica en la que las cromátidas hermanas de cada cromosoma son arrastradas a polos opuestos de la célula. Por cada célula original que entra en la *meiosis I* se producen 4 células en la *Telofase II*. La *meiosis II* se dice que es una división ecuacional, porque aunque reduce la cantidad de material genético por célula a la mitad, no reduce en cambio el número de cromosomas por célula, porque separa cromátidas hermanas.



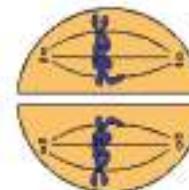
Profase II

Profase II: se condensan los cromosomas formados por 2 cromátidas hermanas, se disgrega la envoltura nuclear, el nucleolo. Los centriolos se duplican, migran a los polos opuestos y se forma el huso meiótico.

Metafase II: los cromosomas son dirigidos por el huso hasta el ecuador de la célula formando la placa metafásica. Ocurre ahora división del centrómero.



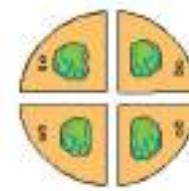
Anafase II



Metaphase II

Anafase II: los cromosomas ahora constituidos por una cromátida migran a polos opuestos. Aquí ocurre separación de cromátidas hermanas.

Telofase II: en los polos los cromosomas se descondensan, aparece la envoltura nuclear rodeando el material cromosómico, se forma el nucleolo, el huso se disgrega. Ahora comienza la citocinesis y cada célula posee un número haploide, la mitad de la carga de la célula original. La célula en proceso de meiosis en la primera etapa contenía $2n = 6$ (el mosquito) y al final cada célula tiene $n = 3$.



Telofase II

Recuerde

Importancia biológica de la meiosis.

Reducción del número de cromosomas a la mitad: esta reducción a la mitad es la que permite que, en el fenómeno de la fecundación, se reconstituya el número de cromosomas de la especie. **Por ejemplo**, en el ser humano se tienen 46 cromosomas y para mantener este número, los gametos con un sólo juego de cromosomas (células haploides con 23 cromosomas), pueden unirse sin aumentar el número de cromosomas en los descendientes de las próximas generaciones.

Recombinación de información genética heredada del padre y la madre: el apareamiento de los cromosomas homólogos y el consecuente *crossing-over* permiten que se intercambie la información. La consecuencia de este fenómeno es que ningún hijo heredará la misma combinación de alelos de sus progenitores. Gracias a este proceso resulta una mayor variación en los descendientes y por tanto un aumento en las oportunidades de sobrevivir de la población.

Segregación al azar de cromosomas maternos y paternos: la separación de los cromosomas paternos y maternos recombinados, durante la *anafase I y II*, se realiza completamente al azar, por lo que contribuyen al aumento de la diversidad genética. De esta manera la meiosis favorece las variaciones de la población.

Durante la gametogénesis (formación de gametos) ocurre la meiosis y se generan gametos con la mitad de dotación cromosómica para que, en la reproducción sexual, se mantenga la diploidía.

Compruebe sus conocimientos

¿Qué nombre tienen los gametos o células sexuales que se unen durante la reproducción sexual? ¿Cómo se llaman la unión de un óvulo y un espermatozoide y el producto?

Observe la imagen de la meiosis y compárela con las fases de la mitosis que usted conoce y diga en qué difieren y en qué se asemejan.

¿Por qué cree usted que se da un doble proceso en la meiosis? ¿Cuántos cromosomas poseen las células resultantes de la meiosis? ¿A qué le atribuye esa característica?

¿Por qué se dice que la meiosis es una división reduccional y qué pasaría si esto no fuera así? ¿Qué propicia la variabilidad genética en la meiosis?

Elabore un mapa conceptual en donde presente diferencias entre mitosis y meiosis.

Ciclos biológicos

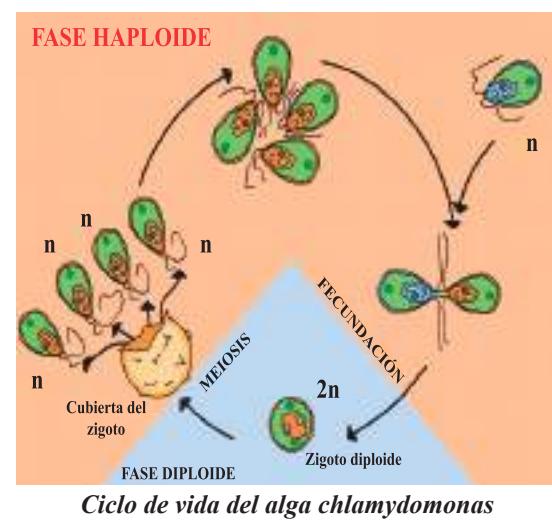
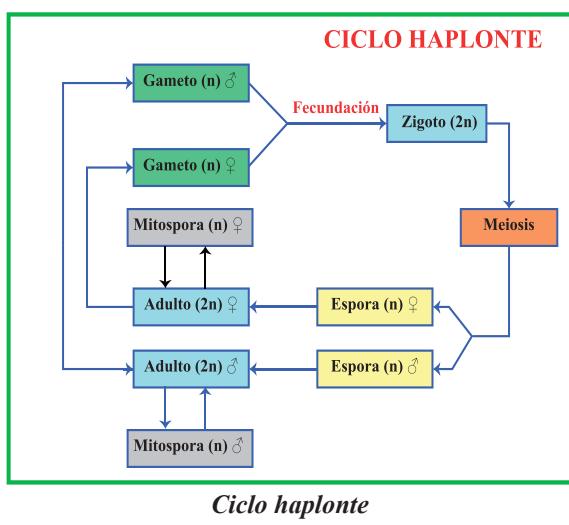
Dependiendo del momento de la vida en que se realice la meiosis, se distinguen tres tipos de ciclos biológicos (ver esquemas): haplontes, diplontes y diploaplontes o haplodiplontes.

Ciclo haplonte

En organismos con **ciclo haplonte**, la meiosis se realiza inmediatamente después de la fecundación y sólo el cigoto es diploide, siendo el individuo adulto haploide. Este tipo de ciclo se presenta en protistas, propio de algas primitivas y muchos hongos.

Muchos protistas como el alga Chlamydomonas y hongos como neurospora pasan la mayor parte de su vida en la fase **haploide**, multiplicándose asexualmente por mitosis, produciendo poblaciones de células haploides idénticas.

En determinadas condiciones ambientales, cepas diferentes producen células “sexuales” que se fecundan y forman un cigoto diploide. Este **cigoto** produce (en este organismo) una cubierta resistente gruesa que le permite mantenerse en vida latente mientras duran las condiciones adversas. Luego del período de latencia el cigoto se divide por **meiosis**, formando nuevamente células haploides que reinician el ciclo.



Ciclo diplonte

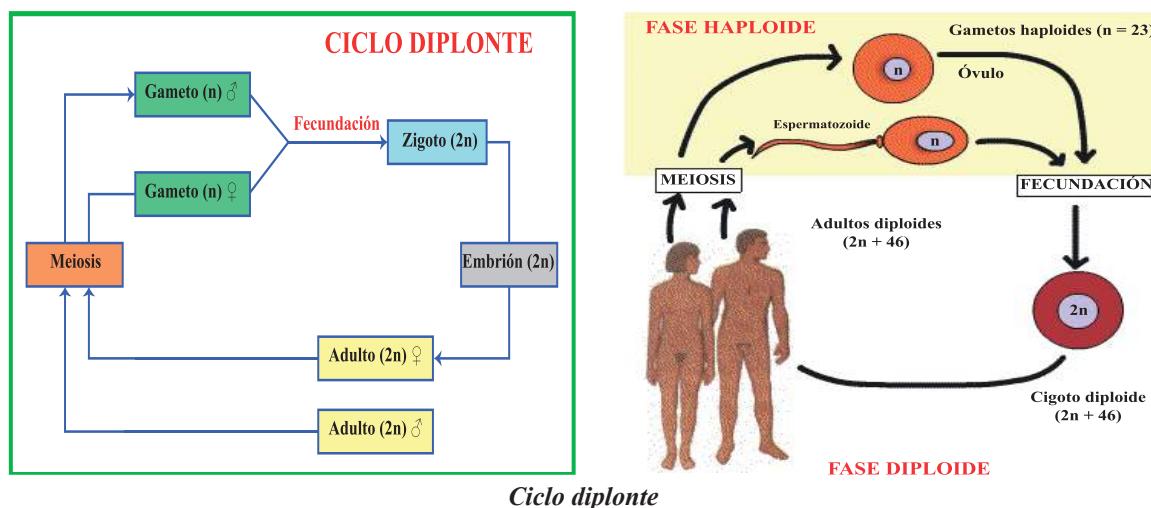
Cada organismo tiene un número de cromosomas característico de su especie, en la mayoría de algunas plantas y animales, las células sexuales o gametos, tienen exactamente la mitad del número de cromosomas que las células somáticas del organismo. En un organismo **diplonte**, a partir del cigoto se forma un organismo diploide por mitosis y en su momento, diferencia gametos por meiosis, que se fusionan en un cigoto para reiniciar el ciclo. El dominio de la diplofase es absoluto.

El ciclo diplonte, es el ciclo de vida típico de la mayoría de los animales y del ser humano, siendo un ciclo casi opuesto al de Chlamidomonas. Cada uno de nosotros es un organismo diploide, las únicas etapas haploides (reducidas a células) son los espermatozoides y los óvulos.

Los seres humanos somos diploides ($2n = 46$ cromosomas), solamente nuestros gametos, óvulos y espermatozoides, son haploides ($n = 23$), es decir tenemos **alternancia de fases nucleares** (diploide $2n$, haploide n).

Cuando un espermatozoide fecunda a un óvulo, los dos núcleos haploides se fusionan, $n + n = 2n$, y el número diploide se restablece. La célula diploide producida por la fusión de dos gametos se conoce como cigoto o huevo.

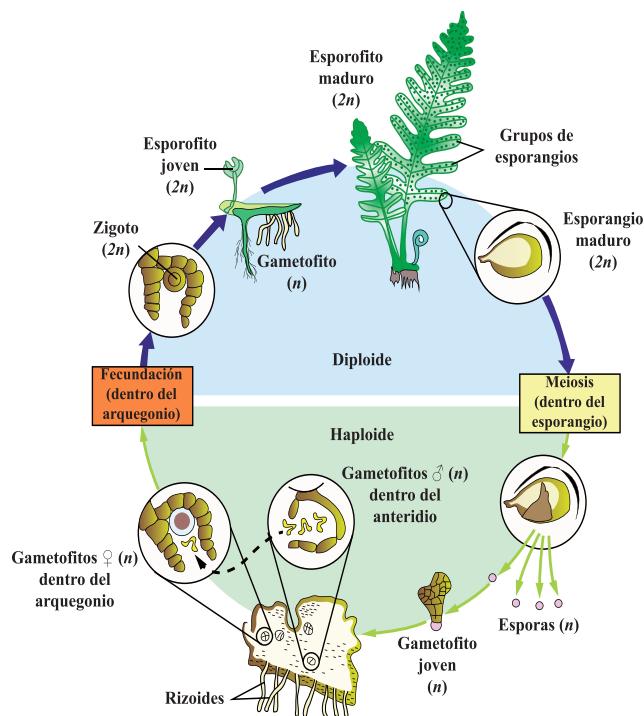
En toda célula diploide, cada cromosoma tiene su pareja. Estos pares de cromosomas se conocen como pares homólogos. Los dos se asemejan en tamaño y forma y también en el tipo de información hereditaria que contienen. Uno de los cromosomas homólogos proviene del gameto de uno de los progenitores y su pareja, del gameto del otro progenitor. Después de la fecundación, ambos homólogos se encuentran presentes en el cigoto.



Ciclo haplodiplonte

Entre ambos extremos (haplontes y diplontes) están los organismos **haplodiplontes**.

En general las plantas desarrollan ciclos vitales con **alternancia de generaciones**, por eso, parte de la vida de la planta transcurre en una fase **haploide** y otra en fase **diploide** ($2n$) llamados **esporofitos** e individuos haploides (n) llamados **gametofitos**.



Reproducción sexual de las plantas



¿Recuerda cuántos tipos de reproducción asexual hay en las plantas? Mencínelas y explique en qué consiste cada una de ellas. ¿Cuál es la importancia biológica de la reproducción?



Establezca diferencias entre reproducción asexual y sexual.

El proceso reproductor más importante en las plantas es la reproducción sexual. Este proceso es más complicado y lento, pero mediante él se producen individuos con variabilidad genética que permite la evolución de las especies y una mayor capacidad de adaptación de las plantas a las condiciones ambientales.

Al desarrollarse el **cigoto**, formará en las embriofitas un **embrión** y éste a su vez una nueva planta. Este tipo de reproducción permite la **variación por recombinación de caracteres** durante la **meiosis**, lo que facilita la selección natural.

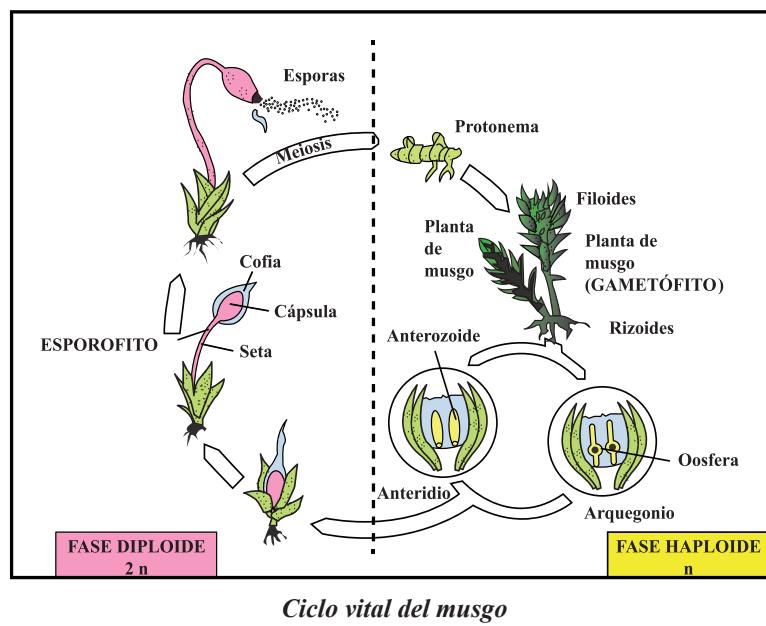
Las briófitas

Son plantas embrionarias, muy simples de pequeño tamaño sin vasos conductores, ni flores, ni frutos, de amplia distribución mundial, aquí tenemos los llamados: anthoceros, hepáticas y musgos. Es frecuente encontrar los musgos a manera de alfombras en el piso de los bosques húmedos, aunque también crecen sobre las ramas y los troncos de árboles, en techos de edificaciones, en muros de concreto y hasta sobre las alcantarillas. La reproducción sexual de los musgos, presenta una alternancia de generaciones, en la cual el gametófito es haploide y es la generación dominante frente al esporófito que es diploide y se desarrolla sobre el gametófito. En general necesitan del agua para llevar a cabo su ciclo reproductor.



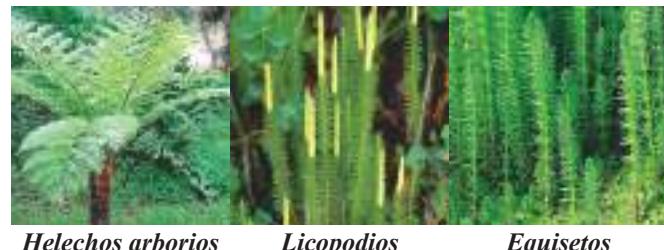
Hepáticas

Antoceros



Las pteridofytas

Planta representativa de este grupo es el helecho, su ciclo vital es haplodiplontes, en él se destaca la alternancia de generación. La parte que vemos del helecho es el **esporofito**. En la parte de atrás de sus hojas hay unos abultamientos marrones, llamados **soros**, en los que se encuentran los **esporangios**. De aquí salen las esporas, que germinan formando el **gametofito**, prótalo. Es una lámina verde muy pequeña, donde se encuentran los órganos reproductores. Como en los musgos, los gametos masculinos van nadando hasta los arqueonios, donde se forma el cigoto, dando lugar a un nuevo esporofito. **Los helechos** constituyen las plantas Pteridofitas más antiguas, son notables por sus hojas (frondas), su tallo subterráneo (rizoma) y sus numerosos géneros y especies.



Helechos arborios

Lycopodiaceae

Equisetaceae

Son de áreas tropicales, se les cultiva principalmente como ornamentales, los helechos pueden ser terrestres, epífitas y acuáticos. Los helechos son plantas sin flores ni semillas, se reproducen por alternancia de generaciones (asexual y sexual) mediante producción de esporas y de gametos, las cuales necesitan la presencia de agua para completar su ciclo biológico.

Las espermatofitas

Las espermatofitas es la división de las plantas que incluye a todas las plantas vasculares que se reproducen por semillas. Su etimología es: sperma que significa semilla y fiton planta.

En esta división encontramos plantas bien adaptadas al medio terrestre. En ellas observamos las partes típicas de una planta es decir, **raíz, tallo y hojas**. Sin embargo, su característica más representativa es la de formar semilla, composición formada por el embrión y otras estructuras con la función de proteger y alimentar al embrión, además de otros tejidos que le proporcionan alimento y protección.

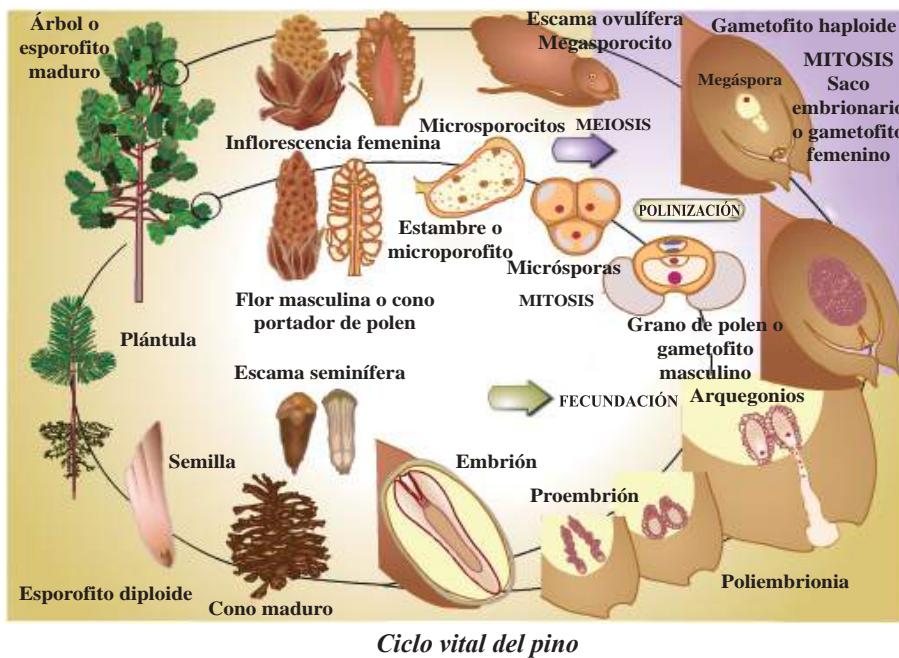
La adquisición de **semillas** representó la cúspide de la adaptación al medio terrestre en el reino vegetal. En las plantas con semilla ya no solo predominó el esporofito, sino que el gametofito se ha reducido hasta llegar a ser una estructura dependiente encerrada en el arqueonio del esporofito. Por otro lado, los espermatozoides flagelados de las plantas inferiores fueron sustituidos por el proceso de **polinización**. Fue la polinización lo que permitió que las plantas se independizaran del agua como vehículo de fecundación. Asimismo, el cigoto y el embrión en desarrollo (que se convertirá en el nuevo esporofito) dejaron de depender del agua, pues la semilla aloja al embrión dentro de una dura cubierta y lo protege contra otros mecanismos.

Las espermatofitas se dividen en **gimnospermas** como las coníferas (pinos) y **angiospermas** o plantas con flores. Estos grupos aparentemente comparten un ancestro común.

Las gimnospermas

Son plantas vasculares productoras de semillas. El nombre de gimnosperma significa gimnos: fuera, desnuda y sperma: semilla, Ejemplo: semillas que están desnudas en forma de escamas

en los conos de los pinos. Son plantas leñosas, casi siempre arbóreas, a veces arbustivas tipo palmeroide, se caracterizan por ser monoicas, es decir, cada planta posee simultáneamente flores (conos o estróbilos) masculinas y femeninas.



Ciclo vital del pino

En los pinos el esporófito presenta flores masculinas desnudas formadas exclusivamente por los estambres (microsporófilos), cada uno de los cuales lleva dos sacos polínicos (esporangios) en la cara inferior o envés. En su interior están los microsporocitos o células madres del polen que por **meiosis** forman cada una, cuatro micrósporas o granos de polen uninucleados. Además, durante el proceso evolutivo aparece una estructura embrionaria muy importante que es la semilla. En las gimnospermas, la semilla está desnuda, protegida solamente por una hoja dura, la bráctea formando el cono o piña.

En la Flora Nicaragüense las gimnospermas están representadas principalmente por los pinos, especies de importancia económica como los **Pinus oocarpa** y **Pinus caribaea**, son especies de pino nativas de Nicaragua.

Las angiospermas

Comprenden tanto plantas leñosas como herbáceas, el grupo de las angiospermas constituyen más de 250 000 especies, conforman la mayor parte de la flora terrestre existente. Se dividen en monocotiledóneas y dicotiledóneas.

El ciclo de vida de las plantas angiospermas se caracteriza por la alternancia de generaciones (esporofítica versus gametofítica). La generación esporofítica, diploide o $2n$ se caracteriza porque todos los órganos y tejidos de la planta son diploides ($2n$). La parte masculina de la flor está representada por los estambres formados éstos por el filamento y la antera respectivamente, en tanto que, la parte femenina la constituye el gineceo cuyas partes son: estigma, estilo, y ovario.



Angiosperma
monocotiledónea
palmera tropical,
cocotero
(*Cocos nucifera*)

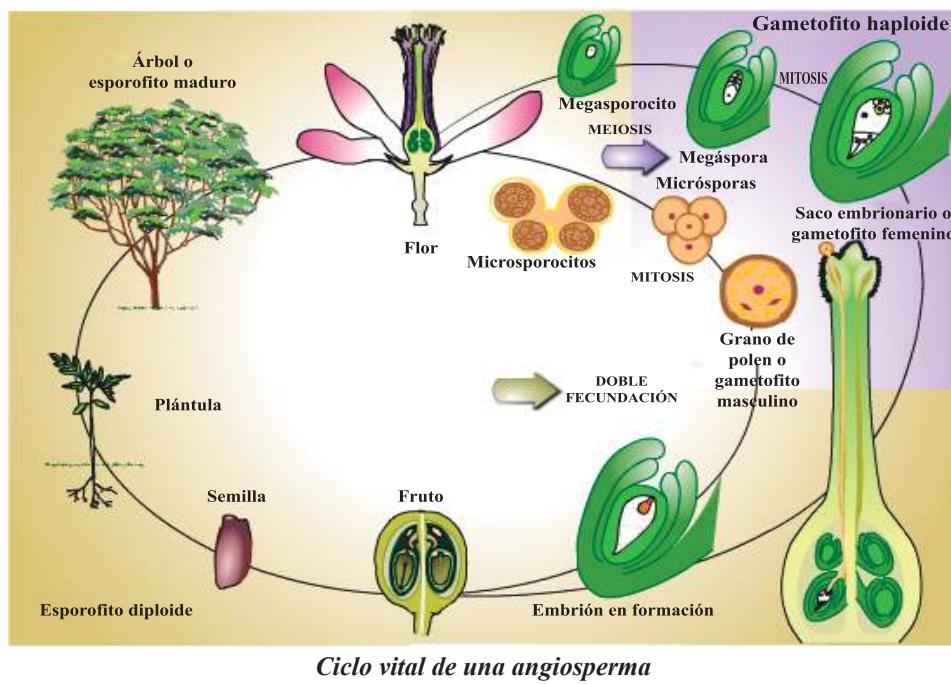
En las anteras y dentro de sus tecas se localizan los microesporangios, estructuras en las que por meiosis se forman los granos de polen o gametas masculinas (n , haploides) a partir de las **células madres de las microsporas o granos de polen**.

Estos granos de polen son trasladados por el viento o por insectos hasta el estigma de la flor, sucediendo la polinización, donde se hidratan, germinan y sufren una mitosis que da origen a dos núcleos haploides genéticamente iguales: el núcleo vegetativo y el núcleo reproductivo. El primero es el responsable de la formación de un tubo polínico o gametofito masculino que atraviesa el estilo del gineceo con el propósito de llegar al óvulo y que contiene en su interior al núcleo reproductivo. Este último sufrirá una nueva mitosis y dará lugar a dos núcleos, los dos gametos masculinos que se mueven hacia abajo por el tubo polínico, que intervendrán en el proceso de doble fecundación.

La gameta femenina (óvulo: n haploide) se forma a partir de una célula del mega esporangio. Dicha célula (Célula Madre de la Megáspora. CMM) sufre meiosis y da origen a cuatro productos meióticos, haploides) de los cuales tres degeneran. El núcleo que sobrevive sufre tres divisiones mitóticas sucesivas y da origen a una estructura llamada gametofito femenino o saco embrionario que contienen ocho núcleos haploides genéticamente iguales, uno de los cuales es el óvulo que se localiza en el ovario.

Un gameto masculino (n) se fusiona con la ovocélula (n) produciendo el cigoto ($2n$, diploide) dándose la fecundación. El cigoto desarrollará la próxima generación esporofítica, formando un embrión. El segundo gameto masculino (n) se fusiona con los dos núcleos polares (n) localizados en la célula del centro del saco, produciendo un tejido nutritivo triploide ($3n$), el endospermo, de reserva para el crecimiento y desarrollo del embrión $2n$ formándose la semilla, que al germinar da origen a la generación esporofítica.

Como puede verse, las generaciones gametofíticas masculinas y femeninas (haploides) están contenida dentro de la generación esporofítica ($2n$) por lo que se dice que las primeras son parásitas en el espacio y en el tiempo de la segunda.



El ovario una vez fecundado, se agranda hasta convertirse en fruto. La semilla contiene el **embrión** de la planta, que ha empezado a desarrollarse, pero que detiene este desarrollo hasta que encuentre las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para **germinar**, entonces el embrión continúa su desarrollo para formar una nueva planta. La semilla contiene también sustancias nutritivas para que se alimente la pequeña planta en los primeros días de desarrollo.

Recuerde

En todos los grupos de plantas, los gametos se producen en el gametofito haploide.

Con la evolución, el gametofito va reduciendo su tamaño y duración de vida, de tal forma que en las angiospermas, las más evolucionadas, el gametofito es microscópico y efímero.

Compruebe sus conocimientos



Con su equipo de trabajo, realice una representación de cada una de las formas de reproducción de las plantas, titulando cada fase transitoria del ciclo vital y explique las diferencias entre el esporofito y el gametofito en cada ciclo.



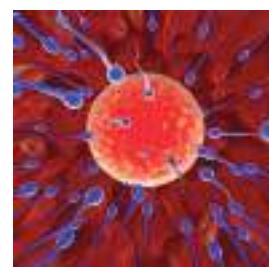
Indique las diferencias y semejanzas entre la alternancia de generaciones de briofitas y de las angiospermas.

Reproducción sexual de los animales



¿*Describa el ciclo vital de los musgos? ¿En qué consiste el ciclo vital de los helechos? ¿En qué se diferencian estos ciclos vitales? ¿En qué consiste el ciclo vital de las gimnospermas y el de las angiospermas?*

En los animales la reproducción sexual implica la producción y unión de dos tipos de **gametos: espermatozoides** y **óvulos**. Los gametos se producen en unos órganos llamados gónadas, que se encuentran en el aparato reproductor.



Fecundación: unión de gametos

- **Los gametos femeninos u óvulos** se producen en los **ovarios**, son inmóviles y grandes, almacenan sustancias nutritivas para que se desarrolle el nuevo ser.
- **Los gametos masculinos o espermatozoides** se producen en los **testículos**, son pequeños y están adaptados para impulsarse batiendo su largo flagelo, deben ir al encuentro de los óvulos.

En los **hermafroditas** un solo animal puede producir gametos masculinos y femeninos. Ejemplos son la *taenia* o *solitaria* y la *lombriz de tierra*.

La formación de los gametos



Piense y reflexione:

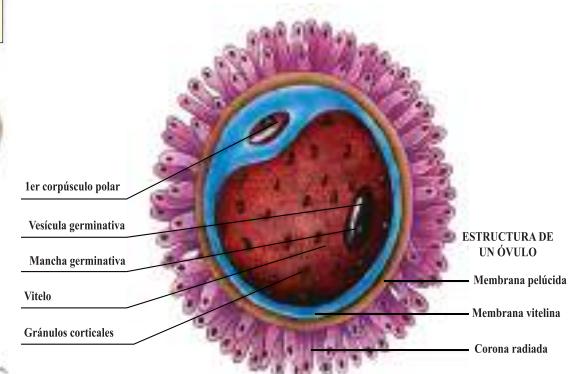
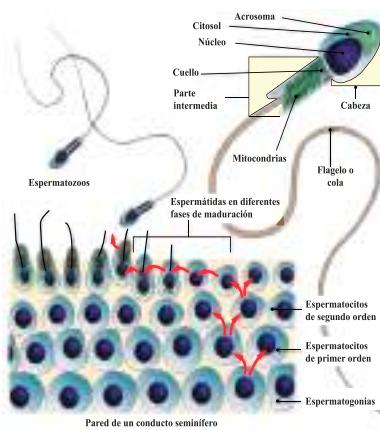


¿Sabe usted cómo se da el proceso de formación de los gametos? ¿Conoce cómo se le llama a este proceso cuando se lleva a cabo en los machos y en las hembras?



En pareja retome el esquema de la meiosis e identifique cuándo ocurre la primera y segunda división meiótica y compare con el proceso de formación de los gametos.

Gametogénesis, es la formación de células sexuales o gametos por medio de la meiosis. Comprende dos importantes procesos: la ovogénesis que es la formación de los gametos femeninos en los ovarios y la espermatogénesis que es el proceso de formación de los gametos masculinos en los testículos de los machos.



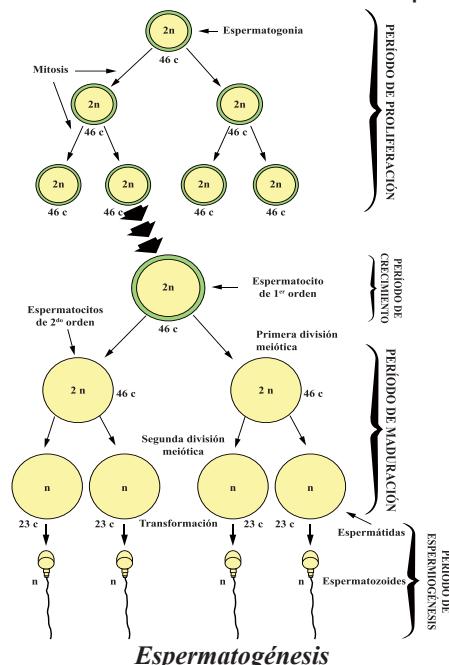
Las **gónadas** (del griego *gone*: semilla), son los órganos reproductores de los animales que **producen los gametos** o células sexuales.

Espermatogénesis: la espermatogénesis, en la especie humana, comprende varias fases.

Fase de proliferación o multiplicación, comienza cuando las células germinales de los túbulos seminíferos de los testículos se multiplican. Se forman unas células llamadas **espermatogonias**.

Fase de crecimiento, en esta fase las espermatogonias crecen transformándose en espermatocitos de primer orden, todavía diploides.

Fase meiótica o de maduración: esta es la fase más importante, en los espermatocitos primarios se produce la meiosis, la *meiosis I* dará lugar a dos espermatocitos de segundo orden, también diploides y tras la *meiosis II* resultarán cuatro espermátidas (haploides).



La siguiente fase es la **espermogénesis**: en ella, las espermátidas se convierten en espermatozoides. Para ello, se reduce el citoplasma, el núcleo se alarga y queda en la cabeza del espermatozoide, las mitocondrias se colocan en el cuello y los centriolos originan un flagelo.

Ovogénesis: conocido también como oogénesis, es el proceso de formación de los óvulos que tiene lugar en los folículos del ovario.

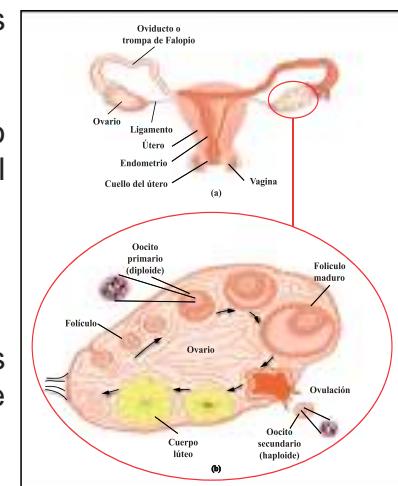
El proceso de ovogénesis comprende las fases siguientes:

Fase de proliferación o multiplicación: las células generativas se dividen por sucesivas mitosis dando lugar a la formación de oogonias.

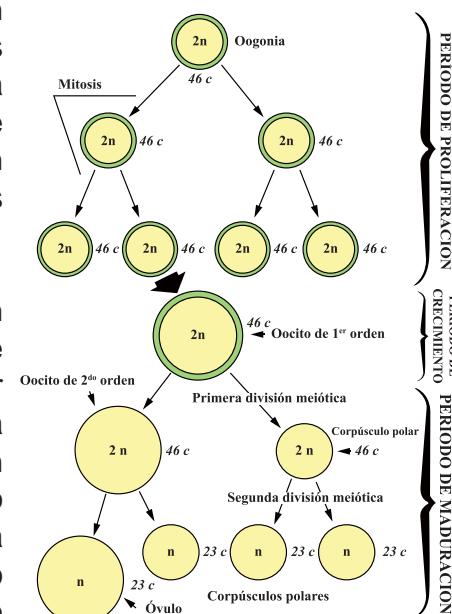
Fase de crecimiento: las oogonias crecen transformándose en ovocitos primarios o de primer orden. Se forman durante el tercer mes de desarrollo embrionario. Los ovocitos de primer orden formados se rodean de células foliculares, dando lugar a los folículos primordiales, los cuales detienen la actividad hasta la pubertad. Al nacer, los ovarios presentan aproximadamente unos 700 000 folículos, cantidad que irá disminuyendo con la edad, denominado atresia folicular. Este crecimiento es mucho mayor en los ovocitos primarios.

Fase meiótica o de maduración: en la *meiosis I* se forma un ovocito u oocito de segundo orden o secundario; que recibe la mayor parte del citoplasma materno, captando la mayor cantidad de material nutritivo, también se forma una célula degenerativa, el primer corpúsculo polar, conocida también como célula apolar. En la segunda división meiótica, el ovocito de segundo orden o secundario presenta un óvulo (única célula viable de ser fecundada o funcional) y un segundo corpúsculo polar, formando así al gameto femenino haploide (23 cromosomas).

En el ciclo ovárico, la pared uterina sufre varias alteraciones inducidas por hormonas ováricas que constituyen el ciclo menstrual, si el óvulo no fuera fecundado.



Proceso de formación del óvulo y ovulación



Ovogénesis (Oogénesis)

Compruebe sus conocimientos



¿Qué características presentan en común los oogonios y espermatogonias?

Observe los esquemas de los procesos de la gametogénesis y con la descripción que se realizó de cada uno de estos procesos, revise semejanzas y diferencias de las fases de la ovogénesis y la espermatogénesis.



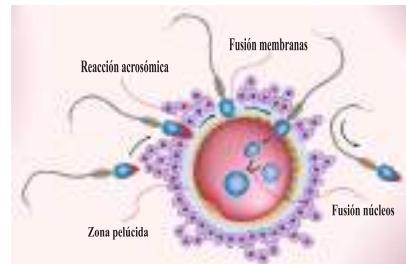
¿Cómo se forman los espermatozoides y los óvulos? Explique en qué consiste la fase de proliferación ¿Qué diferencias considera usted que existe entre el espermatocto de primer orden y el oocito de segundo orden? Explique en qué consiste la fase meiótica o de maduración.

La fecundación del ser humano

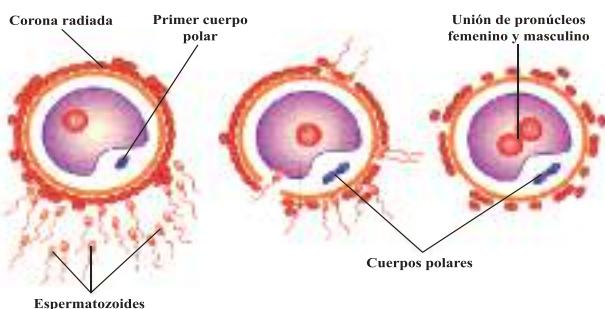


¿Conoce qué es la fecundación? ¿Qué tipo de fecundación conoce? ¿A qué denominamos huevo o cigoto? ¿Qué nombre reciben y qué producen las gónadas femeninas y masculinas? ¿En qué consiste la fecundación externa y la fecundación interna?

La fecundación es la fusión del óvulo y del espermatozoide (anfimixis). La que se realiza de manera natural durante la copulación, cuando se da la eyaculación los espermatozoides se introducen en la vagina, siendo éstos muy numerosos entre 450 y 500 millones de espermatozoides.



Momento de la fecundación



Fusión del óvulo y del espermatozoide
(anfimixis y singamia)

Cuando el esperma penetra en el útero, las contracciones de sus paredes contribuyen al desplazamiento de los espermatozoides, en parte son inducidas por las hormonas prostaglandinas del esperma. El movimiento de los espermatozoide es importante para aproximarse a fecundar al óvulo, ésta se efectúa en el tercio externo de la tuba uterina, después que el óvulo ha sufrido el proceso de maduración que comienza en el útero y termina en el oviducto.

Cuando un espermatozoide se encuentra con el óvulo, se abren unos orificios en el acrosoma, pequeño depósito situado en el extremo apical de la cabeza del espermatozoide y que contiene enzimas hidrolíticas, lo que permite la salida de la enzima que digiere la zona pelúcida que rodea al oocito secundario, abriendo pequeños canales. Tan pronto como un espermatozoide entra en el óvulo se produce un rápido cambio que impide la entrada de otro espermatozoide. A medida que va penetrando en el óvulo pierde el flagelo. La entrada del espermatozoide estimula al oocito secundario a completar la segunda división meiótica.

La cabeza del espermatozoide después de introducirse en el óvulo, aumenta de tamaño y recibe el nombre de **pronúcleo masculino**, el cuerpo y la cola desaparecen en el citoplasma del óvulo; en este momento el núcleo del gameto femenino recibe el nombre de **pronúcleo femenino** hasta formar el núcleo del cigoto diploide. A causa de la fertilización se restituye el número diploide que caracteriza a la especie y queda determinado el sexo de la célula huevo.

A la fecundación y al posterior establecimiento del óvulo fecundado en el útero, se le denominan **concepción**. Después de la eyaculación en el aparato reproductor femenino, los

espermatozoides siguen vivos durante unas *48 a 72 horas* y pueden fecundar un óvulo durante ese período. El óvulo es fértil durante un período de *12 a 24 horas*, en mujeres con un ciclo menstrual muy regular de *28 días*, las relaciones sexuales en mitad del ciclo tienen mayor posibilidad de terminar en una fecundación, no obstante hay una gran cantidad de factores que pueden alterarlo.

Cuando las condiciones en la vagina y el cuello del útero son favorables, los espermatozoides comienzan a llegar al lugar de la fecundación en la parte superior del oviducto unos *5 minutos* después de la eyaculación.

Si sólo se necesita un espermatozoide para fecundar un oocito secundario *¿Por qué se liberan millones de ellos en cada eyaculación?* Muchos mueren en los conductos sexuales femeninos a consecuencia del pH desfavorable de la vagina, o al ser fagocitado por leucocitos y macrófagos. Sólo unos pocos miles recorren la trompa de falopio y alcanzan la vecindad del oocito secundario. Cuando el óvulo es fecundado, se inicia el **desarrollo embrionario**, a medida que el embrión resultante va siendo movido lentamente hacia el útero por los cilios de las células que tapizan el oviducto.

Desarrollo embrionario

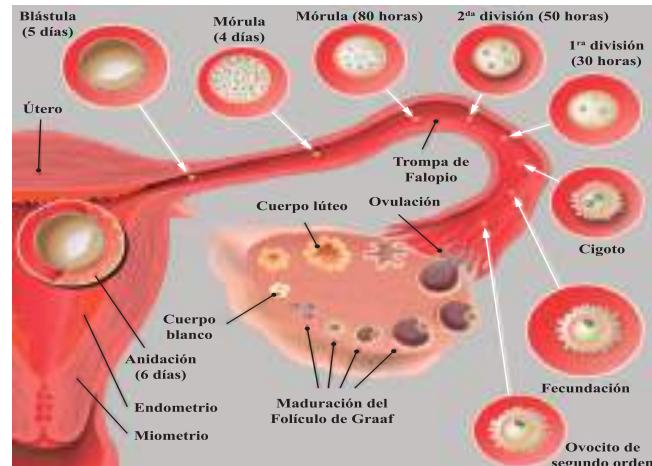
En el desarrollo de un óvulo fecundado, se distinguen tres procesos fundamentales para formar un organismo pluricelular que son: **a) segmentación**, **b) gastrulación** y **c) diferenciación u organogénesis**.

La segmentación inicia después de la fecundación, cuando el cigoto se encuentra en su trayecto por el oviducto hacia el útero, el cigoto sufre divisiones por mitosis hasta formar primero una **mórula** y luego la **blástula**.

- a) La segmentación se caracteriza por una serie de divisiones mitóticas del óvulo fecundado, lo que origina una estructura de dos células, después 4, 8, 16 y así sucesivamente, cada una de menor tamaño que la anterior, alrededor del tercer o cuarto día, el aspecto que toma el huevo después de muchas divisiones es el de una mora, por eso a ese estado se le conoce con el nombre de **mórula**.

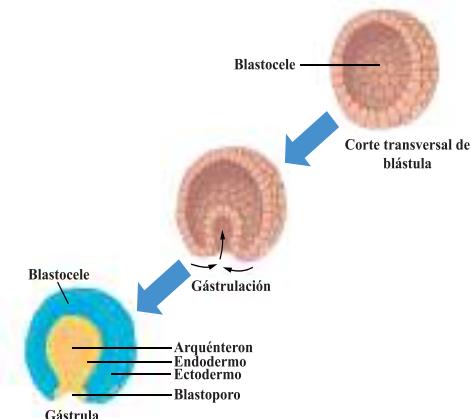
Rápidamente, al quinto día, se ha convertido en una esfera hueca de células, **blastocito**. A la cavidad central se le denomina blastocele y esta fase recibe el nombre de **blástula**. De esta manera el blastocito se implanta en el grueso endometrio del útero, si se implantara en otro sitio, como en la cavidad abdominal, el oviducto o el ovario se presenta un embarazo ectópico o extrauterino, que por lo general no llega a término.

- b) **Gastrulación:** las células de la blástula continúan su división, de tal forma que las



células que se dividen a distinto ritmo, se mueven invaginándose hacia el interior de forma que originan una cavidad en el interior de la blástula. La estructura formada se denomina **gástrula** y la cavidad interior, **arquénteron**, que se abre al exterior por un orificio denominado **blastoporo**. Durante esta etapa suceden un conjunto de procesos que tienen por objeto la formación de las capas fundamentales del embrión o capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo. De estas tres capas derivan los diferentes órganos y sistemas propios de cada especie.

- c) **Organogénesis (diferenciación):** consiste en la formación de órganos en el embrión a partir de las tres capas embrionarias. Naturalmente antes de que los órganos adquieran su forma definitiva como en el adulto, se inicia su desarrollo con el esbozo o formación de órganos rudimentarios, que luego con la diferenciación y el crecimiento toman la forma definitiva propia de los adultos. De las tres hojas embrionarias que se forman durante la gastrulación se derivan todos los órganos del cuerpo.



Del **ectodermo** se derivan el tejido nervioso, órganos especiales de los sentidos como los ojos y oídos, la epidermis y derivados epidérmicos como las uñas, el pelo, las mucosas de la boca, el ano y las glándulas anexas.

Del **mesodermo** se originan los músculos, el esqueleto, las células sanguíneas y linfáticas, otros tejidos como el cartílago, se formará el aparato excretor (los riñones) y las gónadas. Dará lugar al aparato circulatorio y va a tapizar todas las cavidades del organismo y las membranas extraembrionarias importantes para el transporte de nutrientes.

Del **endodermo** que es la capa celular primaria más interna de las tres capas del embrión, se origina el aparato digestivo desde la faringe hasta el conducto anal, el aparato respiratorio, la vejiga urinaria, parte de la uretra, el hígado, el páncreas, el epitelio, las glándulas intestinales y las glándulas tiroides.

Formación de las membranas extraembrionarias: durante el desarrollo embrionario, se forman las membranas **extraembrionarias** que rodean al embrión y participan en su formación; estas reciben el nombre de **amnios, saco vitelino y corion**.

El **amnios**: es una membrana transparente que se llena de líquidos amnióticos dentro del cual permanece el feto, tiene como función protegerlo de golpe o lesiones mecánicas y permitir su libre movimiento. El **saco vitelino** da lugar al **cordón umbilical** o conducto que une al feto con la madre y el **corion** rodea por completo al embrión y forma parte de la **placenta**. Durante los primeros dos meses el cuerpo lúteo secreta progesterona y estrógeno para que se mantenga el embarazo, degenera al tercer mes y es sustituido por la placenta.

La **placenta** es un órgano discoidal que se forma con la participación de tejido fetal (corion) y materno (endometrio). Es de vital importancia ya que permite la transferencia de oxígeno, nutrientes y anticuerpo de la madre al feto. A la vez, el feto mediante ella, excreta bióxido de

carbono y productos de desecho que se difunden desde la sangre fetal hacia la materna, las que no se mezclan durante la gestación.

Conforme avanza el embarazo, la placenta secreta estrógenos y progesterona, que estimulan el crecimiento de las glándulas mamarias y del útero e impiden el desprendimiento del endometrio. Al término del embarazo, la placenta es una estructura discoidal de *15 a 17 cm de diámetro* y de *2,5 cm de grosor*.

Compruebe sus conocimientos



Con su equipo de trabajo, analice y responda lo siguiente:



Describa e ilustre el desarrollo del cigoto al embrión.



¿Cómo se forma la placenta y qué función desempeña?



Describa las diferentes etapas del desarrollo del embrión al feto.

Medidas de prevención para la salud sexual y reproductiva

Antiguamente evitar el embarazo era posible sólo con la más rigurosa abstinencia. Hoy en día existen métodos anticonceptivos, para ambos sexos y cada vez más parejas entienden que la responsabilidad de la anticoncepción debe ser compartida entre el hombre y la mujer. En los seres humanos la fecundación puede ocurrir en cualquier época del año, lo que contribuye al problema de la sobre población humana.



¿Sabe usted qué son métodos anticonceptivos? ¿Cuáles métodos conoce? ¿Ha escuchado de algún método que digan que es muy eficaz?

Si somos un matrimonio, sería sano que nos preguntáramos:



¿Estoy pensando en tener un hijo? ¿Debería preocuparme por las Infecciones de Transmisión Sexual (ITS)? ¿Puedo confiar totalmente en mi esposa o esposo? Si nos llegara a fallar el método anticonceptivo o no hacemos uso adecuado de ellos. ¿Estamos preparados para asumir la responsabilidad de mantener o educar un hijo o hija? ¿Cuáles son las contraindicaciones de los métodos anticonceptivos?

Métodos para el control de la fecundación humana

Es cualquier medio o sustancia empleada para evitar la fecundación, desde hace varias décadas se han estudiado diversos métodos para prevenir el embarazo, la fecundación o el desarrollo del cigoto.

La elección del método anticonceptivo es una decisión personal. Aquí entran en consideración diversos factores que van desde las preferencias individuales o la historia médica, hasta los riesgos, ventajas y efectos secundarios de cada



método. Ningún método es 100% eficaz para evitar el embarazo, aunque algunos son más eficaces que otros. Solamente la abstinencia y la esterilización son 100% efectivas, todos los métodos presentan sus ventajas y desventajas.

Métodos naturales

Se caracterizan por la ausencia de sustancias o aparatos que puedan modificar las funciones de los órganos reproductores, entre estos tenemos:

El coito interrumpido (o coitus interruptus)

Implica que el hombre retire el pene de la vagina de su pareja justo antes de la eyaculación. El coito interrumpido ha sido usado como anticonceptivo durante siglos y puede ser un método eficaz para prevenir el embarazo si la pareja desea y es capaz de practicarlo de manera correcta y sistemática cada vez que tengan relaciones sexuales lo que se denomina, el uso perfecto. No hay afección médica que restrinja el uso del coito interrumpido. No afecta la lactancia, no tiene efectos secundarios hormonales y su confiabilidad es del 70%.

El método Ogino o método del ritmo

Antes de seguir este método, la mujer debe registrar el número de días que tiene cada uno de sus ciclos menstruales al menos durante 6 meses. Al tener la certeza de ser regular (*ciclo menstrual con 28 días de duración*), se cuentan 8 días antes y 8 días después de iniciada la menstruación, en esos días no hay mayores probabilidades de concebir.

 Realice el siguiente ejercicio: Calcule la fecha del período fértil y el período no fértil de Mariam, si su regla inició el 5 de junio y tuvo una duración de tres días.

Temperatura Basal

El método de la temperatura basal consiste en registrar en tablas la temperatura corporal a lo largo del ciclo menstrual, lo que permite advertir el desnivel de temperatura comprendido entre 0,2° y 0,5° C producido por la secreción de progesterona en el ovario tras la ovulación. Este método sólo diagnostica la fase infértil post ovulatoria. Es el método anticonceptivo más efectivo de los llamados naturales. Cuando se añade un cálculo para determinar una fase relativamente infértil preovulatoria, al inicio del ciclo, se trata del método *ciclo - térmico*.



Medición de la temperatura

El periodo más fértil de la mujer tiene lugar antes y poco después de la ovulación. Como los espermatozoides pueden sobrevivir en el cuerpo de la mujer hasta cinco días, si se mantienen

relaciones sexuales cinco días antes de la ovulación, es posible quedarse embarazada. Después de la ovulación, el óvulo está en condiciones de ser fecundado durante *12 y 18 horas*.

Método del moco cervical o método de Billings

La base de este método es la afirmación de que el moco cervical cambia según la etapa del ciclo menstrual en el que se encuentre. Justo después de la menstruación las glándulas del cuello uterino producen poca mucosidad y es por ello que en estos días la vagina se presenta más **seca** que en otros momentos del ciclo menstrual.

Si el flujo de la mujer es de color blanquecino - amarillento y grumoso, está en el inicio de su fase fértil. Cuando el flujo se vuelve claro, incluso transparente, acuoso y elástico (se forman hilos al tocarlo y separar los dedos), entonces se encuentra en su momento más fértil.



Prueba Billings

Métodos anticonceptivos químicos

Ninguno previene las infecciones de transmisión sexual.

Espermicidas: su acción principal es desactivar o matar a los espermatozoides a fin de prevenir el embarazo. Están disponibles en farmacias sin prescripción médica y en diferentes formas: jaleas, espumas, aerosoles, cremas, tabletas y óvulos vaginales.



Espermicidas

Los espermicidas deben colocarse entre *10 y 30 minutos* antes de la relación sexual. La mujer debe aplicar el producto lo más cuidadosamente posible en lo profundo de la vagina. En caso de volver a tener relaciones, debe aplicarse de nuevo. Los espermicidas poseen una eficacia del 75% al 94%. Entre sus ventajas encontramos que es fácil de aplicar, no produce efectos secundarios, puede producir reacciones alérgicas y lesiones en el pene y la vagina. Este método no influye en un futuro embarazo ni perjudica la ovulación.

La píldora: actúa sobre el ciclo hormonal de la mujer impidiendo la ovulación. Estos métodos son reversibles porque si los dejas de usar recuperas tu fertilidad. Las píldoras combinadas contienen las hormonas estrógeno y progestágeno (son un grupo de hormonas en los que se incluye la progesterona).



Píldoras anticonceptivas

En 1954, el biólogo norteamericano Gregory Pincus (1903 - 1967) realizó las pruebas que comprobaron su eficacia. En 1960, ya se había generalizado el uso de la píldora anticonceptiva.

Para evitar embarazos, debe tomarse una píldora durante *21 días*, después de los cuales se descansa durante un periodo de *7 días*. Su eficacia es del 94 %.

El uso de anticonceptivos orales puede aliviar los dolores menstruales, reducir el flujo menstrual y ofrecer cierta protección frente a la enfermedad inflamatoria pélvica. Puede provocar efectos

secundarios adversos, como sangrado intermenstrual, cefaleas, hipertensión, aumento de peso, cambios de humor, descenso del deseo sexual, enfermedades cardíacas, insuficiencias respiratorias y galactorrea (secreción láctea de la glándula mamaria fuera del período puerperal o más allá de 6 meses tras el parto, en una madre no lactante e interacciones medicamentosas).

Fumar cigarrillos aumenta el riesgo de sufrir efectos secundarios graves a causa de los anticonceptivos orales, como ataques cardíacos, coágulos de sangre, cáncer de seno, cáncer cervical y accidentes cerebrovasculares. Este riesgo es más alto para las mujeres de más de 35 años y aquéllas que fuman mucho (15 o más cigarrillos al día). Si toma anticonceptivos orales, no debe fumar.

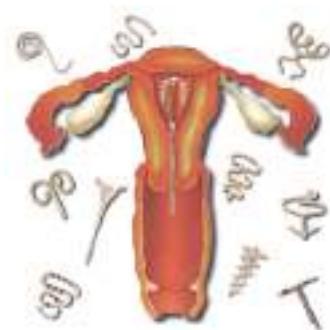
Inyecciones: el desarrollo de los anticonceptivos subdérmicos comenzó en 1967 en los Estados Unidos.

Únicamente 1 de cada 300 a 400 mujeres queda embarazada usando este método. Una de las preocupaciones con las inyecciones es que una vez que deja de ponérselas, puede llevar hasta 2 años en recuperar la fertilidad. La inyección está hecha de una hormona sintética (la progestina) semejante a la progesterona. La inyección no contiene estrógeno, sin embargo, ocurren efectos secundarios como sangrado irregular, aumento de peso, depresión, debilita el sistema óseo irreversiblemente, es contraindicada para mujeres que padecen cáncer de mama, problemas hepáticos, han padecido infarto o coágulos en las piernas.

Métodos anticonceptivos mecánicos

Estos impiden la unión del espermatozoide con el óvulo, o interfieren en la implantación, como es el caso del dispositivo intrauterino.

Dispositivos intrauterinos (DIU): es una estructura pequeña y flexible, elaborada de plástico o metal, se presenta en diferentes formas y materiales. La inserción del DIU deberá hacerla un ginecólogo y revisarlo cada tres meses, su uso se recomienda en mujeres que de preferencia ya hayan tenido hijos. Al usar aparatos intrauterinos se corre un mayor riesgo de contraer enfermedad inflamatoria pelviana, sangrado abundante y dolor, durante períodos menstruales. La efectividad de este método es del 95 al 99%.



Dispositivos intrauterinos

Métodos de barrera

Diafragma: si el diafragma se usa correctamente, sólo 6 de cada 100 mujeres quedan embarazadas. Entre las desventajas están que no se recomiendan para las mujeres que tienen tendencia a las infecciones de las vías urinarias y se puede presentar sensibilidad al espermicida que lleva.

El condón o preservativo: es uno de los métodos más antiguos utilizados para prevenir el embarazo (en el pasado se hacían con el tejido del vientre de algunos animales). Se trata de una funda muy fina de látex que impide que los espermatozoides entren en la vagina. Si se usa correctamente tiene una eficacia muy alta. Además el condón no protege contra algunas

enfermedades de transmisión sexual, el VIH es *50 veces* más pequeño que el poro del látex del preservativo. Otras desventajas posibles roturas, alergia al latex, impiden pleno placer, no protege anteverrugas genitales y nocivos para el medio ambiente.

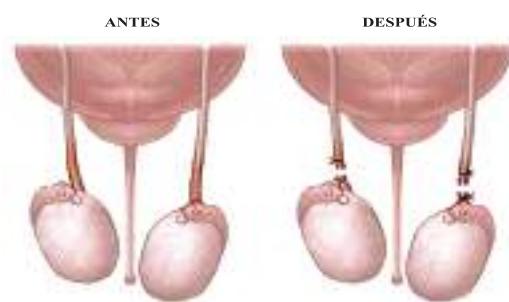
Condón femenino - bolsa vaginal: este aparato parece una pequeña bolsa de plástico con un anillo alrededor de la orilla. Sirve como una buena barrera contra las enfermedades de transmisión sexual, excepto al sida. Por lo general, *13 de cada 100 mujeres* que lo usan quedan embarazadas. Aunque inicialmente es incómodo, puede provocar irritaciones a la vulva y al pene.

Métodos definitivos o métodos quirúrgicos: conocida como salpingectomía.

En este procedimiento, el cual no es reversible, se impide que los óvulos viajen desde los ovarios y pasen a través de las trompas de Falopio. Específicamente, el cirujano cortará las trompas de Falopio y las prensará o cauterizará. A lo sumo, el procedimiento consistirá en una incisión de menos de 2 pulgadas de largo y el riesgo quirúrgico es mínimo.

En la actualidad, se discute si algunas técnicas quirúrgicas pueden disminuir la cantidad de sangre que llega a los ovarios y desencadenar el síndrome de posligadura. Este síndrome consiste en un conjunto de síntomas que incluye sudoración, calores, irregularidades, dolores menstruales después de la cirugía, disminorrea, disfunción menstrual, coito doloroso y síndrome premenstrual.

La vasectomía: es una técnica quirúrgica definitivo para los hombres que no quieren tener hijos o que ya tienen los que desean. Es una técnica de cirugía para ligar o seccionar los conductos deferentes, que comunican los testículos con la vesícula seminal, donde los espermatozoides se acumulan para salir en la eyaculación.



Recuerde

Es importante que los jóvenes posterguen al máximo el inicio de las relaciones sexuales y los que ya se han iniciado disminuyan la frecuencia de las mismas. **Asumir esta responsabilidad cuando no se está preparado para ello, acarrea consecuencias poco placenteras para los involucrados. Hay que** evitar riesgos como embarazos no deseados e infecciones de transmisión sexual como el **sida, los abortos y sus secuelas le pueden destruir la vida**".

Metabolismo celular

¿Recuerda en qué consiste el metabolismo? ¿Qué es respiración celular? ¿Sabe usted qué es la fotosíntesis y dónde se lleva a cabo?

Muchos organismos, incluyendo a los seres humanos, requieren energía para todas las funciones corporales, cualquier actividad física, intelectual o sensorial, incluso el reposo, el mantenimiento de la temperatura corporal, el trabajo continuo del corazón y los pulmones necesitan de aportación energética para llevarse a cabo. Esta energía se extrae de los diferentes alimentos que ingerimos diariamente, los cuales son degradados en un largo proceso.

En los niños la energía es esencial para el crecimiento. La energía también es necesaria para la fragmentación, reparación y formación de los tejidos. Estos son procesos metabólicos.

Una de las características más sobresalientes de los seres vivos es que tienen estructuras complejas altamente organizadas que les confiere capacidad para obtener, almacenar y transformar energía. Algunos organismos necesitan una fuente externa de alimentos (heterótrofos), mientras que otros, son capaces de producir sus propios alimentos (autótrofos).

El **metabolismo** es un **conjunto** de **reacciones** físicas y químicas, que ocurren en una célula y en el organismo. Estos complejos procesos interrelacionados son la base de la vida a escala molecular, lo cual permiten las diversas actividades de las células: crecer, reproducirse, mantener sus estructuras, responder a estímulos, entre otros por las cuales, el organismo conserva su homeostasis (equilibrio). Para que una célula tenga **metabolismo**, es necesario que ingresen **productos** para su degradación y de esta **forma obtener energía** y materia prima para poder realizar sus **funciones**.

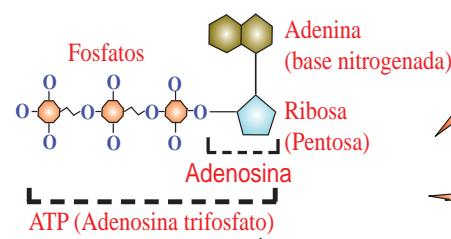
Recuerde

El Metabolismo es el proceso de producción y utilización de la energía.

El ATP, fuente de energía

La molécula **ATP** (**Adenosina Trifosfato**) que el organismo produce en las mitocondrias durante la respiración celular, es el “**transportador**” universal de energía de nuestro cuerpo, necesaria para la gran mayoría de las funciones de los seres vivos y sin la cual la vida no sería concebible, al menos tal y como la conocemos.

ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ATP



O = Átomo de oxígeno

~ = Enlaces de alta energía

Donador inmediato de energía

El ATP = La unidad de energía en el metabolismo

El ATP ha de regenerarse constantemente

La adenosina tiene dos partes: adenina y ribosa (analizar ilustración). La adenosina va unida a tres grupos fosfatos. Cada fosfato está formado por un átomo de fósforo unido a cuatro átomos de oxígeno. Cuando una enzima separa al grupo fosfato terminal de una molécula de ATP, se libera una gran cantidad de energía que la célula utiliza. La molécula resultante es el difosfato de adenosina o ADP con liberación de energía y un grupo fosfato.

La reacción de hidrólisis de la adenosina trifosfato con el producto de adenosina difosfato y fosfato es una reacción exergónica donde la variación de entalpía libre estándar es igual a - 30,5 kJ/mol:



Donde:

Pi: Fósforo inorgánico *ADP*: representación del adenosín difosfato.

El **metabolismo** se divide en **anabolismo** y **catabolismo**.

El anabolismo (parte constructiva del metabolismo). Las reacciones anabólicas son aquellas reacciones en que las sustancias simples se unen para formar sustancias más complejas.

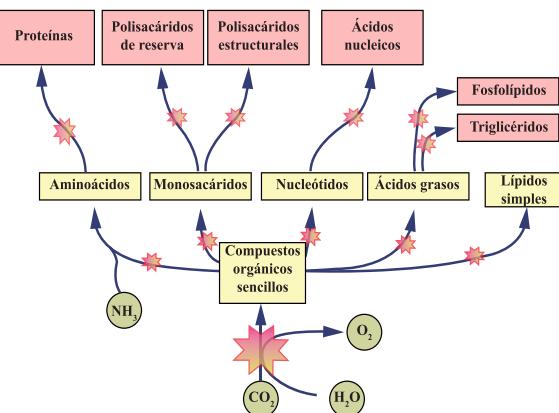
La gráfica, presenta de abajo hacia arriba como a partir de compuestos inorgánicos sencillos se sintetizan proteínas, carbohidratos y lípidos.

Un ejemplo de anabolismo es la **fotosíntesis**, en la cual a partir de sustancias sencillas como las biomoléculas inorgánicas: bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) más energía del Sol; se forman sustancias complejas (carbohidratos). Para fabricar macromoléculas se requiere consumo de ATP. **El anabolismo gasta ATP**.

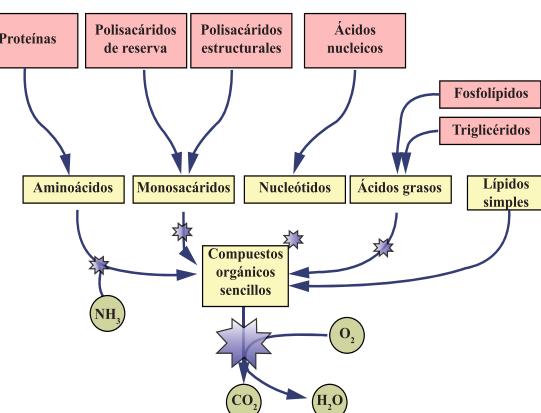
Catabolismo: en este tipo de **reacciones** metabólicas la célula degrada moléculas complejas en moléculas simples para **obtener** la **energía** necesaria y realizar sus **funciones**.

En los procesos catabólicos, cuando las células degradan la glucosa, se libera energía. La mayor parte de esta energía se almacena en forma de ATP.

En el ser humano la fuente **principal** de **energía** es el **catabolismo** de la **glucosa**, la **glucólisis**, sin embargo en **condiciones** de ayuno, cuando no existe un suministro suficiente de glucosa para las células, los lípidos pasan a ser la **principal** fuente de **energía**.



Anabolismo: síntesis de las biomoléculas orgánicas esenciales para la vida



Catabolismo (parte degradadora del metabolismo)

Compruebe sus conocimientos



Explique en qué consiste el metabolismo y para qué se realiza.



¿El metabolismo se realiza de acuerdo con las reacciones que se llevan a cabo en la célula?



Explique los tipos de metabolismo y diga en qué consiste cada uno de ellos



¿Qué diferencias puede encontrar entre anabolismo y catabolismo?

Respiración celular

Es el proceso por el cual las células degradan las moléculas de alimento para obtener energía. La respiración celular es una reacción exergónica (se libera energía como resultado de los procesos químicos del catabolismo de macromoléculas).

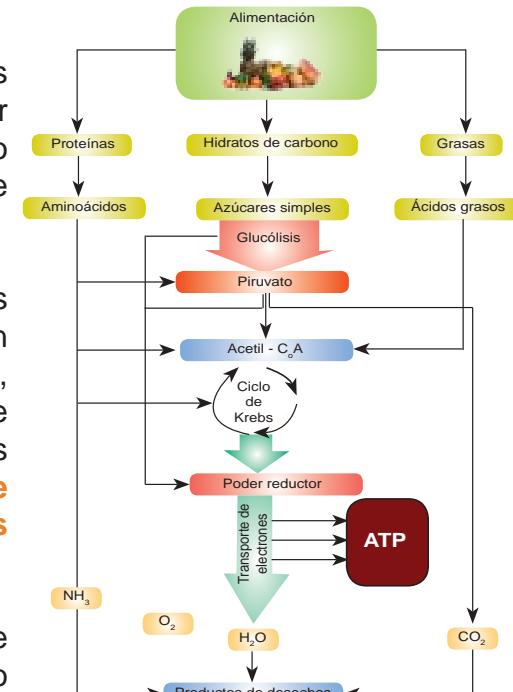
Para que las células puedan realizar sus distintas funciones, las sustancias que almacenan energía deben primero ser degradadas. Los procesos de degradación, o catabólicos, ocurren en tres etapas; en la primera, se rompen las grandes moléculas en sus componentes más sencillos: las **proteínas en aminoácidos**, los **hidratos de carbono o azúcares complejos en azúcares sencillos** y las **grasas en ácidos grasos**.

La respiración celular puede darse en presencia de oxígeno (**respiración aerobia**) y en ausencia de oxígeno (**respiración anaerobia**).

La respiración aeróbica es un tipo de metabolismo energético en el que los seres vivos extraen energía de moléculas orgánicas, como la glucosa, por un proceso complejo en el que el carbono es oxidado y en el que el oxígeno procedente del aire que respiramos es el oxidante empleado. La respiración aeróbica es el proceso responsable de que la mayoría de los seres vivos, los llamados por ello aerobios, requieran oxígeno.

En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico obtenido durante la fase primera anaerobia o glucólisis, es oxidado para proporcionar energía, dióxido de carbono y agua. A esta serie de reacciones se le conoce con el nombre de respiración aerobia.

Ambos parten de un proceso preliminar de la degradación de la glucosa, a través de la glucólisis. Tanto en la glucólisis aeróbica como en la anaeróbica, hay un producto común: **el**



ácido pirúvico. Los ácidos pirúicos formados durante la glucólisis pueden seguir dos vías de degradación: puede continuar con la respiración celular en presencia de oxígeno, si no hay oxígeno continúa con la fermentación:

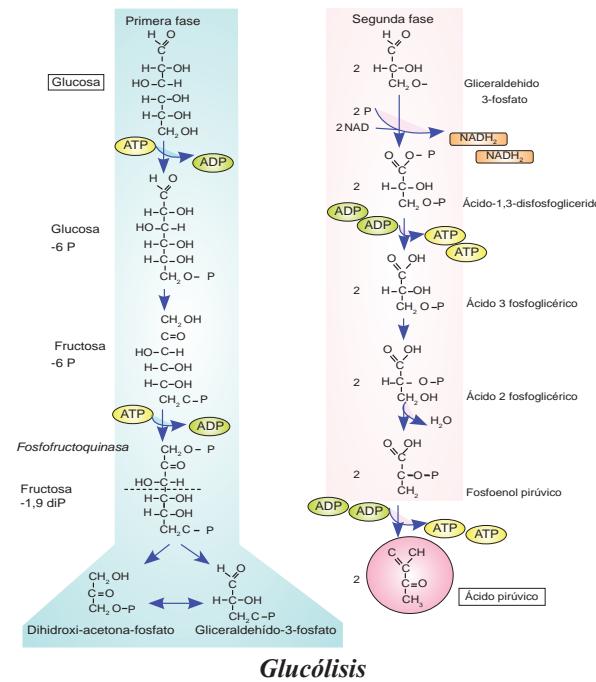
- La respiración aeróbica: con oxígeno, se lleva a cabo en tres fases: **glucólisis, ciclo de Krebs y cadena de transporte de electrones.**

En una segunda etapa, estas pequeñas moléculas son a su vez degradadas para formar moléculas todavía más pequeñas, con la posibilidad de obtener energía útil para la célula (ATP). Entre estas moléculas pequeñas tenemos la **glucosa**, si la glucosa es el sustrato, la primera etapa de la respiración celular es una ruta metabólica llamada **glucólisis**.

La glucólisis

La glucólisis del griego glycos: azúcar y lysis: ruptura. glucólisis es la ruta metabólica formada por *10 reacciones* enzimáticas mediante las que se degrada la glucosa hasta dos moléculas de piruvato, a la vez se produce energía en forma de ATP y de NADH (*nicotín adenín dinucleótido en su forma reducida*). El proceso es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo. Es el ciclo metabólico más difundido en la naturaleza, también se lo conoce como **ciclo de Embden-Meyerhof**. No necesita oxígeno para su inicio. Se produce en todas las células vivas, desde procariotas hasta eucariotas animales y vegetales.

Es el primer paso de la respiración celular, se realiza en el citoplasma (**citosol**) de la célula, siendo ésta, la vía para degradar la **glucosa** y **obtener energía**.



La glucólisis comprende dos fases o etapas:

- **Primera fase o de inversión de energía:** en la cual la molécula de glucosa debe separarse en moléculas más pequeñas. La glucosa está compuesta por *6 átomos* de carbono, que se van a romper en dos moléculas de *3 carbonos* cada una, se incorporan dos ácidos fosfóricos, dando como resultado dos moléculas, **una de gliceraldehido 3 fosfato (G3P) y la otra de Dihidroxi-acetona-fosfato**, por lo que hay dos fosfatos, esto significa el consumo de *2 moléculas* de ATP.
- **Segunda fase o fase de generación de energía:** comprende el proceso en que **gliceraldehido - 3 - fosfato (G3P)** y la **dihidroxiacetona fosfato** que **es reversible**, es decir que se transforma en **gliceraldehido - 3 - fosfato**, **estas dos moléculas de gliceraldehido - 3 - fosfato** se transforman en dos moléculas de **ácido pirúvico**.

Fase de oxidación (producción de energía): cada gliceraldehido - 3 - fosfato se oxida, liberando ~ 100 kcal. Parte de la energía producida es temporalmente guardada como NADH (nicotinamida adenina dinucleótido, reducido). Parte es usada para agregar un fosfato inorgánico a la molécula de 3 carbonos y dar origen al ácido 1 - 3 difosfoglicérico. El resto de la energía se libera como calor. Se produce la reducción de las dos moléculas de NAD^+ a $NADH + H^+$, (transportador de hidrógeno) y se producen 4 moléculas de ATP, que realizando el balance neto de los 2 ATP utilizados en la **fase preparatoria**, el resultado final son: 2 ATP, por eso que esta segunda etapa recibe el nombre de **fase de generación de energía por la producción de ATP**. El resultado final de las dos moléculas de ácido pirúvico, participará en otras reacciones en las que la energía neta liberada es mucho mayor.

Recuerde

Durante la glucólisis una molécula de glucosa (6 átomos de carbono), se divide en dos moléculas de **ácido pirúvico** (3 carbonos), se producen dos moléculas de $NADH + H^+$, y se obtiene la ganancia neta de dos moléculas de ATP.

El ácido pirúvico, dependiendo de la presencia de oxígeno y la exigencia energética de la célula, tomará dos rumbos: en presencia de oxígeno el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria; o bien la fermentación láctica (sin presencia de oxígeno).

Balance neto:



La energía total que se puede obtener de la glucosa por oxidación aeróbica es = 688 kcal/mol.

La energía total acumulada en 2 ATP = $2 \times 7,3 \text{ k cal/mol} = 14,6 \text{ k cal/mol}$

Esto es un ~2% de rendimiento, si se tiene en cuenta la posibilidad de oxidar completamente la glucosa, es decir que el 98% de la energía potencialmente disponible no es usada por la célula.

Los dos $NADH + H^+$ pasan a la cadena de transporte de electrones en ambiente aerobios y pueden dar más ATP, recuperándose el NAD^+ en su forma oxidada.

Ciclo de Krebs

El ciclo de Krebs ocurre en las **mitocondrias** de las células eucariotas y en el citoplasma de las células procariotas. Estas reacciones sólo pueden ocurrir si el oxígeno está disponible y así son parte de la **respiración celular aeróbica** (segunda fase).

El ciclo de Krebs tiene ese nombre en honor a Sir Hans Krebs (alemán) quien lo descubrió en el año de 1937, haciéndose acreedor del Premio Nobel de Fisiología en 1953.

En los organismos aerobios las rutas metabólicas responsables de la degradación de los glucidos, ácidos grasos y aminoácidos convergen en el ciclo de Krebs, que a su vez aporta poder reductor a la cadena respiratoria y libera CO_2 .

La energía liberada en la glucólisis es insuficiente para algunos organismos por lo que deberán generarla a través del ciclo de Krebs conocido también como el ciclo del ácido cítrico porque inicia y termina con este ácido.

Formación del ácido cítrico: el ácido pirúvico (3C) sufre una descarboxilización (eliminación del CO_2) y forma un grupo acetil, éste se une a la coenzima A y forma un compuesto llamado **acetil coenzima A (acetil-CoA)**. El **acetil-CoA (2C)** constituye el principal sustrato del ciclo, ella cede su grupo acetil (2C) al ácido oxalacético (4C) y se forma el ácido cítrico (6C).

Al término del ciclo mismo, los dos átomos de carbono introducidos por el *acetil - CoA* serán oxidados en dos moléculas de CO_2 , regenerando de nuevo oxalacetato capaz de condensar con *acetil - CoA* más coenzima A libre.

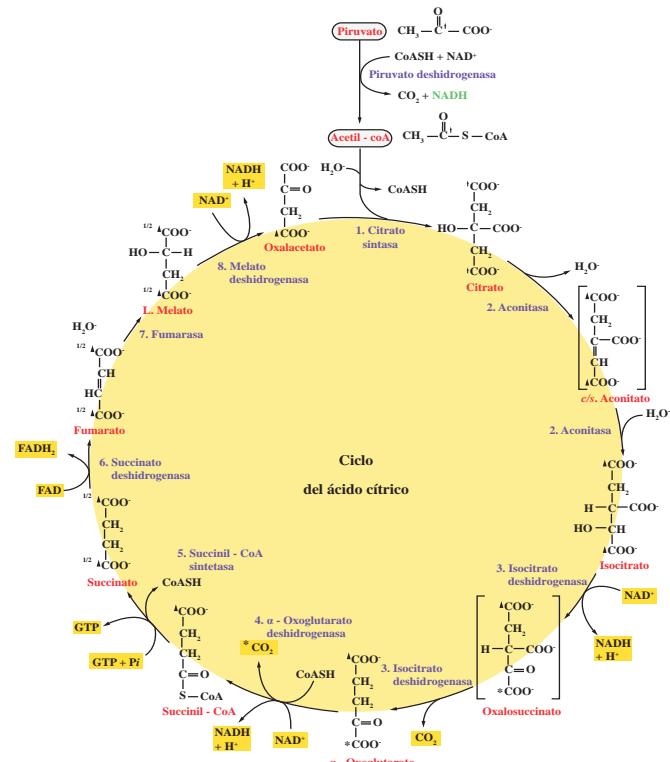
- **Liberación del CO_2 :** todas las células que realizan respiración aeróbica liberan CO_2 .
- **Oxidaciones:** durante el ciclo de Krebs se liberan átomos de hidrógenos que son aceptados por los compuestos llamados coenzimas **NAD** (nicotínamida adenina dinucleótido) y **FAD** (flavín adenina dinucleótido). Esto significa que ocurren oxidaciones que reducen al NAD^+ y al FAD , formando **$NADH^+$ y $FADH_2$** , respectivamente. Estas coenzimas reducidas activan la **cadena de transporte de electrones**.
- Fosforilación a nivel de sustrato. hay una adición del grupo fosfato un ADP se transforma en **ATP**.

Recuerde

En el Ciclo de Krebs, la ecuación general es la siguiente:



Los reactivos y los productos en esta ecuación se han de multiplicar por dos, ya que el proceso inicia con dos moléculas de ácido pirúvico $2\text{Acetil-CoA} + 6\text{NAD}^+ + 2\text{FAD} + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} \Rightarrow 2\text{CoA-SH} + 6\text{NADH} + 2\text{H}^+ + 2\text{FADH}_2 + 2\text{ATP} + 4\text{CO}_2$



El ciclo de Krebs es una escalera de subprocessos químicos de 8 reacciones en total. Es un proceso cíclico. Cada subprocesso necesita de una enzima (sustancias de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas diferentes).

El ciclo de Krebs cumple con la función de posibilitar la continuidad del metabolismo del ácido pirúvico producido desde la glucosa, así como de productos intermediarios de lípidos y proteínas, mediante la formación del conocido *acetil - CoA*.

Por cada molécula de *acetil - CoA*, se forman dos moléculas de anhídrido carbónico, tres *NADH* y un *FADH₂*, el ciclo necesita la incorporación de dos moléculas de agua. De esta forma **a partir del ciclo de Krebs** pueden formarse aminoácidos, ácidos grasos incluso glucosa.

Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa

Ésta es la última etapa de la respiración aeróbica. Existe una relación entre esta fase, la glucólisis y el ciclo de Krebs. Los productos obtenidos durante las primeras dos fases activan las cadenas de transporte de electrones y tienen dos finalidades básicas:

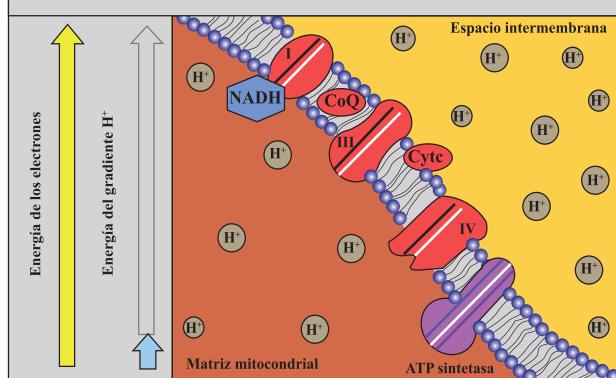
- **Reoxidar las coenzimas** que se han reducido en las etapas anteriores (*NADH* y *FADH₂*) con el fin de que estén de nuevo libres para aceptar electrones y protones de nuevos substratos oxidables.
- **Producir energía utilizable en forma de ATP.**

Estos dos fenómenos están íntimamente relacionados y acoplados mutuamente. Se producen en una serie de I, II, III y IV complejos enzimáticos situados (en eucariotas) en la membrana interna de la mitocondria; estos cuatro complejos realizan la oxidación de las mencionadas coenzimas transportando los electrones y aprovechando su energía para bombejar protones desde la matriz mitocondrial hasta el espacio intermembrana. Estos protones sólo pueden regresar a la matriz a través de la *ATP* sintetasa, enzima que aprovecha el gradiente electroquímico creado para fosforilar el *ADP* a *ATP*, proceso conocido como fosforilación oxidativa o fosforilación quimiosmótica.

Los electrones se transfieren a lo largo de los citocromos (proteínas que contienen hierro) los electrones y los protones implicados en estos procesos son cedidos definitivamente al O_2 que se reduce a agua. El oxígeno atmosférico obtenido por respiración pulmonar tiene como única finalidad actuar como acceptor final de electrones y protones en la respiración aerobia.

La energía que se saca de la ruptura completa de una molécula de glucosa pasa los tres estadios de la respiración celular (**glucólisis, ciclo de Krebs y cadena transporte de electrones**), siendo 38 las moléculas netas de *ATP* que se producen.

El *NADH* pasa electrones al complejo I. Se libera energía cuando los electrones son transportados a un menor gradiente de energía del complejo I al complejo IV. La energía liberada mueve protones (H^+) en contra del gradiente electroquímico, de la matriz al espacio intermembrana.



Eficiencia en la producción de energía de cada uno de estos procesos:

En cada uno de los pasos de la respiración celular se produce una ganancia neta de ATP.

En la glucólisis se producen **4 ATP** pero al inicio se necesitaron usar dos, por tanto la ganancia real serían **2 ATP**.

En el Ciclo de **Krebs** se producen **2 ATP** (por cada molécula de glucosa), uno por cada ciclo.

En el **transporte de electrones o quimiosmosis** se producen **34 ATP**, o sea que en **total**, en el proceso de **respiración celular**, se producen **38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa**.

Recuerde

Glucólisis: se realiza en el citoplasma donde hay enzimas que degradan parcialmente la glucosa, liberando energía (ATP).

Ciclo de Krebs: ocurre en la matriz mitocondrial por una acción enzimática. Se produce liberación de CO_2 y energía.

Cadena respiratoria: se produce en la membrana interna de la mitocondria donde hay enzimas que forman la cadena respiratoria. Finalmente, la glucosa es degradada totalmente.

Respiración anaerobia

La respiración anaerobia se realiza en ausencia del oxígeno del aire, es un proceso biológico de oxidorreducción de monosacáridos y otros compuestos en el que el acceptor terminal de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno y raramente una molécula orgánica, a través de una cadena transportadora de electrones análogos a la de la mitocondria en la respiración aeróbica. Es un proceso exclusivo de ciertos microorganismos, bacterias.

Los microorganismos anaerobios son de tres tipos:

- Estrictos, mueren en presencia del oxígeno.
- Facultativos, en presencia de oxígeno son aerobios.
- Aerotolerantes, viven presencia del oxígeno pero no lo utilizan.

En lugar de oxígeno utilizan otras sustancias oxidantes como: nitratos, sulfatos, azufre, carbonatos, fumarato y hierro.

En este proceso se genera menos energía que en la respiración aeróbica.

No hay que confundir la respiración anaeróbica con la fermentación, en la que no existe en lo absoluto, cadena de transporte de electrones y el acceptor final de electrones es una molécula orgánica.

Fermentación

Las fermentaciones son rutas catabólicas de oxidación incompleta, totalmente anaeróbica, mediante las cuales los organismos adquieren energía a partir de compuestos orgánicos y en ausencia de oxígeno, obteniéndose como producto final un compuesto orgánico que puede ser el alcohol etílico, ácido láctico y otros.

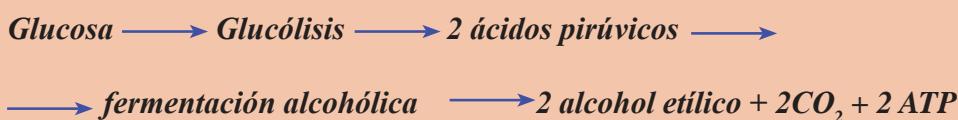
Las fermentaciones pueden ser naturales, cuando las condiciones ambientales permiten la interacción de los microorganismos y los sustratos orgánicos susceptibles, o artificiales, cuando el hombre propicia condiciones para su efecto.

Las fermentaciones reciben distintos nombres según el compuesto orgánico que se obtiene al final, las más importantes son la alcohólica y la láctica.

Fermentación alcohólica: la **levadura de la cerveza** (*Saccharomyces cerevisiae*), que son hongos unicelulares y algunas bacterias, que consiguen su energía por medio de la fermentación alcohólica, en la que rompen las moléculas de glucosa para obtener energía para así poder sobrevivir y producen alcohol etílico, bióxido de carbono y dos moléculas de ATP.

El **beneficio industrial primario de la fermentación:** es la conversión del zumo de la uva en vino, cebada en cerveza y carbohidratos en dióxido de carbono para esponjar el pan. Algunos alimentos pueden preservarse por fermentación, haciendo uso de la energía de los alimentos y en ocasiones puede crear condiciones inadecuadas para organismos indeseables.

Al final de la glucólisis se obtuvieron dos moléculas de ácido pirúvico, que en ausencia de oxígeno se transforman en alcohol etílico, liberando CO_2 , también se forma por oxidación la coenzima $NADH + H^+$ a NAD^+ que se utilizará de nuevo en la glucólisis para formar 2 ATP.

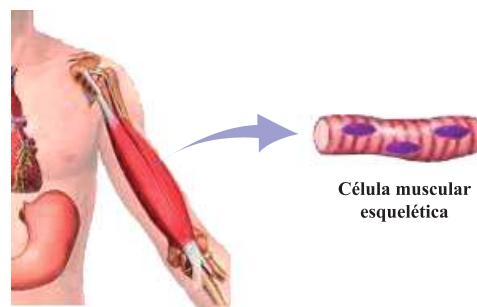


Fermentación láctica

Algunos animales, el ser humano y bacterias pueden producir ácido láctico a partir del ácido pirúvico, cuando el O_2 es escaso o está ausente. La acumulación de ácido láctico da como resultado **dolor y fatiga muscular**. Se produce en las células musculares (**músculo esquelético o estriado**) de los vertebrados durante ejercicios intensos, en el caso de una carrera, no llega suficiente oxígeno a los músculos, entonces la glucólisis se continúa, utilizando la glucosa liberada por el glucógeno almacenado en el músculo, pero el ácido pirúvico resultante no entra en la vía aeróbica de la respiración sino que se convierte en **ácido láctico**.



El ácido láctico se difunde en la sangre y es llevado al hígado. Posteriormente, cuando el oxígeno es más abundante (como resultado de la inspiración y espiración profunda que siguen al ejercicio intenso) y se reduce la demanda de ATP, el ácido láctico se vuelve a sintetizar en ácido pirúvico y nuevamente en glucosa o glucógeno reiniciando el ciclo.



La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado. Las bacterias lácticas homofermentativas producen únicamente ácido láctico y las heterofermentativas producen además etanol y CO_2 . Las bacterias lácticas intervienen en la fabricación del queso, yogurt, entre otros.



Recuerde

También se produce la fermentación en la mayoría de las células de los animales (incluido el hombre), excepto en las neuronas que mueren rápidamente si no pueden realizar la respiración celular. Algunas células, como los eritrocitos, que carecen de mitocondrias y se ven obligadas a fermentar; el tejido muscular de los animales realiza la fermentación láctica cuando el aporte de oxígeno a las células musculares no es suficiente para el metabolismo aerobio y la contracción muscular.

Compruebe sus conocimientos



Investigue, reflexione y participe en un debate, donde comparta su opinión con sus compañeras y compañeros de clase sobre lo siguiente:



Describa los mecanismos y los procesos de la respiración aeróbica en los seres humanos y los mamíferos, resaltando su importancia.

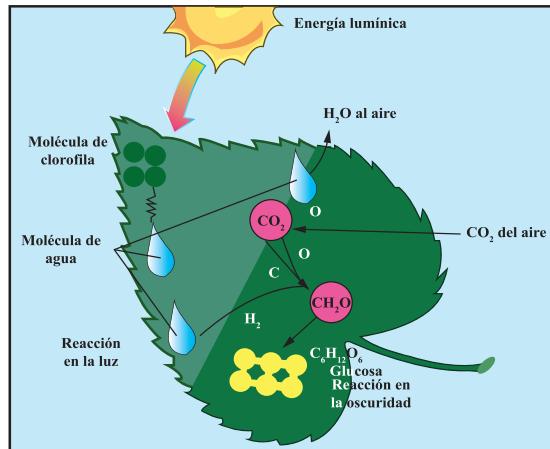


¿Cuál es el destino del ácido pirúvico en la respiración? ¿Qué nombre recibe el proceso de formación de ATP a lo largo de la cadena transportadora de electrones? ¿En qué consiste el proceso del ciclo de Krebs en sus diferentes fases? ¿Por qué es necesario que los seres humanos respiremos el oxígeno del aire atmosférico? ¿Por qué la fermentación de la leche (leche agria, yogurt, quesos), chicha de maíz y producción del pan, son procesos anaeróbica? ¿Por qué el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico sólo para volver a convertirse en ácido pirúvico?

Nutrición autótrofa

Nutrición autótrofa es la que poseen los organismos capaces de fabricar sus alimentos a partir de sustancias inorgánicas, para ello usan elementos químicos del suelo, del aire y la luz solar, en un proceso que conocemos como fotosíntesis.

Otro proceso es la quimiosíntesis, algunas bacterias son capaces de elaborar su alimento, que consiste en la síntesis de ATP a partir de la energía química que se libera en reacciones de oxidación de compuestos inorgánicos reducidos.



La Fotosíntesis

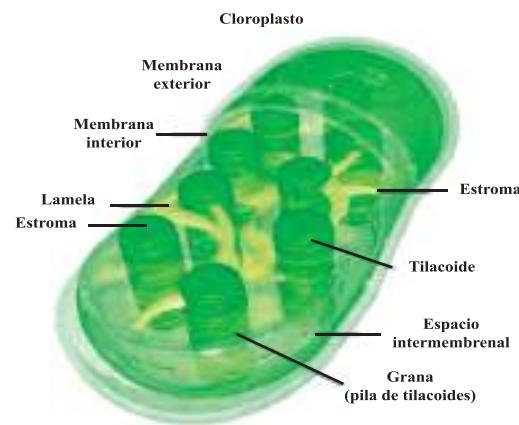
La fotosíntesis (del griego “foto” luz, “síntesis” unión = unión por la luz) es un proceso biológico que realizan organismos autótrofos (plantas, algas y algunas bacterias) la cual se lleva a cabo en los cloroplastos, ésta consiste en convertir la energía lumínica en energía química para producir glucosa, la que es aprovechada por los seres heterótrofos (animales y seres humanos) como alimento.

En el caso de las plantas superiores, la fotosíntesis ocurre principalmente en las hojas, en los cloroplastos, ubicados en células del parénquima, que es uno de los tejidos de la hoja. Las hojas, además, poseen pequeñas aberturas o “estomas”, formadas por células que pueden agrandar o cerrar la abertura y que permiten, de este modo, regular la entrada o salida de agua y gases, como el oxígeno y dióxido de carbono.

Los pigmentos y la luz: los cloroplastos tienen pigmentos que son moléculas capaces de “capturar” ciertas cantidades de energía lumínica.

Como sabemos, el espectro lumínico que proviene del Sol, se puede descomponer en diferentes colores a través de un prisma, cada color corresponde a una cierta intensidad de luz, que puede medirse en longitudes de onda. Cada pigmento puede capturar un tipo distinto de longitud de onda λ . La **clorofila a**, absorbe principalmente la luz violeta y roja y la **clorofila b**, la luz azul y naranja.

La temperatura: es necesaria una temperatura determinada para que pueda producirse la reacción. Se considera que la temperatura ideal para una productividad máxima se encuentra entre los 20 y los 30° C, sin embargo puede producirse entre los 0 y los 50° C, de acuerdo con las condiciones a que cada planta se ha ido adaptando en su medio. Es posible incluso con una temperatura de -0,5° C. **Por debajo del punto de congelación no puede darse la fotosíntesis.**

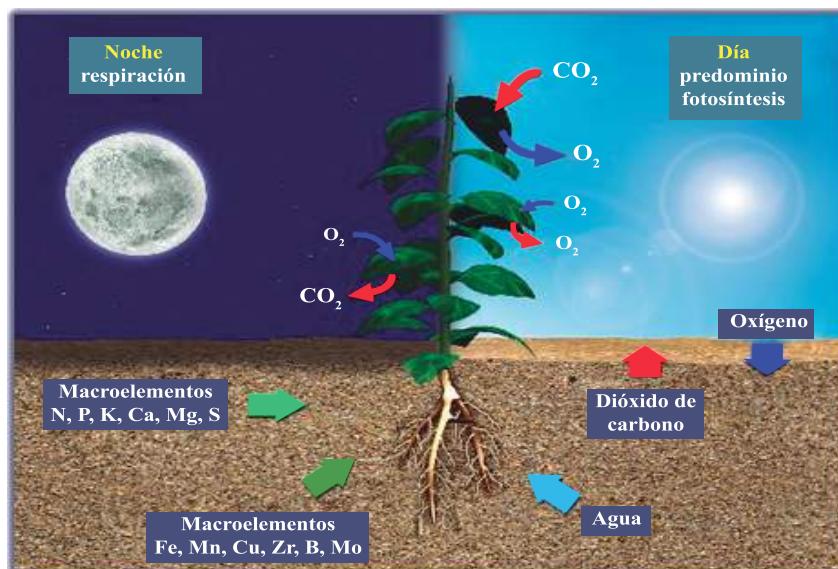


Espectro de absorción

Fases de la fotosíntesis

El proceso de fotosíntesis ocurre en 2 fases o etapas, la primera, llamada **fase fotoquímica** o etapa **clara**, ocurre sólo en presencia de luz y la segunda, nombrada **fase de fijación de dióxido de carbono, etapa bioquímica o ciclo de Calvin**, ocurre de manera independiente de la luz.

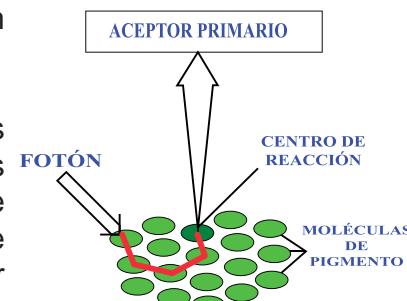
La primera fase ocurre en los tilacoides, quienes tienen la función de captar la energía y de almacenarla en dos moléculas orgánicas muy simples. La segunda fase tiene lugar en el **estroma** y las dos moléculas producidas en la anterior fase serán indispensables y utilizadas para la producción de hidratos de carbono.



Etapa clara o fotoquímica

Para hacer más eficiente la absorción de la luz, las plantas utilizan fotosistemas (I y II).

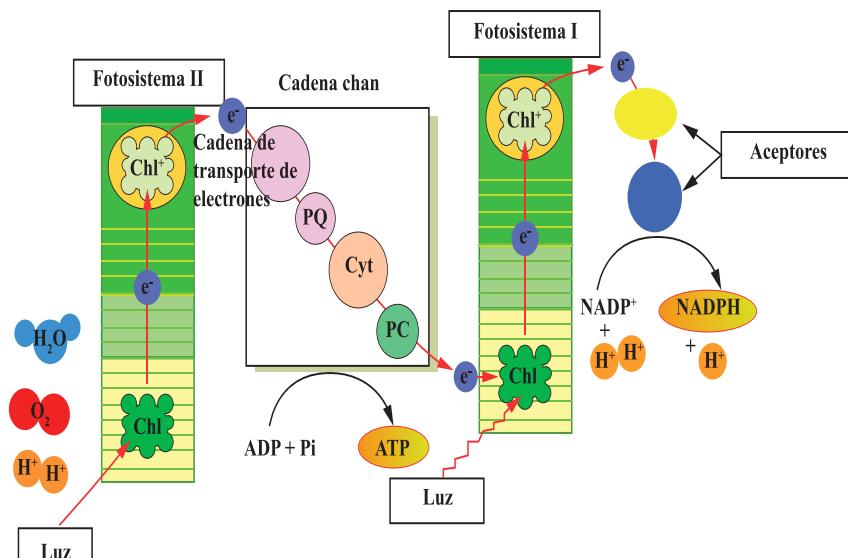
Los fotosistemas son el conjunto de proteínas transmembranales que engloban a los pigmentos fotosintéticos cuya función es captar la energía lumínica para utilizarla durante el transporte de electrones y protones. Los fotosistemas cuentan con un centro de reacción formado por el pigmento diana (primer acceptor o dador de electrones) ocupado generalmente por clorofila *a* o *b* en las plantas terrestres, hacia donde es dirigida la energía lumínica.



El fotosistema I usa la clorofila *a* en una forma denominada **P700**. El fotosistema II usa una forma de clorofila *a* conocida como **P680**. Ambas formas “activas” de la **clorofila *a*** funcionan en la fotosíntesis debido a su relación con las proteínas de la membrana tilacoide.

Los pigmentos al absorber la luz, los electrones de sus moléculas adquieren niveles energéticos superiores, abandonan las moléculas y son recogidos por aceptores de electrones como la

ferredoxina y pasan por una nueva cadena de transporte hasta llegar a una molécula de $NADP^+$ que es reducida a $NADPH$, al recibir dos electrones y un protón H^+ que también procede de la descomposición del agua.



Fase fotoquímica de la fotosíntesis

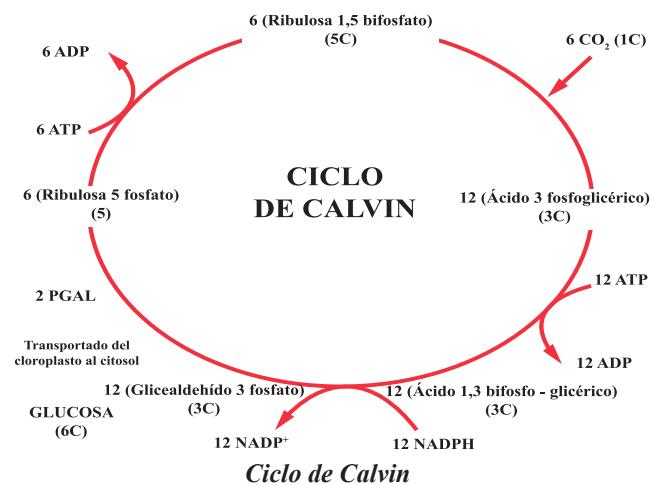
La $P680$ requiere un electrón que es tomado del agua rompiéndola en iones H^+ y iones O^{2-} . Estos iones O^{2-} se combinan para formar O_2 que se libera a la atmósfera.

Los dos fotosistemas pueden actuar conjuntamente, proceso conocido como esquema en Z para la obtención de ATP, conocida también como fosforilación no cíclica o acíclica. El fotosistema I produce solamente ATP, lo que se denomina fosforilación cíclica. La fosforilación acíclica también reduce $NADP^+$.

Muchos procariotas tienen un solo fotosistema: el fotosistema II (si bien fue el primero en la evolución, fue el segundo en descubrirse, de allí su nombre). Los eucariotas usan el fotosistema II más el fotosistema I.

Etapa bioquímica o ciclo de Calvin

Este proceso necesita también de la luz para poder llevarse a cabo. En la mayoría de las plantas el ciclo de Calvin está ligado a la fase fotoquímica, de manera que las plantas se regulan a través de enzimas para que ambos procesos se produzcan a la vez. **El ciclo de Calvin** ocurre en el **estroma** o matriz del cloroplasto. Allí se encuentran las enzimas necesarias que catalizarán la **conversión de dióxido de carbono (CO_2) en glucosa**, utilizando los protones aportados por la coenzima $NADP$ más la energía del ATP. El



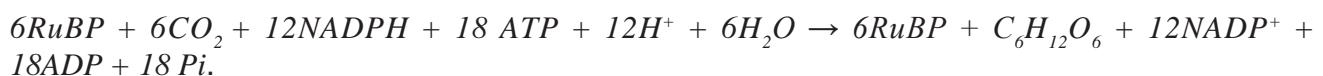


dióxido de carbono ingresa a través de los estomas y cada molécula de CO_2 es unida a una molécula aceptora, la ribulosa 1,5 bifosfato (*RuBisCO*), obteniéndose 2 moléculas del ácido 1,3 bifosfoglicérico (*PGA*).

Globalmente 6 moléculas de *RuBP* (ribulosa 1,5 bifosfato) se combinan con 6 de dióxido de carbono y dan 12 de ácido 3-fosfoglicérico. La energía del ATP y el NADPH generados por los fotosistemas se usan para “pegar” fosfatos (fosforilar) al 3 - *PGA* (ácido 1,3 bifosfoglicérico) y reducirlo a fosfogliceraldehido o *PGAL* (fosfoglicerolaldehido), también de tres carbonos.

Una parte del gliceraldehido - 3 - fosfato es utilizada en el ciclo para sintetizar glucosa, mientras que el resto se utiliza para regenerar la ribulosa, que da comienzo a un nuevo ciclo.

El ciclo de Calvin puede resumirse con la siguiente ecuación:



NADPH: Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato en su forma reducida.

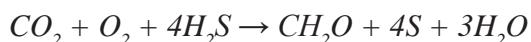
Una gran parte del *PGAL* se transforma en almidón (carbohidrato de reserva) en el estroma del cloroplasto. Otra parte del *PGAL* es exportado al citosol, donde se transforma en intermediario de la glucólisis. También se obtienen intermediarios de azúcares de gran importancia biológica, como la sacarosa. Este disacárido es la principal forma en que los azúcares se transportan a través del floema, desde las hojas hasta los sitios de la planta donde son requeridos.

Quimiosíntesis

Los organismos que realizan quimiosíntesis se denominan quimoautótrofos, o quimiosintéticos; todos ellos son bacterias que usan como fuente de carbono el dióxido de carbono en un proceso similar al ciclo de Calvin de las plantas.

Las sulfobacterias y las ferrobacterias, no utilizan la energía lumínica sino la química; por esta razón, tales organismos son conocidos con el nombre de **quimiosintéticos**.

La ecuación global de la quimiosíntesis, usando como molécula oxidable el sulfuro de hidrógeno es la siguiente:



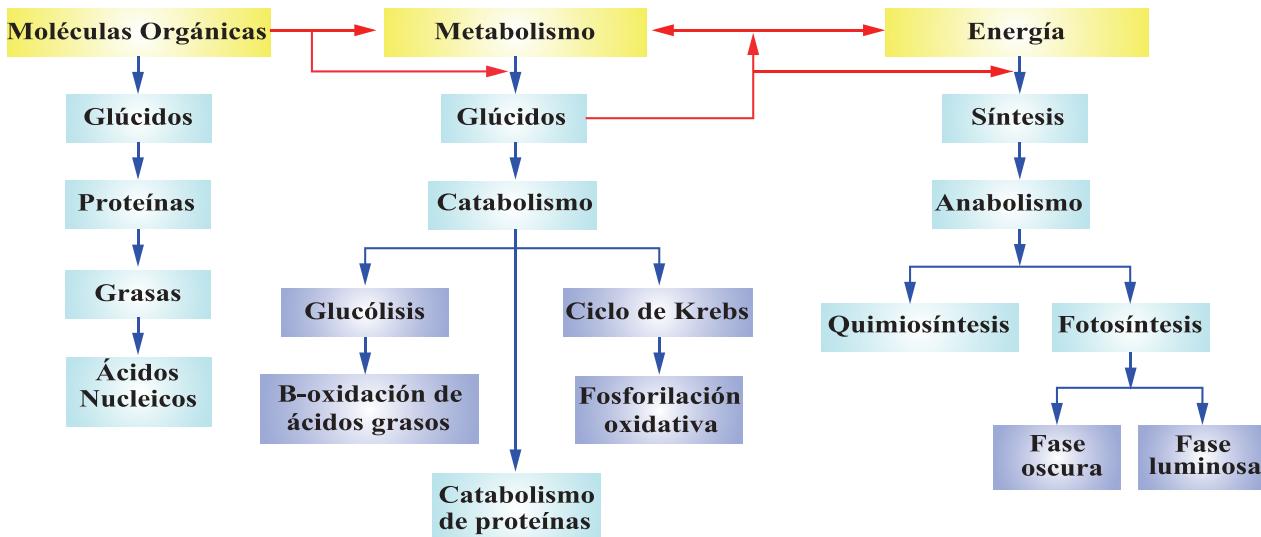
Igual que en la fotosíntesis se pueden distinguir dos fases: en la primera se obtiene energía y poder reductor por oxidación de compuestos muy reducidos como el metano, el ácido sulfídrico y otros. La segunda fase es semejante a la que ocurre en la fotosíntesis y en ella se asimila y reduce el dióxido de carbono.

Compruebe sus conocimientos

Esta actividad está orientada para elaborarse con apoyo del mapa conceptual siguiente:

Sustituya los conceptos con ilustraciones y preséntelo en un mural a sus compañeros de clase.

 Partiendo del mapa de conceptos elabore un resumen. Auxíliese del contenido de su libro.



Con su equipo de trabajo conteste y realice una exposición.



Compare los procesos metabólicos de la respiración con la fotosíntesis y escriba los resultados de esta comparación. Establezca diferencias entre la nutrición autótrofa y heterótrofa.



Explique cuáles son los diversos tipos de nutrición heterótrofa.



Realice un mapa conceptual de las partes de un cloroplasto y su función. Describa los factores que condicionan el proceso de la fotosíntesis.



Explique las siguientes aseveraciones:

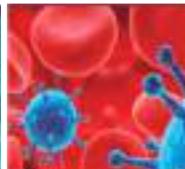
- “La fotosíntesis, **de la luz del Sol al alimento**”.

Mientras la luz llega a los fotosistemas, se mantiene un flujo de electrones desde el agua al fotosistema II, de éste al fotosistema I, hasta llegar el NADP^+ que los recoge; ésta pequeña corriente eléctrica es la que mantiene el ciclo de la vida.

**SEXTA
UNIDAD**



Los virus y bacterias



Los virus y bacterias



En equipo, comente y anote conclusiones sobre las cuestiones siguientes:



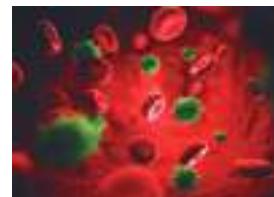
¿Cuál fue el virus que tuvo mayor impacto en la población autóctona de América por la conquista española? ¿Qué sabe usted sobre el ébola? ¿Qué cuidado requieren las personas que padecen enfermedades virales?

La **Microbiología** es la rama de la Biología dedicada a estudiar los organismos que son sólo visibles a través del microscopio, es decir; de seres vivos pequeños conocidos como microorganismos, (de mikros “pequeño”, bios, “vida” y logos, “estudio”).

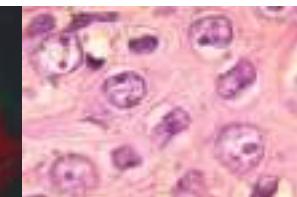
La Virología estudia los virus y es rama de la Microbiología.

Antes de la invención del microscopio, los microorganismos eran desconocidos para los científicos. Miles de personas morían en las epidemias cuyas causas no se conocían. El deterioro de los alimentos no siempre se podía controlar y muchas familias enteras morían debido a que no existían **vacunas y antibióticos** disponibles para combatir las infecciones.

Virus del sida



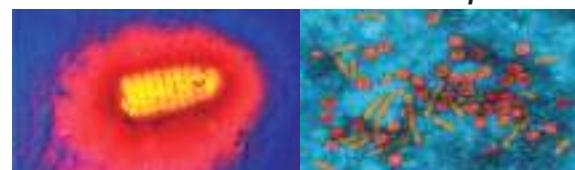
Virus de la varicela



Virus de la rabia



Virus de la hepatitis B



Los virus y las bacterias son extremadamente abundantes y están presentes en todo lo que tocamos, incluyéndonos a nosotros mismo. Constituyen las formas de vida más simples que habitan nuestro planeta, pero su increíble adaptabilidad les permite sobrevivir donde ningún otro ser puede hacerlo, se encuentran tanto en las abrasadoras fuentes termales, en los profundos abismos marinos como en las gélidas aguas de las zonas polares.

Con base en el registro de fósiles sabemos que los microorganismos han existido en la Tierra por lo menos hace unos *3500 millones* de años, los que a partir de estructuras simples microscópicas, evolucionaron a formas multicelulares que hoy conocemos como **plantas y animales**, es decir son nuestros ancestros.

Características generales de los virus



¿Qué sabe usted acerca de los virus y de las bacterias? ¿Recuerda qué características tienen? ¿Qué enfermedades conocidas causan estos microorganismos?

Los virus son moléculas de ADN o de ARN, se les define como estructuras orgánicas que interactúan con los seres vivos. También se les define como un paquete aislado de información genética. En 1938 se observaron por primera vez

Microscopio electrónico es un aparato que no utiliza rayos de luz para iluminar el objeto que se ve, sino rayos de electrones como los que utiliza su televisor y que luego se transforman en imagen.



Aquí podemos ver un virus invadiendo a una célula

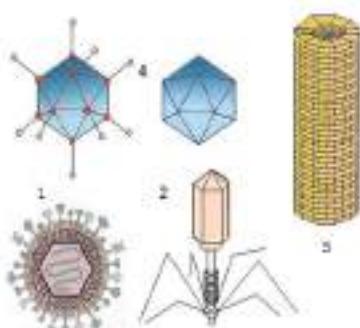
los virus gracias a la invención del microscopio electrónico. Después, en las décadas de 1960 y 1970 se descubrieron numerosos virus y se determinaron sus características morfológicas, físicas y químicas. La palabra virus significa veneno y corresponde a la denominación que se le dio originalmente a fines del siglo XVIII a ciertas sustancias que tenían poder patógeno. Los virus son los causantes de la gran mayoría de enfermedades que afectan a plantas, animales y a los seres humanos.

Los virus carecen de actividad metabólica, característica de todo ser vivo; lo que significa que **son incapaces** de nutrirse, de digerir alimentos, de respirar o de obtener energía por cualquier procedimiento.

Los virus están en el umbral de la vida, ni vivos ni inertes, de ahí el gran interés por su estudio ya que no están incluidos dentro de los cinco reinos, por no estar considerados seres vivos. La única característica de organismo, es la presencia de ácidos nucleicos y enzimas.

Estructura de los virus

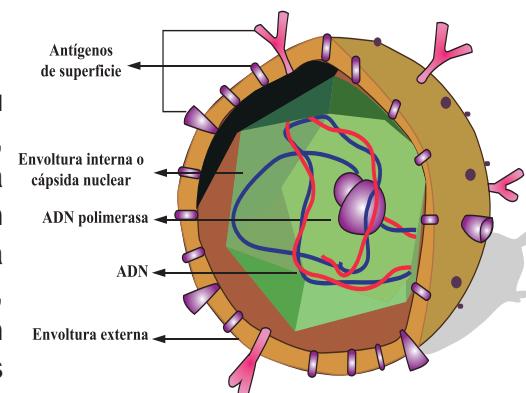
Los virus se componen de dos o tres partes: su material genético, que porta la información hereditaria, que puede ser “**ADN o de ARN**”, una cubierta protéica que protege a estos genes llamada “**cápside**” y en algunos también se puede encontrar una bicapa lipídica que los rodea cuando se encuentran fuera de la célula, denominada “**envoltura vírica**”. Los virus varían en su **forma**, desde simples **helicoides o icosaedros** hasta estructuras más complejas.



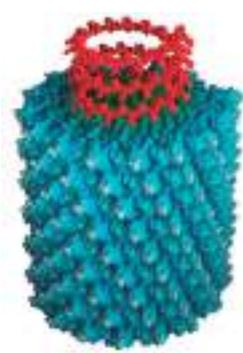
Variedad de formas de los virus

En algunos tipos de virus, puede estar rodeada por una envoltura de naturaleza lipoproteica, alrededor de un eje central para formar la estructura helicoidal que puede tener una cavidad central o un tubo hueco. Las subunidades protéicas pueden interactuar entre sí y con el ácido nucleico para formar una estructura como hebras espirales.

Los virus helicoidales que mejor han sido estudiados son los virus del mosaico del tabaco. La naturaleza de hélice de este virus, en donde las proteínas de la cápside se arreglan en forma de cilindros, se pueden apreciar claramente con una tinción negativa en una micrografía electrónica puesto que el virus forma una estructura rígida baciliforme, tal a como lo muestra la figura. En virus helicoidales envueltos, la cápside es más flexible y aparece



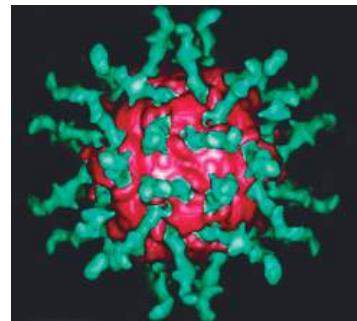
Estructura del virus de la hepatitis B



Virus del tabaco

en las tinciones negativas como un cordón de teléfono. Ejemplos, virus de la influenza y virus de la rabia.

Icosaédrica: La mayoría de virus que infectan a los animales son icosaédricos o casi esféricos. La principal razón por la que los virus adoptan la simetría icosaédrica es porque es la mejor manera de construir la cápside uniendo estructuras idénticas.



Estructura icosaédrica

Cada capsómero se compone de 5 (*pentones*) a 6 unidades (*hexones*) estructurales triangulares. Los capsómeros se localizan en los vértices y caras del icosaedro. Un poliedro de este tipo tiene 12 vértices. Los virus más simples están compuestos de 60 unidades estructurales que se agrupan en 12 pentámeros (grupo de 5 capsómeros) localizados en los vértices. Los virus más grandes poseen 12 pentámeros y, además, hexámeros (6 capsómeros), ordenados regularmente entre los pentámeros.

Reproducción de los virus

Los virus son incapaces de reproducirse por sí solos. Necesitan utilizar parte de la maquinaria biosintética de las células específicas que infectan, en detrimento de éstas, por lo que se les llama parásitos celulares.

En la reproducción de los virus se dan dos ciclos: lítico y lisogénico.

a) Ciclo lítico:

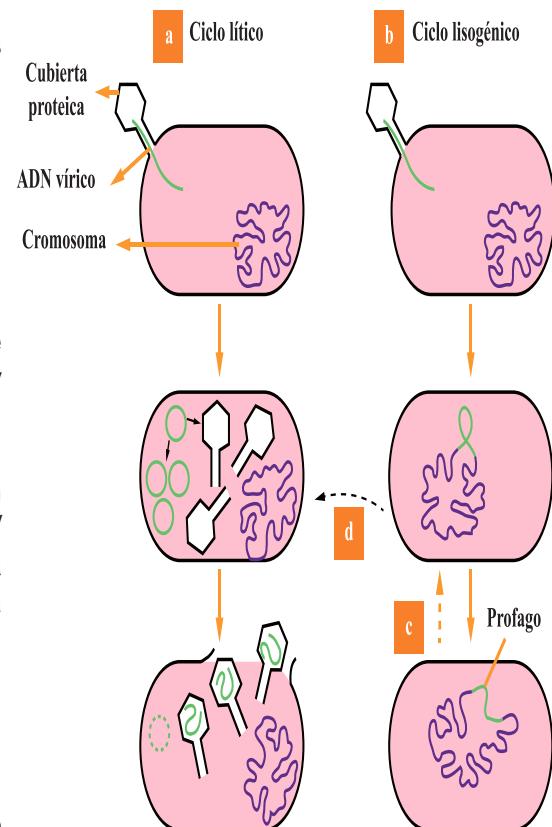
En todos los ciclos líticos de multiplicación viral se pueden distinguir las tres siguientes etapas: fijación y entrada, multiplicación y ensamblaje y lisis.

Fijación y entrada: los **bacteriófagos** también llamados **fagos** (del griego phageton, alimento/ingestión) son virus que infectan exclusivamente a bacterias) fijan su cola a receptores específicos de la pared bacteriana y una enzima de la cola la debilita.

El fago contrae su vaina helicoidal e inyecta el ADN que penetra en la bacteria.

Multiplicación y ensamblaje: el ADN vírico, utilizando nucleótidos y ARN polimerasa de la bacteria, dirige la síntesis de gran cantidad de ARN-m viral que sirve de base para la síntesis de las proteínas del virus (capsómeros, endonucleasas y endolisininas).

El ADN vírico utilizando los complejos enzimáticos de la bacteria se replica muchas veces. Los ácidos nucleicos y las cápsides se ensamblan dando lugar a nuevos virus.



Lisis (rompimiento) y liberación: los **bacteriófagos** salen al exterior de la célula bacteriana y ésta **muere**, quedando libres los nuevos virus para infectar nuevas células.

b) Ciclo lisogénico:

Hay bacteriófagos (virus que parasitan bacterias) atenuados, que integran su ADN en el ADN bacteriano por entrecruzamiento.

Estos reciben el nombre de profagos y se replican pasivamente con el ADN de la bacteria.

El ADN del fago puede permanecer latente varias generaciones bacterianas hasta que un estímulo induzca la separación del profago que iniciará un ciclo lisogénicos. Mientras la célula posea el ADN profago será inmune a infecciones del mismo virus.

Los antibióticos no hacen efecto sobre las enfermedades producidas por los virus, así es que, no tiene sentido tomar antibióticos ante un resfriado, producido por el virus de la gripe causado por un rinovirus (virus del resfriado común). En algunos casos, sí se recetan antibióticos para evitar infecciones paralelas.

Hay enfermedades muy conocidas que son ocasionadas por virus como: gripe, sarampión, sida, hepatitis, paperas (topa), influenza, poliomielitis, varicela, viruela, fiebre amarilla y muchas otras más.

Beneficios de los virus

Los investigadores han encontrado varios usos para los virus, se han utilizado ampliamente en medicina y en la ingeniería genética. Algunos de los usos de los virus se describen como sigue.

Se han utilizado ampliamente en los estudios de Biología Molecular en la destrucción de bacterias patógenas por ser bacteriófagos y en el estudio de la célula porque tienen la ventaja de ser sistemas simples que pueden utilizarse para manipular e investigar las funciones de las células.

Son útiles en la investigación genética como portadores de secuencias genéticamente modificadas de los genomas de las células hospedadoras, en la comprensión de los genes, en la replicación y transcripción del ADN y en la formación, traducción del ARN, en la formación de proteínas y conceptos básicos de Inmunología.

En la medicina se utilizan virus como vectores o portadores que llevan el material necesario para el tratamiento de una enfermedad a varias células de destino. Han sido estudiados extensivamente en la gestión de las enfermedades hereditarias y la ingeniería genética, así como cánceres.

Los adenovirus son ampliamente utilizados como vectores y pueden diseñarse para mejorar y para minimizar los efectos no deseados de enfermedades como el sida.



Los virus han sido utilizados desde la época de Edward Jenner en vacunas. Jenner utiliza virus de viruela de la vaca para inocular a personas contra la infección de la viruela.

Las vacunas contra la poliomielitis, sarampión, varicela y otros, utilizan virus vivos y debilitados que cuando se introducen en un individuo sano, ayudan al sistema inmunológico para reconocer y establecer una inmunidad contra el virus, reactivándose en caso de una posterior infección, evitando la enfermedad. Vacunas para la hepatitis B y los virus del papiloma humano protegen contra hígado y cáncer de cuello uterino respectivamente. Ambos utilizan seleccionadas proteínas del virus.

Los virus pueden ser pequeños pero tienen la capacidad de causar muerte y devastación a grandes poblaciones en epidemias y pandemias. Esto ha llevado a la preocupación de que los virus podrían ser utilizados para armas biológicas.

Métodos de modificación y la ingeniería genética pueden ser utilizados para hacer genomas modificados que pueden llevarse en plantas y animales por virus actuando como vectores o vehículos. Este método puede conducir a plantas y animales transgénicos más productivos.

Los virus también pueden utilizarse en el control de plagas perjudiciales, los tipos de agentes que se utilizan para este propósito se alimentan, parasitan o causan enfermedades en las especies objetivo, tradicionalmente, esto ha sido usado en la agricultura en el control biológico de insectos y conejos.

Perjuicios de los virus

El virus de la gripe de 1914-1918 (H1N1), que causó millones de muertos, no se conservan agentes pero los expertos han reconstruido su secuencia genética que les permite estudiar las características que les hacen tan peligrosos.

Después de este virus de principios del siglo, surgió el de 1957 (H2N2), responsable de la segunda pandemia de gripe del siglo XX, de la cepa asiática, que dejó entre uno a cuatro millones de muertos.

Compruebe sus conocimientos

 Realice un mapa conceptual sobre la clasificación y reproducción de los virus, utilizando esquemas para su explicación.

 ¿Qué características tiene un bacteriófago? ¿Qué diferencia al ciclo lítico del ciclo lisogénico de los virus?

 Describa de forma general en qué consiste el ciclo de infección de un fago.

Cite ejemplo de tres enfermedades que ocasionan los virus, sus síntomas, formas de contraerlos y su prevención. ¿Qué medidas higiénicas sanitarias pondría en práctica con el fin de prevenir enfermedades virales? ¿En qué diferencia la estructura helicoidal de la icosaédrica de los virus?

Virus de la influenza humana A H1N1



¿Qué es la influenza humana A H1N1?

Es una enfermedad respiratoria infecciosa aguda, de origen viral, muy contagiosa, de propagación rápida. La influenza **A H1N1** es una enfermedad grave que provoca la muerte.

Descripción del nombre del virus: la letra A designa la familia de los virus de la gripe humana y de la de algunos animales como cerdos y aves, y las letras H y N (Hemaglutininas y Neuraminidases) corresponden a las proteínas de la superficie del virus que lo caracterizan.



Virus de la influenza humana

Este tipo de influenza ocasiona una morbilidad extensa y en muchos casos requiere hospitalizar a los enfermos por la gravedad de las complicaciones, en particular por las neumonías bacterianas, pueden tener consecuencias dramáticas sobre los grupos de alto riesgo (principalmente ancianos, niños y personas que padecen enfermedades crónicas).

Los virus de influenza, pertenecen a la familia de los ortomixovirus, de acuerdo con su estructura genómica, se clasifican en tres tipos A, B y C; los tres son patógenos para el hombre y son responsables de brotes epidémicos y pandemias, tiene la capacidad de infectar además del hombre, a cerdos, caballos, mamíferos marinos, aves de corral y muchas especies de aves silvestres.

Antecedentes históricos Influenza Humana A H1N1. Causas y consecuencias

El agente causal fue aislado por primera vez en 1933, a partir de secreciones respiratorias de casos humanos y fue denominado virus influenza tipo A. Desde entonces es quizás el virus humano mejor estudiado, su estructura bien caracterizada y su genoma secuenciado.

Se ha establecido que **la causa** de esta enfermedad es una nueva cepa de influenza A H1N1, **de origen aún no determinado** que contiene material genético proveniente de una cepa aviaria, dos cepas porcinas y una humana que sufrió una mutación y dio un salto entre especies (o heterocontagio) de los cerdos a los humanos, para después permitir el contagio de persona a persona.

Se inició en México el *17 de marzo 2009*. Éste fue el primer país en reportar casos de gripe **A** en el continente americano y en el mundo entero.

Síntomas de la gripe H1N1

La influenza A H1N1 tiene los síntomas similares a los de la gripe estacional común, entre los que se incluyen: fiebre, tos, dolor de garganta, secreción nasal. A éstos se añade: dolor muscular, dolor abdominal y en las articulaciones, fiebre superior a 38°C , falta de apetito y/o diarrea entre otros.



Es necesario acudir cuanto antes a un centro de salud u hospital si se presenta alguno de los siguientes síntomas en el paciente:

- Dificultad extrema para respirar.
- Vómitos o diarreas persistentes.
- Disminución del estado de conciencia, llegando incluso a perderla.
- Cambios bruscos en la frecuencia cardiaca.
- Empeoramiento agudo de una enfermedad crónica.

Grupos de población más vulnerables: entre los grupos poblacionales más vulnerables a la influenza tipo A subtipo H1N1 se encuentran:

- En general, personas en los extremos de vida como niños entre *6 meses a 2 años* y adultos mayores de *65 años de edad*.
- Pacientes con afecciones crónicas de los sistemas pulmonar y cardiovascular.
- Pacientes con enfermedades metabólicas e insuficiencia renal.
- Niños o adolescentes que están bajo terapia prolongada con ácido acetilsalicílico (aspirina).
- Pacientes inmunodeficientes (defensas bajas) o bajo tratamiento inmunosupresor.(bajar potencia y eficacia de sus defensas).
- Embarazadas que estén cursando su *2^{do} - 3^{er}* trimestre de gestación.
- Niños en estado de riesgo como nacidos prematuros, especialmente aquellos con peso menor a *1500 gramos* y pacientes VIH positivo.

¿Cómo se transmite?

El virus de la nueva influenza A (H1N1) se transmite a través de la tos y los estornudos de las personas que están enfermas con el virus. La cepa que originó el brote, especialmente en México, tiene la capacidad de transmitirse persona - persona principalmente por contacto cercano por las secreciones respiratorias.

Medidas de prevención

1. Lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón.
2. Al toser o estornudar cubra su boca y nariz con pañuelos desechables y bótelos en el cesto de la basura, si no tiene pañuelo cubrirse con el antebrazo, no con las manos.
3. Evitar el contacto cercano con personas sintomáticas.
4. Evitar la asistencia a lugares con aglomeraciones y cerrados.
5. Tener las vacunas al día, incluyendo la vacuna de influenza estacional.

6. Si presenta síntomas respiratorios y fiebre debe buscar atención médica.
7. El uso de mascarillas de utilizarse siempre debe ir asociado a las precauciones antes mencionadas. El uso estaría indicado cuando el contacto con sintomáticos es inevitable. Si ésta se moja debe ser cambiada.
8. Ventilar las aulas en cada recreo y una vez finalizadas las clases.

Compruebe sus conocimientos



¿Qué es la gripe de la Influenza Humana y dónde tuvo su origen? ¿Cuáles fueron sus causas y qué países fueron afectados? ¿Explique cuáles son los síntomas de esta enfermedad y de qué manera se ha desarrollado esta enfermedad en Nicaragua? ¿Qué medidas de protección y prevención ha orientado el MINSA para evitar la enfermedad?

Para mayor información consultar las siguientes páginas en internet
http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_varios/influenza.html.

El VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana)



¿Sabe usted qué significa la palabra sida? ¿Cuál es la diferencia entre sida y VIH?

El Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) causa el sida. La palabra **sida** se forma con las iniciales de la expresión: “Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida”.

El Virus de la Inmunodeficiencia Humana (**VIH**), afecta el sistema inmunitario, que es el sistema que defiende nuestro organismo contra infecciones y enfermedades, pero no tiene una manera definida de resguardarlo contra el VIH.

Cuando el sistema inmunológico colapsa, pierde dicha protección y podría desarrollar muchas infecciones y cánceres severos que a menudo son mortales.



Símbolo internacional que representa la lucha contra el sida

Éstas se llaman “infecciones oportunistas” (IO) porque se aprovechan de un cuerpo con las defensas debilitadas. Quizás hayas oído decir que alguien “murió de sida”. Esto no es completamente acertado, ya que las infecciones oportunistas son las que causaron la muerte.

El sida, es la condición que permite que las IO se desarrollen

El sida es una etapa avanzada de la infección por el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH). Es decir, que se ha desarrollado el sida sólo cuando se presenta un conjunto de signos y síntomas que indican que las defensas están disminuidas porque la persona se contagió del virus. Es posible estar infectado con el VIH, es decir, ser VIH positivo o portador del virus, y todavía no haber desarrollado el sida.

El tiempo que demora el diagnóstico de sida desde la infección inicial del virus VIH es variable. Algunos pacientes desarrollan algún síntoma de inmunosupresión muy pocos meses después de haber sido infectado, mientras que otros se mantienen asintomáticos hasta 20 años.

La razón por la que algunos pacientes no desarrollan la enfermedad y porque hay tanta variabilidad interpersonal en el avance de la enfermedad, todavía es objeto de estudio.

El tiempo promedio entre la infección inicial y el desarrollo del sida varía entre ocho a diez años en ausencia de tratamiento.

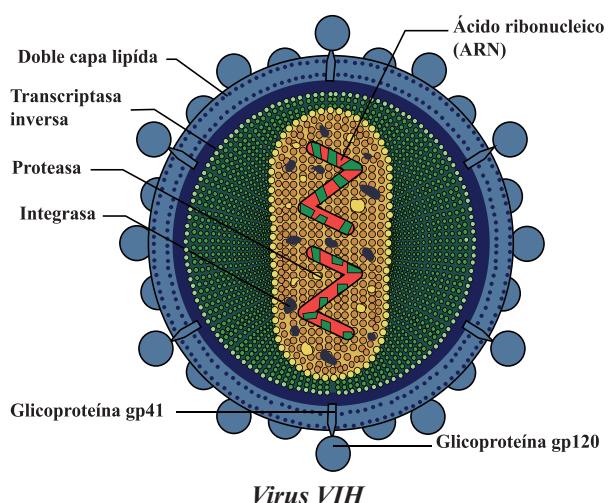
Estructura del VIH

El VIH (virus de la inmunodeficiencia humana) es un miembro de la familia de virus conocida como retroviridae (retrovirus):

Un virión (virus con capacidad infecciosa) del VIH tiene una forma aproximadamente esférica con un diámetro de 80 - 100 nm.

Está constituido por tres capas.

La exterior es una bicapa lipídica. Posee 72 prolongaciones formadas por las glicoproteínas gp120 y gp 41 que actúan en el momento de la unión del virus a la célula huésped.



La capa intermedia está constituida por la nucleocápside icosaédrica.

La capa interior tiene forma de un cono truncado, está constituida por el ARN viral y la nucleoproteína. La cadena genética del VIH está constituida por un ARN de cadena simple compuesto por dos filamentos idénticos.

El ARN contiene varios genes, cada uno de los cuales codifica las diversas proteínas que el VIH necesita para reproducirse y **enzimas** que ayudan al virus a infectar a la célula y construir nuevos virus. Los retrovirus insertan su información genética en las células huésped por acción de la transcriptasa inversa.

Causas y consecuencias del VIH

El VIH es un virus, como el de la gripe o el del resfriado. Para poder crear más virus, tiene que infectar una célula y se desarrolla cuando el nivel de linfocitos TCD4 desciende por debajo de 200 células por mililitro de sangre. Éstas son glóbulos blancos que coordinan al sistema inmunológico para luchar contra las enfermedades, atacan y destruyen a cualquier organismo extraño que entra al cuerpo humano.

Para defenderse de esta producción de virus, el sistema inmune de una persona produce muchas células TCD4. Paulatinamente el número de células TCD4 disminuye, por lo que la persona sufre de inmunodeficiencia, lo cual significa que la persona no puede defenderse de otros virus, bacterias, hongos y parásitos que causan enfermedades. El sida, es la condición que permite que las IO (infecciones oportunistas) como: la neumonía atípica y la meningitis atípica.

Vulnerabilidad ante el VIH

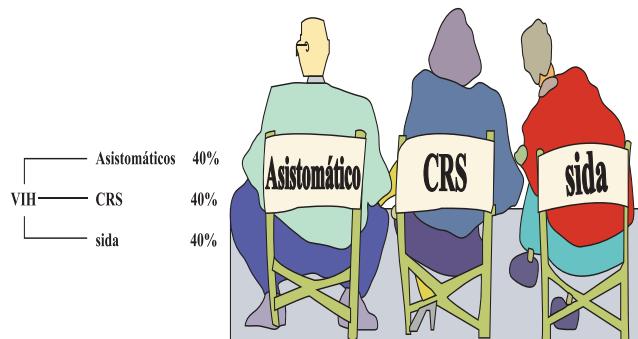
Debido a prácticas y creencias culturales, sociales, legales, religiosas, a cambios en el ambiente político o social y a factores tales como la guerra y la pobreza, ciertos grupos poblacionales están expuestos a un mayor riesgo de adquirir el VIH y/o de enfrentarse a las consecuencias del VIH y el sida.

Las mujeres y las niñas son particularmente vulnerables a la infección por VIH en lugares donde las desigualdades de género, encarnadas en leyes nacionales o en prácticas culturales o religiosas, provocan que ellas sean dependientes de los hombres en los planos económico y social. Esta dependencia generada por un menor acceso a oportunidades educativas y económicas, la imposibilidad de heredar o poseer propiedades y la falta de protecciones jurídicas, a menudo limita la capacidad de las mujeres de rehusarse a tener relaciones sexuales. Mujeres y niñas pueden ser sometidas a violencia por motivos de género, abusos, coerción o relaciones sexuales contractuales a cambio de bienes o dinero y con frecuencia no pueden protegerse adecuadamente contra estas fuentes de riesgo de exposición al VIH.

La mitad de las nuevas infecciones por VIH a escala mundial se produce en jóvenes de 15 a 24 años. Las y los jóvenes son más vulnerables al riesgo de adquirir el VIH porque inician su actividad sexual a temprana edad, pero con frecuencia no permanecen con una sola pareja desde el principio ni usan condones regularmente. También tienen más probabilidades que cualquier otro grupo etario de consumir drogas (incluyendo las inyectables), lo que aumenta en gran medida su exposición al riesgo de contraer el VIH.

Estadios del VIH

Una persona infectada (**seropositiva** o portadora del VIH) puede encontrarse en uno de estos tres estadios, dependiendo del estado de su sistema inmune (los porcentajes indican la proporción en cada uno de los estadios de la infección):



1. Un **portador asintomático** es aquella persona que se encuentra infectada por el VIH y que sin embargo no presenta ningún síntoma relacionado con el VIH, ya que el virus se encuentra latente, "dormido". Algunas de estas personas enfermarán en un futuro; sin embargo, otras no lo harán. Normalmente los síntomas aparecen varios años después de haberse infectado.

2. Las siglas **CRS** significan **Complejo Relacionado con el SIDA**. Las personas que presentan CRS tienen algunos síntomas relacionados con la infección por el VIH, ya que el virus se ha activado, ha comenzado a destruir linfocitos y por tanto, ha debilitado el sistema inmune.

Síntomas: fiebre, aumento del tamaño de los ganglios linfáticos entre otros, pero no cumplen, con los requisitos necesarios para poder afirmar que la persona está enferma de sida.

Algunas personas con CRS desarrollarán en el futuro sida. Otras, en cambio, no lo harán.

Es el estado final de la infección crónica producida por el retrovirus VIH (virus de la inmunodeficiencia humana).

3. El sida se caracteriza por astenia (debilidad) y pérdida de peso importantes y con frecuencia por complicaciones neurológicas debidas a la lesión de las células cerebrales. También una elevada incidencia de ciertos cánceres, especialmente el sarcoma de Kaposi; uno de sus primeros síntomas consiste en la aparición de lesiones violáceas en la piel. Otros tumores frecuentes son los linfomas de células B.

Formas de transmisión

Siendo las **principales formas de transmisión**: la sangre y las secreciones sexuales, por tanto, se ha comprobado el contagio a otras personas a través de semen, secreciones vaginales y leche materna, por relaciones sexuales sin protección, transfusiones de sangre, uso de agujas infectadas, besos si hay alguna lesión en la boca, de madre infectada al feto, inseminación artificial por un semen o de un órgano donado infestado.

Prevención: la lucha debe centrarse en adecuadas tareas de prevención contra el sida. “**es la educación la clave de la prevención en la lucha contra el sida**”.

Se podría decir que en la actualidad la única vacuna es la buena información y que sólo hay algo más peligroso que el sida: la ignorancia. “**si, da, no te dejes llevar por la indiferencia. Infórmate**”.

Las infecciones oportunistas como la neumocistosis y las malignidades como el sarcoma de Kaposi pueden señalar la etapa final de la infección por VIH, el sida.



Relación sexual desprotegido con una persona infectada



Compartir agujas con una persona infectada



Transmisión de la madre infectada al feto



Infección por productos sanguíneos

La transmisión del virus VIH

Diagnóstico y pruebas del VIH

El VIH se diagnostica mediante un simple análisis de sangre.

Prueba rutinaria del VIH

Una prueba de detección rutinaria para el VIH se basa en la técnica ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay). La sensibilidad y fiabilidad de esta prueba es alta, aunque no del cien por ciento.

Eso significa que, en caso de un resultado positivo, el diagnóstico debe confirmarse mediante una segunda prueba.

Por coincidencia, ELISA puede detectar otros anticuerpos que no tengan nada que ver con el VIH y que estén presentes en la muestra de sangre.

Para identificar los anticuerpos como anticuerpos “reales” del VIH, se realiza una segunda prueba en la misma muestra de sangre mediante la técnica “Western Blot”. Esta prueba visualiza la reacción de los anticuerpos frente a proteínas estructurales independientes del VIH.



Prueba de sangre para
detección de VIH

Prueba rápida de detección del VIH

Estas pruebas se basan en la misma tecnología que las pruebas ELISA, pero en lugar de enviar la muestra para su posterior análisis en el laboratorio, la prueba rápida puede producir resultados similares en *20 minutos*.

Las pruebas rápidas pueden utilizar muestras de sangre o secreciones bucales. Son fáciles de usar y no se necesitan instalaciones clínicas ni personal altamente capacitado para su realización.

Después de haber obtenido resultados positivos en una prueba rápida, debe realizarse una prueba confirmatoria. Los resultados de esta última pueden tardar de varios días a varias semanas.

Las pruebas negativas no descartan la infección por VIH. Existe un período de tiempo, llamado **“período de ventana inmunológica”**, entre la infección por VIH y la aparición de anticuerpos anti-VIH medibles.

Tipos de fármacos anti-VIH

Los medicamentos antirretrovirales (ARVs) cuando son administrados en forma combinada inhiben la reproducción del VIH, retrasan el deterioro del sistema inmune, mejoran la capacidad de sobrevivir y la calidad de vida. De esta manera se mantiene a la persona enferma aliviada de los síntomas que presentaba.

En la actualidad existen más de 25 *fármacos* antirretrovirales para ayudar a las personas con VIH a desarrollar una vida más larga y más sana. Normalmente se toma una combinación de fármacos antirretrovirales.

Recuerde

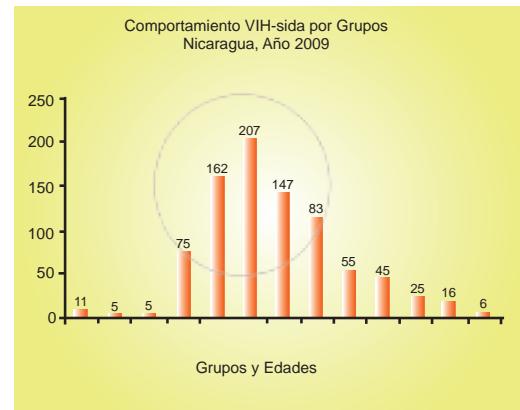
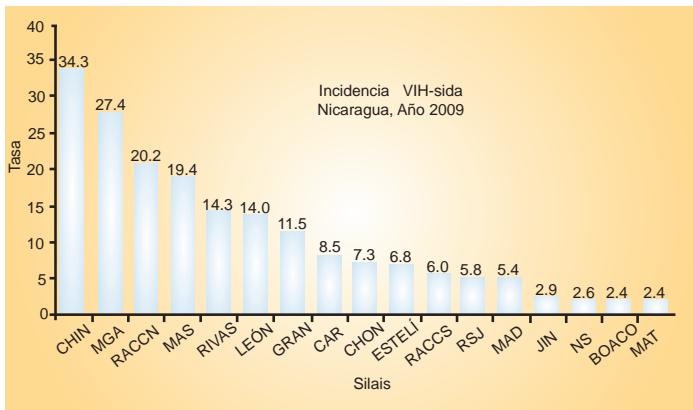
Son factores de riesgo para la infección: las relaciones sexuales, el compartir objetos personales como maquinillas de afeitar, cepillos de dientes, la donación de sangre, entre otras.

Se ha mostrado **eficacia en la lucha contra el sida** el fomento de la **monogamia y el retraso de la actividad sexual entre los jóvenes**.

La mejor forma de detener la diseminación del VIH y otras infecciones de transmisión sexual es promover una **sexualidad responsable**, educando a los estudiantes y a la población en general sobre los métodos para su propia protección y de los demás. **La educación sexual**, puede ayudar a efectuar este cambio mejorando el entendimiento de cómo se transmiten las ITS y el VIH.

Esto a su vez reducirá los miedos innecesarios acerca del VIH y el SIDA.

Estadísticas del comportamiento e incidencia del sida en Nicaragua en el 2009



En las gráficas se puede apreciar el nivel de prevalencia del VIH-sida en Nicaragua, en donde el color anaranjado nos demuestra, la mayor prevalencia de la enfermedad en Chinandega, León, Granada, Masaya, Rivas y Regiones Autónomas.

Ley 238 "Ley de Promoción, Protección y Defensa de los Derechos Humanos ante el sida

La **Constitución Política de la República de Nicaragua** establece que la salud de sus ciudadanos es un derecho, una obligación del Estado organizarla y promoverla a través de sus instituciones y organismos especializados, facilitando en ese proceso la participación activa y consciente de la sociedad tanto a nivel general como en cada una de sus comunidades.



En cumplimiento de una de las directrices internacionales relacionadas con el VIH, Nicaragua cuenta con la *Ley 238* para proteger los derechos humanos de las personas que tienen el VIH o están en la fase del sida.

Veamos algunos artículos de la *Ley 238*:

Artículo 1. La presente Ley tiene como objeto garantizar el respeto, promoción, protección y defensa de los derechos humanos, en la prevención de la infección por el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) y en el tratamiento del síndrome de la inmuno deficiencia adquirida (sida).

El fundamento de sus disposiciones son el derecho a la vida y la salud, los derechos humanos consignados en las Declaraciones, Pactos y Convenciones contenidas en el *Artículo 46* de la Constitución Política y los principios éticos de no-discriminación, confidencialidad y autonomía; los cuales deberán regir su aplicación y las normas que se deriven de ella.

Artículo 2. Los derechos y los deberes consignados en la presente ley son efectivos para todos los ciudadanos y ciudadanas nicaragüenses y personas extranjeras que viven en el territorio nacional. Sus disposiciones se aplican tanto a personas naturales como jurídicas, públicas o privadas.

Artículo 3. En la prevención y control del VIH/sida se deben garantizar los derechos humanos; se garantizará la no discriminación, la confidencialidad y la autonomía personal.

Artículo 5. Nadie podrá ser sometido a pruebas para detectar la presencia de anticuerpos al VIH, sin su conocimiento y consentimiento expreso. Las personas que soliciten practicarse dicha prueba, darán su autorización por escrito, personalmente o a través de sus representantes o guardadores en su caso. Para donantes de sangre esta autorización es implícita a la donación.

Artículo 19. El estado promoverá servicios de atención a las personas que viven con VIH/sida, que les aseguren consejería, asesoría, apoyo y tratamiento, de manera individual o en grupo. Esta atención puede ser domiciliar o ambulatoria y estará diseñada para atender sus necesidades físicas, psicológicas y sociales.

Artículo 21. Las personas que viven con VIH/sida tienen derecho a libre movilización. No podrá negárseles el ingreso al territorio nacional.

Artículo 22. Las personas que viven con VIH tienen derecho al trabajo y pueden desempeñar labores de acuerdo con su capacidad. No podrá considerarse la infección por VIH como impedimento para contratar ni como causal para la terminación de la relación laboral.

Artículo 24. Las personas que viven con VIH/sida y sus hijos e hijas tienen derecho a la educación. No se les podrá impedir el acceso a los centros educativos.

Artículo 26. Las personas que, viviendo con VIH, lo soliciten, recibirán información, consejería y servicios de salud reproductiva y planificación familiar.

En el **artículo 31** se dispone la creación de la comisión Nicaragüense del sida (CONISIDA), como instancia de gobierno encargada de velar por la aplicación consecuente de la ley.

Solidaridad a personas con VIH y sida

Contra el miedo, los prejuicios y la discriminación, la práctica de la solidaridad es fundamental.

El día mundial de la lucha contra el sida, quedó establecido el 1º de diciembre de cada año por la Organización Mundial de la Salud, en 1988, a partir de una resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas que manifestó su profunda preocupación por la propagación del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida), que había alcanzado proporciones de pandemia, quedó establecido para que el mundo tome conciencia de esta grave enfermedad y de la necesidad de un plan de lucha.

En Nicaragua, se han dado múltiples muestras de solidaridad de parte de las instituciones gubernamentales, empresa privada, la comisión episcopal, universidades y especialmente por las diferentes acciones emprendidas por las organizaciones representadas en CONISIDA.

La fotografía de la izquierda presenta una marcha realizada en Masaya, Nicaragua, El Grupo Acción Sida-Masaya, GAS, en solidaridad con las personas que conviven con el VIH-sida, realizó una caminata en las calles principales de esta ciudad.



Compruebe sus conocimientos



Con su equipo de trabajo, realice análisis y discusión sobre las siguientes interrogantes planteadas a continuación.



¿Cómo saber si una persona ha contraído el VIH? ¿Qué posibilidades existen en el país de un diagnóstico y tratamiento adecuado? ¿Qué confiabilidad tienen las pruebas de VIH en Nicaragua? ¿Qué tipo de apoyo brindan las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales e internacionales para el tratamiento integral de un paciente con VIH-sida? ¿Qué medidas de protección y prevención orientó el MINSA para evitar la enfermedad? ¿De qué manera se solidarizaría usted con personas que padecen VIH - sida?

Las bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que los estudia la Bacteriología, rama de la Microbiología. Las bacterias viven en casi todos los ambientes de la tierra, en hábitats terrestres, acuáticos, en ambientes extremos como los manantiales de aguas calientes y ácidas, en desechos radiactivos, en las profundidades tanto del mar como de la corteza terrestre.



Bacteria *Escherichia Coli*

Las bacterias son los organismos más abundantes del planeta. Estos organismos **procariotas**, son autónomos, tienen su propio metabolismo y fisiología, se reproducen si las condiciones ambientales son las adecuadas.

La mayoría de las bacterias no son parásitos de otros seres vivos, sino que viven libremente en el ambiente. Algunas viven sobre otros seres vivos sin hacerles ningún daño e incluso aportándoles beneficios, como la E. coli que es necesaria para el buen funcionamiento del proceso digestivo, siendo parte de la flora intestinal normal. Muchas bacterias viven en los océanos y hacen la fotosíntesis, produciendo el oxígeno que respiramos.



¿Qué conoce usted sobre las bacterias? ¿Dónde las podemos encontrar? ¿Qué clase de bacterias conoce?

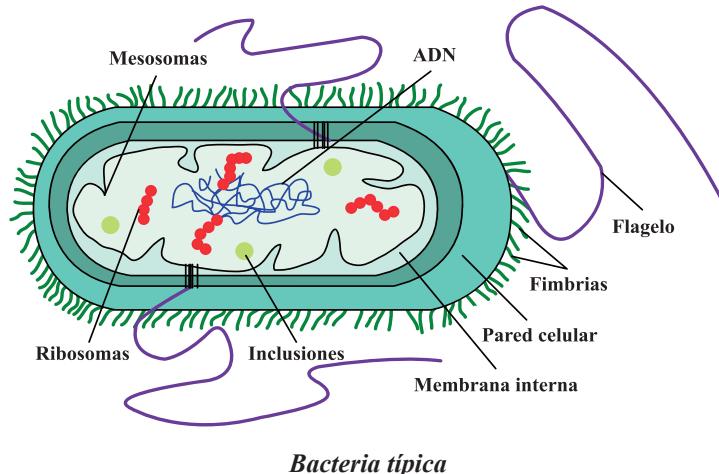
Características generales de las bacterias

Las bacterias pertenecen al Reino Eubacteria, no poseen membrana nuclear, es decir que la información hereditaria está suelta en el citoplasma en un solo cromosoma circular formando el nucleoide. Las bacterias presentan un tamaño que varía entre 0.5 a $5\ \mu\text{m}$.

Una bacteria típica (como la mostrada en la figura) posee una pared celular rígida que rodea el fluido o citoplasma dentro de la célula. Son poco complejos no poseen orgánulos membranosos.

Su ADN en un cromosoma contiene toda la información genética necesaria para hacer copias. Tienen ribosomas, para replicar el ADN, así las bacterias pueden reproducirse. Algunas tienen estructuras filamentosas llamados flagelos que usan para moverse.

Algunas veces presentan cápsulas que les protege en medios poco favorables por acidez, excesiva salinidad, pH extremo.

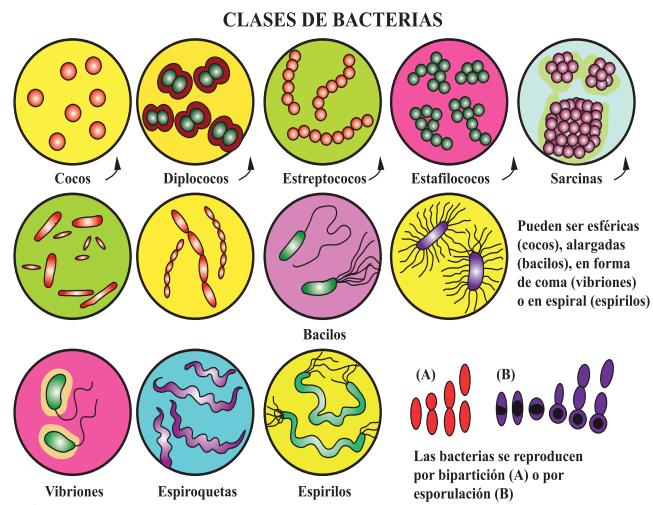


Bacteria típica

Clasificación de las bacterias

Las bacterias se pueden clasificar teniendo en cuenta varios criterios. Uno de ellos es clasificarlas por su forma y por el aspecto que adoptan cuando se reúnen en grupo.

Pueden ser esféricas (monococos, diplococos, estreptococos, estafilococos, sarcinas); alargadas como bacilos; en forma de coma (vibriones), o en forma de espiral (espirilos).



Las bacterias pueden clasificarse en cuatro categorías de acuerdo con su dependencia del oxígeno gaseoso.

- La bacteria aerobia crece en la presencia de oxígeno y lo requiere para su continuo crecimiento y existencia.
- Otras bacterias son anaerobias y no pueden tolerar el oxígeno gaseoso.
- El tercer grupo es el anaerobio facultativo, el cual prefiere crecer en presencia de oxígeno, aunque puede hacerlo sin él.
- La bacteria microaerofílica se desarrolla sólo cuando la presión parcial de oxígeno es inferior a la del aire. Requieren de niveles bajos de oxígeno para crecer.

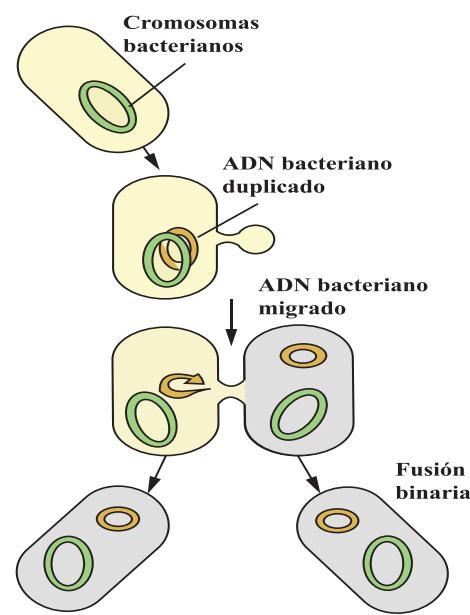
Reproducción de las bacterias

Las bacterias presentan tres diferentes procesos en su reproducción: fisión binaria, endoespora y conjugación.

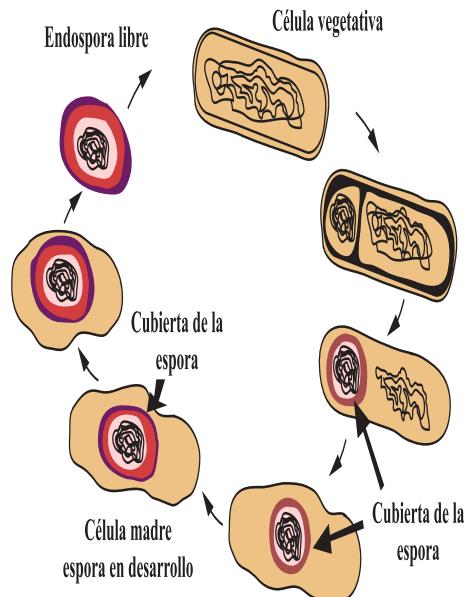
Fisión binaria o bipartición: es una forma de reproducción asexual, es el proceso mediante el cual se dividen la mayoría de las bacterias. La expresión fisión binaria significa “partirse en dos”.

La bipartición se produce cuando la célula madre ha aumentado su tamaño y ha duplicado su ADN.

Aparece entonces en la mitad de la célula una invaginación en las membranas externas de la célula (mesosomas) que por estrangulación progresiva divide al citoplasma en dos partes. Al mismo tiempo, nuevo material de la pared se deposita en la cara externa de la membrana.



Bacteria de *Escherichia coli* en reproducción por bipartición



El ADN bacteriano, que separa el citoplasma en dos y reparte cada copia del ADN duplicado a cada lado. Al final del proceso se han formado dos células hijas, con idéntica información en el ADN que la célula madre y de contenido citoplasmico celular similar. Este **proceso** es más sencillo que la **mitosis**.

Algunas de las características de la **mitosis** no se ven en la **fisión binaria**, no hay centriolos ni fibras del huso.

A través de endoesporas: bajo **condiciones ambientales adversas**, muchas bacterias del tipo de los bacilos se vuelven inactivas, forman una cubierta dura llamada **endoespora**, éstas se forman dentro de la célula. Cuando la cubierta ya está formada, el bacilo se rompe y se libera la endoespora.

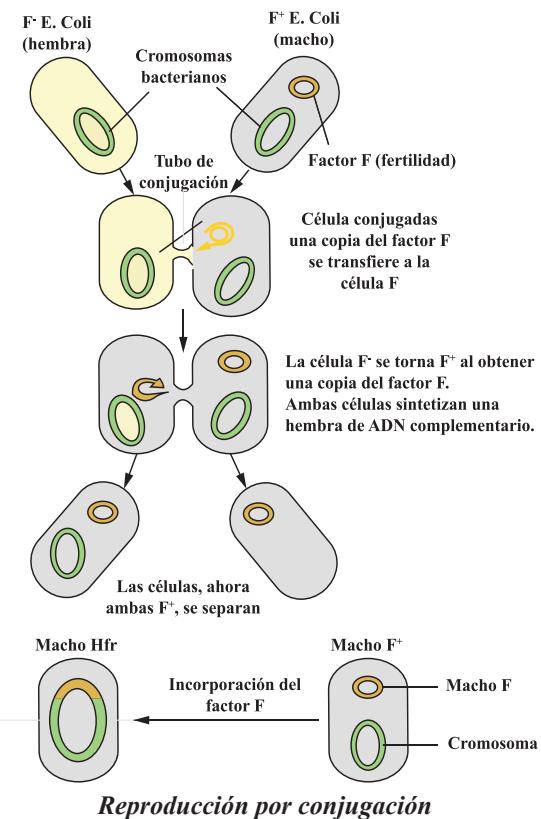
La **endospora** libre sigue inactiva mientras las **condiciones** no sean **favorables**. Es muy resistente al calor, congelación, desecación, radiación y a algunas sustancias químicas tóxicas. Germina una vez que son favorables de nuevo las condiciones ambientales.

Sólo unas pocas especies de **bacterias** producen **esporas**. Sus **esporas** están virtualmente dondequiero. Por eso es que se necesita buscar las maneras de destruirlas antes y **durante** las cirugía, al enlatar alimentos y en los laboratorios.

Generalmente se matan las **bacterias** en un autoclave (instrumento utilizado para esterilizar materiales de hospitales, laboratorios o en la industria), por la alta presión y temperatura **durante** el tiempo necesario para destruirlas.

La conjugación: Es su reproducción parosexual, en ocasiones la célula bacteriana tiene la oportunidad de intercambiar información genética por procesos de recombinación. Este proceso no es reproducción sexual, por lo que no hay formación de gametos, ni éstos se fusionan en un zigoto. Sin embargo, tienen mecanismos de intercambio de genes que conllevan la aparición de bacterias "hijas" con características diferentes a las originales, lo que es una de las principales consecuencias de los procesos sexuales.

Este proceso se lleva a cabo si la célula presenta el **plásmido F** (factor de fertilidad), que contiene la información genética para formar **pili**, puentes que sirven de unión citoplasmática entre dos bacterias o tubo de conjugación.



La célula que presenta el plásmido se denomina **F+**; la célula que no lo contiene se llama **F-**. La bacteria **F+** (donadora de información) se une a una bacteria **F-** (receptora) mediante uno de sus **pili**. A través de él introduce una hebra del plásmido **F**, de forma que la bacteria **F-** se convierte en bacteria **F+**.

Beneficios y perjuicios de las bacterias

Las bacterias son más beneficiosas que perjudiciales para las personas. Sólo una muy pequeña parte de las bacterias son patógenas para el hombre, plantas y animales. El resto pueden ser indiferentes o beneficiosas.

Bacteria aerobia: crece en la presencia de oxígeno y lo requiere para su continuo crecimiento y existencia.

Bacterias anaerobias: no pueden tolerar la presencia del oxígeno gaseoso.

Bacterias anaerobias facultativas: estas prefieren crecer en presencia de oxígeno, aunque pueden hacerlo sin él.

Bacterias beneficiosas

Muchas bacterias son utilizadas en las industrias. Las bacterias (a menudo *lactobacillus*) junto con levaduras y mohos, se han utilizado durante miles de años para la preparación de alimentos fermentados tales como mantequilla, salsa de soja, vinagre, vinos, alcohol etílico, ácido acético, alcohol butílico y acetona.

En los embutidos intervienen los *micrococcus*. Los encurtidos (aceitunas, pepinillos, cebollitas), son productos modificados para dar sabor a los alimentos y en ellos han actuado las bacterias.

En la industria de lácteos se fermenta la lactosa a ácido láctico, la cual coagula las proteínas de la leche. Este proceso se usa en la fabricación de casi todos los quesos y productos similares (*propionibacterium*). La bacteria *bifidobacterium* provee el gusto intenso al yogur.

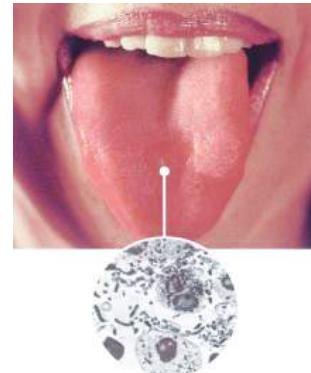
En cosméticos, muchos de los activos, tales como proteínas y péptidos de bajo peso molecular, ingredientes antiarrugas y antioxidantes, están siendo creados con el uso de tipos específicos mejorados de bacterias.

En medicina, utilizamos las bacterias para producir antibióticos, el género *Bacillus* (gramicidina, bacitracina, polimixina) o transformamos genéticamente ciertas especies como *Escherichia coli* y *Bacillus antracis*, para que fabriquen elementos imprescindibles para remediar ciertas enfermedades como la diabetes (insulina), proteasas e insecticidas.

La *Corynebacterium glutamicum* es una importante fuente industrial de lisina. El olor característico a tierra mojada se debe a compuestos volátiles (geosmina) producidos por *Streptomyces* aunque su principal importancia radica en la producción de antibióticos como anfotericina B, kanamicina, neomicina, estreptomicina, tetraciclina y otros.

Las bacterias tienen una capacidad notable para **degradar una gran variedad de compuestos orgánicos**, ayudan a la descomposición de la materia orgánica muerta, por lo que se utilizan en el reciclado de basura y en biorremediación de basuras tóxicas industriales. Las bacterias capaces de degradar los hidrocarburos son de uso frecuente en la limpieza de los vertidos de petróleo. Así por ejemplo, después del vertido del petrolero Exxon Valdez en 1989, en algunas playas de Alaska se usaron fertilizantes con objeto de promover el crecimiento de estas bacterias naturales. Estos esfuerzos fueron eficaces en las playas en las que la capa de petróleo no era demasiado espesa.

Las bacterias también pueden ser utilizadas para el **control biológico de parásitos en sustitución de los pesticidas**. Esto implica comúnmente a la especie *Bacillus thuringiensis*



Bacteria en la lengua



(también llamado BT), una bacteria de suelo Gram-positiva. Las subespecies de esta bacteria se utilizan como insecticidas específicos para lepidópteros. Debido a su especificidad, estos pesticidas se consideran respetuosos con el medio ambiente, con poco o ningún efecto sobre los seres humanos, la fauna y la mayoría de los insectos beneficiosos, como por ejemplo, los polinizadores.

Las bacterias son herramientas básicas en los campos de la Biología, la Genética y la Bioquímica molecular, debido a su capacidad para reproducirse rápidamente y a la facilidad relativa con la que pueden ser manipuladas. Realizando modificaciones en el ADN bacteriano y examinando los fenotipos que resultan, los científicos pueden determinar la función de genes, enzimas y rutas metabólicas, pudiendo trasladar posteriormente estos conocimientos a organismos más complejos. Los métodos de la ingeniería genética son usados para mejorar los tipos de bacterias con fines comerciales.

Nitrosomas, Nitrobacter, Agrobacterium, Rhizobium y Bradyrhizobium son un grupo importante de bacterias útiles que viven asociadas a las raíces de las plantas leguminosas (frijol, soja, entre otros) para la fijación del nitrógeno en las plantas debido a la simbiosis entre esas bacterias con las plantas. Su actividad es de gran importancia ecológica puesto que esta simbiosis consiste en que la planta le da alimento a la bacteria y la bacteria le da el nitrógeno que requiere la planta. Luego, las personas se alimentan de las legumbres que se han enriquecido con ese nitrógeno tan necesario para el ser humano, también tiene la capacidad de absorber nitrógeno y cederlo a las plantas que no pueden realizar esa actividad y que necesitan el nitrógeno para elaborar sustancias orgánicas complejas como las proteínas.

También hay bacterias que defienden al ser humano de las agresiones de las bacterias patógenas, pues “invaden” el organismo y no dejan sitio para que las dañinas entren e infecten. En este caso, se dice que actúan como un escudo protector.

Bacterias patógenas o bacterias perjudiciales

Aunque la gran mayoría de las bacterias son inofensivas o benéficas, pocas bacterias son patógenas. Las bacterias patógenas son aquellas que causan enfermedades infecciosas, existen casi doscientas especies de bacterias patógenas para el ser humano; es decir, causantes de enfermedades.

El efecto patógeno varía mucho en función de las especies y depende tanto de la virulencia de la especie en particular como de las condiciones del organismo huésped.

Hasta el descubrimiento de los virus, las bacterias fueron consideradas los agentes patógenos de todas las enfermedades infecciosas.

La enfermedad bacteriana más común es la tuberculosis, causada por la bacteria Mycobacterium tuberculosis conocido como bacilo de Koch, causante de aproximadamente *2 millones* de muertes de personas al año, mayoritariamente en la región del África sub-sahariano. Entre las



bacterias más dañinas están las causantes del cólera, de la gangrena gaseosa, de la disentería bacilar, brucelosis, neumonía, la cual puede ser causada por bacterias como streptococcus y pseudomonas, así como enfermedades asociadas con alimentos, que pueden ser causadas por bacterias como Shigella, Campylobacter y Salmonella. Las bacterias patógenas también causan infecciones tales como tétanos, fiebre tifoidea, difteria, sífilis y lepra.

El cólera es una infección intestinal aguda, provocada por la bacteria Vibrio cholerae, es endémica de la India y en ciertos países tropicales, aunque pueden aparecer brotes en países de clima templado.

Los síntomas del cólera:

Se caracteriza por la aparición de evacuaciones diarreicas abundantes con heces características similares al “agua de arroz”, fuertes vómitos, sed intensa, calambres musculares, acompañadas de fiebre y deshidratación por la pérdida de líquidos y sales minerales en las heces, puede perder hasta *15 a 24 litros* de líquido por día, lo que ocasiona una deshidratación tan severa, que puede matar al enfermo por desequilibrio electrolítico en ocasiones, esto puede provocar un fallo circulatorio.

Dejada a su evolución natural, la mortalidad es superior al 50%, pero no llega al 1% con el tratamiento adecuado.

En Nicaragua, el plan preventivo del MINSA tiene como punto de partida la detección inmediata de cualquier paciente con síntomas similares a los del cólera, su atención médica urgente, incluyendo si es necesaria la hospitalización y una intensa campaña educativa entre la población. El último caso que se registró de cólera fue en el año 2000.

Mantiene su sistema de vigilancia epidemiológica en puestos sanitarios de vigilancia en las fronteras terrestres, aéreas y marítimas para detectar cualquier caso de cólera y eventualmente frenar su expansión en el país.

Fuentes de contagio

El cólera se transmite por contaminación del agua y alimentos y raramente, por contacto con personas infectadas o enfermas a menos que no se cuente con las medidas básicas de higiene como es el lavado de manos después de ir al baño y antes de comer. “Las situaciones de desastres naturales y de desastres producidos por el hombre que dan lugar al hacinamiento, la escasez del agua potable, la eliminación inapropiada de los desechos humanos y la contaminación de los alimentos durante o después de la preparación, son factores de riesgo de la propagación de la enfermedad.

Si consigue atravesar la acidez del estómago (primera gran barrera), coloniza el intestino delgado y comienza a producir una toxina que estimula la secreción intestinal, desencadenando una gran pérdida de líquidos con alto contenido de bilis, ideal para el crecimiento del **Vibrio cholerae**. Este microorganismo no coloniza otro tejido u órgano del organismo que no sea el intestino, desde donde estimula la eliminación de agua y sales.

Tratamiento

El tratamiento del cólera no requiere necesariamente un sistema de salud extremadamente sofisticado. “El líquido y la terapia sencilla de reemplazo de electrolitos producen notables resultados en la mayoría de los casos. Los casos graves pueden necesitar antibióticos (doxiciclina o la tetraciclina para los adultos; trimetoprim-sulfametoxazol, para los niños).

Estas intervenciones pueden aplicarse al nivel primario”.

Recuerde

Cualquier persona puede preparar suero casero diluyendo dos cucharaditas de azúcar, una de sal y zumo de la mitad de un limón en un litro de agua hervida.

Medidas sanitarias: el almacenaje de agua y alimentos deben estar bajo eficaces condiciones de higiene, para evitar la aparición de estos brotes epidémicos, así como proporcionar la información necesaria a la población sobre formas de transmisión y medidas de aseo que eviten el contagio.

Lo más importante es que la casa, incluyendo los servicios higiénicos o las letrinas, estén muy limpias, que nos lavemos las manos antes de comer, cocinar y después de visitar los baños.

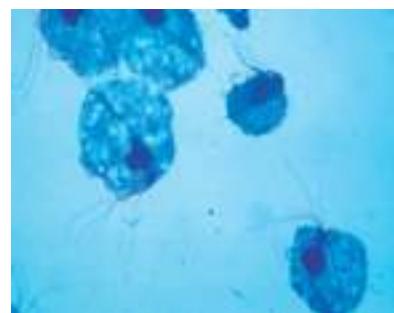
El Vibrio cholerae sobrevive por períodos hasta de 7 días fuera del organismo, especialmente en ambientes húmedos y templados; en el agua sobrevive unas cuantas horas y algunas semanas si ésta se encuentra contaminada con material orgánico.

Infecciones de transmisión sexual (ITS)

Son un conjunto de enfermedades infecciosas que generalmente se transmiten a través de las relaciones sexuales.

Medidas de prevención ante infecciones de transmisión sexual (ITS).

El tema es que con la persona que se tiene relación sexual lleva con ella toda su historia, si esa persona es portadora de una enfermedad la podrá trasmisir a sus contactos sexuales.



Trichomonas vaginalis

La monogamia mutua, sólo con la pareja habitual se puede usar otro método anticonceptivo distinto al preservativo.

Las vacunas, hay enfermedades de transmisión sexual que se pueden prevenir gracias a las vacunas como el virus del papiloma humano (VPH). La infección por este virus es la enfermedad de transmisión sexual con más prevalencia en el mundo.

La vacuna contra la Hepatitis B, que aunque se puede adquirir a través de la sangre y vía fetal, también se puede contraer por contacto sexual.

Las personas con adicción al alcohol o las drogas es importante busquen ayuda, ya que a menudo pueden compartir jeringuillas usadas y practicar relaciones sexuales sin tomar precauciones, por eso son más susceptibles de contraer **infecciones de transmisión sexual**.

Los agentes productores de las infecciones de transmisión sexual incluyen bacterias, virus (como el del herpes), hongos y protozoos. Entre las infecciones más conocidas causadas por bacterias y virus tenemos:

La Vaginitis: es una inflamación de la vagina producida por diferentes causas. Existen 3 tipos de vaginitis:

Vaginosis bacteriana: es la causa más frecuente de vaginitis. Se produce por un cambio de *pH* que altera la flora de la vagina propiciando la aparición de bacterias perjudiciales.

Aparece un flujo blanco parecido a la leche, que recuerda al olor producido por el pescado.

Vulvovaginitis: es un tipo de vaginitis producida por una levadura llamada *Candida albicans*. Se distingue por la producción de flujo blanco sin ningún olor. Afecta principalmente a mujeres que tienen relaciones sexuales, las que toman anticonceptivos, entre otros.

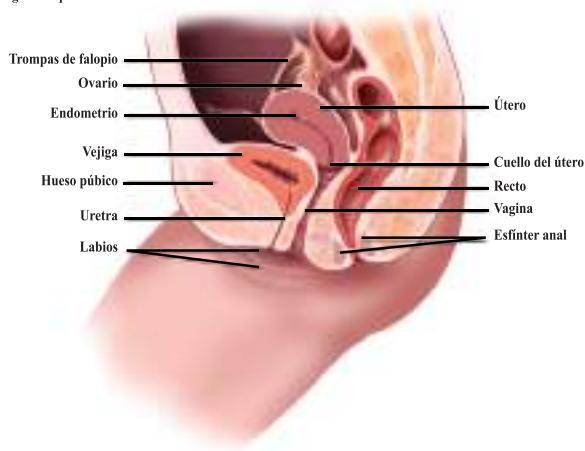
Tricomoniasis: es un tipo de vaginitis causada por *Trichomonas vaginalis*, es un protozoos que se transmite a través de las relaciones sexuales. Hay presencia de flujo amarillento-verdoso de muy mal olor.

Herpes genital: es producida por un virus, que se desarrollan con una erupción de pequeñas ampollas, sobre los genitales, los lugares más habituales son: glande, otras partes del pene y el escroto en hombres; vulva, vagina y cervix, en mujeres. La boca, ano y cara interna de los muslos puede también ser un sitio de infección en ambos sexos. Estas ampollas pueden reventarse y secarse formando costras.

Existen dos clases de virus del herpes simple, que pertenecen al grupo **herpes virus hominus**, conocidos respectivamente, como **herpes simple tipo 1** (HSV-1) y como **herpes simple tipo 2** (HSV-2).

Tratamiento: el herpes no tiene cura. Una vez que cualquiera de los dos virus entra al cuerpo y se instala dentro de las células nerviosas, no puede ser eliminado. Sin embargo, las llagas herpéticas se pueden tratar. El tratamiento puede reducir el dolor y retrasar o prevenir brotes recurrentes. Habitualmente, el tratamiento se utiliza sólo durante el brote. Esto se llama “terapia episódica”.

El agente que causa la vaginitis a veces se origina en el colon y se espacie desde la vagina a otros órganos reproductores



En las personas con el sistema inmunológico debilitado, los brotes pueden ser muy frecuentes y podrían requerir de un tratamiento a largo plazo para prevenir las recurrencias. Esto se llama “terapia supresiva”. La duración de los síntomas puede reducirse si se da tratamiento en la etapa inicial del brote. Si no se inicia temprano, puede que el tratamiento no sea efectivo.

La infección inicial de herpes oral puede ocurrir normalmente en la niñez y no está clasificada como una enfermedad de transmisión sexual. El 80% de la población adulta es candidata a portar el HSV-1 y puede haberlo adquirido de una forma no sexual.

El **herpes** genital no pone en **riesgo** su **vida**, aunque puede ser bastante severo en personas que tienen **sistemas** inmunológicos deficientes.

Condiloma acuminado

El condiloma acuminado es una enfermedad vírica de la piel caracterizada por el crecimiento de una verruga blanda en los genitales o en la región anal. En los adultos, el trastorno se considera una infección de transmisión sexual (ITS), pero en niños el virus aparece o se transmite con o sin el contacto sexual.

Prevención

La abstinencia total es la única forma a toda prueba de evitar la condilomatosis genital y otras enfermedades de transmisión sexual. Igualmente, una relación sexual monógama con una persona que se sabe que está sana es una forma de evitar estas enfermedades.

La piel cercana a las verrugas y alrededor de los genitales, el ano y otras áreas pueden transmitir el virus de una persona a otra. Por tanto, los condones masculinos y femeninos no pueden ofrecer una protección completa.

Puede darse el contagio sin que la persona infectada presente síntomas. Pero, cuando la verruga es visible, el riesgo de transmisión es mucho mayor.

Gonorrea: es una enfermedad de transmisión sexual, causada por la bacteria *Neisseria gonorrhoeae*, pero la bacteria que causa gonorrea también puede infectar la garganta y el recto.

Los bebés pueden contraer gonorrea al nacer si la madre tiene la infección.



Bacteria Neisseria gonorrhoeae

Cualquier persona activa sexualmente puede contraer gonorrea, pero quienes corren mayor riesgo son:

- Adolescentes sexualmente activos.
- Personas con más de una pareja sexual.

Los síntomas en el hombre, son secreciones del pene, usualmente con dolor y frecuencia de orinar. Cuando las mujeres tienen síntomas, pueden incluir aumento de secreción vaginal, dolor al orinar, dolor lumbar y manchas de sangre entre el período menstrual.

Sífilis: es una infección de transmisión sexual (ITS) causada por la bacteria *Treponema pallidum*.

A menudo se le ha llamado “la gran imitadora” porque muchos de sus signos y síntomas no se distinguen fácilmente de otras enfermedades. Se transmite de una persona a otra a través del contacto directo con una úlcera sifilítica, principalmente por contacto sexual o al besar una boca con chancros (son indoloros), por inoculación accidental (compartir jeringas). Las úlceras aparecen principalmente en los genitales externos, vagina, ano o el recto. También pueden salir en los labios y en la boca.

Las mujeres embarazadas que tienen esta infección pueden transmitírsela al feto, a través de la placenta (sífilis congénita) o a través del canal de parto (sífilis connatal).

En este caso, el bebé puede morir pronto o desarrollar sordera, ceguera, disturbios mentales, parálisis o deformidades.

La sífilis no se propaga por el contacto con los inodoros, manijas de las puertas, piscinas, bañeras normales o de hidromasaje, ni por compartir ropa o cubiertos.

Es prácticamente imposible que se transmita por una transfusión de sangre, porque la sangre se analiza antes de transfundirse, y porque el treponema no se puede mantener vivo más de 24 a 48 horas en la sangre conservada en hemoteca.

En comunidades que viven bajo pobres condiciones higiénicas, la sífilis endémica puede transmitirse por contacto no sexual.

El **chancro blando** o **chancroide**: es una infección producida por una bacteria llamada *Haemophilus ducreyi*, es transmitido a través de las relaciones sexuales vaginales, anales y también mediante el sexo oral.

Generalmente se asocia el contagio del chancro **blando** con el virus del VIH, es probable que al tener una lesión ulcerada, como la que ocasiona esta infección, facilite la entrada del virus del VIH al organismo.



Bebé con sífilis congénita



Bacteria *Haemophilus ducreyi*

Diagnóstico: después de haber tenido contacto con una persona infectada en un período de incubación que puede ser de una semana (período que transcurre entre el contagio y la aparición de los primeros síntomas).

- Primero aparece una mancha inflamada que luego se transforma en una ampolla con pus, que causa mucho dolor.
- Esa ampolla al reventar, produce una úlcera profunda de bordes gruesos, de color rojo llamada chancro o chancroide.
- La úlcera en su interior presenta una capa de tejido muerto de un color gris debajo de la cual se encuentra un líquido purulento.



Parte interna de labios
con chancros

Estas características permiten establecer el diagnóstico diferencial con la sífilis ya que la úlcera sifilítica (chancro) no es dolorosa, es de base dura, y además suele ser una lesión única.

- Además el paciente puede hacer aparecer las lesiones en otros lugares de la piel, al rascarse, debido a que es una infección altamente contagiosa.
- En el hombre la lesión suele ubicarse en el **surco entre el glande y el prepucio** (surco balanoprepucial) o en el frenillo. En la mujer suele verse en los genitales externos.
- Se observa además, de no establecer el tratamiento necesario, inflamaciones en los ganglios de la ingle que se denominan bubones que suelen fistulizarse (comunicarse entre sí) y que luego, dan abscesos por donde supuran y luego curan con cicatrices.



Ulcera o
chancro doloroso

Tratamiento: este tratamiento se basa en la administración de antibióticos destinados a la erradicación de la bacteria *Haemophilus ducreyi* con antibióticos asociados al sulfametoxasol, si la enfermedad es detectada a tiempo se puede curar en dos o tres semanas de tratamiento.

Prevención del chancre blando: como en todas las infecciones de transmisión sexual (ITS), consiste en la práctica de relaciones sexuales seguras, buena higiene personal sobre todo después de mantener relaciones, uso de profilácticos, evitar la promiscuidad.

Compruebe sus conocimientos



En equipo resuelva las cuestiones siguientes y expóngalas en plenario.

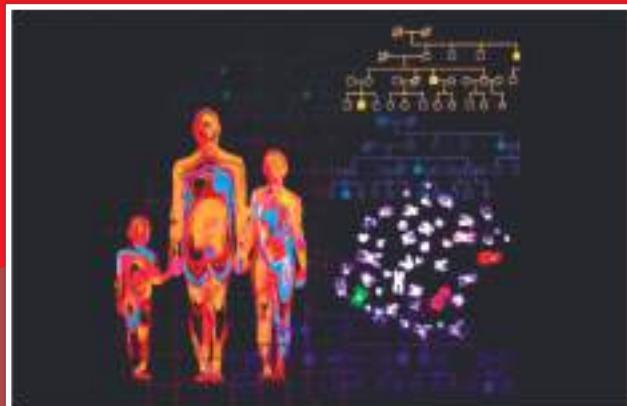


¿Qué significa ITS? ¿Qué diferencias y semejanzas puede indicar sobre el herpes genital y la gonorrea? ¿Qué diferencias presenta la sífilis con el chancre blando? ¿En qué se diferencian los virus de las bacterias?



Elabore un mapa conceptual sobre virus y otro sobre las bacterias.

S
E
P
T
I
M
A
U
N
I
D
A
D



Genética de padres a hijos



Genética: de padres a hijos



Ella tiene los ojos de su madre. ¿Crees que será calvo como su padre? ¿Cómo pueden dos padres aparentemente normales tener un hijo con un síndrome? ¿Es posible que la próxima camada de cachorros sean campeones?

En el análisis de las anteriores preguntas nos hemos referido a características que los seres vivos reciben de sus padres a través de la herencia.



La Genética es la rama de la Biología que estudia la herencia y la variación, es decir, cómo las características de los seres vivos se transmiten de generación en generación.

Ramas de la Genética

La Genética comprende las ramas siguientes:

- **Genética mendeliana:** estudia cómo se heredan los cromosomas y genes.
- **Genética cuantitativa:** analiza el impacto de múltiples genes sobre el fenotipo.
- **Genética molecular:** estudia el ADN, su composición y réplica, también la estructura y función de los genes desde el punto de vista molecular.
- **Genética humana:** describe el estudio de la herencia biológica en los seres humanos.
- **Genética de poblaciones:** describe la variación y distribución de la frecuencia alélica para explicar los fenómenos evolutivos.
- **Genética del desarrollo:** observa cómo los genes controlan el desarrollo de los individuos.
- **Ingeniería genética:** es la tecnología de la manipulación y transferencia del ADN de un organismo a otro, que posibilita la creación de nuevas especies, la corrección de defectos genéticos y la fabricación de numerosos compuestos. En 1973, Stanley Cohen y Herbert Boyer producen el primer organismo recombinando partes de su ADN. En 1979, se clona el primer mamífero, la oveja Dolly.

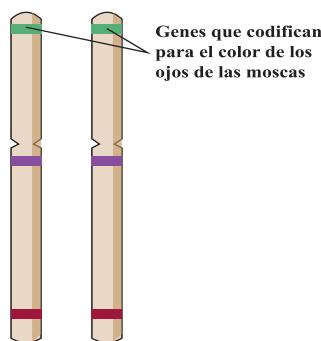
Terminología genética

Herencia es la transmisión de los caracteres de los progenitores a sus descendientes.

Está determinada por el material genético contenido en el núcleo de la célula.

Gen: determinante hereditario de una función biológica precisa, unidad de herencia que se localiza en un lugar fijo del cromosoma.

Fenotipo: características visibles de un organismo, es la manifestación externa del genotipo que posee un individuo para un determinado



carácter observable o medible como el color de la piel, la forma de la nariz, entre otras, algunas de estas características pudieran ser alteradas por el ambiente, por ejemplo: si era genéticamente alto y su ambiente le desfavoreció en alimento, enfermedades u otro, su talla será reducida. Podemos decir entonces que: **Fenotipo** es igual a **Genotipo** más **ambiente**.

Alelo: uno de un par o serie de formas alternativas de un gen que se encuentra en un locus.

Dominancia: condición en la cual un miembro de un par de alelos se manifiesta fenotípicamente con la exclusión del otro.

Recesivo: se aplica a un miembro de un par alélico que carece de la capacidad de manifestarse fenotípicamente cuando el otro miembro, el dominante, está presente.

Mapa cromosómico: esquema en el que se representa la localización de los genes en los cromosomas.

Locus (del latín locus, lugar; el plural en español es loci), es un sitio o posición fija de un gen o de un marcador genético, en un cromosoma.

Genotipo: es la constitución genética de un organismo.

Homocigoto: que posee un par idéntico de alelos en los locus correspondientes de cromosomas homólogos para un carácter dado o para todos los caracteres.

Heterocigoto: organismo con miembros desiguales, de cualquier par o serie de determinados alelos que en consecuencia producen gametos desiguales.



Gregorio Mendel

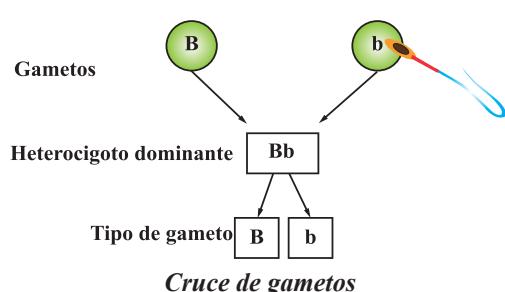
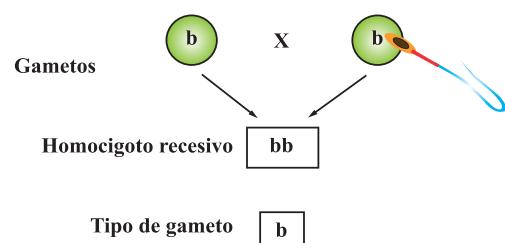
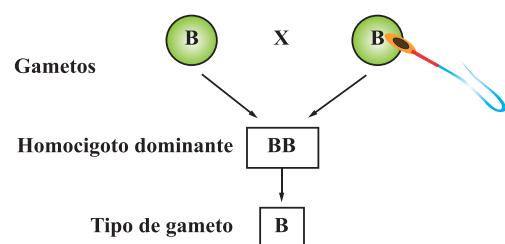
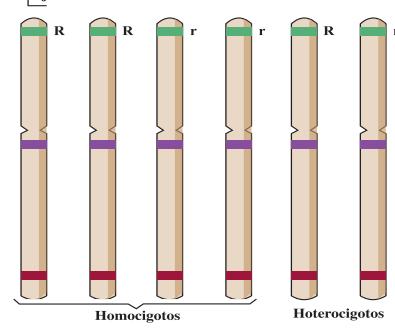
Gregorio Mendel: Monje austriaco, Padre de la Genética, desarrolló los principios fundamentales de lo que hoy es la moderna ciencia de la Genética.

Mendel demostró que las características heredables son llevadas en unidades discretas que se heredan por separado en cada generación.

Estas unidades discretas, que Mendel llamó elementos o factores, se conocen hoy como **genes**.

Mendel presentó sus hallazgos en una reunión de la Brunn Society for the Study of Natural Science; publicó sus resultados en el informe de la Sociedad en 1866.

Alelos
R: alelo dominante que determina el color rojo de los ojos de las moscas.
r: alelo recesivo que determina el color verde de los ojos de las moscas.



Cruce de gametos

En ese momento la Biología era una ciencia básicamente descriptiva y los biólogos no tenían mucho interés en aplicar métodos cuantitativos y experimentales como los que había usado Mendel. Los biólogos de la época no apreciaron la importancia de sus resultados ni la interpretación de los mismos, durante 34 años sus hallazgos fueron ignorados.

En 1900, Hugo de Vries, en Holanda, Carl Correns en Alemania, William Bateson en Inglaterra y Erich Von Tschermak en Austria, reconocieron los principios de Mendel en sus experimentos; más tarde descubrieron el artículo de Mendel y encontraron que explicaba sus propias observaciones. A partir de entonces a Mendel se le reconoce como el padre de la Genética.

Experimentos de Gregorio Mendel

Mendel razonó que un organismo apto para los experimentos genéticos debería tener una serie de características como:

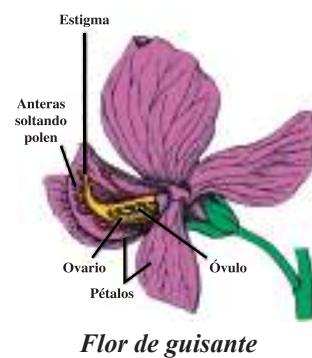
- Ser fácilmente estudiável.
- Con dos o tres fenotipos diferentes.
- Autofertilizarse, es decir que asegure la autopolinización y evite la polinización cruzada.
- Poseer una estructura floral con uno de sus pétalos en forma de quilla que encierra las estructuras reproductivas y limita los contactos accidentales.
- Ser de crecimiento rápido.
- Con gran número de descendientes de plantas autofertilizadas que deben ser fértiles.
- Con gran número de descendientes con variedades diferentes que muestren distinto color, forma y tamaño, es decir que muestren variabilidad genética y faciliten realizar entrecruzamiento.



Mendel en sus experimentos provocó la polinización cruzada, abrió la flor de *Pisum sativum* antes de la maduración y retiró las anteras con pinzas evitando la autopolinización.

Luego las polinizó artificialmente, espolvoreando el estigma con polen recogido de otras plantas. Mendel probó las 34 variedades de guisantes o arvejas conocidas en esa época.

Realizó varios experimentos preliminares antes de empezar con los verdaderos experimentos, seleccionó siete características contrastantes, tal como se muestra en el cuadro, durante dos años realizó experimentos para obtener líneas puras de cada una de estas características (que el rasgo observado se mantenía constante a lo largo de varias generaciones).



Semilla			Flor		Vaina	
Forma	Cotiledones	Tallo Tamaño	Posición	Color	Forma	Color
Gris y redondo	2 amarillo	Largo (~ 3 m)	Vainas axiales, las flores crecen a lo largo	Blanco	Henchida	Amarillo
Blanco y arrugado	2 verde	Corto (~ 30 cm)	Vainas terminales, las flores crecen arriba	Violeta	Constreñida	Verde

Las siete características seleccionadas por Mendel en sus experimentos

La contribución de Mendel fue excepcional en razón del enfoque metodológico utilizado para definir el problema, el uso de variables claramente entendibles y la aplicación de la Matemática (probabilidades) al resultado experimental.

Leyes de Mendel

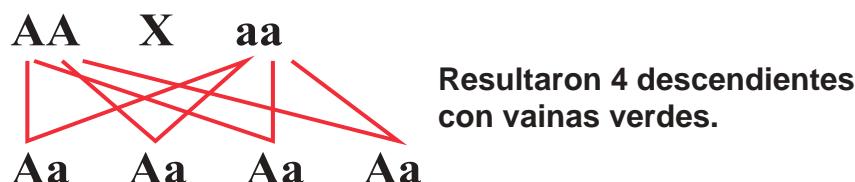
Herencia de un solo carácter: el primer experimento realizado por Mendel fue cruzar guisantes con características contrastantes de líneas puras (polinización cruzada), que constituyan la generación parental (P). Cruzó plantas de semilla amarilla representadas por genotipo AA con plantas de semilla verde, representadas por el genotipo aa, todos los descendientes tenían semilla amarilla. Uno de los “factores hereditarios enmascaraba la expresión del otro factor. De esto concluyó: la primera ley expresada a continuación.

Primera Ley de Mendel: si se cruzan dos razas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación son todos iguales entre sí e iguales a uno de los progenitores.

Con base en este principio podemos resolver el **problema siguiente:**

Si cruzamos una planta de chícharo con vainas amarillas (aa) con otra que produce vainas verdes (AA). ¿Qué resultados podríamos esperar en las plantas de chícharos de la primera generación?

AA X aa representa el cruce entre los padres, el gameto de la madre llevará el alelo A y el padre el alelo a, resultando en la primera generación los alelos Aa, todo este proceso está indicado en el esquema.



Resolvamos el problema aplicando el cuadro de Punnett, los alelos del gameto de la madre los colocamos en las casillas horizontales y los alelos del padre en las casillas verticales. Se realizan las diferentes combinaciones resultando el siguiente cuadro:

Vemos que resultan los fenotipos, genotipos y probabilidades siguientes:

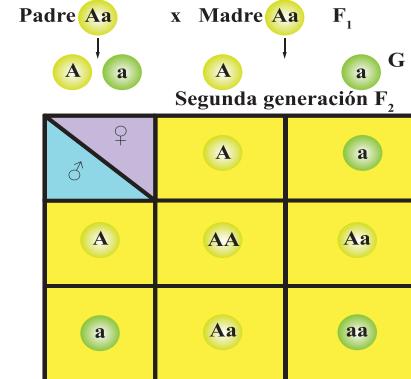
♂	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

Primera filial F ₁	Fenotipo	Genotipo	Probabilidad
Aa	Verdes	Heterocigoto	4/4 , 100%

Segunda Ley de Mendel: Ley de la segregación de los caracteres:

Mendel permitió que los individuos de la F₁, que resultaron del cruce de vainas verdes (AA) con vainas amarillas (aa), se autopolinizaron (autofecundaron), obtuvo un **75%** de plantas con vainas verdes y un **25%** con vainas amarillas. Observó que el factor que controlaba el carácter de la semilla verde no se perdía, ni se mezclaba inseparablemente con el factor para la vaina verde, sino que reaparecía en la segunda filial o generación F₂.

Resultados de la segunda filial F₂



Cuadro de Punnett:

Segunda filial F ₂	Fenotipo	Genotipo	Probabilidad
1 AA	Verde	Homocigoto	1/4, 25%
2 Aa	Verdes	Heterocigotos	1/2, 50%
1 aa	Amarillo	Homocigoto	1/4, 25%

Total amarillos 75%.

Segunda Ley de Mendel, Ley de la segregación: cada característica está controlada por un par de “factores hereditarios” (genes) que se han segregado o separado durante la formación de los gametos (meiosis) y que luego se recombinan al azar durante la fecundación.

Para efectos comprensibles representamos la filial 2 en la cuadrícula de Punnett, donde se representan en la primera línea horizontal los gametos femeninos y en la primera columna de la izquierda los gametos masculinos, se le ha llamado también de damas, por colocarse los gametos de la hembra en la fila superior.

El cuadro de Punnett ha sido utilizado para predecir los resultados de los cruzamientos genéticos, combinando probabilidades.

Cruce dihíbrido tercera ley de Mendel, Ley de la distribución independiente

Si cruzamos una planta de guisante de semilla amarilla y lisa SSAA con una planta de guisante semilla verde y rugosa ssaa. ¿Qué resultados obtendremos en la primera filial (F₁) y la segunda filial (F₂)?

Cada planta produce dos gametos SA (lisa amarilla) y sa (rugosa verde) respectivamente, para cada característica cada gameto llevará un alelo. Se cruzan los gametos y se obtiene un 100% de la generación F_1 Semilla amarilla y lisa.

Simbología de la primera filial: P_1

Gametos de la primera filial: G_1

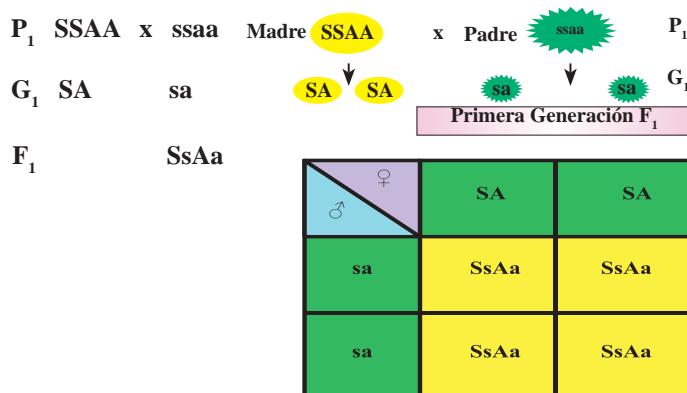
Primera filial: F_1

Cruce: \times

Representación de los alelos:

Semilla lisa amarilla: SSAA

Semilla rugosa verde: ssaa



Proporción genotípica
 $F_1 = 100\% SsAa$

Proporción Fenotípica
 $F_1 = 100\% \text{ Semilla amarilla y lisa}$

Mendel permitió que los individuos de la F_1 se autopolinizaran, obteniéndose por cada planta cuatro tipos de gametos diferentes (SA,sA,Sa,as).

Simbología:

Progenitores de la segunda filial: P_2

Gametos de la segunda filial: G_2

Realizamos el cruce entre individuos de la F_1 que representamos de la forma siguiente:

P_2 : SsAa \times SsAa

G_2 : SA, Sa, sA, sa

Resultados de la segunda filial F_2

♂	♀	SA	Sa	sA	sa
SA		SSAA	SSAa	SsAA	SsAa
Sa		SSAa	SSaa	SsAa	Ssaa
sA		SsAA	SsAa	ssAA	ssAa
sa		SsAa	Ssaa	ssAa	ssaa

Cuadro de Punnet

Análisis de los resultados de la segunda filial F_2

Segunda filial F_2	Fenotipo	Genotipo	Proporción genotípica	Fenotipos total	Proporción fenotípica
1 SSAA	Liso amarillo	Homocigoto	1/16	9 semillas lisas amarillas	9/16
2 SSAa	Lisos amarillos	Heterocigotos	2/16 = 1/8		
2 SsAA	Lisos amarillos	Heterocigotos	2/16 = 1/8		
4 SsAa	Lisos amarillos	Heterocigotos	4/16 = 1/4		
1 SSaa	Lisos verdes	Homocigoto	1/16	3 semillas lisas verdes	3/16
2 Ssaa	Lisos verdes	Heterocigotos	2/16 = 1/8		
1 ssAA	Rugoso amarillo	Homocigoto	1/16	3 semillas rugosas amarillas	3/16
2 ssAa	Rugoso amarillo	Heterocigotos	2/16 = 1/8		
1 ssaa	Rugoso verde	Homocigoto	1/16	1 semilla rugosa verde	1/16

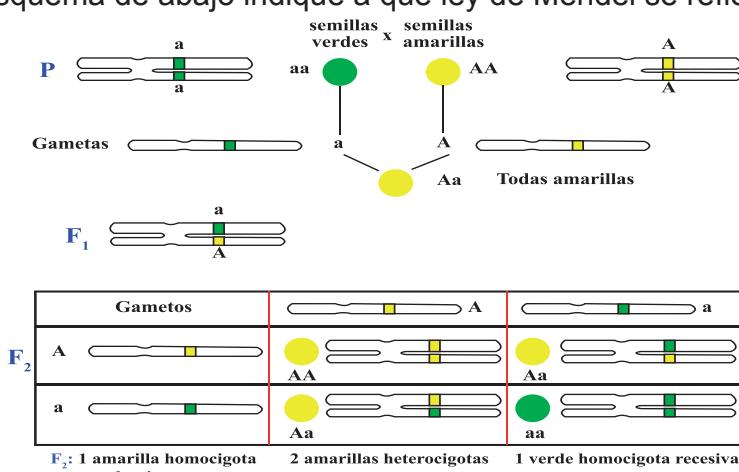
Tercera Ley de Mendel: en la transmisión de dos o más caracteres, cada par de alelos que controla un carácter se transmite de manera independiente de cualquier otro par de alelos que controlen otro carácter en la segunda generación, combinándose de todos los modos posibles.

Compruebe sus conocimientos

Con su equipo de trabajo, realice análisis y discuta sobre las siguientes interrogantes planteadas a continuación:

¿Por qué considera que Mendel seleccionó los guisantes o arvejas para realizar sus experimentos? ¿Cuál fue la importancia de la estructura de las flores de los guisantes en los resultados obtenidos por Mendel? ¿Cuántas características contrastantes seleccionó Mendel para sus experimentos y cuáles fueron estas? ¿Qué plantea la Primera Ley de Mendel? ¿Cuál es la relación que encuentra entre meiosis y la Segunda Ley de Mendel? ¿Qué plantea la Tercera Ley de Mendel?

Explique el esquema de abajo indique a qué ley de Mendel se refiere.



Características fenotípicas humanas determinadas por el genoma

Varios rasgos humanos con modelo de herencia monohíbrida, se exponen en el siguiente cuadro:

RASGOS	DOMINANTES	RECESIVO
Color de cabello	Negro	Rubio
Cabello	Rizado	Liso
Mechón balano frontal	Si	No
Color de los ojos	Negro	Azul
Color de la piel	Varios genes determinan el color	Albino
Astigmatismo	Padece	Visión normal
Pabellón de la oreja	Separado	Adherido
Labios	Gruesos	Finos
Detectar el sabor	Catadores de feniltiocarbamida	No catadores
Enrollamiento de la lengua	Si puede	No puede
Grupo sanguíneo	A, B	O

Rasgos físicos, dominancia y recesividad

Cruces Mendelianos

Cruces Monohíbridos: se le llama monohíbrido a los cruces _P con una sola característica.

En el esquema se estudia el cruce entre una cobaya homocigota cuyo color de pelaje es negro BB, con un macho homocigoto cuyo color de pelaje marrón bb. ¿De qué color se esperaría la progenie de la F_1 ?

Para resolver la pregunta podemos valernos del cuadro de Punnet:

Representación de los alelos:

Cobayo negro: BB, Bb

Cobayo marrón: bb

Simbología:

Padres: P_1

Primera filial: F_1

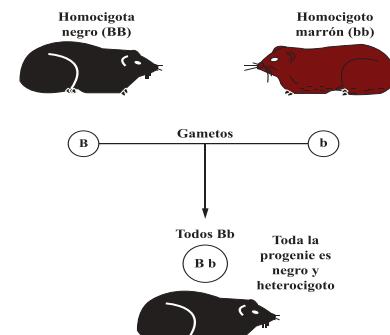
P	F_1	G: B, b
Madre	Padre	
BB	X	bb

♂	♀	B	B
		Bb	Bb
b	b	Bb	Bb
		Bb	Bb

Gametos: Se representa por una G

Problema:

La variedad de gallinas llamadas andaluzas o "azules" se producen cuando se cruzan un animal negro con uno blanco, e interviene en dicha herencia un solo par



Esquema de la primera Ley de Mendel
Cruce monohíbrido

Todos los descendientes son negros, pero heterocigotos (Bb), es decir presentan dos alelos distintos para este locus.

de alelos. ¿Cuál es la proporción de gallinas azules que se obtiene de cruzar una gallina negra con un gallo azul?

Solución:

Representación de los alelos:

Gallina negra: NN

Gallo blanco: nn

Gallo andaluz: Nn

Simbología:

Padres: P

Primera filial: F₁

Gametos:



Resultados: 2 NN = 50% ó ½ gallinas negras
2 Nn = 50% ó ½ gallinas azules

P F₁
NN X Nn

♂	N	N
N	NN	NN
n	Nn	Nn

Cuadro de Punnett:

Cruce de prueba: Mendel, con objeto de comprobar que su Principio de la Segregación era correcto decidió realizar cruzamientos adicionales para corroborarlo. Para ello realizó retrocruzamientos de los híbridos de semilla amarilla F₁ (Yy) con el parental recesivo verde (yy). Este tipo de retrocruzamientos permiten probar o averiguar el tipo y proporción de gametos que producen los heterocigotos, debido a que la apariencia externa (fenotipo) de los descendientes del Cruzamiento Prueba coincide con los gametos producidos por el híbrido. Dado que el parental recesivo solamente produce gametos de tipo y (recesivo), cuando éstos se unan con los gametos producidos por el híbrido no enmascararán el fenotipo de los descendientes.

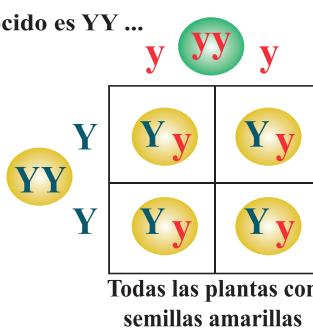
Para identificar el genotipo de plantas de arveja de semilla amarilla como **Un cruce de prueba** homocigota dominante (YY) o heterocigota (Yy), usted podría hacer un cruce de prueba con plantas de genotipo recesivo yy.

Cruce de prueba yy: aunque el genotipo desconocido podría ser determinado con el cruce con un heterocigota conocida, los cruces de prueba se hacen con individuos homocigotas recesivas. Si el desconocido es heterocigota, el carácter recesivo estará presente en la mitad de los descendientes.

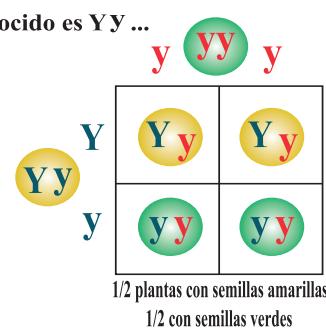
X yy

Desconocido YY o Yy

Si el desconocido es YY ...



Si el desconocido es Yy ...



Si el fenotipo de la descendencia nos da 100% amarilla, podemos concluir que el genotipo desconocido era homocigoto dominante (YY), en cambio, si el fenotipo de la descendencia es un 50% amarillo y un 50% verde, el genotipo era heterocigoto: Yy.

Problema:

Al cruzar una planta de semillas verdes con una de genotipo desconocido, aparecen 52 plantas de semillas verdes y 48 plantas de semillas amarillas. ¿Cuál es el genotipo del padre desconocido?

Solución:

Representación de los alelos:

Semillas amarillas: AA

Semillas verdes: aa

Simbología:

Padres: P

Primera filial: F₁

Gametos:  

P F₁

AA X aa

♂	♀	a	a
		A	Aa
A	a	A	Aa
		A	Aa

Cuadro de Punnett:

Resultados: 4Aa = 100% semillas amarillas

Este resultado no corresponde según los datos del problema, por tanto el genotipo del padre no es AA, por tanto debe probarse si es el heterocigoto Aa.

Solución:

Representación de los alelos:

Semillas amarillas: Aa

Semillas verdes: aa

Simbología:

Padres: P

Primera filial: F₁

Gametos A, a:  

Aportados por la madre: a, a

Aportados por el padre: A, a

P F₁

Aa X aa

♂	♀	a	a
		A	Aa
a	A	aa	aa
		Aa	Aa

Cuadro de Punnett:

Resultados: 2Aa = ½ ó 50% semillas amarillas

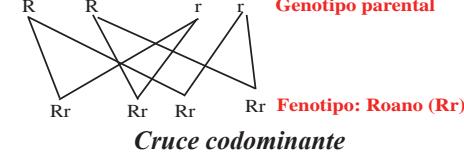
2aa = ½ ó 50% Semillas verdes

Estos resultados se aproximan a los datos del problema, lo que demuestra que el genotipo del padre es heterocigoto: Aa.

Cruce codominante: se presenta cuando el heterocigoto expresa en el fenotipo simultáneamente y con igual fuerza los fenotipos de ambos homocigotos. Un ejemplo de ello es en los equinos, al cruzar un caballo rojo (RR) con una yegua blanca (rr), los descendientes heterocigotos (Rr) tendrán una mezcla de pelajes rojizos y blancos, que se denominan ruano.

Caballo de pelaje rojo: RR Yegua de pelaje blanco: rr (Fenotipo) F₁:

R R r r Genotipo parental



Otro ejemplo de codominancia en la especie humana es el sistema de grupos sanguíneos ABO, la codominancia que existe entre el alelo IA y el alelo IB que producen como resultado el grupo sanguíneo AB (IAIB), que posee antígeno A y antígeno B.

Problema:

En el ganado Shorthorn, el color del pelaje está determinado por un par de alelos codominantes $C^R C^B$. El genotipo homocigótico $C^R C^R$ produce el pelaje rojo, el otro homocigótico produce blanco y el heterocigótico produce ruano (una mezcla de rojo y blanco). Si las vacas ruanas heterocigóticas, son apareadas con toros ruanos, ¿qué proporción fenotípica se puede esperar en la descendencia?

Solución:

Representación de los alelos:

Vacas ruanas: $C^R C^B$

Toros ruanos: $C^R C^B$

Simbología:

Padres: P

Primera filial: F_1

Gametos C^R , C^B : 

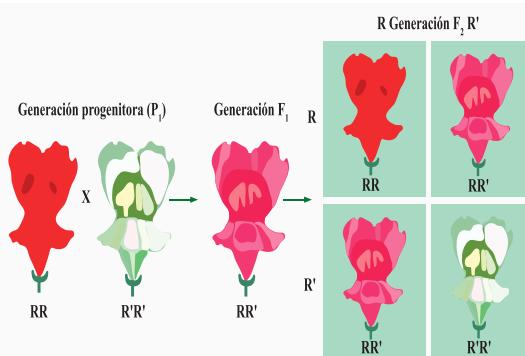
P	F_1
$C^R C^B$	$C^R C^B$

Cuadro de Punnett:

Resultados: 25% rojo, 50% ruanos y 25% blanco.

Semidominancia o dominancia incompleta: en los heterocigotos el producto total es intermedio entre el del alelo dominante y el del alelo recesivo.

En la planta boca de dragón (*Antirrhinum majus*), por ejemplo, los heterocigotos en cuanto a alelos de color, tienen flores rosas, en contraste con las flores rojas y blancas de los homocigotos dominantes y recesivos, respectivamente.



Cuando las plantas de la F_1 se autopolinizan, la generación F_2 tiene una relación fenotípica de 1 con flores rojas: 2 con flores rosadas: 1 con flores blancas. Reaparecen los fenotipos en la generación F_2 .



Globulos rojos normales y en forma de hoz

Problema:

Carina y Esteban tienen cada uno un hermano con anemia drepanocítica. Ni Carina ni Esteban, ni ninguno de sus padres tiene la enfermedad y ninguno de ellos fue estudiado para demostrar el rasgo de la anemia drepanocítica. En función de esta información, calcule la probabilidad de que esta pareja tenga un hijo con la enfermedad.

Solución:

Representación de los alelos:

Alelos del padre: Nn

Alelos de la madre: Nn

Alelos de Carina: Nn

Alelos de Esteban: Nn

F_2 cruce del matrimonio: Nn X Nn

Simbología:

Padres: P

Primera filial: F_1

Segunda filial: F_2

Gametos N, n: 

P F_1
Nn X Nn

	♀		
♂		N	n
N		NN	Nn
n		Nn	nn

Cuadro de Punnet:

Resultados: Carina, Esteban y sus padres están en la posibilidad del 50% Nn sanos y son portadores de la anemia drepanocítica, un 25% ya sea Carina o Esteban o los dos que sean sanos y no portadores. El 25% restante padece la enfermedad que es el caso de los hermanitos de Carina y Esteban, por tanto el matrimonio tendrá un 25% de probabilidades de tener un hijo con anemia drepanocítica.

Compruebe sus conocimientos



Resuelva los siguientes problemas:

- Si una planta homocigótica de tallo alto se cruza con una homocigótica de tallo enano, sabiendo que el tallo alto domina sobre el tallo enano, ¿cómo serán los genotipos y fenotipos de la F_1 y la F_2 ? Señale las leyes de Mendel que se ponen en práctica en cada parte del ejercicio.
- El pelaje negro de las cobayas es un carácter que domina sobre el pelaje blanco. Cuando una cobaya homocigótica de color negro se cruza con uno blanco, ¿qué proporción de la F_1 se espera que sea homocigótica?
- El color castaño de la piel de los hámsteres depende de un gen dominante B y el color blanco de un gen recesivo b. Si una hembra de color castaño tiene descendencia de piel blanca: a) ¿Cuál debe ser su genotipo?; b) ¿Qué genotipos y fenotipos podría haber tenido el macho?
- El color azul de los ojos en el hombre se debe a un gen recesivo con respecto a su alelo para el color café. Los padres de un varón de ojos azules tienen ambos ojos café. ¿Cuáles son sus genotipos?
- En el hombre, el albinismo (carencia de pigmento melanina) es el resultado de dos alelos recesivos aa, y la pigmentación, carácter normal, viene determinado por el alelo dominante A. Si dos progenitores con pigmentación normal tienen un hijo albino: a) ¿Cuáles son sus genotipos posibles?; b) ¿Cuál es la probabilidad de que en su descendencia tengan un hijo albino?

- Un hombre de cabello rizado y con dificultad para ver a distancia miopía, caso de astigmatismo, se casa con una mujer también de pelo rizado y de visión normal. Tuvieron dos hijos: uno de pelo rizado y miope y otro de pelo liso y visión normal. Sabiendo que los rasgos pelo rizado y miopía son dominantes, responder: a) ¿Cuál sería el genotipo de los progenitores? b) ¿Cuál sería el genotipo de los hijos? Indicar todas las posibilidades, c) Si esta pareja tuviera un tercer hijo, ¿podría éste ser de pelo rizado y visión normal? Razona la respuesta. ¿Qué leyes de Mendel se aplican en este ejercicio?
- En la calabaza, el color amarillo del fruto es un carácter dominante **A**, mientras que el color blanco **a** es un carácter recesivo. Por otra parte, la forma esférica del fruto es un carácter recesivo **b**, mientras que la forma alargada es un carácter dominante **B**. Al cruzar una planta que da frutos alargados y amarillos con otra que da frutos alargados y blancos, se obtienen entre la descendencia algunas plantas con frutos blancos y esféricos: a) ¿Cuál es el genotipo de los progenitores? b) Si se cruza un descendiente de F_1 con frutos blancos y esféricos con el progenitor que tiene frutos blancos y alargados, ¿Cuáles serían los posibles fenotipos de la descendencia y en qué proporción?
- En los ratones, un alelo dominante determina el color negro del pelo y un alelo recesivo determina el pelo blanco. Por otro lado, un alelo dominante determina la cola larga mientras que otro recesivo determina la cola corta. Ambos genes se encuentran en autosomas. Se cruza un ratón dihíbrido con el pelo negro y cola larga con una hembra de pelo blanco y cola corta: a) ¿Cuáles son los genotipos y fenotipos que se obtienen en F_1 ? ¿En qué proporción? b) Si se cruza ahora un descendiente macho de cola larga y pelo blanco con su progenitora de pelo blanco y cola corta. ¿Cuáles son los genotipos y fenotipos esperados en la descendencia? ¿En qué proporción?
- El color rojo de la pulpa del tomate depende del alelo dominante A, mientras que el alelo recesivo a determina el color amarillo. El tamaño normal de la planta se debe a un alelo dominante E, mientras que el tamaño enano es determinado por el alelo recesivo e. Ambos caracteres se encuentran en autosomas. Del cruce de una planta de pulpa roja y tamaño normal, con otra amarilla y de tamaño normal, se obtienen los cuatro fenotipos posibles: plantas rojas normales, amarillas normales, rojas enanas y amarillas enanas: a) ¿cuáles son los genotipos de las plantas que se cruzan?, b) ¿Qué fenotipos y genotipos se obtendrían al cruzar una planta de pulpa amarilla y tamaño normal con otra de pulpa roja y enana, ambas homocigóticas para los dos caracteres? ¿En qué proporciones?
- Cierta raza de perro puede tener el pelaje negro, blanco o manchado. Cuando un perro macho blanco es cruzado con una hembra negra, todos los cachorros salen manchados. En cambio, cuando un macho manchado es cruzado con una hembra manchada se obtiene la siguiente proporción de fenotipos: 1 negro: 2 manchados: 1 blanco. Explica de qué manera se produce la herencia de estos caracteres para obtener estos resultados.

Alelos múltiples

La mayoría de las características en los seres vivos, tanto animales como plantas están

$$C > C^{ch} > C^h > c$$

FENOTIPOS	GENOTIPOS POSIBLES
Gris típico	CC, Cc ^{ch} , C ^{ch} C, Cc
Chinchilla	c ^{ch} c ^{ch}
Gris pálido	c ^{ch} c ^h , c ^{ch} c
Himalaya	c ^h c ^h , c ^h c
Albino	cc

controladas por un par de genes. Algunas características están controladas por más de un par de alelos (3, 4 ó más alelos).



Conejo gris pálido



Conejo chinchilla



Conejo himalaya



Conejo albino

Ejemplo: en el color del pelo de los conejos **C** da lugar a color completo (conejo gris típico); cuando $c^h c^h$ es homocigótico, elimina el pigmento amarillo dando un color gris plateado llamado chinchilla; cuando $c^h c^h$ está en condición heterocigótica con alelos de jerarquía menor en la dominancia, da lugar a pelo gris pálido; $c^h c^h$ produce un conejo blanco con extremidades negras llamado Himalaya; cc es incapaz de producir pigmento dando lugar a un albino. La jerarquía de dominancia puede ser simbolizada de la forma que lo muestra el cuadro.

Otro caso de alelos múltiples es el “sistema de grupos sanguíneos”

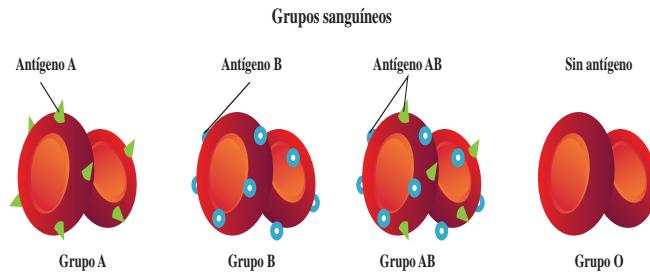
Un **grupo sanguíneo**, es una clasificación de la **sangre** de acuerdo con las características presentes o no en la superficie de los **glóbulos rojos** y en el **plasma** de la sangre. Las dos clasificaciones más importantes para describir grupos sanguíneos en humanos son **los antígenos** (el sistema ABO).

El grupo sanguíneo de un bebé viene determinado por la combinación entre la información genética que define el grupo sanguíneo del padre y la información genética que define el grupo sanguíneo de la madre.

Grupos Sanguíneo	Genotipo	Antígeno	Anticuerpo	dar	Recibir
A	^A ^A O ^A	A	ANTI-B	A Y AB	A, AB y O
B	^B ^B O ^B	B	ANTI-A	B Y AB	B, AB y O
AB	^A ^B	A Y B	NINGUNO Y AB	A,B	A, B, AB y O (receptor universal)
O	ii	Ninguno	ANTI-A y ANTI-B	AB, AB, y O	O (donante universal)

En este sistema se presentan tres formas alélicas que controlan la característica del grupo sanguíneo: IA, IB e i. Estos alelos se comportan de la manera siguiente:

- IA e IB son dominantes sobre el alelo i.
- IA e IB entre si son codominantes.
- i es recesivo.



El cuadro anterior representa los grupos o tipos de sangre que poseemos los seres humanos, en genotipo se exponen las formas alélicas con que se representan estos grupos.

La sangre contiene tanto anticuerpos como antígenos.

El plasma contiene para cada grupo sanguíneo anticuerpos específicos que no reaccionan con los antígenos de los glóbulos rojos de determinado grupo, ver cuadro y comparar con **ejemplo**:

Si Frida tiene tipo de sangre **B**, tiene el antígeno **B** en sus glóbulos rojos y el anticuerpo **A** en su plasma.

Ella no tiene anticuerpo anti-B, porque estos reaccionarían con sus glóbulos rojos y su sangre se volvería grumosa. Las reacciones antígeno-anticuerpo se usan para determinar el tipo de sangre.

La columna dar significa que Frida siendo “**B**” puede donar sangre al tipo **B** y **AB** y ella puede recibir del **B**, **AB** y **O**.

Factor Rh: el componente que determina la característica positiva o negativa del RH+ o RH- se llama **aglutinógeno**. Si la sangre tiene este componente es RH+, si no está presente es RH-. Análisis científicos demuestran que en la raza de piel negra son 100% RH+ y en la población blanca el 85% es RH+ y el 15% es RH-.

Compruebe sus conocimientos



Resuelva los siguientes problemas de alelos múltiples:

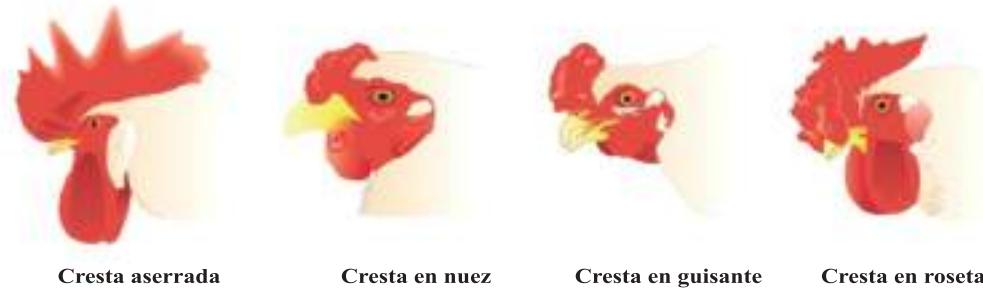
- El sistema de grupos sanguíneos ABO del hombre está regulado por una serie alélica. El alelo IA que determina el antígeno A es codominante con el alelo IB que determina el antígeno B. Ambos son dominantes sobre el alelo i. Si el abuelo materno de un hombre pertenece al grupo sanguíneo AB y los otros tres abuelos son O, ¿Cuál es la probabilidad de que este hombre sea A, B, AB u O?
- Un hombre del grupo sanguíneo B es sometido a juicio de paternidad por una mujer del grupo sanguíneo A y que tiene un hijo de grupo sanguíneo O: a) ¿Es este hombre el padre del niño? b) Si lo fuera, ¿Cuáles serían los genotipos de los progenitores? d) ¿Qué genotipo debe tener para no ser el padre del niño? d) Si el hombre pertenece al grupo AB ¿Puede ser padre de un niño de grupo O?
- Un hombre del grupo O se casa con una mujer del grupo A; el primer hijo que tienen es del grupo O, ¿Qué otros grupos sanguíneos podrán tener sus siguientes hijos?
- Un individuo cuyo grupo sanguíneo es el A (hijo de un hombre del grupo O) se casa con una mujer del grupo B (hija de padres ambos AB). Razona ¿Cómo son los genotipos y fenotipos probables y seguros de hijos, padres y abuelos?

Interacción de genes

Si bien un gen fabrica una sola proteína, por lo general esa proteína interactúa con otras, en realidad la mayoría de las características del fenotipo son el resultado de la interacción de muchos genes distintos de un organismo.

Puede ocurrir que cuando una característica es afectada por dos o más genes diferentes, aparezca un fenotipo completamente distinto.

El ejemplo por excelencia de esta situación es la interacción entre los genes que determinan la forma de la cresta de las gallinas en diversas razas. Existen cuatro fenotipos que, en principio, podrían proceder de una serie alélica: roseta, guisante, nuez y aserrada.



Bateson y Punnett descubrieron que el tipo de cresta en las gallinas se debe a este fenómeno. Las gallinas de la raza Wyandotte poseen cresta denominada roseta, producida por la interacción de los genes R y p. La raza Brahma tiene una cresta denominada guisante producida por la interacción de los genes r y P. Las gallinas andaluzas tienen un tipo de cresta simple causada por los genes r y p en estado homocigótico recesivo. Cuando se cruzan aves de cresta de roseta (RRpp) con aves de cresta simple (rrpp) los pollitos de la F₁ desarrollan crestas en forma de roseta y en la F₂ se obtienen proporciones fenotípicas de tres crestas de roseta por una de cresta simple. Igualmente sucede cuando se cruzan aves de cresta guisante (rrPP) con aves de cresta simple (rrpp), todos los pollitos en la F₁ presentan cresta en forma de guisante y en la F₂, por cada uno que presenten cresta simple se producen tres de cresta en forma de guisante.

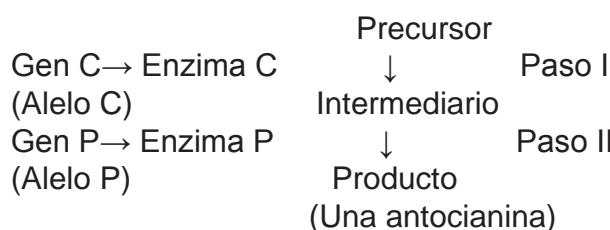
Cuando se hace un cruce entre aves con cresta de roseta (RRpp) y aves con cresta en forma de guisante (rrPP), los genes R y P actúan recíprocamente para producir una cresta con apariencia de nuez (RrPp) en la F₁. En la F₂ se presenta la siguiente segregación: 9/16 cresta de nuez, 3/16 cresta de roseta, 3/16 con cresta guisante y 1/16 con cresta simple.

Epistasis

Epistasis, del griego, cuyo significado es “parado encima”, consiste en la interacción funcional entre genes diferentes (no alelos), se presenta cuando un alelo o genotipo en un locus “enmascara” o inhibe la expresión de un no alelo o genotipo que se localiza en otro locus.

Al gen cuyo fenotipo se está expresando se le llama epistático, mientras que al fenotipo alterado o suprimido se le llama hipostático.

Los procesos metabólicos de los organismos vivos se efectúan por medio de secuencias de reacciones catalizadas por enzimas.



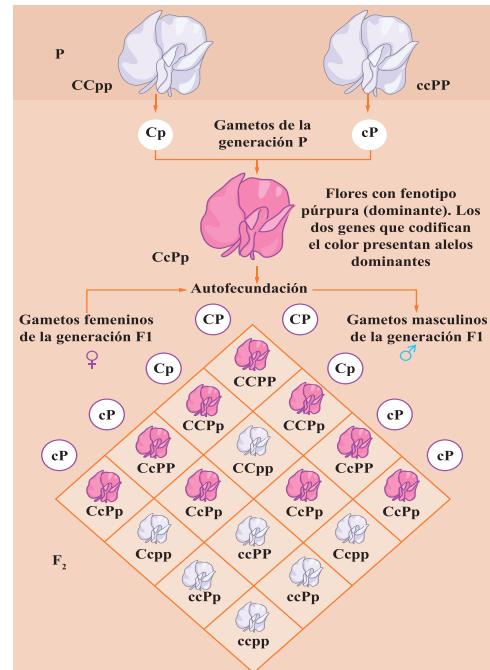
Ejemplo: color de la flor de la arvejilla.

Si dos genes están involucrados en una misma vía metabólica y se requieren los productos funcionales de ambos para la expresión, entonces un par de alelos recesivos en cualquiera de los dos genes resultará en un fenotipo mutante. Se muestra esta interacción en el diagrama.

La Antocianina es el pigmento que da a las flores el color azul.

Si una línea pura de plantas de arvejillas (*Lathyrus odoratus*) con flores coloreadas (genotipo CCPP) se cruza con una línea pura homocigota recesiva de flores blancas (ccpp), la F_1 tendrá todas las flores coloreadas y un genotipo CcPp.

Si los alelos recesivos c y p de los dos genes especifican formas inactivas de las dos enzimas, los organismos homocigóticos recesivos para cualquiera de los genes (cc o pp) no podrán sintetizar el producto. Los organismos con genotipo cc tendrán bloqueado el paso I; mientras que los que portan el genotipo pp, estarán bloqueando el paso II. El producto es una antocianina que da color a las flores. Si el precursor y el intermediario de esta vía son compuestos incoloros, sólo las plantas que porten al menos una copia del alelo dominante de cada gen (C- P-) tendrán flores de color.



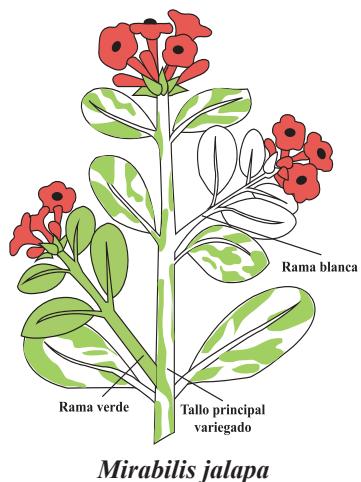
Genotipo	Color de la flor	Actividad enzimática
9 C_P_	Flores azules; se produce antocianina	Enzima funcional de los dos genes.
3 C_pp	Flores blancas; no se produce antocianina.	Enzima p no funcional
3 ccP_	Flores blancas; no se produce antocianina.	Enzima c no funcional
1 ccpp	Flores blancas; no se produce antocianina.	Enzima c y p no funcionales

La proporción 9:3:3:1 típica de la F_2 se ve modificada en este caso a 9:7 por la interacción entre los genes C y P. La tabla describe las interacciones para cada genotipo y cómo ocurre la proporción.

Herencia no nuclear

Los plastos (cloroplastos) y las mitocondrias poseen material genético, ambos poseen ADN que es capaz de replicarse, transcribirse y traducirse independiente del nuclear, si los genes contenidos en el cromosoma de mitocondrias y cloroplastos tuvieran o no influencia en el fenotipo de un individuo, su **herencia es no mendeliana**. Los genes nucleares segregan en meiosis, pero los genes de estos orgánulos segregarán en mitosis cuando se produzca la distribución al azar de los orgánulos celulares.

Este ADN no nuclear contiene información que también será transmitida a la descendencia. Ahora bien, tanto en los animales como en los vegetales, las mitocondrias y los plastos son transmitidos únicamente por el gameto femenino, en su citoplasma, por eso el



óvulo es de mayor tamaño que el espermatozoide, del cual en la fecundación, sólo pasan al zigoto el núcleo y en ciertos casos el citocentro, su aportación de citoplasma es muy pequeña o nula. La madre es la única que aporta genes extranucleares. El ADN no nuclear dará lugar a una herencia exclusivamente materna, por tanto, hemos de pensar que los individuos reciben sólo aportación de mitocondrias y cloroplastos por vía materna, por ejemplo, en el dondiego de noche (*Mirabilis jalapa*), la distribución de la clorofila varía de una rama a otra, por tanto el color más verde o más blanco de las hojas.

Algunas ramas tienen hojas de color blanco por no tener clorofila en sus cloroplastos, otras son sólo verdes y otras variegadas (verdes y blancas). Si fecundamos flores de una rama verde, la descendencia será verde; independientemente de la procedencia del polen. Si fecundamos flores de ramas de hojas blancas, la descendencia será blanca. Si la rama es de hojas variegadas, saldrán plantas verdes, blancas, o la mayoría variegadas.

La explicación consiste en que en los sacos embrionarios que se producen en las flores de las ramas de hojas blancas, no hay cloroplastos con la capacidad para fabricar clorofila. En las flores de las ramas variegadas hay dos tipos de cloroplastos, unos que fabrican clorofila y otros no. Según se repartan entre las células hijas, unas llevarán un tipo de cloroplastos, otras el otro tipo y la mayoría una mezcla de ambos. Las flores de ramas de hojas sólo verdes poseen cloroplastos con la capacidad de fabricar la clorofila y no tienen cloroplastos del otro tipo; por tanto, los descendientes que se produzcan a partir de flores de estas ramas tendrán hojas exclusivamente verdes.

Compruebe sus conocimientos



En equipo resuelvan las cuestiones y expónganlas en plenario.



¿Cuál es la diferencia que usted encuentra entre la codominancia y la dominancia incompleta? ¿La herencia de alelos múltiples, se rige por las leyes de Mendel o no? Fundamente su respuesta. En la herencia de alelos múltiples, hay diferencia entre el grupo sanguíneo A, el grupo sanguíneo B y el grupo sanguíneo O. Explique en qué consisten estas diferencias. ¿Cuál es la importancia del conocimiento de los tipos sanguíneos para la donación de sangre? ¿Qué personas considera usted son potenciales donadoras y quiénes no?



Elabore un esquema de la epistasis y explique el proceso metabólico.



¿Qué consideraciones puede hacer usted sobre la herencia no nuclear, en los cloroplastos y en las mitocondrias?

Teoría cromosómica de la herencia

Genes ligados al sexo: **Thomas Hunt Morgan (1866 - 1945)**, genetista estadounidense, quien estudió en la mosca de la fruta, ***Drosophila melanogaster***, sus mutaciones.

Fue galardonado con el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1933 por la demostración de que los cromosomas son portadores de los genes,



Thomas Hunt Morgan

lo que se conoce como **la teoría cromosómica de Sutton y Boveri**.

En 1910, descubrió un mutante de ojos blancos entre individuos silvestres de ojos rojos de la mosca de las frutas.

La progenie del cruzamiento de un macho de ojos blancos con una hembra de ojos rojos, presentó ojos rojos, lo que indicaba que el carácter "ojos blancos" era recesivo. Morgan denominó blanco al gen correspondiente, iniciando así la tradición de nombrar a los genes según el fenotipo causado por sus alelos mutantes. Al cruzar estas moscas entre sí, Morgan se percató de que sólo los machos mostraban el carácter "ojos blancos". De sus experimentos, concluyó que algunos caracteres se heredan ligados al sexo.

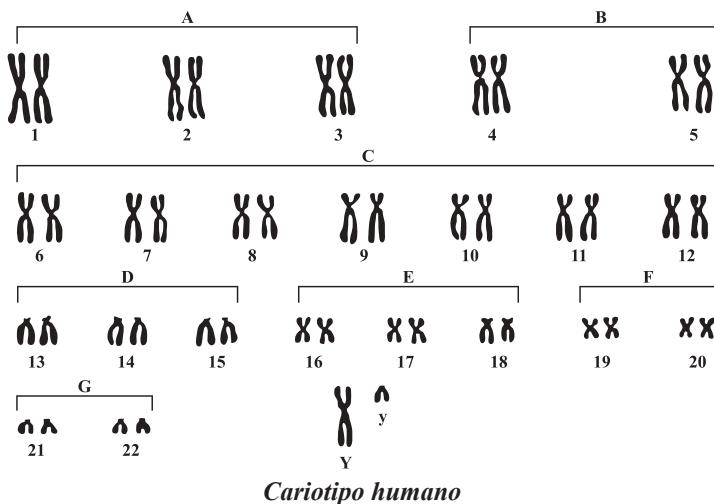


Drosophila melanogaster

Cariotipo: es el patrón cromosómico de una especie expresado a través de un código, establecido por convenio, que describe las características de sus cromosomas.

Autosomas: Los cromosomas del par número 1 al 22 son llamados autosomas. Los rasgos o caracteres ligados a los autosomas se dice que presentan una herencia autosómica.

Gonosomas: El par de cromosomas número 23 son llamados cromosomas sexuales o heterosomas.



Herencia holándrica

Característica transmitida por los machos a los machos. En seres humanos los genes localizados en el heterocromosoma "Y" son holándicos.

El patrón hereditario de genes ligados al cromosoma Y es muy simple porque sólo los hombres reciben este cromosoma.

De esta manera, cuando un varón presenta una característica determinada por un gene en el Y, lo transmitirá a todos sus hijos y a ninguna de sus hijas.

El ejemplo clásico lo constituye la hipertricosis auricular (abundancia de vellos en el pabellón auricular).

El hombre presenta en su cromosoma Y genes que controlan algunas características que están relacionadas con rasgos de la masculinidad, existe por tanto un patrón de herencia holándica.

Herencia influida por el sexo

En humanos la calvicie hereditaria, se debe al efecto de un gen que se expresa como autosómico dominante en el hombre y recesivo en la mujer, sin embargo en una familia con la segregación de este gen solo los hombres padecen de calvicie y las mujeres tendrán su cabello más escaso después de la menopausia.

Genotipos	Fenotipos	
	Hombres	Mujeres
CC	Normal	Normal
Cc	Calvo	Normal
cc	Calvo	Calva

Sólo un alelo se requiere para una expresión en los machos, pero el alelo debe ser homocigótico para la expresión en las hembras.

La presencia o ausencia de cuernos en algunas razas bovinas, la presencia de un mechón blanco y la longitud del dedo índice respecto al anular en los seres humanos, están determinados por genes situados en los autosomas o en las zonas homólogas de los cromosomas sexuales y se manifiestan de manera distinta en los varones y en las mujeres. Esta distinta forma de expresarse los genes está influida por el sexo y, por regla general, se debe a la acción de las hormonas sexuales masculinas.

Herencia ligada al sexo

Cuando hablamos de herencia ligada al sexo, nos referimos a la herencia ligada al cromosoma X. En la especie humana el par de cromosomas sexuales en la mujer es XX por tanto decimos que es homogamética, al formar solo gametos X.

En cambio en el hombre, los cromosomas sexuales son XY, forma dos tipos de gametos: espermatozoides X y espermatozoide Y, por tanto decimos que es heterogamético.

Los cromosomas sexuales del hombre son la excepción a la regla general de que todos los pares de cromosomas homólogos son idénticos en forma y tamaño.

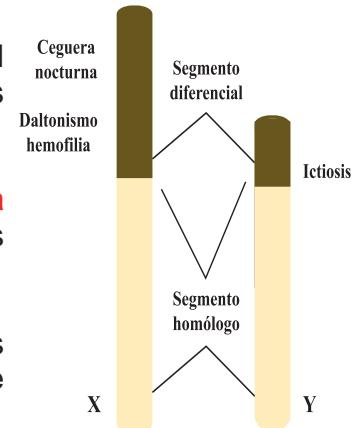
Estos cromosomas X e Y, presentan diferencias morfológicas, el Y es más pequeño que el X y carece de la mayor parte de los genes del cromosoma X .

Están compuestos por un segmento homólogo donde se localizan genes que regulan los mismos caracteres y otro segmento diferencial, en este último se encuentran tanto los genes exclusivos del X, como los del cromosoma Y.

Los caracteres cuyos genes se localizan en el segmento diferencial del cromosoma X, tal a como lo muestra la figura, que están ligados al sexo.

Thomas Hunt Morgan estudiando la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, descubrió un mutante de ojos blancos en lugar de los ojos rojos normales, éste lo cruzó con una hembra de ojos rojos.

La generación F₁ tenían los ojos rojos, pero la F₂ incluyó tanto moscas de ojos rojos como moscas de ojos blancos, todas estas moscas de ojos blancos fueron machos.



Como la mosca macho sólo tenía un cromosoma X y uno Y que carecía de la mayor parte de los genes del cromosoma X, se supuso que el alelo para los ojos blancos era hemicigótico y por eso se expresaba.

Además el alelo mutante presente en el cromosoma X del macho de ojos blancos original era pasado a sus hijas, por tanto, eran portadoras del alelo.

La explicación que se da para la herencia ligada al sexo en Drosophila se aplica de igual modo a caracteres humanos que están asociados con genes que se encuentran en el cromosoma X, como el daltonismo y la hemofilia.

Daltonismo: consiste en la incapacidad de distinguir el color verde del rojo. Es un carácter regulado por un gen recesivo localizado en el segmento diferencial del cromosoma X.

Los genotipos y fenotipos posibles son:

- En la mujer: $X^D X^D$: normal, $X^D X^d$: normal/portadora, $X^d X^d$: daltónica
- En el hombre: $X^D Y$: visión normal, $X^d Y$ daltónico

Ven solo: Amarillos, azules, blancos y grises.

Hemofilia: se caracteriza por la incapacidad de coagular la sangre, debido a la mutación de uno de los factores proteicos. Igual que en el daltonismo, se trata de un carácter recesivo que afecta fundamentalmente a los varones ya que las posibles mujeres hemofílicas $X^h X^h$ no llegan a nacer, pues esta combinación homocigótica recesiva es letal en el estado embrionario. Se presenta con una frecuencia en la población de 1/10 000 nacidos vivos.

Hay dos tipos de hemofilia:

Hemofilia A: se debe a la ausencia o presencia mínima del factor VIII de la coagulación sanguínea.

Hemofilia B: es un trastorno de la coagulación sanguínea hereditario, causado por la deficiencia de una proteína en el plasma denominada factor IX.

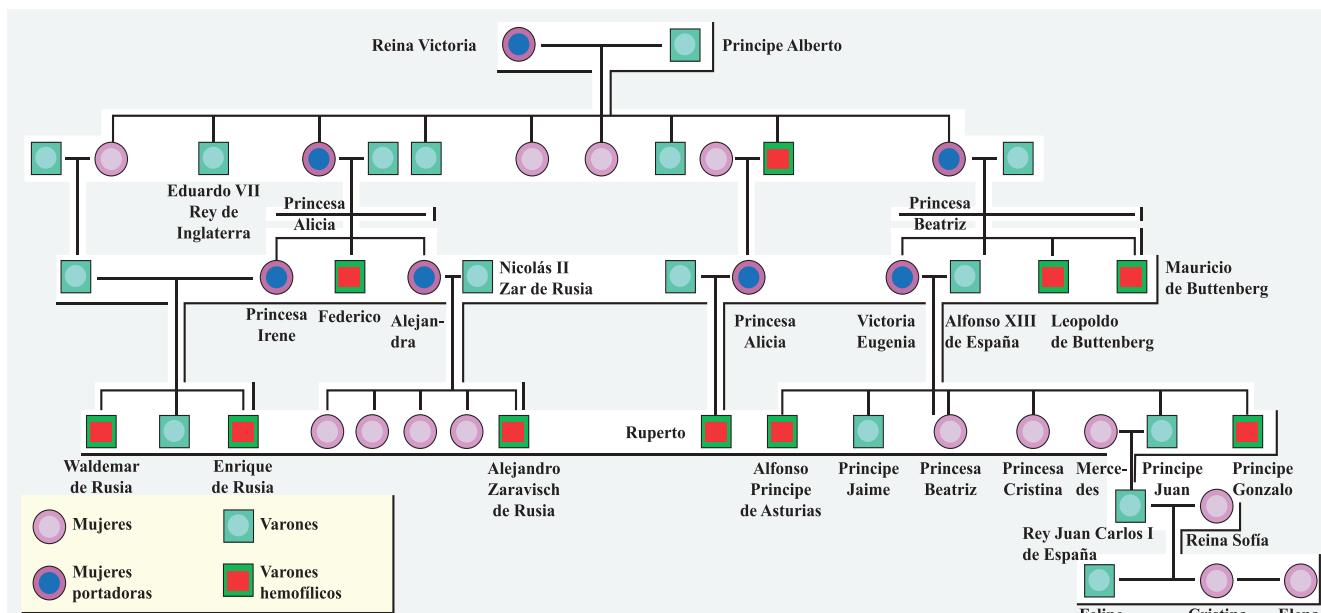
Se conoce como la enfermedad del sangrado, la sangre de la persona afectada no se coagula o lo hace con mucha lentitud. Los hemofílicos después de una lesión sangran externamente, pero también internamente, en particular alrededor de las articulaciones, las hemorragias se pueden detener mediante transfusiones de sangre (o plasma) o concentrados de proteína coagulante. En la actualidad se cuenta con factores coagulantes en forma de productos biotecnológicos.

Los genotipos y fenotipos posibles son:

Mujer: $X^H X^H$: normales, $X^H X^h$: normal/portadora, $X^h X^h$: hemofílica (no nace).

Hombre: $X^H Y$: normal, $X^h Y$: hemofílico.

Genealogía de la reina Victoria, portadora de hemofilia B



Compruebe sus conocimientos



Con su equipo de trabajo, resuelva los siguientes problemas de herencia ligada al sexo:

- Un gen recesivo ligado al sexo X^d , determina la ceguera a los colores rojo y verde (daltonismo) en el hombre. Una mujer normal cuyo padre era daltónico, se casa con un hombre daltónico: *¿Cuáles son los genotipos posibles para la madre del hombre? ¿Qué porcentaje de hijas daltónicas puede esperarse? ¿Qué porcentajes de hijos se espera que sean normales?*
- El daltonismo depende de un gen recesivo ligado al sexo. Juan es daltónico y sus padres tenían visión normal, se casa con María que tiene visión normal. Su hijo Jaime es daltónico: a) Explicar cómo son los genotipos de Juan, María, Jaime y los padres de Juan. b) *¿Qué otra descendencia podrían tener Juan y María?*
- Sabiendo que la hemofilia se debe a un alelo recesivo “ X^h ” localizado en el cromosoma X, estudiar la descendencia del cruce entre un varón no hemofílico y una mujer normal cuyo padre fue hemofílico: *¿Qué porcentaje de gametos tendrán el alelo X^h ? ¿Cuántos hijos varones serán hemofílicos? ¿Cuántas hijas serán portadoras del alelo X^h ?*
- Un hombre de ojos café y con ceguera para los colores se casa con una mujer también de ojos café pero de visión normal. Tuvieron dos hijos varones, uno de visión normal y ojos azules y otro hijo de ojos café y con ceguera para los colores. Sabiendo que el color de los ojos es un carácter autosómico y que la ceguera a los colores se encuentra ligada al sexo, responder: Dados los fenotipos paternos y filiales, *¿Cuál se espera que sea el genotipo de los progenitores? ¿Cuál sería el genotipo de los hijos? Si esta pareja tuviera una hija, ¿Qué probabilidad hay de que tenga los ojos azules? ¿Podría ésta padecer la ceguera a los colores? Razona la respuesta.*

Determinación del sexo en los seres humanos

Las mujeres poseen dos cromosomas XX, por tanto es homogamética, forma un sólo tipo de gametos X; en cambio en el varón son distintos, por lo que es heterogamético X y Y.

Al formarse los gametos, los cromosomas indicados se separan, de modo que la mitad de los espermatozoides llevan el cromosoma X y la otra mitad el cromosoma Y.

En cambio los óvulos llevan solo los cromosomas X. Por lo que se dice que el macho aporta el sexo del nuevo ser.

Cuando se tiene descendientes, las probabilidades de que se procree varón o mujer son iguales, por consiguiente ser varón o mujer es un simple azar del 50% respectivamente, como lo puede observar en el cuadro:

El SRY, es un gen que determina la formación de testículos cuando está presente el cromosoma Y y ocurren en la semana séptima a octava del desarrollo embrionario.

Determinación sexual dependiente de la temperatura (TSD, DSDT)

En algunos reptiles como cocodrilianos, algunos saurios y algunas tortugas se determina el sexo durante la incubación de los huevos, mecanismo fisiológico denominado determinación sexual dependiente de la temperatura (DSDT) o Temperature-dependent Sex Determination (TSD). Este mecanismo se puede dar en lugar de determinarse el sexo de forma genética (a través de los cromosomas, como en los seres humanos). Hay que destacar por ejemplo, que en ninguna especie de serpiente se da la determinación sexual dependiente de la temperatura.

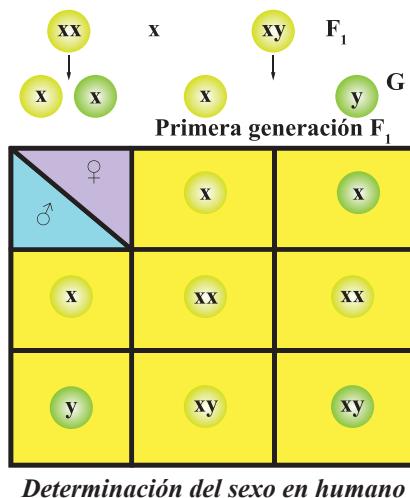
Esto significará que dependiendo de la temperatura a que sean incubados los huevos saldrán machos, hembras o ejemplares de ambos sexos. Según KÖHLER, la determinación sexual se produce entre el primer y el segundo tercio del periodo de incubación. Este tipo de determinación del sexo no se ha estudiado en profundidad en todas las especies de tortugas, pero se han demostrado ya algunos casos de especies a las que la temperatura de incubación no afecta para nada en el sexo de los futuros neonatos y se ha demostrado también la franja de temperaturas que determina el sexo de algunas especies.

Según KÖHLER existen 4 tipos de DSDT en los reptiles:

Tipo 1: a temperaturas más elevadas nacen un mayor número de hembras y a temperaturas más bajas nacen mayoritariamente machos. Este tipo de DSDT se da sobretodo en las tortugas.

Tipo 2: a mayores temperaturas nace mayoritariamente machos, y a temperaturas más bajas nacen hembras. Este tipo se da en algunos cocodrilianos y saurios.

Tipo 3: a las temperaturas más altas y más bajas nacen mayoritariamente hembras, mientras que a temperaturas intermedias nace un mayor porcentaje de machos. Esto puede observarse en algunos cocodrilianos, lagartos y tortugas (Chelydra serpentina, Kinosternon flavescens, ...).



Tipo 4: a temperaturas intermedias nacen hembras y a temperaturas más altas y más bajas nacen sobretodo machos. Se ha observado este tipo en algunas especies del género Tarentola (salamanquesas).

Según BROTÓNS, éstas serían las temperaturas de incubación en las distintas especies:

- M:** Nacimiento mayoritariamente de machos.
H: Nacimiento mayoritario de hembras.
MH: Nacimiento proporcionado de machos y hembras.

Las mutaciones

Las mutaciones son los cambios repentinos y hereditarios en el material genético, (ADN, cromosomas o cariotipo), provocando alteraciones en la información hereditaria, pueden producirse en células somáticas o en células germinales (las más trascendentales).

Por tanto, sólo son heredables cuando afectan a las células germinales. Las mutaciones pueden ser: naturales (espontáneas) o inducidas (provocadas artificialmente con radiaciones, sustancias químicas u otros agentes mutágenos).

Clasificación de las mutaciones

Se distinguen tres tipos de mutaciones según la extensión del material genético afectado:

- Génicas o puntuales.
- Cromosómicas estructurales.
- Cromosómicas numéricas o genómicas.

Mutaciones génicas: son alteraciones en la secuencia de nucleótidos de un gen, también denominadas mutaciones puntuales. Pueden clasificarse en:

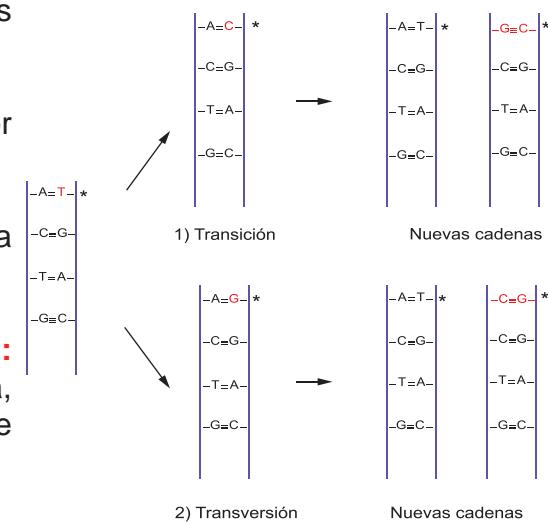
Mutaciones por sustitución de base: consiste en la sustitución de una base por otra y son de dos clases las transiciones y las transversiones.

Transiciones: sustitución de una purina (A y G) por otra o de una pirimidina por otra.

Transversiones: sustitución de una purina por una pirimidina (T y G), o viceversa.

Mutaciones por pérdida o inserción de nucleótidos: producen un corrimiento en el orden o fase de lectura, alterando los tripletes siguientes e impidiendo que se lea el mensaje correctamente.

Clases de mutaciones génicas: Transiciones y transversiones



En esta lámina se puede visualizar como la inserción de la base nitrogenada Adenina (A), da como consecuencia un corrimiento del orden de lectura y un cambio en la cadena de aminoácidos y por tanto en la proteína que se sintetiza.

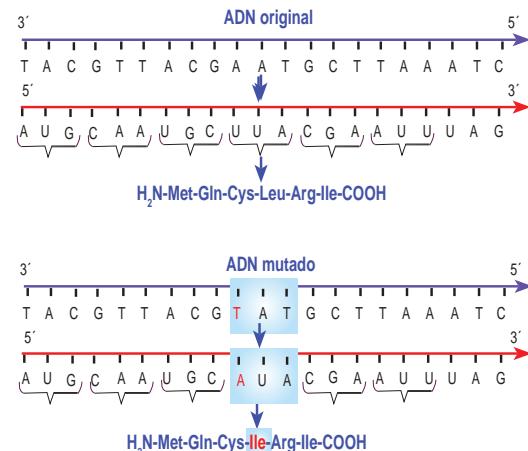
Mutaciones cromosómicas

Los mecanismos que producen anomalías en la estructura interna de los cromosomas, pueden ejercerse en cualquiera de las dos divisiones que conforman el proceso de meiosis. Puede ocurrir una falla en la separación de los cromosomas homólogos, resultando anormal la distribución de los mismos entre las células hijas.

Esta anormalidad se denomina “**no-disyunción**” o “no-separación”. Por ejemplo, si se produce no-disyunción en un cromosoma durante la **espermatogénesis**, el resultado final será la producción de dos espermatozoides que carecen de ese cromosoma y dos que lo contienen por partida doble.

Si uno de los espermatozoides que posee el cromosoma excedente fecunda a un ovocito normal, el cigoto resultante será trisómico.

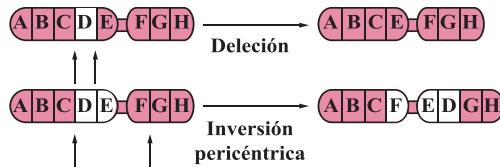
Las mutaciones cromosómicas pueden ser:



Deleción: pérdida de un fragmento del cromosoma o de una o varias bases de un fragmento de DNA.

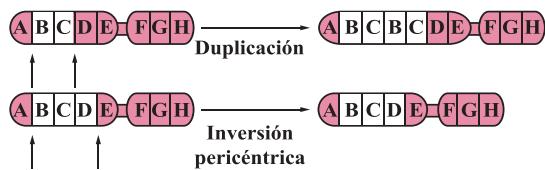
Las delecciones provocan graves alteraciones.

Duplicación: repetición de un segmento del cromosoma, ejemplo en la mosca de la fruta la duplicación da al ojo forma de barra.



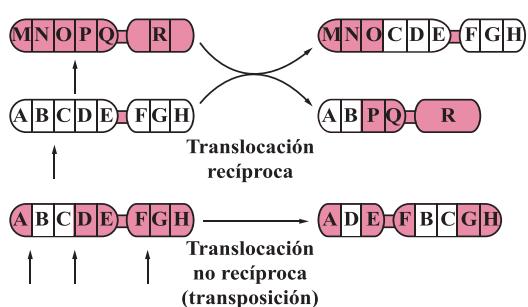
Los fragmentos de cromosomas podrían unirse a cromosomas enteramente diferentes.

Por medio de las recombinaciones de esos cromosomas en los gametos, las duplicaciones podrían transmitirse a generaciones siguientes.



Inversión: cambio de sentido de un fragmento en el cromosoma, partes de los cromosomas se desprenden, giran 180 grados y se reinsertan, de modo tal que los genes quedan en orden inverso.

Algunas inversiones resultan probablemente del enmarañamiento de los filamentos durante la profase meiótica y de los rompimientos de cromosomas que



ocurren en ese período. Se ha comprobado que las localizaciones de las inversiones y los supresores de entrecruzamiento coincidían. Los gametos con entrecruzamiento no viven.

Translocación: cambio de posición de un segmento del cromosoma.

Efecto fenotípico de las mutaciones cromosómicas estructurales.

Las delecciones y duplicaciones producen un cambio en la cantidad de genes y por tanto tienen efectos fenotípicos, por lo general **deletéreos**. Sin embargo las inversiones y translocaciones no suelen tener efecto fenotípico, pues el individuo tiene los genes correctos, aunque de las translocaciones pueden derivarse problemas de fertilidad por apareamiento defectuoso de los cromosomas durante la gametogénesis o la aparición de descendientes con anomalías. En muchos casos la presencia de una translocación no produce anomalías fenotípicas en un organismo, si la cantidad de material genético sigue siendo la misma. Estos casos se denominan "translocaciones balanceadas". Si el individuo tiene translocaciones cromosómicas en las células germinales, existe la posibilidad de que alguno de sus descendientes tengan una trisomía del cromosoma translocado. Una consecuencia de las translocaciones es la semiesterilidad es decir produce gametos viables y no viables.



Ejemplo de mutación cromosómica estructural: en la especie humana, una delección particular en el cromosoma 5 provoca el síndrome "cri du chat" (maullido de gato) que se caracteriza por microcefalia, retraso mental profundo y detención del crecimiento, llanto característico como el maullido de un gato.

Importancia evolutiva de las mutaciones cromosómicas estructurales.

La delección apenas tiene importancia evolutiva, mientras que la duplicación posee una importancia evolutiva grande. A su vez, las inversiones y translocaciones están también asociadas de una forma importante a la evolución, por ejemplo, la fusión de dos cromosomas acrocéntricos puede dar lugar a uno metacéntrico, como ha ocurrido con el cromosoma 2 de la especie humana, que es el resultado de la fusión de dos cromosomas de un mono antepasado antropomorfo.

Otro ejemplo son los distintos genes de hemofilia que se han adquirido por duplicaciones en el transcurso de la evolución.

Mutaciones cromosómicas numéricas:

Son alteraciones en el número de los cromosomas propios de la especie. Pueden ser: euploidías y aneuploidías:

Euploidía

Cuando afecta al número de juegos completos de cromosomas con relación al número normal de cromosomas de la especie. Se pueden clasificar por el número de cromosomas que se tengan en:

- **Monoploidía o haploidía:** Si las células presentan un sólo juego (n) de cromosomas.
- **Poliploidía:** si presentan más de dos juegos, pudiendo ser: **triploides** ($3n$), **tetraploides** ($4n$), entre otros.

Origen de las euploidías: si durante la meiosis se produce en algunas células la no disyunción de todos los cromosomas homólogos, se originarán dos gametos con **$2n$** cromosomas y dos gametos sin cromosomas **(0)**. La unión de estos gametos entre sí o con gametos **(n)**, puede producir cigotos haploides, triploides o tetraploides ($n + 0$, $n + 2n$, $2n + 2n$). En las plantas pueden conseguirse tetraploides, experimentalmente por tratamientos con colchicina.

Aneuploidias

Se dan cuando está afectada sólo una parte del juego cromosómico y el cigoto presenta cromosomas de más o de menos. Las aneuploidías pueden darse tanto en los autosomas (por ejemplo: el síndrome de Down), como en los heterocromosomas o cromosomas sexuales (por ejemplo: el síndrome de Turner o el síndrome de Klinefelter).

Éstas alteraciones se denominan:

- **Monosomías:** si falta uno de los cromosomas de la pareja de homólogos.
- **Trisomías:** si se tienen tres cromosomas en lugar de los dos normales.

Trisomía en autosomas

Síndrome de Down o trisomía 21, trisomía particularmente corriente en la especie humana, (también conocida como mongolismo).

Las personas que presentan este síndrome se caracterizan por tener retraso mental, cuello corto, dedos cortos y gruesos, lengua hinchada y un pliegue en el párpado parecido al de las razas mongólicas. Está demostrada la relación entre el síndrome de Down y una avanzada edad en la madre (ovocitos viejos).

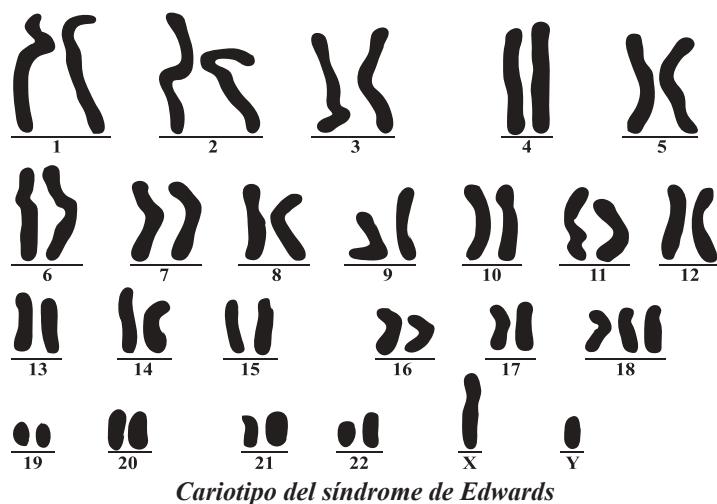


Síndrome de Down

En ciertos casos el individuo presenta una placa metafásica normal con 46 cromosomas, pero uno de los cromosomas del grupo 13 - 15 es mayor, por lo que se cree que lo que ha sucedido es una translocación de uno de los cromosomas 21 en exceso a uno de los cromosomas del grupo 13 - 15.

Parece ser que las trisomías se originan por una no disyunción de los cromosomas en la primera división de la meiosis del ovocito primario.

Síndrome de Edwards: Trisomía del par 18, boca y nariz pequeñas, deficiencia mental, lesiones cardíacas, membrana interdigital. Poca viabilidad.

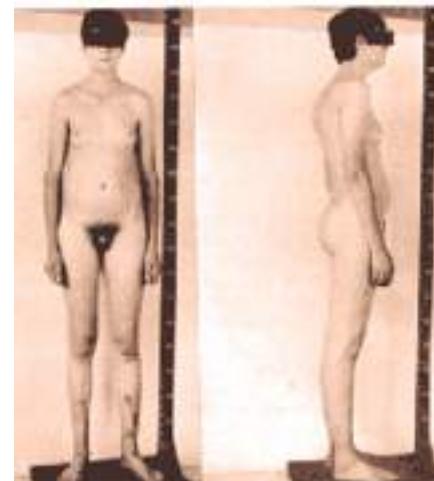


Síndrome de Patau: Trisomía del par 13, Labio leporino, paladar hendido, deficiencias cerebrales y cardiovasculares. Poca viabilidad.

Aneuploidías en los cromosomas sexuales:

Síndrome de Klinefelter presenta uno o más cromosomas X en exceso (XXY, XXXY,...).

Síntomas: esterilidad, deficiencias mentales, pene pequeño, testículos pequeños y firmes, vello púbico, axilar y facial disminuido, disfunción sexual, tejido mamario agrandado (ginecomastia), estatura alta, proporción corporal anormal (piernas largas, tronco corto), discapacidad para el aprendizaje, personalidad alterada, pliegue simiesco (un solo pliegue en la palma de la mano).



Síndrome de Klinefelter

Síndrome de Turner, monosomía del par de cromosomas sexuales (XO).

Sexo femenino con un sólo cromosoma X, esterilidad, baja estatura, tórax ancho, presencia de membrana cervical (cuello sentado).



Síndrome de Turner

Síndrome de doble Y: dos cromosomas Y: (XYY) varones de estatura elevada, se relaciona con una mayor agresividad, bajo coeficiente mental.

Síndrome de triple X: tres cromosomas X, sexo femenino con órgano genital atrofiado, fertilidad limitada. Bajo coeficiente mental, aunque hay algunos de fertilidad comprobada.

Mutaciones y evolución

La evolución se debe a aquellos procesos por los que las poblaciones cambian sus características genéticas a lo largo del tiempo. Se llama "fósas génica o fondo común de genes de una población, al conjunto de genes de la misma, formado por todos los alelos de los genes que tienen los individuos que la constituyen.

Una combinación favorable de alelos en un individuo favorece su supervivencia y por tanto su reproducción y su extensión en la población.

La mutación es la fuente primaria de variación, pero no la única. La recombinación génica incrementa la variabilidad.

La mayoría de los cambios evolutivos se producen por acumulación gradual de mutaciones en los genes y por variaciones en su número y organización.

Ahora bien, la mayor parte de las mutaciones génicas son deletéreas (mortales) y las que se han mantenido es porque producen una mejora y son las esenciales para la evolución.

La separación entre los miembros de una población impide el intercambio genético entre los mismos.

Esto produce cada vez más diferenciación al tener que adaptarse a ambientes distintos. Cuando con el tiempo se acumulan diferencias que impiden la reproducción entre los miembros de esos grupos decimos que se trata de especies distintas.

Parece ser que los seres, a lo largo del tiempo, han ido aumentando la cantidad de genes (duplicaciones) lo que ha supuesto que sobre estos genes duplicados pudieran generarse mutaciones con un menor riesgo y favorecer el proceso de creación de variabilidad.

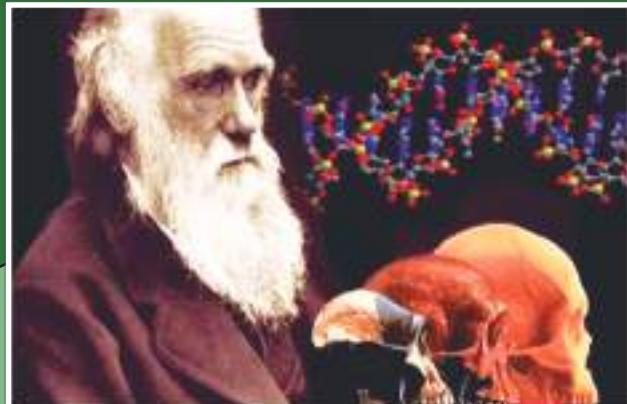
Compruebe sus conocimientos



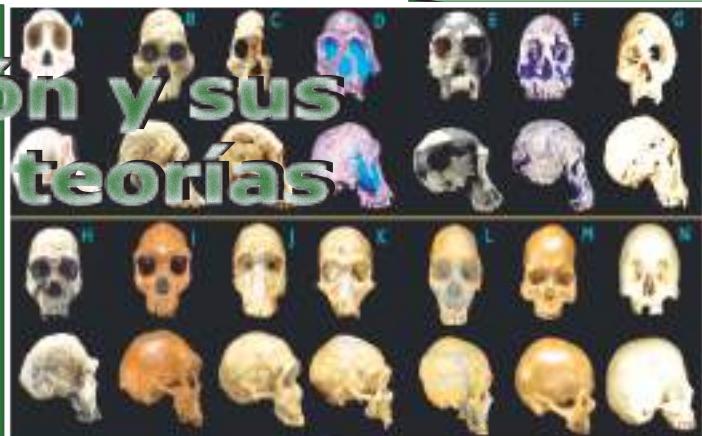
¿Cuáles son los agentes mutagénicos que usted considera son de mayor incidencia en la población nicaragüense? ¿Puede usted establecer la diferencia entre mutaciones génica, cromosómicas estructurales y cromosómicas numéricas? ¿Cuál es la diferencia entre una transición y una transversión? ¿Cuáles son los posibles efectos de las sustituciones de bases nitrogenadas? ¿Cuáles son las mutaciones llamadas cromosómicas estructurales? ¿Qué mutaciones numéricas considera son más frecuentes en la población nicaragüense? ¿Por qué son fácilmente identificables?

O
C
T
A
V
A

U
N
I
D
A
D



La evolución y sus diferentes teorías



La evolución y sus diferentes teorías

Seguro que ha notado que existen animales que se parecen unos a otros y más de una vez se ha preguntado *¿Por qué esas semejanzas?* Si observa la lámina presentada, el chompipe es muy parecido al pavo real y al guajolote mexicano, el tigre y el leopardo poseen un gran parecido, de igual manera el caballo con la cebra.

Por otro lado, si comparamos algunas especies que vivieron hace mucho tiempo, con algunas especies que viven en la actualidad como: el tigre dientes de sable con el actual tigre y de la misma manera el mamut con el elefante, note que hay ciertas similitudes también.



 *¿Sabe usted a qué se deben esos parecidos? ¿Qué significado tiene para usted el término evolución? ¿Cuándo se habla de evolución orgánica e inorgánica a qué se refiere?*

Al escuchar la palabra **evolución**, de inmediato la asociamos con la idea de cambio, de progreso o avance. Se considera un proceso de transformación de la materia desde el origen del universo.

Hoy se sabe que todas las especies que habitan nuestro planeta proceden de grupos que se originaron de “ancestros comunes”. Las plantas y los animales, incluidos el hombre, tuvieron un origen común a partir del cual tuvieron que presentarse cambios en el material genético que provocó transformaciones en cuanto a forma, función y comportamiento en los organismos, esto hizo cada vez más diferentes a los descendientes con respecto a sus ancestros.

A esta diferenciación en el aspecto genético de las poblaciones, a través del tiempo mismo, que condujo a la formación de las distintas especies que han poblado a la Tierra en sus diferentes etapas, es lo que se conoce como **evolución**.

Recuerde

La **evolución biológica** es el conjunto de transformaciones o cambios a través del tiempo, originando la diversidad de seres vivos que existen sobre la Tierra a partir de un antepasado común.

Con el pasar del tiempo las especies se han ido transformando, unas originando nuevas especies y otras se han extinguido. Es descendencia con modificación.

Desarrollo de las primeras ideas evolucionistas

 Se ha preguntado usted: *¿Cómo surgieron los seres vivos? ¿De dónde proceden los seres vivos? ¿Cuáles han sido sus primeras formas de vida?*

Desde la antigüedad las distintas civilizaciones intentaron explicar el origen del mundo y de la naturaleza a partir de sus creencias religiosas.

Los filósofos griegos como **Platón** decía que los seres vivos se habían formado al mismo tiempo y que originalmente tenían una forma “ideal”, inalterable y perfecta al igual que su alumno **Aristóteles** creador de la **Teoría fijista**, la cual está basada en que las especies se mantienen sin variedad significativa, desde su origen y que surgieron al mismo tiempo. Aristóteles observó la naturaleza y clasificó al menos a *540 especies* de animales y diseccionó 50 de ellos.



Platón y Aristóteles en la Escuela de Atenas

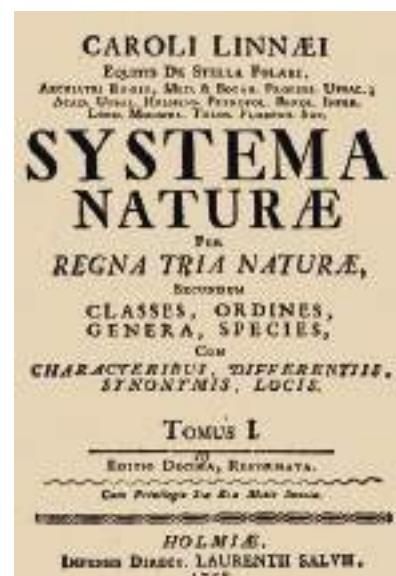
Tales de Mileto: fue el iniciador de la búsqueda racional sobre el universo. Se ocupó de temas relacionados con la naturaleza. Tales admitía que el comienzo de todo era el agua.



Carlos Linneo

Unos de los filósofos que apoyó la teoría evolucionista fue **Carlos Linneo** (1707-1778). Científico, naturalista, botánico y zoólogo sueco, que estableció los fundamentos para el esquema moderno de la nomenclatura binomial. Se le considera el **fundador de la clasificación de los seres vivos o de la taxonomía moderna** (Categorías taxonómicas). Publicó el libro *Systema Naturae* en los Países Bajos, donde desarrolló un sistema de nomenclatura binomial (1735) que se

convertiría en un clásico.



C. Linneo y portada de su libro "SISTEMA NATURAL"



Conde de Buffon

El filósofo **Georges-Louis Leclerc** (1707-1788), conocido como Buffon, fue el primer naturalista en desarrollar un concepto de la evolución de las formas vivientes al proponer que las especies cambian con el transcurso del tiempo.

Uno de los planteamientos de Buffon fue que los cambios que sufrían los seres vivos se dan por factores externos. A esta teoría le llamó Teoría de las Transformaciones Infinitas, la cual explicaba que estos cambios se daban por cuatro puntos fundamentales que son: **el tiempo, el medio físico, la forma de nutrición y la domesticación**.

Esta teoría es considerada un paso intermedio entre la teoría fijista y la de la evolución, publicó su enciclopedia **Historie Naturelle**; pensaba que el ambiente actuaba sobre los individuos a través de partículas orgánicas y llegó a observar incluso la semejanza entre los monos y seres humanos, proponiendo que compartimos un ancestro común, utilizó sus descubrimientos de anatomía comparada.

Juan Bautista de Monet Caballero De Lamarck

Uno de los primeros científicos en especular acerca de la evolución fue el biólogo francés Lamarck, en 1801, quien consideraba que el medio ambiente era un factor clave en la evolución.

Esto concuerda con la teoría actual; sin embargo, estas teorías acerca de cómo se modificaron los organismos en respuesta al medio ambiente estaban a gran distancia de la solución.

En estas ideas estaban implícitas tres teorías:



Juan Bautista Lamarck

La teoría de la necesidad (automejoramiento de la especie):

Lamarck pensaba que las plantas y los animales se modifican porque necesitan cambiar, con el fin de adaptarse a los cambios del ambiente. *Ejemplo:* los primeros antepasados de las víboras tenían patas y cuerpos cortos, pero los cambios en el medio ambiente hicieron que para estos animales fuese necesario pasar por espacios muy angostos. Por este motivo, empezaron a alargar sus cuerpos y a arrastrarse en vez de caminar.

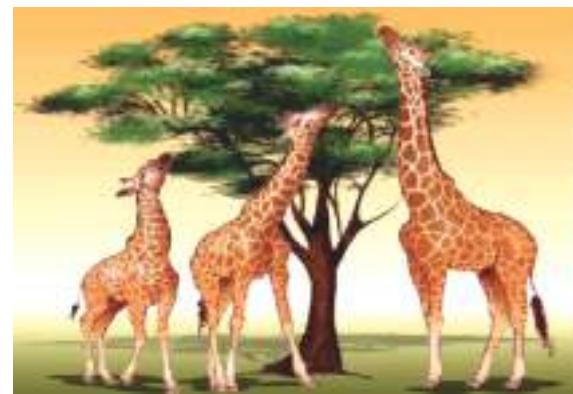
La teoría del uso y el desuso: los órganos siguen activos y fuertes cuando se utilizan, si no se usan, se debilitan y desaparecen.

Las víboras de cada nueva generación continuaron alargando sus cuerpos más y más utilizando cada vez menos las patas hasta que éstas desaparecieron.

Herencia de los caracteres adquiridos: consiste en que los rasgos o caracteres adquiridos pueden transmitirse a los descendientes. Lamarck pensaba que un carácter adquirido por un individuo durante su vida lo transmitía a sus descendientes.

Las antiguas víboras, que perdieron las patas por el desuso, transmitieron este rasgo; por tanto, las víboras modernas no tienen patas.

Lamarck también intentó explicar otros caracteres con esta teoría. Por ejemplo, afirmó que en una época, **las jirafas** tuvieron patas y cuello cortos. Luego la competencia por la comida se hizo intensa. La jirafa empezó a alargar el cuello y las patas, de modo que pudiese alcanzar las hojas de los árboles. Las generaciones posteriores heredaron el cuello más largo y lo alargaron aún más. El resultado final fue la jirafa moderna.



Teoría de Lamarck

Críticas a la Teoría de Lamarck: esta teoría tuvo cierto éxito porque era fácil de explicar y entender, sin embargo, los descubrimientos en el campo de la Biología se encargaron de demostrar que era errónea.

La Biología moderna se encargó de probar que las características adaptativas individuales adquiridas, no son hereditarias, ya que están producidas por el ambiente y no alteran las propiedades de los genes.

Para comprobar que la transmisión hereditaria de los caracteres adquiridos es válida, se extirpó quirúrgicamente la cola de varios ratones durante varias generaciones y se comprobó que las descendencias conservaban su cola larga como es normal en los ratones.

En cuanto a los mecanismos de adaptación al medio, que él expone como base del proceso evolutivo son falsos, ya que la acción del medio es innegable porque se ha comprobado que los organismos se adaptan funcionalmente a los distintos medios en donde tienen que vivir.

El evolucionista Carlos Darwin

Hay muchas personas que piensan que los seres vivos fueron creados como los conocemos actualmente y que no han tenido cambios a través de generaciones.

En cambio hay otros que opinan que todos los animales y plantas que conocemos son producto de la evolución, pero surgen preguntas:



¿Por qué hay tantas clases de seres vivos? ¿Cómo se forman las especies nuevas?

¿Quién fue Darwin y qué aportes hizo para dilucidar el proceso evolutivo?

Erasmo Darwin y su nieto Charles Darwin crearon la teoría de “La Selección Natural” estableciendo que la evolución es el proceso por el cual una especie cambia con el paso de las generaciones. Dado, que se lleva a cabo de manera muy lenta, han de sucederse muchas generaciones, antes de que empiece a hacerse evidente alguna variación.



Thomás Malthus

Darwin Leyendo el libro “Ensayos sobre el principio de la Población”, que escribió **Thomás R. Malthus**. (1766-1834), se dio cuenta que las poblaciones, tienden a multiplicarse en progresión geométrica, mientras que los recursos alimenticios lo hacen en progresión aritmética lo que llevaba necesariamente a la lucha por la existencia dentro de las poblaciones. (Este trabajo fue realizado con base en la población humana), Malthus sugería que la existencia de pestes, guerras, inundaciones y otros desastres similares servirían para mantener la población en niveles proporcionales a los recursos disponibles.

Charles Robert Darwin naturalista inglés (1809-1882) revolucionó el pensamiento biológico de su época cuando propuso una teoría sobre la evolución de los seres vivos, en la que sintetizó y organizó la información que existía hasta ese momento. Darwin, realizó una serie de observaciones de tipo biogeográfico, que le llevaron a la idea de que las especies variaban y se diversificaban a lo largo del tiempo.

El viaje de Darwin

En 1831, Darwin de 22 años, emprendió un viaje de 5 años (1831-1836). Esta travesía la llevó a cabo a bordo del barco inglés Beagle, su misión era recabar datos para trazar mapas y colecciónar especímenes. Durante su viaje alrededor del mundo recolectó diversos materiales para su estudio tales como: fósiles, estructuras geológicas, dibujó y disecó animales y plantas.

En su viaje alrededor del mundo pudo comparar las especies de las islas Galápagos entre sí y con las del continente más cercano a ellas, apreció la distribución geográfica de especies en residencias ecológicas análogas, que, combinadas con otros hechos le llevaron a la idea de que **las especies variaban y se diversificaban a lo largo del tiempo, dando lugar a nuevas especies.**

En su viaje al archipiélago de las Galápagos, ubicadas en el Pacífico a 1100 km de la costa del Ecuador, llamaron su atención los **pinzones**.

Todos los pájaros son del mismo tamaño (10–20 cm). Las diferencias más importantes entre las especies se encuentran en el **tamaño y forma del pico**.

Éstos están plenamente adaptados a diferentes fuentes y formas de alimentación.

Todos los pinzones son de color negro o marrón. Su comportamiento difiere y tienen diferentes tipos de canto.



Charles Darwin

De regreso del viaje en el Beagle, Darwin presentó el 4 de enero de 1837 a la Sociedad Geológica de Londres, los pinzones, los que fueron entregados para su identificación al famoso ornitólogo inglés, John Gould. Quien disertó que las aves, eran en realidad una serie de pinzones peculiares con suficiente entidad para formar un nuevo grupo en el que se incluían doce especies. Cada tipo de pinzón tenía el pico

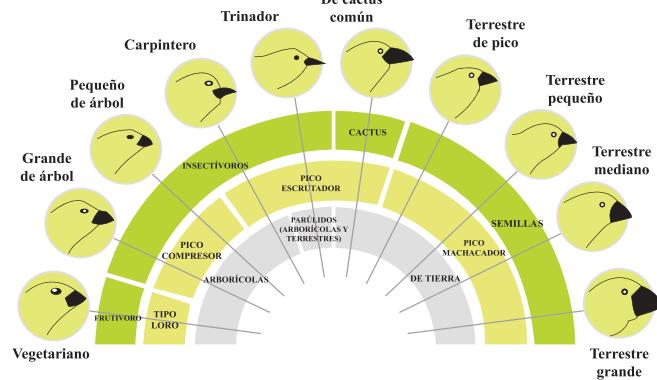


Recorrido del Beagle



LA VARIEDAD EVOLUTIVA SE VE EN EL PICO DE LOS PINZONES DE DARWIN

■ ALIMENTACIÓN ■ TIPO DE PICO ■ SUPERFICIE EN LA QUE VIVEN



diferente en función de su dieta: los que vivían en el suelo lo tenían ancho, los que habitaban en zonas de cactus lo tenían alargado. Darwin planteó que todos tendrían un antepasado común que habría emigrado a la isla tiempo atrás.

Después, por selección natural, habrían comenzado a aparecer las nuevas especies.

Desde entonces, el caso de los pinzones se ha convertido en un ejemplo clásico para explicar la aparición de nuevas especies a partir de un tronco común como método de adaptación a los distintos nichos ecológicos.

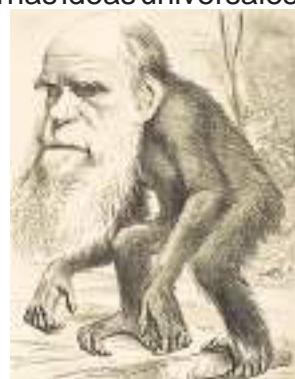
Su teoría de la selección natural se resume en los siguientes puntos:

- Nuestro mundo no se mantiene estático, sino que está en continua evolución. Las especies cambian continuamente, con el tiempo unas se extinguen y aparecen otras nuevas. Las formas de las especies actuales son más diferentes cuanta más antiguas sean.
- Los cambios no se producen súbitamente o a saltos discontinuos, sino que es un proceso continuo y gradual.
- Las especies descienden de un antepasado común, por tanto, los organismos semejantes están emparentados. Remontándose en el tiempo se llegaría a un origen único de la vida.
- La evolución o cambio evolutivo es resultado de un proceso de selección natural. En una primera fase se produce variabilidad en cada generación, mientras que en una segunda fase se produce la selección a través de la supervivencia (lucha por la propia existencia). La segunda fase de selección constatada por Darwin, está basada en las observaciones que mantuvo sobre la reproducción de distintas especies, las cuales siendo abundantes se mantenían no obstante en equilibrio a través de las generaciones; este hecho implica que muchos individuos mueren tempranamente.

La razón de la muerte a edad temprana tiene su respuesta en que, las diferencias existentes entre los descendientes de una misma especie, los cuales se han adaptado diversamente al hábitat donde han nacido, luchan entre sí por la propia existencia; los más aptos sobrevivirán, y por tanto transmitirán posteriormente a sus hijos esas características de fortaleza; el proceso se repetirá en cada generación.

La teoría de Darwin basada en la selección natural chocaba frontalmente con las ideas universales existentes en el siglo XIX sobre la naturaleza de la herencia, la cual se consideraba era fruto de un proceso combinado (los descendientes tienen caracteres producto de la combinación de los de sus padres). Esto preocupaba especialmente a Darwin en 1867, ya que era fácilmente demostrable que la selección natural no puede actuar si la herencia es de tipo combinado, pues en cada generación se dividiría a la mitad la variación genética disponible.

La teoría de la evolución de Darwin es considerada el mayor principio unificador de la Biología. Si bien Darwin no fue el primero en proponer una teoría de la evolución, fue el primero que describió un mecanismo válido por el cual podría ocurrir. Su teoría difería de teorías previas en que él imaginaba a la



evolución como un proceso doble, que dependía de la existencia de variaciones heredables entre los organismos y del proceso de selección natural por el cual algunos organismos, en virtud de sus variaciones heredables, tenían mayor número de progenie que otro.

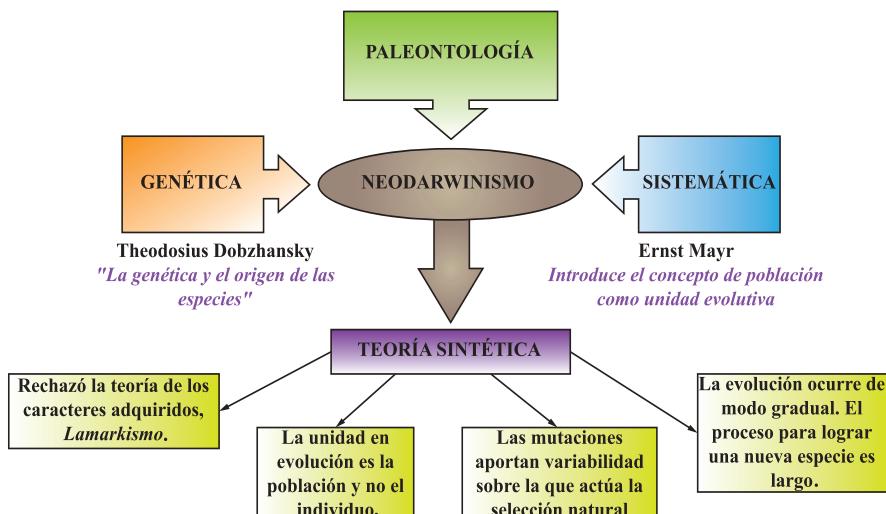
Visión ramificada de la evolución de Darwin y Wallace. La Selección Natural. Las ideas evolucionistas, aunque no aceptadas, flotaban en los ambientes científicos. Esto demuestra que Darwin y Wallace llegaron de forma independiente a establecer la misma teoría de la evolución por medio de la selección natural.

Darwin publicó su libro el Origen de las Especies (“The origin of species”) en 1859, donde ponía de manifiesto los resultados de su laboriosa investigación; las ideas allí expuestas se oponían a las de la época, las cuales sostenían la fijeza de las especies. Se aceptaba la historia de la Creación que se presentaba en el libro del Génesis. Su mayor aporte fue sugerir que existía un mecanismo que permitía explicar el origen de los cambios, al que denominó selección natural.

La Teoría Sintética - Moderna de la Evolución o el Neodarwinismo: en la década de 1930, los científicos Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr y George Simpson, enunciaron la teoría sintética de la evolución, esta teoría intenta eliminar las diferencias entre darwinistas y genetistas al querer explicar un nuevo concepto de evolución. El neodarwinismo integra los conceptos que Darwin tenía sobre la variabilidad genética y la selección natural con el mutacionismo propuesto por De Vries y los conocimientos modernos de la genética de poblaciones, la genética molecular y los nuevos descubrimientos de restos fósiles, también incluye el concepto biológico de especie y además se apoya en distintas áreas del conocimiento para interpretar el mecanismo de la evolución.

Actualmente, el concepto más dinámico de **especie** es: un conjunto de individuos que comparten una historia evolutiva, tienen características similares, son capaces de reproducirse y dar lugar a una descendencia fértil.

En el año de 1858 dos ingleses publicaron en la revista de la Sociedad Linneana, trabajos científicos con un nuevo concepto de la evolución, La teoría de la selección natural, estaba destinado a influir en el pensamiento del hombre moderno y transformarse en la base de los conceptos biológicos modernos sobre la evolución.



Categorías Taxonómicas

Carl von Linneo creó la Taxonomía que es la ciencia que se encarga de ordenar a todos los organismos en una serie de categorías llamadas taxones.

Cada taxón o grupo taxonómico recibe un nombre (científico) el que se escribe en latín. Esto es lo que lo vuelve un **método universal de clasificación**.

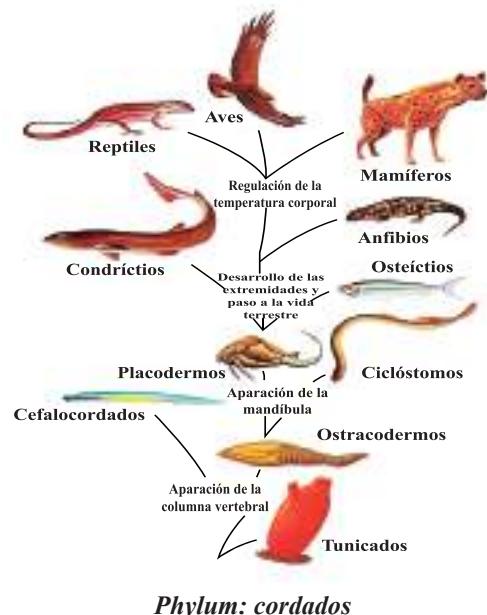
Niveles taxonómicos: los niveles o categorías taxonómicas más empleadas son una secuencia en orden descendente de categorías y se **denomina “Sistema jerárquico de clasificación, los que son”**: reino, phylum, clase, orden, familia, género y especie.

- **Dominio:** la categoría que separa a los seres vivos por sus características celulares. Por esta razón, existen dos sistemas de dominios: el más antiguo (Prokaryota y Eukaryota)), y el más reciente (Archaea, Bacteria y Eucariote).
- **Reino:** es una categoría o subdivisión mayor en la que se clasifican los seres vivos por razón de sus características comunes.

Los seres vivos se dividen en 6 reinos: **Eubacteria**, **archaeabacteria**; **Protista**, compuesto por algas y protozoos; **Fungi** u Hongo, **Animales** (estrella de mar, mosca, pulpo, coral, león, etc.) y **Vegetal** (seres de muy variadas formas y tamaños, muy singulares en su funcionamiento y reproducción).

- **Phylum:** es una categoría taxonómica, en el cual se dividen los reinos. Cabe destacar que en las plantas en vez de phylum se utiliza división.

Representan un taxón muy amplio de las agrupaciones de animales. Para clasificarlos en phylum se han tomado en cuenta sus características internas; es decir las homologías. Un ejemplo de ello es el Phylum Cordados, agrupa a todos los animales cuya **característica común que identifica al Phylum** es que poseen notocordio, estructura colocada dorsalmente, flexible y constituida de tejido conectivo, aparece en el embrión de todos los cordados más evolucionados como los del Subphylum vertebrata (peces, anfibios, reptiles aves y mamíferos); El notocordio es reemplazado por la columna vertebral. Constituido por conjunto de clases. **Ejemplo: Phylum: Cordados** (algunos miembros: tiburón, boa, rana, avestruz, león, etc.). En los cordados menos evolucionados, el notocordio permanece toda la vida. Dentro de los Phylum se da la subdivisión de Subphylum.



Phylum: cordados



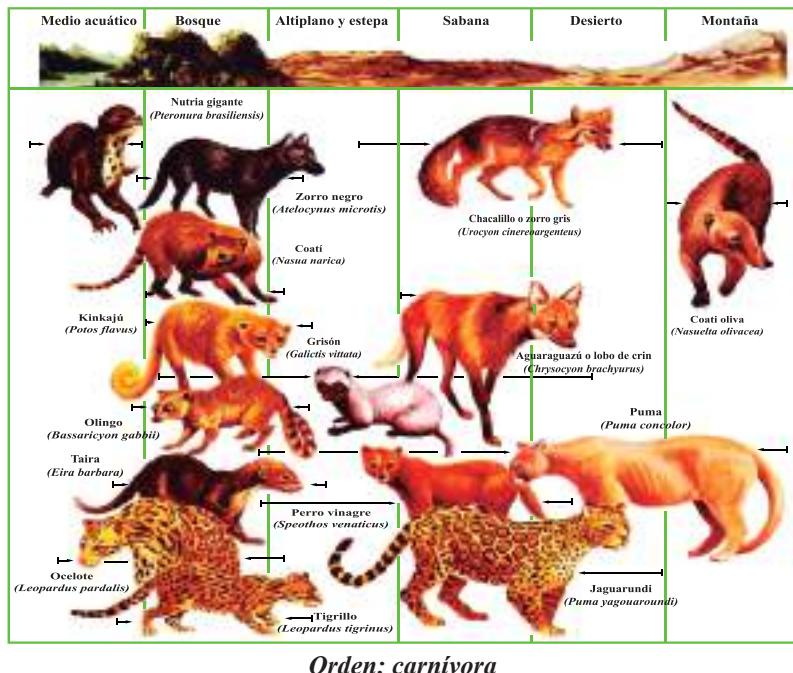
Clase: mammalia

Clase: es un grupo que comprende varias órdenes de plantas o animales con los mismos caracteres comunes.

En la clase mammalia, la característica común que une a todos estos animales es que poseen mamas. Ejemplo: cabras, delfines, rinocerontes, canguros.

Dentro de la clase se pueden dar subclases.

- **Orden:** es la unidad sistemática entre clase y familia, es un conjunto de familias relacionadas. Varios órdenes pueden agruparse en superórdenes y los individuos de un orden pueden organizarse en subórdenes y éstos a su vez en infraórdenes. La característica común de este grupo de animales en el ejemplo citado, es que todos se alimentan de carne. Son grandes cazadores. **Ejemplo:** **Orden: Carnívora** algunos miembros: zorro, mapache, panda, oso polar, león y otros.



Orden: carnívora



Familia: felidae



Género: panthera



Conjunto de especies muy cercanas entre sí. Ejemplo: **Género: Panthera** algunos miembros: tigre, leopardo, león y otros.

- **Género:** es una categoría taxonómica que se ubica entre la familia y la especie; así, un género es un grupo que reúne a varias especies emparentadas. Varios géneros pueden agruparse en Supergéneros; y también los individuos de un género pueden organizarse en Subgéneros. Estos, a su vez, pueden organizarse en Infragéneros.



Especie: panthera leo

Especie: en Biología se denomina especie a cada uno de los grupos en que se dividen los géneros.

Es la unidad básica de la clasificación biológica, a menudo se define como grupo de organismos capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil, que poseen antepasados comunes anatómicos o fisiológicos.

Clasificación Científica			
Categoría Taxonomía	Perro	Gato	Hombre
Superreino o dominio:	Eukaryota	Eukaryota	(Dominio): Eukaryota
Reino:	Animalia	Animalia	Animalia
Subreino:	Eumetazoa	Eumetazoa	Eumetazoa
Superfilo:	Deuterostomia	Deuterostomia	Deuterostomia
Filo:	Chordata	Chordata	Chordata
Subfilo:	Vertebrata	Vertebrata	Vertebrata
Infrafilo:	Gnathostomata	Gnathostomata	Gnathostomata
Superclase:	Tetrapoda	Tetrapoda	Tetrapoda
Clase:	Mammalia	Mammalia	Mammalia
Subclase:	Theria	Theria	Theria
Infraclase:	Placentalia	Placentalia	Placentalia
Orden:	Carnívora	Carnívora	Primates
Suborden:	Caniformia	Feliformia	Haplorrhini
Familia:	Canidae	Felidae	Hominidae
Género:	Canis	Felinae	<i>Homo</i>
Especie:	<i>C. lupus</i>	<i>Felis</i> Especie: <i>F. silvestris</i>	<i>sapiens</i>
Subespecie:	<i>C. I. familiares</i>	<i>F. s. catus</i>	

Compruebe sus conocimientos



Establezcan las diferencias entre evolución orgánica y la inorgánica.



¿En qué consiste la teoría fijista? ¿En qué consisten las categorías taxonómicas creadas por Carlos Linneo y qué importancia tienen en la actualidad?



Utilice los taxones para clasificar al perro, tigre, armadillo, mosca y ser humano.

Los genes y la evolución humana



¿Qué relación encuentra usted entre la selección natural y los genes? ¿Qué significado tiene "la supervivencia del más fuerte"? ¿Podría aplicarse a la especie humana, o en la actualidad ya no se cumple? Si considera que se cumple, describa dos acontecimientos que lo demuestren.

Un grupo de investigadores del Instituto Pasteur, en París, liderados por el español Lluís Quintana Murci, han buscado por primera vez respuestas a la evolución comparando genomas enteros de distintas poblaciones humanas.



Cromosomas humanos

Su conclusión es que la selección natural sigue muy vigente y de hecho, ha determinado muchos de los rasgos externos color de pelo y piel e internos susceptibilidad a diversas enfermedades que nos definen.

Desde que los humanos europeos y africanos se separaron, hace unos *60 000 años*, los cambios sufridos por el *Homo sapiens* han sido sutiles, pero los ha habido y probablemente los sigue habiendo. Son **cambios legibles en el ADN**. Dos personas cualesquiera comparten el 99,9% de su genoma, pero los genetistas de poblaciones aseguran que en el 0,1% restante están grabados los rasgos de cada población, reflejo a su vez de las migraciones y la exposición a un ambiente distinto.

Por ejemplo, tras la última glaciación, hace *14 000 años*, hubo un calentamiento global que elevó las temperaturas hasta casi los valores actuales. Más tarde, hace entre *12 000 y 10 000 años*, se produjo la transición de las sociedades cazadoras - recolectoras a las agrícolas, lo que trajo un gran aumento en la densidad de población, más contacto con animales de granja y en consecuencia, más infecciones y epidemias. Cada uno de estos cambios debió de ejercer presiones selectivas poderosas sobre los individuos, favoreciendo los rasgos genéticos que daban ventajas en el nuevo entorno y a la inversa, seleccionando negativamente los que suponían una desventaja.

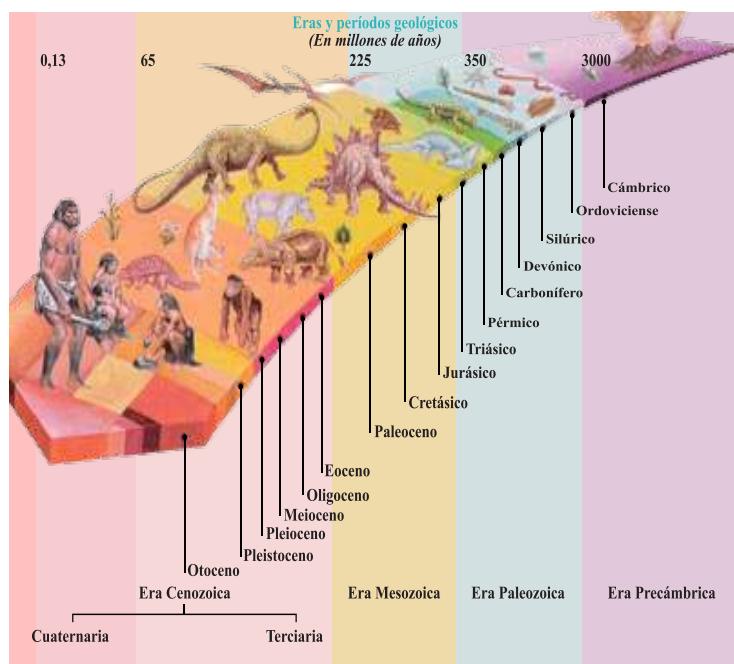
Compruebe sus conocimientos

 Construya una línea de tiempo en maqueta tradicional, usando hasta donde sean posibles recursos del medio. En ésta deberán reconocerse los aportes e influencias de todos los científicos sobre la evolución, desde Platón hasta nuestros días.

Evidencias de la Evolución en la Madre Tierra

Las evidencias del proceso evolutivo son el conjunto de pruebas que los científicos han reunido para demostrar que la evolución es un proceso característico de la materia y que todos los organismos que viven en la Tierra descienden de un ancestro común.

Las especies actuales son un estado en el proceso evolutivo y su riqueza relativa es el producto de una larga serie de eventos de especiación y de extinción. Son pruebas de la evolución las siguientes: paleontológica, anatomía comparada, bioquímicas, pruebas genéticas, taxonómicas y biogeográficas.



Eras y períodos geológicos

História de la escala del tiempo geológico

Los procesos geológicos ocurren en grandes períodos de tiempo y los medios que utilizamos corrientemente para medir el tiempo en los procesos geológicos no son los adecuados, por esa razón desde el siglo XIX los geólogos han desarrollado una escala de tiempo, basada en eventos geológicos globales, que se utiliza como marco de referencia temporal en Geología.

Esta escala se ha basado en la estratigrafía (el estudio e interpretación de la superposición de las capas de roca o estratos), están establecidas en sucesión, de tal manera que cada estrato representa una “ranura” de tiempo y que cualquier estrato es probablemente más antiguo que los que tiene encima y más joven que los de abajo.

La escala de tiempo está apoyada también en los grandes eventos biológicos.

Por ejemplo, para la datación uno de los métodos más conocidos es el del Carbono -14 (^{14}C).

De la transición entre Pérmico y Triásico se usa el evento de extinción masiva.

Las etapas de la Tierra anteriores al Fanerozoico de las que no se dispone de registros fósiles fiables son definidas cronométricamente, esto es, fijando un valor de tiempo absoluto.

Los paleontólogos definen un sistema de etapas faunales, de duración variable, basada en los cambios observados en los conjuntos de fósiles. En muchos casos, esas etapas de fauna se han adaptado a la nomenclatura geológica, aunque, en general, se han establecido más etapas faunales que unidades de tiempo geológico.

Las Eras Geológicas son las distintas etapas en las cuales evolucionaron diferentes seres vivos, según el pasar del tiempo, para adaptarse al medio en el que nosotros actualmente nos encontramos. Por eso podemos decir que la Geología, es la ciencia que trata de la historia de la Tierra, su constitución, origen y formación de los materiales que la componen.

La escala de tiempo está subdividida en cinco ERAS y PERÍODOS y éstos a su vez en ÉPOCAS, cuya etimología (griega) se refiere a las etapas del desarrollo de la vida tal cual hoy la conocemos.

Las Eras se encuentran delimitadas por grandes cambios en la corteza terrestre, que originaron a su vez grandes sistemas montañosos y los períodos, están caracterizados por la presencia de rocas de diferentes tipos, de organismos fosilizados, muchos de ellos se encuentran extintos, desde hace millones de años en los que se originaron importantes procesos geológicos y biológicos.



Estratos visibles en el Gran Cañón del Colorado



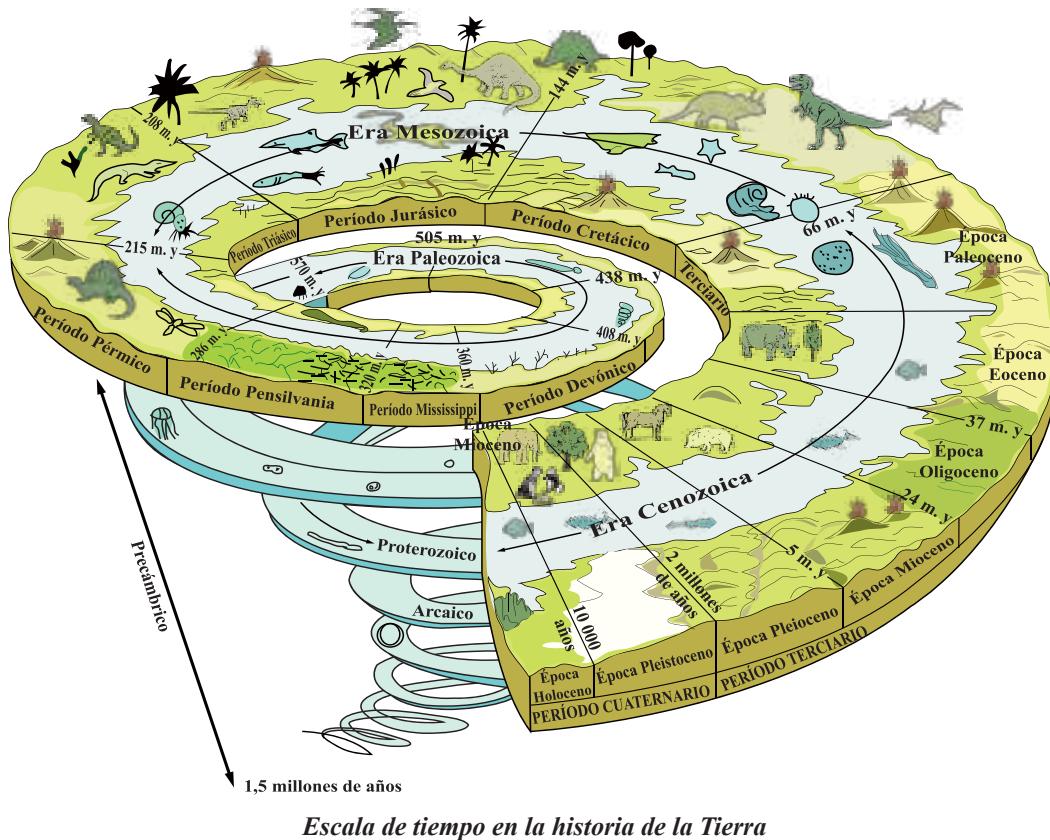
Restos fósiles

Las eras geológicas se dividen de la siguiente manera:

- Precámbrica (Azoica y Arcaica).
- Paleozoico.
- Mesozoico.
- Cenozoico (Terciario, Cuaternario).

Compruebe sus conocimientos

Analice el esquema: a continuación encontrará un gráfico en espiral que describe el tiempo geológico y los principales acontecimientos que se dieron y especialmente el surgimiento de los seres vivos.



Escala de tiempo en la historia de la Tierra

La escala geológica del tiempo se presenta de dos maneras: enrollada (en forma de un espiral), representando: **eras, períodos y época** y seguidamente los **cuadros o matrices** con los aspectos más sobresalientes para su estudio compare los diferentes momentos y los acontecimientos en el tiempo y realice un ensayo de lo que va caracterizando cada etapa (condiciones geológicas, tiempo y seres vivos que caracteriza cada era, período y época del proceso evolutivo de la Tierra).

Era	Período	Época	Duración en Millones de años	Condiciones geológicas	Plantas y Microorganismos	Animales
CENOZOICA (edad de los mamíferos)	Cuaternario	Holoceno	0,01	Fin de la última edad del hielo; clima más cálido.	Disminución de las plantas leñosas; esplendor de las herbáceas.	Edad del Homo sapiens.
	Pleistoceno		2,0	Cuatro Edades de Hielo; glaciares en el hemisferio norte; elevación de cordilleras.	Extinción de muchas especies.	Extinción de muchos mamíferos de gran tamaño.
	Terciario	Plioceno	5	Levantamiento y formación de montañas; volcanes; clima más frío.	Desarrollo de praderas; reducción de los bosques; angiospermas.	Grandes carnívoros; muchos mamíferos herbívoros ; primeros primates conocidos del tipo humano.
		Mioceno	25	Clima más frío y seco; formación de montañas.	Continúa la diversificación de las angiospermas.	Evolución de muchas formas de mamíferos
		Oligoceno	38	Levantamiento de los alpes y el Himalaya; casi todas las tierras descienden, actividad volcánica en las Rocallosas.	Generalización de los bosques; angiospermas ; aparición de las monocotiledóneas .	Evolución de los simios ; había representantes de todas las familias de mamíferos.
		Eoceno	55	Clima más cálido.	Gimnospermas y angiospermas dominantes.	Comienzo de la edad de los mamíferos ; aves modernas.
		Paleoceno	65	Clima templado a frío; desaparición de mares continentales.		Evolución de los primates .
	MESOZOICA (edad de los reptiles)	Cretácico	144	Separación de los continentes formación de las Rocallosas; otros continentes y pantanos.	Origen de las angiospermas; declinación de gimnospermas.	Los dinosaurios llegan a su máximo esplendor, luego se extinguen; extinción de las aves dentadas; primeras aves modernas ; mamíferos primitivos .
		Jurásico	213	Clima templado; continentes bajos; mares internos; formación de montañas; continúa la deriva continental.	Han proliferado las gimnospermas.	Dinosaurios grandes, primeras aves dentadas; marsupiales insectívoros.

Era	Período	Época	Duración en Millones de años	Condiciones geológicas	Plantas y Microorganismos	Animales
PALEOZOICA (edad de la vida primitiva)	Triásico		248	Formación de montañas; desiertos extensos; da comienzo a la deriva continental.	Dominan las gimnospermas.	Primeros mamíferos ovíparos.
	Pérmino		286	Fusión del super continente Pangea , glaciares, formación de los Apalaches; elevación de los continentes.	Diversificación de las coníferas; evolución de las cicadas.	Aparición de insectos modernos; extinción de muchos invertebrados del paleozoico; reptiles semejantes a los mamíferos.
	Carbonífero		360	Tierras bajas; grandes pantanos carboníferos; clima cálido y húmedo; después más frío.	Bosques de helechos, licopodios, equisetos y gimnospermas.	Primeros reptiles; dispersión de los anfibios primitivos; muchas formas de insectos; abundantes tiburones primitivos.
	Devónico		408	Glaciares; mares internos.	Plantas terrestres, bien establecidas; primeros bosques; aparecen gimnospermas; surgen briofitas.	Primeros anfibios; muchas especies de insectos sin alas; muchos trilobites.
	Silúrico		438	Los continentes en su mayor parte son llanos; inundaciones.	Aparecen plantas vasculares; las algas dominan el medio acuático.	Edad de los peces; aparecen artrópodos terrestres.
	Ordovícico		505	El mar cubre los continentes clima cálido.	Dominio de las algas marinas; aparecen las primeras plantas terrestres.	Evolución de los peces; aparecen los peces.
	Cámbrico		570	Clima templado; tierras bajas; depósitos más antiguos con abundantes fósiles.	Las algas dominan el medio acuático.	Dominio de los invertebrados.
	Precámbrico		1500	Enfriamiento del planeta; formación de la corteza terrestre; formación de montañas.	Algas primitivas y hongos; protozoarios marinos.	Edad de los invertebrados marinos; están representados casi todos los filos modernos.
						Al final, invertebrados marinos.

Busque video en el sitio: <http://sites.google.com/site/laserasgeologicas/eras-geologicas-1/era-arcanaica/aprende-con-videos>.

Recuerde

La teoría evolutiva se sustentó en un gran número de datos, a los que se han sumado posteriormente **numerosas evidencias** que ponen de manifiesto la evolución histórica de la vida. Se pueden clasificar estas evidencias distinguiendo las cinco principales fuentes de las que provienen: la observación directa, el estudio de la biogeografía, el registro fósil, el estudio de las homologías y la imperfección de la adaptación.

Prueba paleontológica: los primeros naturalistas europeos que exploraron las tierras recién descubiertas de África, Asia y América; encontraron que el número de especies diferentes, era mucho mayor de lo que nadie había sospechado.

Los naturalistas observaron que algunas de estas especies exóticas se asemejaban mucho a otras. Como se necesitaba excavar para formar caminos, minas y canales, observaron que muchas rocas extraídas de la tierra presentaban entre sus capas fragmentos de **fósiles** (en latín significa “**extraídos de la tierra**”). En un inicio pensaron que algunos de estos fósiles eran rocas ordinarias, hasta que se hizo evidente que eran restos de plantas o animales que vivieron mucho tiempo atrás que se habían transformado en roca.



Archaeopteryx

Algunos fósiles interesantes son: seres vivos fosilizados, rastros, madrigueras, huellas o excrementos que los organismos dejaban a su paso. En la figura se muestra el fósil del Archaeopteryx, este ilustra un puente entre las aves actuales y los reptiles del Mesozoico exhibido en el Museo de Historia Natural, Londres.

Series filogenéticas: la **filogenia** es la determinación de la historia evolutiva de los organismos.

El primer paso para reconstruir la filogenia de los organismos es determinar cuán parecidos son entre sí en su morfología, anatomía, embriología y otras.

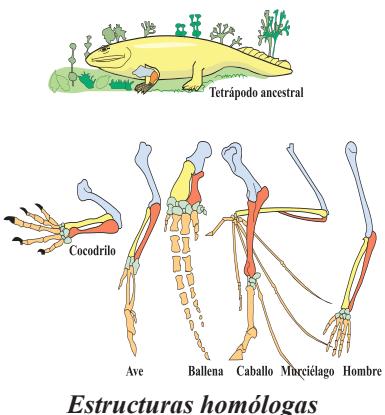
Las pruebas acumuladas a favor de la evolución por todas las disciplinas biológicas han aumentado con el avance científico, llegando a ser aplastantes. Uno de los **ejemplos** de las evidencias que demuestran la evolución es la evolución del caballo.

El caballo pertenece a la especie EQUUS CABALLUS y se piensa que desciende del EOHIPPUS, un animal con aspecto de zorro que existía aproximadamente hace 50 millones de años y que evolucionó hasta el caballo actual por diversos motivos como pueden ser: adaptarse a la huida de los depredadores, cambios en el cuello, en el cráneo y en la dentición por hábitos alimentarios, así como la climatología.

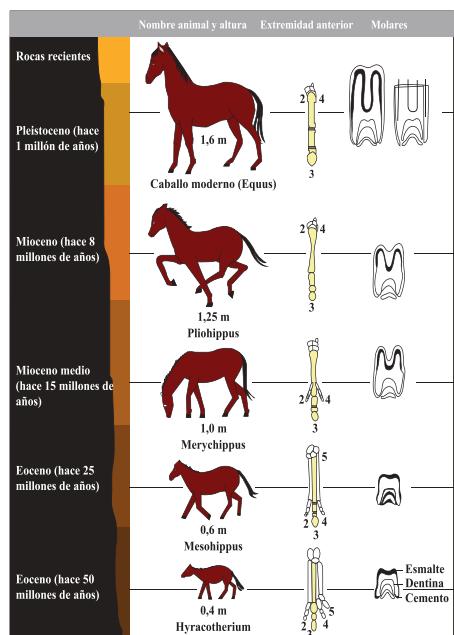
Fue cambiando absolutamente la morfología en general del caballo primitivo hasta el caballo actual y que de forma especial y muy significativa cambió de los cuatro dedos del EOHIPPUS hasta las extremidades con un solo dedo del EQUUS CABALLUS.

Anatomía comparada: Cuvier, es el fundador de una de las pruebas clásicas de la evolución, **la Anatomía Comparada**.

Los conceptos básicos en anatomía comparada son la **homología** y la **analogía**.



Homología: los órganos homólogos son aquéllos que tuvieron un mismo origen pero desempeñan una función diferente, debido a la divergencia adaptativa. **Ejemplo:** las extremidades de un caballo, un topo, un murciélagos, una ballena y un ave. También existen órganos homólogos llamados vestigiales, que se mantienen presentes en cada generación y que sin embargo no realizan función alguna; por ejemplo, en los seres humanos el coxis es un remanente de la cola; otros órganos vestigiales son el apéndice y las muelas del juicio.



Filogenésis: La evolución del caballo

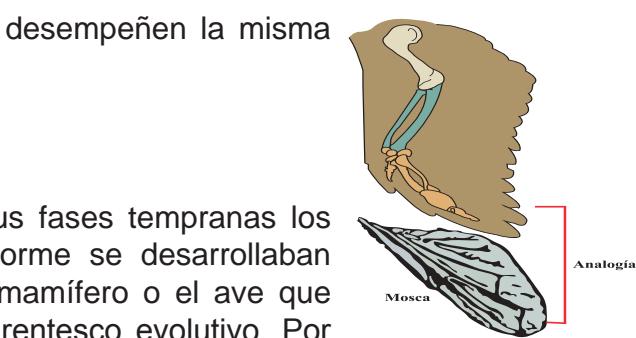
Órganos análogos: son los órganos que aunque desempeñen la misma función, tienen orígenes diferentes:

El ala de un ave y el ala de un insecto.

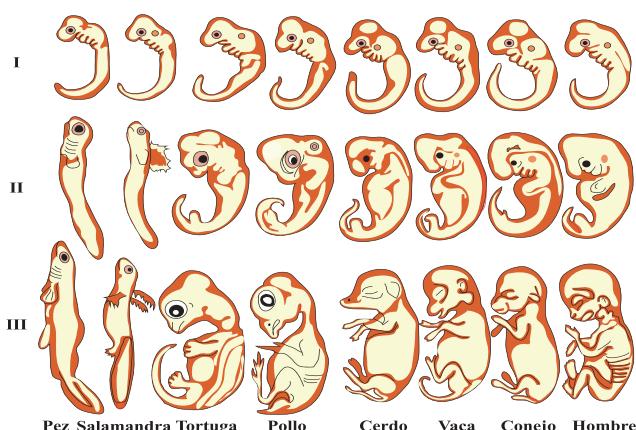
Prueba embriológica: Häckel descubrió que en sus fases tempranas los embriones vertebrados eran muy similares y conforme se desarrollaban se iban diferenciando hasta manifestarse el reptil, mamífero o el ave que corresponda. Lo cual refleja un mayor grado de parentesco evolutivo. Por tanto, el **desarrollo embrionario** es una recapitulación abreviada de la historia evolutiva de los seres vivos.

Grupos tan diferentes como peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos tienen un desarrollo embrionario tan similar porque han heredado los patrones de desarrollo de un antecesor común.

Estos patrones van cambiando a la vez que los descendientes evolucionan en distintas direcciones; sin embargo, algunos órganos se mantienen incluso, cuando han perdido toda utilidad (órganos vestigiales), por ejemplo, en las primeras fases del desarrollo embrionario los humanos presentan



Estructuras análogas



Historia evolutiva de la diversidad

pequeñas branquias y cola hasta las seis semanas, el coxis nos ha quedado como un vestigio de la cola, que tuvimos durante nuestra fase embrionaria.

Prueba bioquímica: ciertos fenómenos bioquímicos han probado ser muy útiles para determinar el grado de relación existente entre los organismos. **Por ejemplo**, el grado de especificidad de ciertas proteínas que produce cada organismo puede compararse con el de otros animales por medio de una reacción antígeno - anticuerpo que consisten en inyecciones repetidas de proteínas del suero de res en un animal de laboratorio, como el conejo, inducirá la formación de anticuerpos en la sangre de este animal. La mezcla de estos anticuerpos con el suero de res, originará una precipitación visible como resultado de la reacción antígeno - anticuerpo. Los mismos anticuerpos del conejo al mezclarse con el suero de otra especie animal tal como cabra y aun el hombre mostrarán diversos grados de precipitación, según la proximidad del ancestro común entre las especies. La técnica inmunológica ha servido como método semicuantitativo para la resolución de las relaciones evolutivas de parentesco entre los diversos organismos. Se ha demostrado que el hombre está más íntimamente relacionado con los primates que cualquier otro grupo de mamíferos; que los cordados tienen más semejanza con los equinodermos que con otros invertebrados.

Pruebas genéticas: las investigaciones en Genética han aportado también multitud de pruebas. Al comparar los cromosomas de la especie humana con los de los grandes primates, chimpancé, gorila y orangután, se observa una gran homología en cuanto a tamaño y posición del centrómero. La única diferencia notable es que la especie humana tiene 23 parejas y los primates 24. No obstante, cada uno de los dos brazos del cromosoma 2 de la especie humana, metacéntrico, se puede considerar homólogos a dos cromosomas acrocéntricos de estos primates. Probablemente, en la línea evolutiva que condujo a la especie humana, los dos cromosomas acrocéntricos se fusionaron para dar lugar a dicho cromosoma 2.

El análisis de la composición del ADN, demuestra la similitud de todos los seres vivos y su origen común. El hecho de comparar secuencias de nucleótidos en el ADN de especies diferentes, puede proporcionar información sobre su parentesco evolutivo. Si el número de diferencias es bastante alto el parentesco entre dichas especies es débil. Por el contrario si las diferencias son escasas evidencian proximidad del antecesor común, lo cual permite construir el parentesco evolutivo de estos individuos.

Pruebas taxonómicas: Linneo estableció un sistema de clasificación binomial. El primer nombre, el género, es compartido por otras especies muy similares, mientras que el segundo, el específico, es diferente entre una y otra especie. El león, gato, leopardo, tigre, entre otros, todos son Felis, pero cada uno tiene un nombre diferente en su especie. Cuando estudiamos las **categorías taxonómicas** estudiamos los diferentes taxones de orden superior, pero, por debajo de la categoría **especie**, los individuos se pueden agrupar en **subespecies (raza)**, lo que no implica ningún tipo de aislamiento reproductor, como ocurre entre especies distintas.

Las categorías taxonómicas representan grados de parentesco: las especies agrupadas en un género tienen antecesores comunes más recientes que diversos órdenes agrupados en una clase, que los tendrán también, pero más remotos.

Pruebas biogeográficas: la Biogeografía es la ciencia que estudia la distribución de las plantas y animales sobre la Tierra. Apoyados en la hipótesis de la Pangea.

En la actualidad hay especies de faunas diferentes en continentes separados, pero con antepasados comunes. Los seres vivos que viven juntos evolucionan de la misma forma, cuando se separan evolucionan de forma diferente.

Por ejemplo, las aves grandes que no vuelan, tienen potentes patas que las hace buenas corredoras, como el avestruz de África, el ñandú de Suramérica y el emú de Australia, son semejantes, se supone un ancestro común antes de la separación de los continentes, al separarse, al paso del tiempo, con otro clima evolucionaron y se fueron moldeando diferentes.



Emú



Avestruz



Nandú

Compruebe sus conocimientos



¿Qué diferencias encuentra usted entre eras y períodos geológicos? Nombre las eras geológicas, el tiempo en que se desarrollaron y lo que caracterizó a cada una. Mencione algunas de las evidencias de la evolución. ¿A qué se le llama órganos vestigiales? ¿Qué son órganos homólogos y por qué su estudio está considerado como una prueba evolutiva? ¿A qué se le llama fósil? ¿Cómo se puede conocer la edad de un fósil?



Explique de qué manera la paleontología ha descrito la evolución del caballo. Indague la relación de los camélidos: llamas y alpacas sudamericanas con los camellos asiáticos.



¿Qué evidencia evolutiva nos muestra el hallazgo del archaeopterix? Utilice como recurso didáctico el internet y busca el video “Pruebas biogeográficas” (Hipótesis la Pangea). El video se encuentra en el portal educativo del Ministerio de Educación, menú currícula. <http://www.youtube.com/watch>. Deriva continental. Pangeai/

Evolución genética de las poblaciones

Las adaptaciones de las especies, como la forma de un diente o el color de una flor, se determinan por los genes presentes en el código de ADN. Cuando Charles Darwin desarrolló su teoría de la selección natural en la primera década del siglo XIX, lo hizo sin incluir el concepto de los genes. Desde ese entonces se ha recolectado una gran cantidad de información sobre los genes y se modificó la teoría de Darwin. El entendimiento moderno de la evolución se basa en la teoría de Darwin, pero en ellas se incluyen actualmente los principios de la Genética, los cuales eran desconocidos en aquella época.



Pero, ¿Qué factores son responsables del cambio evolutivo?

La evolución es ante todo un proceso genético y la genética de poblaciones es la disciplina biológica que suministra los principios teóricos de la evolución.

La evolución es un hecho histórico completamente establecido, pero en esta ciencia se parte del supuesto de que los cambios evolutivos a pequeña escala, son los que se dan en el seno de las poblaciones de las especies, que contienen todos los elementos necesarios para explicar la evolución, la macroevolución o evolución a gran escala, que no es más que la extrapolación en el espacio y en el tiempo de los procesos básicos de las poblaciones.

Población: en términos genéticos, una población se define como un conjunto de individuos que pertenecen a una misma especie, que coexisten en un mismo espacio y tiempo, que comparten ciertas propiedades que producen una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo.

Dobzhansky (1950) definió el concepto de **población mendeliana** como un grupo de individuos que comparten en el tiempo y en el espacio, un acervo genético común.



Población de cabras

En una población se pueden describir varios acervos o patrimonios genéticos, dependiendo de cuáles sean las unidades genéticas que consideremos: alelos, gametos o genotipos; en todos los casos, la descripción del correspondiente acervo se realiza enumerando los elementos que lo componen, sus respectivas frecuencias y que se hayan observado en la población.



¿Pueden evolucionar organismos individuales? ¿Pueden adquirir o perder características como respuesta a la selección natural?

Se conoce que la selección natural puede actuar sobre el fenotipo de un individuo, o sea, actuar sobre la expresión externa de sus genes. Si un organismo posee un fenotipo que no se adapta a su ambiente, el resultado será la inhabilidad para competir con éxito.

Sin embargo, dentro del tiempo de vida de un individuo, no es posible que evolucionen características nuevas como respuesta a la selección natural. Por el contrario, la selección natural trabaja solamente en poblaciones sobre muchas generaciones.

Para entender cómo cambian los genes de una población a lo largo del tiempo, imagina que todos los genes de una población constituyen su **banco genético**. Considera, por ejemplo la población de boca de dragón (*Antirrhinum majus*), que muestra un patrón hereditario conocido como dominancia incompleta, tal a como se muestra en la imagen.

Si conocemos los genotipos de todos los organismos de una población, podrás calcular la **frecuencia alélica**, es decir, el porcentaje de un alelo particular dentro del banco de genes. Se dice que una población en la que la frecuencia de los alelos no cambia de una generación a la siguiente, está en **equilibrio genético**.

La población es el sustrato básico donde se forja la evolución. En el seno de la población se da el hecho inevitable de que algunos individuos dejan más descendientes que otros. Como el único componente que se transmite de generación en generación es el material genético (*los genes*), el que un individuo deje más descendientes implica que sus genes estarán más representados en la siguiente generación.

De este modo, las frecuencias de los distintos genes cambiarán de una generación a otra, y este cambio es irreversible cuando se considera el conjunto de los genes de la población, pues es muy improbable que se vuelva a una configuración previa en todos los genes. Por tanto, desde el punto de vista de la población, la evolución es en último término un cambio acumulativo e irreversible de las proporciones de las diferentes variantes de los genes o alelos en las poblaciones.



¿Qué procesos hacen que unos alelos cambien en frecuencia de generación en generación?

Los agentes que cambian las frecuencias génicas de las poblaciones, o sea los **factores de evolución**, son la mutación, **la deriva genética**, la migración y la selección natural.

Mutación: la variación es la materia prima de la evolución. Sin variación genética no es posible la evolución. La fuente última de toda variación genética es la mutación. Una mutación es un cambio estable y heredable en el material genético. Las mutaciones alteran la secuencia del ADN y por tanto introducen nuevas variantes. Muchas de estas variantes suelen ser eliminadas, pero ocasionalmente algunas de estas variantes pueden tener éxito e incorporarse en todos los individuos de la especie. La mutación es un factor que aumenta la diversidad genética.

Deriva génica: en cada generación se produce un sorteo de genes durante la transmisión de gametos de los padres a los hijos que se conoce como deriva genética. La mayoría de los organismos son diploides, es decir, tienen dos ejemplares de cada gen. Los gametos de estos organismos portan sólo uno de los dos ejemplares (*alelos*) de cada gen. El que un gameto lleve un alelo u otro es una cuestión de azar, análoga a obtener una cara al tirar una moneda, por lo que la formación de gametos y su consiguiente unión para formar los huevos de la siguiente generación, sólo puede describirse como un proceso probabilístico. Si un alelo no llega a transmitirse a la siguiente generación, este alelo se habrá perdido para siempre.



Conjunto de genes de las poblaciones de la reserva genética de Yucul

Primera generación								Frecuencia del Fenotipo	Frecuencia alélica
RR	RR	RR'	RR'	RR	RR'	RR	RR'	Blanco = 0 Rosado = 0,5 Rojo = 0,5	R = 0,75 R' = 0,25
Segunda generación									
RR	RR'	RR	RR'	RR	RR'	RR	RR'	Blanco = 0,12 Rosado = 0,25 Rojo = 0,525	R = 0,75 R' = 0,25

La **deriva genética**, es provocada por dos fenómenos: el **efecto fundador** que es cuando una población de seres vivos queda aislada y disminuye su variabilidad genética, debido a que sus miembros empiezan a cruzarse entre sí y llega un momento, en que los descendientes son diferentes de la población original, ya que al existir cruces entre parientes empiezan a salir genes que estaban ocultos. **Ejemplo** los mlabi de Tailandia y los amish de Pensilvania.

Otro **ejemplo** es de las especies de aves que se pierden en islas oceánicas. Este aislamiento puede originar nuevas especies cuando pasan miles de años.

Efecto cuello de botella. Es cuando una población de seres vivos es casi exterrinada por un parásito, un depredador o por el hombre y quedan unos pocos individuos que son los progenitores de toda la población. **La deriva genética disminuye la variabilidad genética ya que aumenta la pureza de las poblaciones y cambian las frecuencias de los genes.**

Migración: el intercambio de genes entre las poblaciones debido a la migración es otro factor de cambio genético en las poblaciones. Las migraciones humanas durante la expansión neolítica determinaron significativamente el tipo y la cantidad de variación genética de nuestra especie.

La selección natural: es el proceso que resulta del cumplimiento de las tres condiciones siguientes: 1. Variación fenotípica entre los individuos de una población. 2. Supervivencia o reproducción diferencial asociada a la variación y 3. Herencia de la variación. El cumplimiento de las tres lleva al cambio de la composición genética de la población por selección natural.

Gabas que...

Algunas veces la deriva genética en una población resulta ser un incremento, en vez de una disminución, de los alelos poco comunes. Un ejemplo de esto se puede ver en la comunidad amish del condado de Lancaster, Pensilvania, que cuenta con 12 000 miembros.



Esta comunidad se inició aproximadamente con 30 individuos. Algunas de estas personas tenían alelos recesivos con brazos y piernas cortos y dedos adicionales en las manos y en los pies. La frecuencia de este alelo es mucho más alta en la comunidad amish que en otras poblaciones, es de 1 en 14, en vez de 1 en 1000.

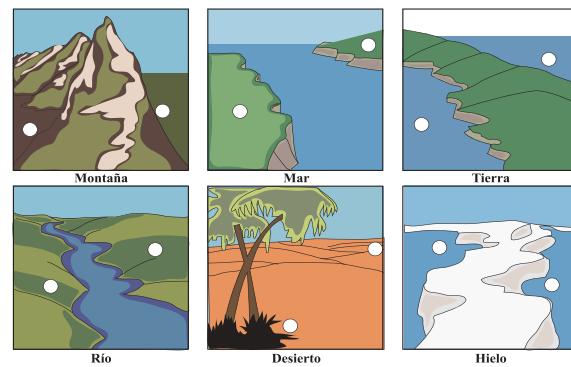
Las barreras físicas: aislamiento geográfico que pueden evitar el entrecruzamiento. **Un ejemplo** de ello es una población de ranas arbóreas que habitan en el denso bosque húmedo tropical de la **Reserva de la Biosfera Bosawás**. Con el paso del tiempo, las sequías periódicas empiezan a dividir tramos de bosque continuo en áreas muy pequeñas, separando la población inicial de ranas en grupos más pequeños. Otros factores ambientales causan desviaciones en el curso normal de los ríos que aumentan el aislamiento del territorio.



El aislamiento geográfico puede evitar el entrecruzamiento

Las erupciones volcánicas pueden ir acompañadas de emisiones de lava que potencialmente pueden separar a una población.

Los cambios en la altura del nivel del mar a lo largo de la plataforma continental, como también los ambientes isleños como el de la Reserva de la Biosfera Isla de Ometepe, que el lago Cocibolca a su alrededor forma una barrera de agua entre las poblaciones.

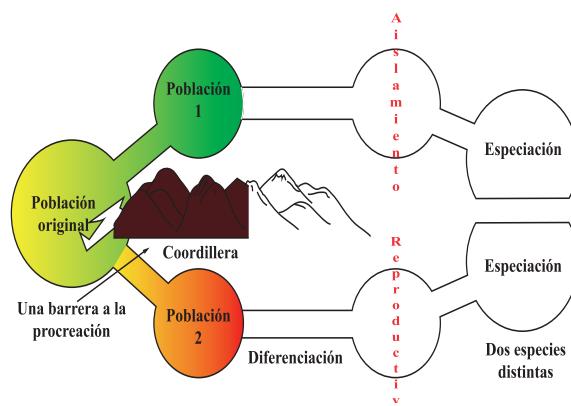


Barreras físicas o geográficas

El aislamiento geográfico puede llevar a diferencias en el comportamiento para el apareamiento: cuando una población queda aislada geográficamente, se cierra el banco de genes y cesa el intercambio genético entre los grupos.

 Observa las etapas de este proceso en la ilustración y en lo descrito a continuación.

El aislamiento reproductivo: se da cuando se impide que los organismos que estaban en capacidad de cruzarse, produzcan descendencia fértil.



Hay muchos tipos diferentes de aislamiento reproductivo. Uno de ellos se da cuando el **material genético** de los grupos se vuelve tan diferente, que empiezan a ocurrir nuevas mutaciones errores durante el desarrollo del cigoto, si es que llega a formarse un cigoto. Otro tipo de aislamiento reproductivo es el **estacional**, por ejemplo, si el comportamiento de uno de los tres grupos de ranas evoluciona de tal manera que se aparea en el invierno, mientras que los otros dos grupos se aparean durante los meses de verano, entonces estos grupos se encuentran en un **aislamiento reproductivo** con respecto al primer grupo.

Cabgas que...

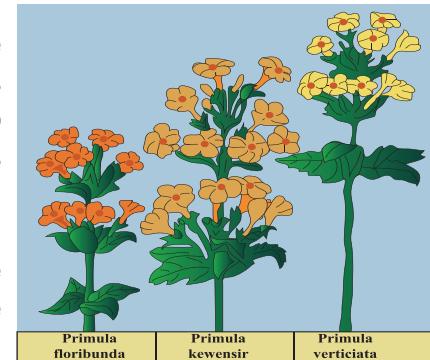
El ambiente es “selectivo” en el sentido de que ciertos caracteres dan a sus poseedores cierta ventaja en la supervivencia y procreación. Esta es la esencia del proceso denominado **selección natural**. Se dice que los individuos que tienen caracteres que los capacitan mejor para sobrevivir y reproducirse, “han sido seleccionados” por medio de una selección natural. La evolución es el resultado de una selección natural, donde los cambios en el material genético colectivo de la población (banco de genoma), se alteran con el paso del tiempo. Finalmente, estos cambios genéticos se expresan, como diferencias en el funcionamiento y la estructura de los organismos individuales, ejemplo evolución del caballo.

La especiación: es el proceso mediante el cual una población de una determinada especie da lugar a otra y otras especies. La aparición de nuevas especies depende de dos variables: el tamaño de las poblaciones y la frecuencia con que aparecen diferencias entre los individuos. Los grupos más numerosos son los que más se multiplican, cada grupo grande tiende así a aumentar siempre más y por la misma razón a presentar caracteres más distintos. La diferencia

entre individuos es importante porque cuanto más se diferencian los miembros de un grupo en su conformación, más preparados están para ocupar hábitats variados y adaptarse a ellos y por su aumento numérico suplantar a las otras variedades.

El proceso de **especiación**, a lo largo de *3 800 millones de años*, ha dado origen a una enorme diversidad de organismos, millones de especies de todos los reinos, que han poblado y pueblan la Tierra casi desde el momento en que se formaron los primeros mares. Además del aislamiento geográfico que determina especiación también puede lograrse mediante la poliploidía.

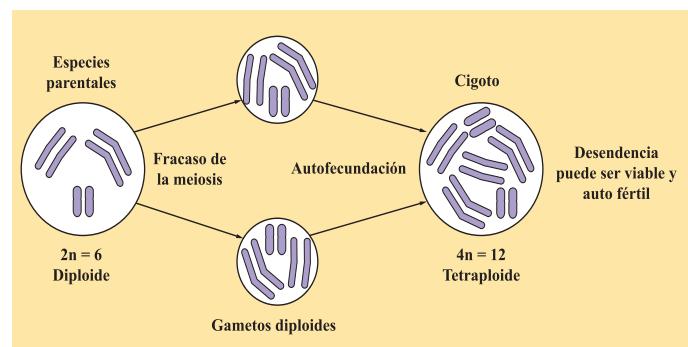
Especiación por poliploidía: es el fenómeno por el cual se originan células, tejidos u organismos con tres o más juegos completos de cromosomas de la misma o distintas especies o con dos o más genomios de especies distinta. Si los genomios de un individuo poliploide provienen de la misma especie, se dice que es un autopoliploide o simplemente autopolioide. Dependiendo del número de genomios completos que posee el individuo o especie, se denominan como triploide si contiene *3 genomios*, tetraploide al contener *4* y así sucesivamente. Surge cuando ocurren errores durante la meiosis, entonces los descendientes tienen más cromosomas que sus padres, dando como resultado que algunos híbridos puedan volverse fértiles por poliploidía.



Varias de las especies del género *Primula* se han originado por poliploidía a partir de *Primula floribunda*.

La especiación por poliploidía es tal vez la forma más rápida de la especiación porque el **aislamiento reproductivo es instantáneo**. Cuando un individuo poliploide se aparea con un individuo diploide normal, los cigotos que se forman tienen dificultad para desarrollarse normalmente debido al cambio en el número de cromosomas. Se calcula que cerca de la mitad de las plantas con flores conocidas se han originado de esta manera, así como muchos cultivos importantes como algodón, trigo, maíz, tomate y plátanos.

En animales está mucho menos difundida la poliploidía por presentar muchos problemas fisiológicos: el tamaño del animal no aumenta y por tanto al ser las células más grandes los poliploides tienen menor número de ellas.



Especiación por poliploidía

Especiación mediante el proceso de gradualismo: es el concepto de que las especies se originan a través de una acumulación gradual de adaptaciones nuevas.

El cambio evolutivo ocurre a través del cambio gradual, de larga duración, de las poblaciones y no por la producción repentina de individuos de un nuevo tipo. La transformación de una especie en otra representa la suma de pequeños cambios que sufrieron una serie de generaciones sucesivas en curso de adaptación. La evolución progresiva a pequeños pasos y jamás hace

un salto brusco. Autores posteriores a Darwin, como Thomas H. Huxley y Hugo De Vries eran partidarios de una evolución saltacionista.

La evidencia fósil apoya el gradualismo, por ejemplo, la acumulación lenta y constante de las adaptaciones vistas en los fósiles de los camellos y los caballos apoyan este punto de vista.

La preocupación de la comunidad científica mundial es que actualmente las especies se están exterminando con rapidez acelerada, no permitiendo dar paso a la especiación, **se necesitan más de mil años para que se dé la especiación naturalmente**. La actual **extinción** de especies animales y vegetales, está siendo causado por una sola especie, **LOS SERES HUMANOS**.

Recuerde

El proceso contrario a la especiación es la extinción, que es, en definitiva, el destino último de todas las especies, que alguna vez existieron en el planeta.

Sabías que...

Hallan nuevas especies de mojarras

Tres nuevas especies de mojarras fueron descubiertas en la Laguna de Apoyo (laguna craterica que se encuentra ubicada entre Masaya y Granada), que a pesar del interés de los científicos del mundo, están en peligro de extinción. Amphilophus flaveolus es una especie extremadamente rara y únicamente encontrada en la Laguna de Apoyo, “Son especies de estrecho parentesco” que parecen ser productos de especiación alopátrica (la especiación alopátrica es, simplemente, un nombre moderno para la especiación por aislamiento geográfico).

La hibridación: el cruce de dos animales de especies diferentes dentro del mismo género, no siempre es posible, y cuando se puede lograr, la cría es estéril, por ejemplo, una mula es un animal híbrido estéril que resulta de la crusa entre un burro con una yegua o un caballo con una burra, nace una mula.

Comparte algunas características con los caballos y burros, pero difiere en otras debido a ciertos genes que varían su efecto en función de si se reciben de la madre o del padre.



Caballo



Burra, asno, jumento



Mula

La mula es generalmente grande y más fácil de criar, por lo que ha sido la preferida por los criadores. Otra razón para la abundancia de las mulas es que los genes son más compatibles entre sí cuando el burro es el padre y la yegua la madre.

Compruebe sus conocimientos



En su equipo de trabajo, elabore un mapa conceptual en el que relacione los siguientes conceptos: especiación, aislamiento reproductivo, aislamiento geográfico, barreras, selección natural, mutación, deriva genética, banco de genes.



¿En qué consiste la deriva génica? Describa los diferentes tipos de barreras físicas que obstaculizan el entrecruzamiento de especies. Explique, ¿Quién evoluciona? ¿La población o los organismos? ¿Cómo se lleva a cabo esta evolución? ¿En qué consiste la especiación y a qué ritmo se da? ¿En qué consiste la poliploidía, se podría realizar artificialmente, con qué interés?

La humanidad forma parte de un vasto universo en evolución

Desde la más remota antigüedad diversos pueblos crearon distintas leyendas acerca del origen milagroso de los primeros seres humanos, de igual manera durante milenios el problema del origen y evolución ha sido preocupación constante en nuestra especie.

Es ya a finales del pasado siglo, que con los modernos avances de la Genética, la Bioquímica y los extraordinarios descubrimientos realizados en África, se puede tener una idea mucho más clara acerca del origen de los primeros homínidos.



¿Cuál es su idea acerca de la evolución humana? ¿Sabe usted a qué orden pertenecemos los seres humanos? ¿Quiénes más pertenecen a este orden? ¿Qué características tenemos en común?



Carlos Darwin publicó en 1871 su libro “La descendencia del hombre”, en donde presentó la unidad de origen entre el hombre y los animales, idea que provocó rechazo entre la sociedad.

Los creacionistas rechazan la teoría de la evolución del hombre, sin embargo, la ciencia ha demostrado, por evidencias fósiles y más recientemente con las pruebas bioquímicas, que el desarrollo del hombre exhibe las misma pautas generales de evolución de todo ser vivo.



Reconstrucción del pasado de la humanidad

El estudio de las distintas formas fósiles, su fechado por modernos métodos de cronología y una mayor profundización de las investigaciones que se realizan sobre el proceso

Prosimios: tarsio y lémur

evolutivo de los seres humanos, partiendo de formas prehomínidas primitivas, derivadas del grupo de mamíferos conocidos como primates.

Evolución de los homínidos: por diversas evidencias sabemos que el hombre es más semejante al chimpancé y al gorila que otros primates, pero difiere de tantas características, que forma una familia aparte, **los homínidos**.

En los homínidos existe una fuerte tendencia a la posición erguida, dejan hábitos arborícolas y adquieren la locomoción bípeda. Este tipo de locomoción tiene ventajas significativas para la evolución biológica y cultural del hombre, ya que permite que las manos queden libres para ser utilizadas en otras tareas, como la de manipular y construir objetos, también facilita dar pasos largos o zancadas, lo que presenta una manera más eficiente de desplazarse.

Género Australophitecus

El Australopithecus es el homínido más antiguo que se conoce. Australopithecus quiere decir "simio sudafricano" y se estima su antigüedad hasta en *4 millones de años*.

En 1925, el paleontólogo Raymond Dart descubrió el cráneo de un Australopithecus en Taung, al sur de África. El descubrimiento de este fósil, ancestro del ser humano e íntimamente relacionado con el mono, provocó polémica porque se encontró en África hasta entonces se había instituido el origen del ser humano en Europa.

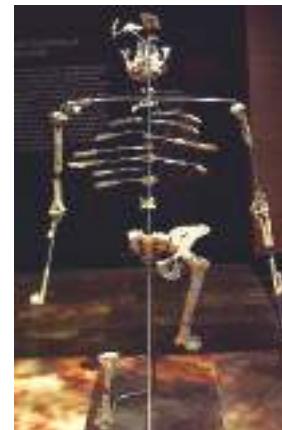
En lugares cercanos a este descubrimiento se encontraron otras especies de Australopithecus (*afarensis, africanus, robustus, boisei*), que confirmaron el origen del hombre en África.

Australopithecus afarensis

Al parecer se extinguío hace *1 millón de años*, mantenían una postura erguida y su forma de locomoción era bípeda, eran por consiguiente, indiscutiblemente homínidos. En el cráneo, la posición del agujero occipital es intermedia entre los antropoides y los seres humanos. Aparentemente cazaban gacelas, monos, babuinos, pájaros y jirafas, entre otros animales. Fabricaban herramientas como martillos y garrotes de piedra o huesos.

La capacidad craneana era de *450 a 650 cc*, menos de la mitad de los humanos actuales, que es de *1200 a 1550 cc*. Tenían un mayor tamaño en la región frontal del cráneo, con un acentuado prognatismo, (deformación de la mandíbula) lo que les daba una apariencia simiesca. En 1974, Donald Thompson descubre en Etiopía un esqueleto femenino, "**Lucy**", el mejor conservado de tres y medio millones de años de antigüedad. La desaparición de Australopithecus se ha atribuido a la crisis climática que se inició hace unos *2,8 millones de años* y que condujo a una desertificación de la sabana.

Leakey descubrió la mandíbula, parietales y otros huesos del que proclamó como primer miembro del género humano y primer fabricante y usuario de herramientas. Sin embargo, no todos los científicos están de acuerdo con esta teoría, aunque es probable que esta especie represente la transición evolutiva entre los Australopithecus y los posteriores homínidos.



Australopithecus Lucy

Un descubrimiento reciente: el Kenyanthropus platyops

En 1999, la pareja de paleontólogos Meave y Richard Leakey encontraron a orillas del lago Turkana, en Kenya, África, un cráneo con una edad aproximada de *3,5 millones de años*. Este hallazgo abrió nuevos caminos en la búsqueda del ancestro más antiguo del ser humano moderno. Ahora se piensa en la posibilidad de que los restos del homínido (pre-humano) encontrado en Kenya puedan ser los del primer antepasado prehistórico del hombre moderno.

Australopithecus africanus: es una especie de homínido fósil de Sudáfrica. Los primeros restos fósiles, el cráneo de un niño conocido como el niño de Taung, fueron descubiertos en 1924 por Raymond Dart en Taung, Sudáfrica, pero no fue tomado en cuenta hasta *30 años* después. La biocronología (estimación de la edad biológica) de la especie abarca desde plioceno superior al pleistoceno inferior, aunque las edades absolutas son difíciles de determinar por la características de los yacimientos. Algunas fuentes barajan cifras desde menos de *3 millones de años* de antigüedad hasta más de *2 millones*, otras lo datan entre *3,3 y 2,5 millones de años*.



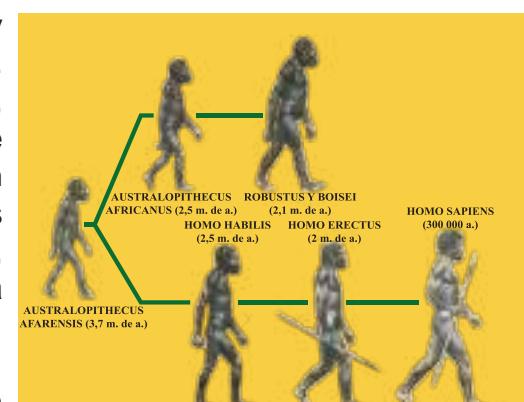
Australopithecus afarensis

Australopithecus robustus o Paranthropus robustus, llamado de las dos formas, la denominación de robustus se debe a que los primeros hallazgos, en el sur de África, eran restos de mandíbula de gran tamaño, lo que hizo pensar que el resto del cuerpo sería enorme. Pero los descubrimientos han rechazado esta teoría. Paranthropus robustus tenía una corpulencia similar a la de Australopithecus. Se creía que su gran aparato masticador era producto de una especialización alimenticia en raíces y semillas.



Australopithecus afarensis

Su rostro es achatado, con mejillas más abultadas y mandíbulas menos prominentes que el A. afarensis. Había bastante diferencia entre machos y hembras, sobre todo en el desarrollo de las crestas óseas (parte superior del cráneo), ausentes o muy poco marcadas en las hembras. Los machos pesaban unos *40 kilos* y las hembras alrededor de *30 kilos*. En cuanto a su estatura, también había grandes diferencias: el macho mediría alrededor de *1,35 metros* y las hembras *1,10 m.*



Árbol genealógico de la especie humana

La vida del Paranthropus robustus se desarrolló en un periodo *2 y 1,2 millones de años* por lo que también pudo convivir con otras especies de nuestro linaje.

No se sabe con certeza qué especie de Australopithecus originó los primeros miembros del género Homos, se han propuesto a A. africanus, A. afarensis y A. garhi, pero no hay un acuerdo general. También se ha sugerido que Kenyanthropus platyops pudo ser el antepasado de los primeros Homos. Todos ellos comparten algunas características básicas: Los testimonios

fósiles de los antecesores inmediatos del hombre moderno están repartidos entre los géneros *Australopithecus* y *Homo*, que al parecer emergieron hace menos de 5 millones de años.

El Género *Homos*

La mayoría de los científicos aceptan que hay dos grandes grupos o géneros de homínidos en los últimos 4 millones de años.

Uno de ellos es el género *Homo*, que apareció hace 2,5 millones de años y que incluye por lo menos cuatro especies: *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens neanderthalis* y *Homo sapiens sapiens*. Uno de los grandes misterios de los estudiosos de la prehistoria es cuándo, cómo y dónde el género *Homo* reemplazó a los *Australopithecus*.

El Proceso de hominización

Las modernas teorías evolucionistas nos aproximan al concepto de “**hominización**” como el definidor de los cambios o transformaciones que ha sufrido el ser humano a lo largo del tiempo, es decir, la evolución humana desde una fisonomía parecida a los simios hasta el estado actual. En el proceso de hominización hay una serie de logros fundamentales que han permitido llegar hasta el ser humano actual. Estos logros son:

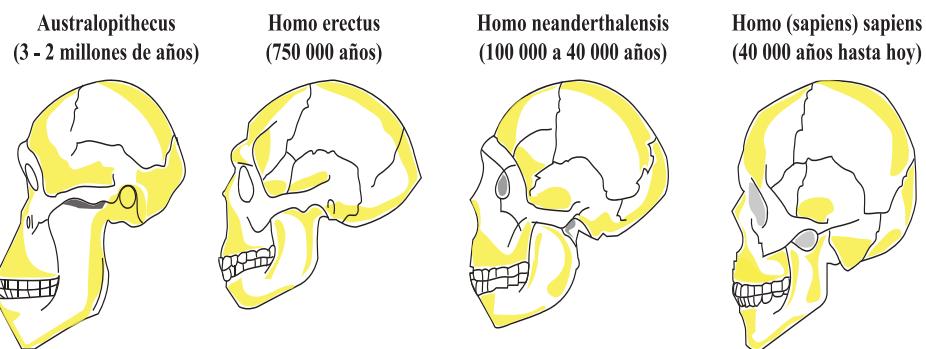
La bipedestación o posición erguida: la marcha bípeda provocó una serie de modificaciones imprescindibles: los pies se especializan en caminar, la pelvis se empequeñeció para soportar el peso vertical del cuerpo, la columna vertebral se enderezó adquiriendo cuatro curvaturas, que permite que el centro de gravedad del cuerpo describa al andar casi una recta, una rodilla que puede doblarse en un solo sentido y un pulgar del pie largo y alineado con el resto de los dedos de los pies. El cráneo, a su vez, reposó sobre la columna, lo cual permitió un aumento de la capacidad craneana. Los cambios aludidos no fueron siempre ventajosos. Así, por ejemplo, el empequeñecimiento de la pelvis hace más difícil el parto de las mujeres que el de las hembras de los monos antropoides.

La marcha bípeda permitió liberar las extremidades superiores y las manos, que se convirtieron en instrumentos muy sensibles, capaces de manipular los objetos de forma muy precisa. En la mano humana, destaca el pulgar, que es alargado, puede rotar con bastante libertad y puede oponerse al resto de los dedos de la mano.

El desarrollo cerebral: la marcha bípeda se adquirió mucho antes de que comenzara el aumento del volumen del cerebro. La mayoría de los seres humanos actuales tiene una capacidad craneal entre 1300 y 1500 cm³. En



Izquierda: *Homo*
Derecha: *Australopithecus*



el transcurso del proceso de hominización, el volumen de la masa cerebral se ha multiplicado más de tres veces. El aumento del tamaño del cerebro y de su complejidad ha permitido la evolución cultural y técnica del ser humano.

Paralelamente se produce una **disminución gradual del tamaño de la cara, de los dientes y de las mandíbulas**. La cara de los seres humanos actuales está situada debajo, no delante, del cerebro. Todos los grandes simios están dotados de enormes caninos (colmillos) que destacan del resto de los dientes. La **elaboración de los alimentos**, especialmente desde la **utilización del fuego**, hizo menos necesarias estas piezas dentales para las tareas de desgarrar los alimentos. La adquisición del **lenguaje articulado**, lo que le permitió transmitir información concreta de modo instantáneo. Fue un instrumento perfecto para la evolución cultural del ser humano, que le ha llevado a controlar el planeta, adaptando el entorno a sus necesidades. Sin este órgano, no hubiese sido posible la capacidad de razonar; no hubiese sido posible la aparición del pensamiento.

La Neotenia o nacimiento inmaduro. el ser humano es el animal que viene a la vida más indefenso y más necesitado de un largo período de cuidados. Gracias a este defecto, se dedicó más tiempo a “crear” encéfalo y a configurarlo tal y como lo conocemos hoy en día: el encéfalo más desarrollado de todas las especies. Y con él, todas sus útiles consecuencias: lenguaje, mayor capacidad de gestión social, mayor variabilidad de comportamientos y otras.

Homo habilis

Fue descubierto por las antropólogas **Louise y Meave Leakey** (hijas de Louis y Mary Leakey) publicados en el 2007, estos hallazgos fueron realizados en el norte de Kenia, noreste africano (zona del lago Turkana) se han hallado restos también en la localidad de Koobi Fora y en Tanzania, en la conocida Garganta de Olduvai.



Homo habilis

Aproximan la existencia del Homo habilis a fechas más recientes: hasta por lo menos *1 440 000 años* antes del presente, tal datado implica que al menos por unos *500 000 años* coexistieron en los mismos territorios Homo habilis y Homo erectus, las investigadoras opinan que inicialmente no debieron haber existido mayores conflictos entre las dos especies, sin embargo el crecimiento de la población de H. erectus habría terminado con una lucha en pos de los recursos de la cual habría salido exitoso Homo erectus.

El primer Homo que se ha encontrado es el Homo habilis. Se observa como dato importante un **enorme incremento** en su tamaño cerebral, que se ha calculado entre 650 cm^3 y 800 cm^3 , alrededor de 44%. Este incremento es significativo, en relación al cuerpo. de cráneo aplastado. Su altura era de unos *1,3 m* y un peso promedio de *52 kg* para los machos y *32 kg* para las hembras.

Entre las características de Homo habilis era robusto, ágil, caminaba erguido y tenía desarrollada la capacidad prensil de sus manos. Sabía usar el fuego y se protegía en cuevas. Vivía de recolectar semillas, raíces, frutos y ocasionalmente carne.

Homo erectus

El Homo erectus apareció hace *1,5 millones de años* aproximadamente y vivió hasta hace *200 000 años*.

En la última glaciación el Homo erectus ocupaba gran parte de África. Estos desafíos pudieron ser incluso un factor en la evolución humana, ya que nuestros antepasados más antiguos eran básicamente animales tropicales.

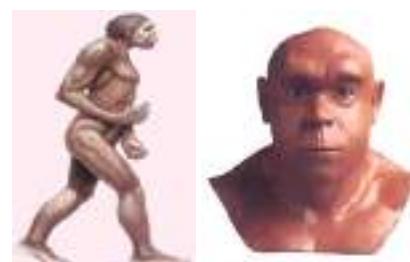
Se cree que era nómada y que fue el primer homínido que salió de África para recorrer Europa y Asia, gracias a la presencia de los puentes de hielo de la Era Glacial. Han sido hallados restos de Homo erectus en Indonesia y China (**el hombre de Pekín**), que datan de hace un millón de años.

Antiguamente, este género fue denominado **Pithecanthropus** y su principal representante fue el Pithecanthropus erectus (**el hombre de Java**), cuyos restos fueron hallados por el holandés Eugéne Dubois en 1893.

Algunas de las características más importantes del Homo erectus: **capacidad craneana de entre 750 y 1200 centímetros cúbicos** y en general, mayor tamaño que sus antecesores. Se cree que llegó a ser corpulento, con estatura similar a la de los humanos actuales. **Bipedación total**, pues dejó definitivamente el ambiente arbóreo. **Menor vellosoidad corporal**, debido a la fricción provocada por el uso de pieles para protegerse del frío.



Homo erectus



Homo erectus u Homo erectus el hombre de Java *Homo erectus el hombre de Pekín*

El hombre de Neandertal (*Homo neanderthalensis*)

Es una especie extinta del género Homo, recibe este nombre por el lugar donde se encontró el primer cráneo que demostraba la existencia de su especie, en el valle de Neander, en Alemania. Se encontró desde Europa occidental y Marruecos hasta China, pasando por Irak e Irán.



Surgieron hace unos *230 000 años*, en el Paleolítico Inferior y desaparecen del registro fósil hace unos *28 000 - 33 000 años*, después de haber creado y desplegado la importante y extendida cultura Musteriense, que se considera como la expresión del Paleolítico Medio. Las causas de su extinción son todavía motivo de debate y se discuten más abajo. En un periodo de aproximadamente *5 000 años* se cree convivió paralelamente en los mismos territorios europeos con el **Hombre de Cro-Magnon**, primeros hombres modernos en Europa. Esta convivencia se ha demostrado por fósiles hallados en las cuevas de Châtelperron.



Homo sapiens neanderthalis y su área de distribución

Sus características definidas, a partir de los huesos fósiles descubiertos hasta ahora (*unos 400 individuos*), son: esqueleto robusto, pelvis ancha, extremidades cortas, tórax en barril, frente baja e inclinada, faz prominente, mandíbulas sin mentón y gran capacidad craneal (1500 cm^3). Su cerebro era igual o incluso más grande que el de los hombres modernos. Los neandertales eran más bajos que nosotros, un promedio de altura $1,65\text{ m}$, de musculatura robusta. Si bien su estructura ósea no los hacía corredores de largo aliento, sí eran caminantes de largas distancias. Estudios anatómicos realizados han determinado que el neandertal podía articular una fonética limitada respecto al que actualmente posee el hombre moderno, esto debido a la ubicación de la laringe, más arriba que el moderno.

Vivían en grupos organizados, formados por alrededor de unos treinta miembros, cráneo alargado y amplio, baja estatura y nariz amplia de aletas prominentes; rasgos que denotan adaptación a climas fríos, como se puede observar actualmente en las poblaciones del Ártico.

En vez de utilizar un tipo de herramienta multipropósito, como el hacha de mano, crearon diferentes tipos de herramientas según la necesidad. Tenían diferentes herramientas para cortar carne, raspar, trabajar la madera, etc. Algunas puntas tienen signos de haber sido parte de flechas. Además, los Neandertales deben haber sido expertos en usar la piel de animales muertos y convertirla en cuero. Algunos resultados experimentales nos conducen a pensar que comían grandes cantidades de carne. También manejaban el uso del fuego, el que probablemente podían crear por sus propios medios.

Rendían homenajes a sus difuntos, elaborando sencillas tumbas, que muestran algún tipo de sentimiento. También conchas de invertebrados y moluscos fosilizados con sentido estético y objetos tales como pendientes con dientes de animales agujereados, se han hallado algunos objetos de cuerno pulido que parecen haber tenido un valor estético e incluso una muy tosca máscara confeccionada con una basta placa de piedra a la cual se le practicaron dos oquedades a modo de ojos y lo que parecen ser los cimientos de una cabaña.

El Hombre de Cromagnon o el *Homo sapiens sapiens*

El *Homo sapiens sapiens*, salió de África hace aproximadamente *50 000 años*, es el Hombre de Cromagnon o Cromañón, es el hallazgo, más representativo de esta especie, encontrados en una región francesa. Esta especie pobló el suroeste de Asia durante la última era glacial, su desarrollo coincidió con el final de la era glacial, lo que provocó que se expandiera por diversas partes del mundo, así, América vio su presencia hace *40 000 años*.



Es la especie a la cual pertenecemos los seres humanos modernos.

Los *Homo sapiens sapiens* se extendieron por la Tierra más que ninguno de los primates anteriores. Lo que dio al hombre moderno su control sobre la Tierra no fue su físico, sino su capacidad de aprovechar y transmitir a sus descendientes la información cultural por medio de su inteligencia.

El Hombre de Cromagnon era de contextura muy similar a la del ser humano actual: de frente amplia, con arcos superciliares leves, de una estatura que podía llegar hasta *1,80 metros*. Su capacidad craneal era *1 600 centímetros cúbicos*.

Las características físicas con relación al *Homo sapiens* cambiaron un poco. Estos seres aumentaron de talla, peso y su cerebro siguió creciendo y evolucionando.



El Homo sapiens sapiens o Cromagnon

Esto provocó también un cambio social importante. Los grupos empezaron a delimitar su territorio según sus características propias, se repartieron el trabajo, empezaron a vivir en construcciones hechas para vivienda. **Sus herramientas** para cazar y recolectar alimentos, eran cada vez más precisas y bien hechas, utilizando diferentes materiales, que han permitido identificar diferentes culturas.

Inventaron la aguja de coser que sirvió mucho para mejorar el vestido y las tiendas, elaboradas con pieles de animales.

Cabras que... Hombre de Cromagnon (*homo sapiens sapiens*)

El hombre de Cro-Magnon fue el primero en desarrollar el arte de fabricación de útiles de piedra muy preciosas. Fabricó afiladas puntas de lanza, hojas de cuchillo, perfectos picos, hachas y herramientas por medio de un lascado cuidadoso. Aparte de este aprendió que una piedra calentada al fuego y enfriada después lentamente se podía trabajar con mayor facilidad y precisión. Elaboró dardos y lanzas de madera que dotó de puntas de pedernal u obsidiana en forma de flecha, o sobre las que insertó cabezas de arpones de hueso con numerosos garfios. Como hábil cazador - posiblemente fue además el primero en dominar un lenguaje oral coherente - el hombre de Cro-Magnon planificaba la captura de grandes animales y se enfrentó, en hordas incluso al poderoso mamut y al peligroso oso de las cavernas. Se sabe por los objetos funerarios encontrados que el hombre de Cro-Magnon también fabricó adornos que tenían una función de talismán, collares de conchas, dientes perforados de pulseras y redecillas para el pelo.



Raspador



Cuchilla de Auriñaciense

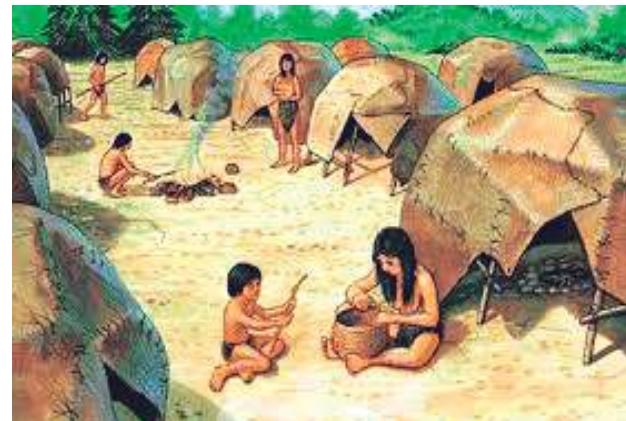


Hojita Dufour



Punta

Se cree que el hombre de Cro-magnon era un ser más evolucionado, y que fue esta evolución la que provocó su salida de África hace 50 000 años. Las herramientas que fabricaba y la comunicación entre individuos se volvieron más sofisticadas debido a la aparición del lenguaje, provocada por una mutación del gen FOXP2, hace poco más de 100 000 años. Esta mutación afecta al lenguaje y a la capacidad de articularlo, según las investigaciones recientes del Instituto Max Plank de Antropología en Leipzig, Alemania. Se sabe que las mutaciones tardan un tiempo en manifestarse y que fue 50 000 años después cuando el **Homo sapiens** comenzó a desarrollar esas capacidades provocando una expansión adaptativa por todo el mundo.



El hombre moderno

Hace unos 10 000 años se produjo uno de los acontecimientos más importantes de la historia de la humanidad: la agricultura.

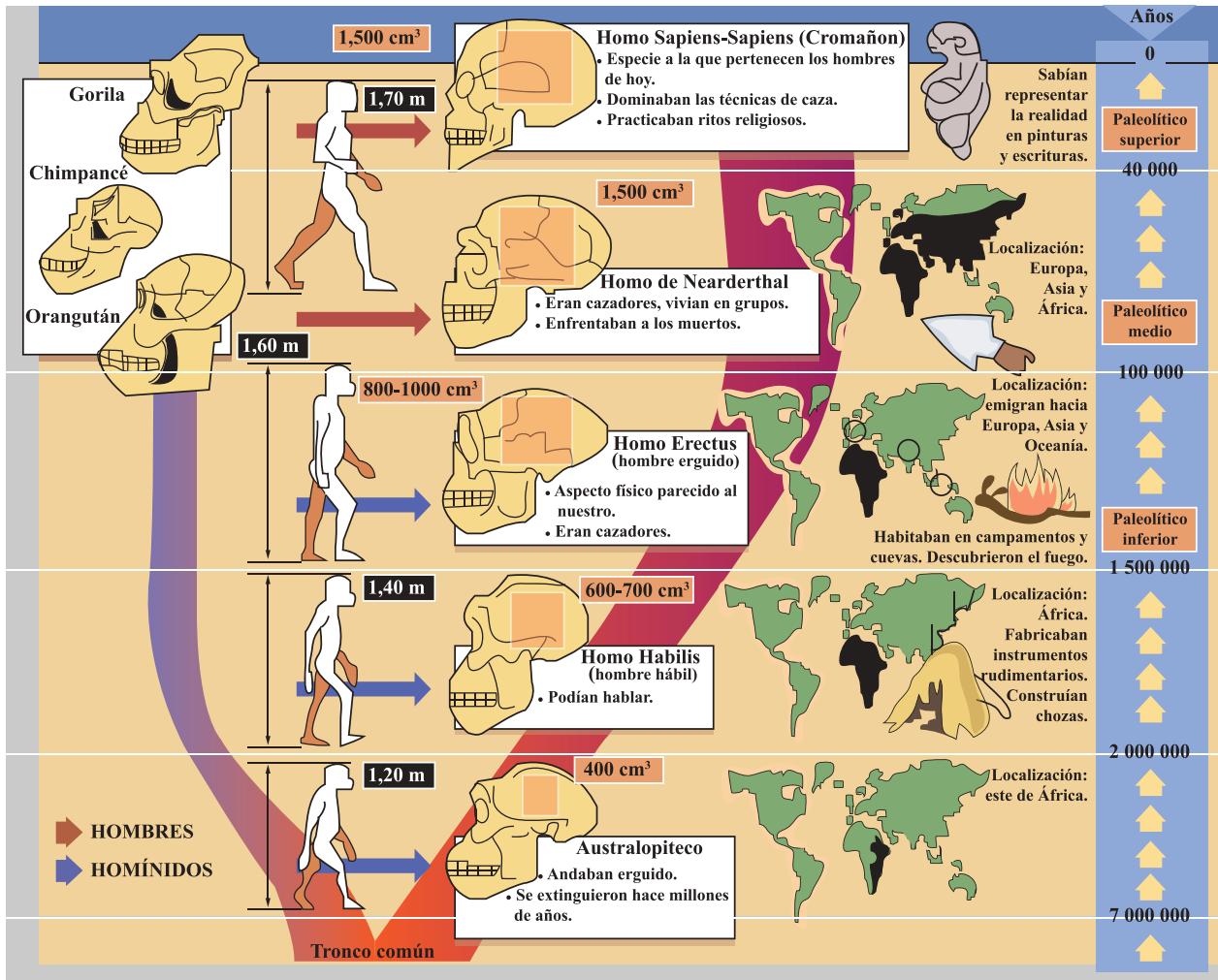
La comprensión actual de la evolución humana está basada en los estudios de los fósiles descubiertos, pero el panorama dista mucho de estar completo.

Sólo los futuros descubrimientos permitirán a los científicos cubrir las grandes lagunas en la concepción actual de esta evolución.

Mediante el uso de complejos dispositivos tecnológicos, así como del mayor conocimiento de los modelos de los depósitos geológicos, los antropólogos estarán en condiciones de señalar los lugares más propicios para la búsqueda selectiva de nuevos fósiles. Además, los estudios genéticos, incluyendo la posible extracción de ADN de los fósiles, será crucial para reconstruir los orígenes del hombre moderno. En los años venideros esto producirá un gran avance para comprender la prehistoria de la humanidad.



Ruta migratoria de Neandertales y Cromañones



Compruebe sus conocimientos



¿Por qué decimos que el hombre de Cromagnon es el hombre sabio? (Homo sapiens sapiens).



Explica ¿Por qué el hombre de Cromagnon marca el fin de la expansión de la especie humana?



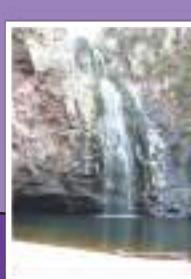
Analiza el por qué este hombre entierra a sus deudos con adornos, armas y vasijas y se les rinde un gran homenaje.



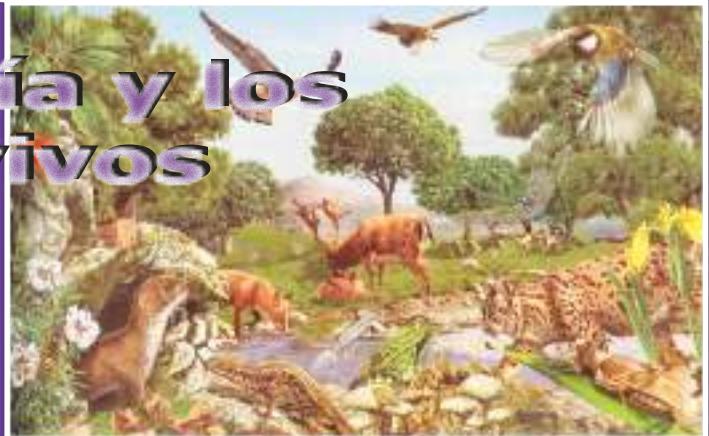
Apoyándose del siguiente esquema, realice un resumen donde describa las características que se destacan de los diferentes Homo, durante el desarrollo evolutivo de la especie humana.

N
O
V
E
N
A

U
N
I
D
A
D



La Ecología y los seres vivos



Desarrollo histórico de la Ecología

En la unidad anterior ha estudiado aspectos históricos relacionados con la Ecología, algunos conocimientos sobre este tema, los recordará.



Elabore una línea de tiempo donde presente los acontecimientos y personajes que brindaron su aporte para el surgimiento y desarrollo de la Ecología.

La Ecología nació en el siglo XIX, el biólogo y zoólogo alemán **Ernst Haeckel** (1834-1919) es considerado el padre de la Ecología, porque fue el primer científico en usar dicha palabra, en 1869. Ecología proviene de la voz griega “*oikos*” que significa “casa” o “*lugar para vivir*”, combinada con la raíz “logos” que significa “estudio de”, es decir, **Ecología es la ciencia que estudia los organismos en su hogar**”, en su medio ambiente nativo.



Ernst Haeckel

El inicio de la Ecología como nueva ciencia surgió con los nuevos trabajos interdisciplinarios, como la expedición oceanográfica del Challenger (1872-1876), que contaba con un importante equipo de científicos de todas las especialidades, a la cabeza Charles Thomson quien consiguió el apoyo para equipar y zarpar con el Challenger. El barco poseía en su interior un laboratorio de Biología y Química.

Su viaje de cuatro años (1872-1876) reunió una gran cantidad de especímenes de la biodiversidad marina, a diferentes profundidades y temperaturas, lográndose la identificación de 4 717 nuevas especies.

La Ecología empezó a florecer hasta el siglo XX, cuando las primeras sociedades y revistas ecológicas aparecieron. La definición de Haeckel, ha sido objeto de interpretaciones algo distintas y quizás más profundas desde 1900. Por ejemplo, el ecólogo inglés Charles Elton definió la Ecología como la «**historia natural científica**» que se ocupa de la «Sociología y Economía de los animales». Un norteamericano especialista en Ecología Vegetal, Frederick Clements, consideraba que la Ecología era «la ciencia de la comunidad», y el ecólogo norteamericano contemporáneo Eugene Odum la ha definido, quizás demasiado ampliamente, como «**el estudio de la estructura y función de la naturaleza**».

Ramón Margalef (1919-2004) Ha sido denominado el pionero de la Ecología moderna por su gran labor de investigación en este campo. También llevó a cabo numerosas actividades para la defensa de los valores ecológicos. Sus principales aportaciones reflejadas en más de 300 publicaciones fueron, entre otras: la aplicación de la teoría de la información a la Ecología, para cuantificar la diversidad taxonómica del ecosistema, el análisis del modelo espacial del ecosistema marino y la aplicación de la termodinámica al estudio de los ecosistemas.

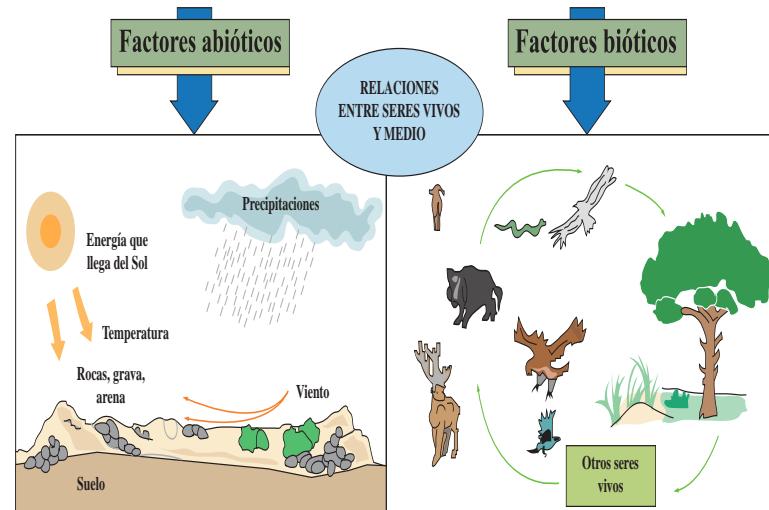
Josias Braun-Blanquet (1884-1980) Fundador de la Fitosociología, la cual es una ciencia relativamente joven que surgió de la Fitogeografía, que tiene como propósito el estudio de las asociaciones y comunidades vegetales como elementos principales del paisaje. Los trabajos de la escuela, de Zurich-Montpellier formada por Braun- Blanquet y sus discípulos en el primer tercio del siglo XX hicieron posible que el concepto de asociación vegetal se emplease internacionalmente. **La fitosociología se ocupa en concreto del estudio de las**

comunidades vegetales, de sus relaciones con el medio y de los procesos temporales que las modifican.

Arthur George Tansley Botánico inglés, en la década del 40, fue pionero en la ciencia de la Ecología. Desde el principio, fue muy influenciado por el ecólogo danés Eugenio Warming. Impuso y defendió los términos ecosistema y ecotopo en 1935. Propuso el concepto de “**ecosistema**”. Este término fue posteriormente desarrollado por Lindeman (1941), quien lo concibió desde los intercambios de energía, atendiendo a la necesidad de conceptos que vinculen diversos organismos a sus ambientes físicos. Se define ecosistema como la suma de las distintas comunidades (**o biocenosis**) y el biotopo (ambiente inerte) que ocupan, es decir el lugar donde habita la comunidad pero por características inherentes al medio físico, no por su relación con los organismos.

Con el concepto de ecosistema, la Ecología se transforma en una ciencia de síntesis e integración que comienza a escaparse de los ámbitos biológicos para establecer nexos con otras ciencias naturales, para así explicar las relaciones entre los organismos y su medio ambiente.

En 1948 se crea la UICN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y sus Recursos Naturales), con el fin de conservar el medio ambiente, así como desarrollar proyectos a nivel mundial para el entendimiento de las relaciones entre los organismos, incluido el hombre y su entorno. La UICN trabaja en los ámbitos de biodiversidad, cambio climático, energía, medios de subsistencia y una economía mundial más ecológica, apoyando la investigación científica, gestionando proyectos de campo en todo el mundo y reuniendo a los gobiernos, las ONG, las Naciones Unidas y las empresas internacionales, con miras a desarrollar políticas, legislación y prácticas óptimas.



Otra organización importante a nivel internacional es el Fondo Mundial de Vida Silvestre que su siglas en inglés son **WWF** (World Wildlife Fund), la cual fue creada en 1961. Su fin es organizar y financiar proyectos de protección de ecosistemas importantes en todo el planeta. En 1989 cambió su nombre a Fondo Mundial Para la Naturaleza (Worldwide Fund), originalmente comprometido con la preservación de la vida silvestre y el hábitat natural, en la actualidad aspira a conservar la diversidad biológica del mundo, garantizar que el uso de recursos naturales renovables sea sustentable y promover la reducción de la contaminación y el consumo descontrolado. Coordina 27 organizaciones nacionales, 5 organizaciones asociadas y 22 oficinas de programas en más de 100 países.

Una de las primeras reuniones internacionales que se realizó con el fin de unificar criterios a nivel mundial para la conservación de los recursos naturales fue la **Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente**, que se realizó en Estocolmo en 1972. En 1992 se reúnen en Río

de Janeiro los representantes de 175 países en la llamada **Cumbre de la Tierra**, con el fin de estudiar la vulnerabilidad del planeta y tomar medidas preventivas que permitan salvar al mundo.

En el año 2015 se realizó en París la Cumbre de la Tierra en la que 196 países aprueban un acuerdo histórico para frenar el cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura en $1,5^{\circ}\text{C}$.

Los organismos y su entorno

 Lea detenidamente la siguiente descripción:

"La Laguna de Masaya con su bosque circundante constituyen un ecosistema que cuenta con la presencia de poblaciones de jiñocuabos, sobre suelos anegadizos crecen brotes de tulares, en ellos se refugian las aves acuáticas para alimentarse de peces de agua dulce que recién acaban de capturar en este espejo de agua.



Laguna de Masaya

Cerca de esta orilla, los pescadores han terminado su faena. Empieza a oscurecer y se escucha el pocoyo y las ranas en pleno apareo a orilla de la laguna. Este espejo de agua, es en verdad un laboratorio natural. En la tranquila y resguardada bahía, al extremo norte de la laguna, poblaciones de jacintos de agua comienzan a invadirla. Esta red de interacciones entre los componentes vivos y no vivos sostiene este ecosistema costero. Si se rompe un número suficiente de estas interacciones, todo el ecosistema cambiará de manera significativa.

 Reflexione de acuerdo con la lectura realizada.

 ¿Qué organismos viven en la laguna de Masaya además de los descritos? ¿Cuántos hábitats identifica en este ecosistema? ¿Cómo obtienen los recursos de materia y energía para permanecer vivos? ¿Cómo interactúan estos organismos entre sí y con su ambiente? ¿Qué cambios podría experimentar esta laguna si se rompen las interacciones en este ecosistema?

Los organismos que viven en un medio ambiente son parte de un ecosistema. En los ecosistemas los seres vivos y los inanimados interactúan en un ambiente natural. La parte no viva del ecosistema está compuesta por agua, piedras, aire, luz y suelo. La parte viva, por plantas y animales

El estudio de cómo interactúan los seres vivos con su ecosistema se llama Ecología. La parte viva de un ecosistema se llama comunidad. Cada comunidad puede dividirse en poblaciones, o sea, en grupos de individuos pertenecientes a la misma especie, ejemplo, los tulares. El lugar donde vive un organismo se llama hábitat. Para un jiñocuabo su hábitat es el bosque. ¿Qué diferencia un ecosistema de otro? En muchos casos, la clave es el agua. Algunas plantas, como los jacintos, crecen donde hay suficiente agua. Un desierto es un lugar seco y una selva tropical tiene gran abundancia de agua. Otro recurso importante que puede afectar un ecosistema es



la luz. El suelo también es un recurso fundamental. Las tierras ricas en nutrientes pueden alimentar a muchas plantas.

En una comunidad hay tres tipos de miembros. Los **productores** fabrican su alimento. A la mayoría de los productores se les puede distinguir por su color verde. Para producir alimento, los productores emplean agua, aire, bióxido de carbono y energía o luz solar. Los **consumidores** se comen el alimento que fabrican los productores o devoran a otros consumidores como las aves acuáticas que se alimentan de peces. A este grupo pertenecen los animales y ciertos organismos unicelulares. Otros consumidores comen tanto plantas como animales. Los **descomponedores** transforman los desechos o restos de otros organismos para alimentarse, limpiando así el ecosistema. Este grupo incluye a las bacterias y ciertas especies de hongos u organismos mayores, como los gusanos y los caracoles. Los productores, consumidores y descomponedores forman cadenas alimentarias.

La historia natural conduce a la Ecología

El eje de estudio de la historia natural es investigar, escudriñando todo cuanto sea posible acerca de los seres vivos. Muchos de los primeros naturalistas pasaron sus vidas estudiando cómo eran los ciclos de la vida de los organismos y cómo dependía el uno del otro y del ambiente. Luego, los naturalistas empezaron a reportar sus descubrimientos en forma sistemática.

La ciencia de la Ecología, a menudo considerada equivocadamente como Biología en un sentido restringido, constituye desde hace tiempo la esencia de lo que generalmente se denomina «historia natural». Como se ve claramente por las numerosas historias naturales populares, tanto antiguas como modernas, este tema ha evolucionado en íntima relación con la Zoología sistemática. En la historia natural se ha tratado la ecología de los animales con bastante inexactitud; de todos modos, la historia natural ha tenido el mérito de mantener vivo un amplio interés por la Zoología.

Concepto y objeto de estudio de la Ecología

Ecología y medio ambiente son conceptos paralelos que van de la mano, ya que al referirnos a la Ecología como tal, también estamos hablando del medio ambiente y de todos los aspectos relacionados: los seres vivos, el entorno natural y el espacio en que se desenvuelven.

La **Ecología** la definimos como la ciencia que estudia la relación y las **interacciones** entre los organismos y su entorno, los componentes vivos y no vivos de la naturaleza.

Las ramas de la Ecología

En la actualidad la Ecología se divide en varias ramas, entre las que se encuentran:

La Autoecología o Ecología del individuo: estudia las relaciones entre un solo tipo de organismo (una especie) y el medio en que vive, se refiere a estudios de organismos individuales, o de poblaciones de especies aisladas y sus relaciones con el medio ambiente.



La Sinecología o Ecología de las comunidades y ecosistemas: estudia las relaciones entre diversas especies pertenecientes a un mismo grupo y el medio en que viven. En la tercera década del siglo XX comenzaron las primeras concepciones de la “**Sinecología**” o Ecología de Comunidades, donde en el concepto de comunidad como nivel jerárquico superior de organización, se incluyen distintas poblaciones interactuantes con su entorno.

La Ecología de poblaciones, Demoecología o Ecología demográfica: estudia las poblaciones formadas por los organismos de una misma especie desde el punto de vista de su tamaño (número de individuos), estructura (sexo y edad) y dinámica (variación en el tiempo).

Dinámica de poblaciones: estudia las causas y modificaciones de la abundancia de especies en un medio dado.

Ecología aplicativa: representa la tendencia moderna de protección a la naturaleza y el equilibrio de ésta en el medio ambiente humano rural y urbano.

Ecología de sistemas: es la rama más moderna de esta ciencia; utiliza la Matemática aplicada en modelos matemáticos y de computadora para lograr la comprensión de la compleja problemática ecológica.

Ecosistema

El ecosistema es el nivel de organización de la naturaleza que se convierte en la unidad básica de estudio. **Es el territorio o lugar donde viven especies, animales y vegetales, que mantienen ciertas relaciones de dependencia entre ellas.** Todos los seres vivos se desarrollan dentro de un ecosistema. **Ejemplos** de ecosistema serían: un bosque, un estanque o una ciudad, con sus correspondientes plantas y animales, pero también **y a otra escala**, lo sería un árbol con todas las especies que viven en él. Un lago sería un ecosistema en el que podríamos distinguir al menos tres **hábitats** diferentes: el superficial, las orillas y el fondo del lago. Los seres vivos que se desarrollan en cada una de estas partes son diferentes. Esto se debe a que en cada caso, las condiciones ambientales son distintas.

Dos conceptos ecológicos de mucha importancia son el hábitat y el nicho ecológico.

Hábitat: es el lugar donde vive un organismo y se reproduce, su área física, alguna parte específica de la superficie de la tierra, aire, suelo y agua. Puede ser vastísimo, como el océano o las grandes zonas continentales, o muy pequeño y limitado, por ejemplo, la parte inferior de un árbol seco, pero siempre es una región bien delimitada físicamente.

En un hábitat particular pueden vivir varios animales o plantas.



Hábitat y nicho ecológico en un ecosistema

Nicho ecológico: es la función, el estado o el papel de un organismo en la comunidad o el ecosistema. Depende de las adaptaciones estructurales del organismo, de sus respuestas fisiológicas y su conducta. Puede ser útil considerar al hábitat como la dirección de un organismo (donde vive) y al nicho ecológico como su profesión (lo que hace biológicamente).

El nicho ecológico no es un espacio demarcado físicamente, sino una abstracción que comprende todos los factores físicos, químicos, fisiológicos y bióticos que necesita un organismo para vivir. Para describir el nicho ecológico de un organismo es preciso saber qué come y qué lo come a él, cuáles son sus límites de movimiento y sus efectos sobre otros organismos y sobre partes no vivientes del ambiente. Una de las generalizaciones importantes de la Ecología es que **dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico**, en cambio, **una sola especie** puede ocupar **diferentes nichos** en distintas regiones, en función de la disponibilidad del alimento y del número de competidores.

Algunos organismos, por ejemplo, los animales con distintas fases en su ciclo vital, ocupan sucesivamente nichos diferentes. Un renacuajo es un consumidor primario, que se alimenta de plantas, pero la rana adulta es un consumidor secundario y digiere insectos y otros animales. En contraste, tortugas jóvenes de río son consumidores secundarios, comen caracoles, gusanos e insectos, mientras que las tortugas adultas son consumidores primarios y se alimentan de plantas verdes como pastos acuáticos.

Niveles de organización en un ecosistema

Un ecosistema comprende los niveles desde el organismo o individuo hasta la comunidad.

Individuo: es cualquier ser vivo, de cualquier especie. Por ejemplo: perro, coyote, chilamate, naranjo, persona, mosca, araña, zacate, tenia, pulga, euglena, hongo, lombriz de tierra, cenzontle (*Turdus grayi*), entre otros.

Especie: individuos de una misma población que se reproducen entre sí y pueden tener descendencia fértil. Poseen el mismo genoma (es el conjunto de genes que determinan las características fenotípicas de una especie). Ejemplo: *Felis catus* (gato), *Canis latrans* (coyote), *Paramecium caudatum* (paramecio), *Homo sapiens* (ser humano), entre otros.



Ecosistema

Población: una población biológica es un grupo de organismos de la misma especie que habitan en un área geográfica particular en un tiempo determinado. Ejemplos de poblaciones: población de tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*), en un estanque de San Francisco Libre; población de lapas rojas (*Ara macao*) en la Reserva de la biosfera Indio Maíz; población de sacuanjoche (*Plumeria rubra*) en el Parque Nacional Volcán Masaya; población de tortugas paslomas (*Lepidochelys olivacea*) en las playas de anidación masiva Chacocente y otros.

Comunidad: es un conjunto de poblaciones interactuando entre sí, ocupando el mismo hábitat. Por ejemplo: Reserva natural Volcán Mombacho, una comunidad formada por poblaciones de bromelias, orquídeas, heliconias, helechos, salamandras (*Bolitoglossa mombachoensis*), mariposas, ranas de ojos rojos, aves variadas entre otros.

Ecosistema: comprende un nivel de organización ecológica en donde se da la interacción de todos los organismos vivientes (biocenosis) de un lugar particular, incluyendo también todos los componentes no vivos (biotopos), los componentes físicos del medio ambiente con el cual los organismos interactúan, como el aire, el suelo, el agua y el Sol.

También se dice que es una interacción entre una comunidad y el ambiente que le rodea. Ejemplo, el ecosistema del bosque tropical de nebliselva del Mombacho, el ecosistema del bosque tropical seco del Parque Nacional Volcán Masaya, el bosque enano del Volcán San Cristóbal, o bien charcas, lagos, océanos, cultivos y otros.



Ecosistemas de humedales en los Guatuzos

La biosfera es el ecosistema global. Al mismo concepto nos referimos con otros términos, que pueden considerarse sinónimos, como **ecosfera** o **biogeosfera**. Es una creación colectiva de una variedad de organismos y especies que interactuando entre sí, forman la diversidad de los ecosistemas.

Factores que integran un ecosistema

Un ecosistema está formado por dos tipos de factores ecológicos o componentes de los ecosistemas y éstos son: **abióticos y bióticos**.

- **Factores abióticos:** el significado de abiótico es (*a*, “sin”, y *bios*, “vida”) es el entorno inerte, son todos los componentes físicos y químicos de un ecosistema y éstos son:
 - **Energía Solar - Energía/Luz:** del total de radiación solar que llega a nuestro planeta, el 30% se regresa al espacio, el 20% es absorbido por los gases de la atmósfera y el 50% restante, es absorbido por la superficie terrestre y acuática, en su mayor parte se disipa en forma de calor. La luz solar es la principal fuente de energía de los ecosistemas, ya que es el factor determinante para la realización del proceso de fotosíntesis, fenómeno por el que se inicia el flujo de energía en todo ecosistema.
 - **Temperatura:** depende de la cantidad de radiación solar sobre la Tierra. La temperatura es un factor determinante para la vida y distribución de los seres vivos en los diferentes ecosistemas la cual varía según el medio, la altitud y la latitud de una zona determinada.
 - **Agua:** representa aproximadamente el 78% de la superficie de nuestro planeta; el agua asciende a la atmósfera por evaporación y



Componente de un ecosistema

regresa a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo o nieve. El agua es un compuesto esencial en la vida de los organismos y constituye el factor determinante para la distinción de los dos grandes ambientes del planeta: acuáticos y terrestres.

- **Aire (gases atmosféricos):** la atmósfera constituye el manto gaseoso que envuelve la Tierra, está formada por una mezcla de diferentes gases, como el nitrógeno, el oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua y otros. Estos elementos son indispensables para el mantenimiento de la vida en los ecosistemas, y su circulación se lleva a cabo mediante los ciclos biogeoquímicos.
- **Salinidad (sales minerales):** son sustancias químicas que forman parte del suelo y del agua. Las sales minerales, como las de nitrógeno, fósforo, azufre y calcio, entre otras, son fundamentales para el desarrollo de las plantas verdes y ejercen variadas funciones en el resto de los seres vivos.
- **Presión atmosférica:** es la fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre. La presión atmosférica varía dependiendo de la altitud, la temperatura y los procesos meteorológicos (dirección y fuerza de los vientos, tipos de precipitaciones, nubosidad, radiación solar entre otras), la presión atmosférica disminuye con la altitud.
- **Suelo (sustrato):** es la materia que sirve de sostén a los organismos. En los medios terrestres el principal sustrato es el **suelo**, mientras que en los ecosistemas acuáticos, el sustrato puede ser las rocas, la arena, el barro o el agua. El sustrato satisface las necesidades de fijación, nutrición, producción, reserva de agua y otras importantes funciones para los organismos.

Recuerde

Los componentes sin vida del ecosistema se denominan factores abióticos. Los principales son: luz, energía solar, temperatura, agua, presión atmosférica, sustrato, gases atmosféricos y sales minerales.

- **Factores bióticos del ecosistema, es decir “el entorno vivo”:** es en la biosfera, espacios del planeta Tierra; donde se desarrolla la vida, aquí podemos encontrar organismos vivos en el aire, sobre la tierra, en el agua dulce y salada. Organismos vivos encontramos desde el fondo de los océanos hasta las alturas en la atmósfera.

Especies vegetales, animales, el incontable mundo microscópico de las bacterias, algas, hongos, protozoarios; que habitan en el suelo, en la materia en descomposición. **Estos son los componentes vivientes que pueblan un ambiente y se les denomina factores bióticos.** Se han identificado aproximadamente *1,5 millones de especies*, sólo una fracción de cerca de los *100 millones de especies* que según cálculos de algunos científicos existen actualmente en nuestro planeta azul.



Cadenas y redes alimentarias

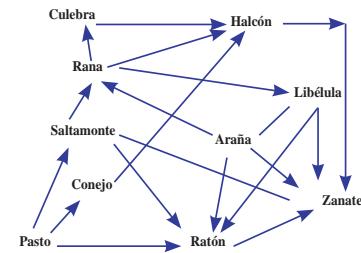
La **Comunidad** funciona porque cada organismo de los que la integran depende de otro en el mismo hábitat. En este lugar no existe desperdicio alguno en el funcionamiento del ecosistema. Todos los organismos muertos o vivos, son fuentes potenciales de alimento para otros organismos, porque en la naturaleza los seres vivos se encuentran íntimamente correlacionados en lo referente a la búsqueda de alimentos, protección y reproducción.

La base de la cadena es el mundo inorgánico constituido por: suelo, agua, aire y energía solar. **Los alimentos pasan de un ser a otro en una serie de actividades reiteradas de comer y ser comido. Lo cual es en síntesis la cadena alimentaria que tiene como máximo cuatro o cinco eslabones.** En los animales existe competencia por el alimento y muchos deben cuidarse de no ser devorados.

Una **cadena alimentaria** es la **ruta del alimento** desde un productor hasta un consumidor final. **Por ejemplo**, una cadena alimentaria típica en un ecosistema de campo pudiera ser:

El pasto es comido por el conejo, este es devorado por una culebra y la culebra es cazada por el águila.

Desde luego, el mundo real es mucho más complicado que una simple cadena alimentaria. Aún cuando muchos organismos tienen dietas muy especializadas (como es el caso de los osos hormigueros), en la mayoría no sucede así. Los halcones no limitan sus dietas a culebras, las culebras comen otras cosas aparte de ratones, los ratones comen granos además de saltamontes. Una representación más realista de quien come a quien, se llama red alimentaria, como se muestra en el gráfico.



Cadenas y redes alimentarias

Recuerde

La red alimentaria está formada por **varias cadenas alimentarias** ya que en la base se encuentran **productores** que son consumidos por herbívoros. Aún cuando este tipo de cadenas es importante, en la naturaleza son más comunes las cadenas alimentarias con base en los detritos en las cuales se encuentran descomponedores en la base.

Cada nivel de la cadena se denomina eslabón.

Una cadena alimentaria en sentido estricto, tiene varias desventajas en caso de desaparecer un eslabón:

- Desaparecerán con él todos los eslabones siguientes pues se quedarán sin alimento.
- Se superpoblará el nivel inmediato anterior, pues ya no existe su predador.
- Se desequilibrarán los niveles más bajos.

Ejemplo de una cadena trófica que fue afectada por la intervención del hombre, es el caso de los coyotes (*Canis latrans*), que fueron considerados dañinos y los han disminuido sensiblemente que están en peligro de extinción. Si bien es verdad que estos animales vivían cerca del hombre y de vez en cuando depredaban una gallina, su principal alimento lo constituía grupo de ratones que se alimentan de tubérculos y otras raíces carnosas.

La desaparición casi total de los coyotes ha provocado la proliferación o superpoblación de ratas, que como consecuencia hacen estragos en los cultivos y son transmisores de enfermedades como la leptospirosis.

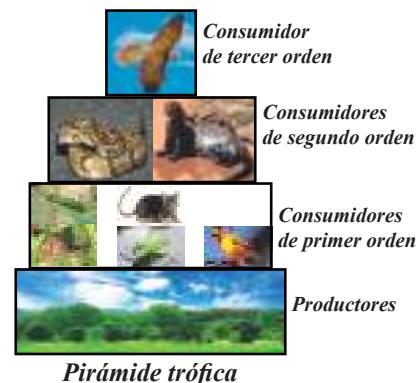
Niveles tróficos

En todas las comunidades, las plantas compiten por la luz solar, los minerales del suelo y el agua, pero las necesidades de los animales son más diversas y muchos de ellos dependen de un tipo determinado de alimento.

En un sistema vivo pueden reconocerse **varios niveles de alimentación** donde encontramos un conjunto de relaciones que podemos ir definiendo de la siguiente manera:

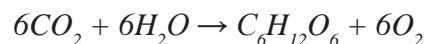
Relaciones tróficas: son las que se establecen entre los miembros de un ecosistema en función de la alimentación. Básicamente se resume en la expresión “comer o ser comido”. Mediante estas relaciones tróficas tiene lugar la transferencia de energía.

También podemos encontrar otro término relacionado y es pirámide alimentaria o trófica, ésta se define como el proceso de transferencia de energía procedente del alimento a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.



En “**Los Niveles Tróficos**” cada organismo de la cadena representa un paso o **nivel trófico**, representando cada nivel un eslabón de la cadena, teniendo así:

Productores de primer orden: son los organismos vegetales, conocidos como productores u organismo autótrofo que fabrica su propio alimento, sintetizando sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas que toma del aire, agua, suelo y energía solar a través de la fotosíntesis:



Consumidores de primer orden: están constituidos por los **animales herbívoros**, ubicados en el **segundo eslabón de la cadena alimentaria**. Dependen de los productores porque se alimentan de plantas, toman la energía solar acumulada en forma de celulosa, azúcar, almidón, entre otros. El concepto incluye tanto a los fitófagos (o herbívoros) que comen plantas o algas.



León (*Panthera leo*)

Ejemplo: ratones, venados, muchos peces, aves, conejos (arroceros, loras, reinitas, entre otros).

Consumidores de segundo orden: son los organismos que se alimentan de los consumidores de primer orden. Se llama específicamente zoófago o carnívoro.

Entre los carnívoros están: los ocelotes, el puma, el zorro, la boa, libélula, araña, alacrán, entre otros.

Los carnívoros reciben también el nombre de depredadores y los animales de los que se alimentan se denominan su presa.

El puma es **depredador** de una gran variedad de animales como venados y conejos que son sus presas.

El puma se puede alimentar de herbívoros pero también puede cazar zorros; alimentándose en este caso de un carnívoro, el zorro puede alimentarse de herbívoros (ratones) o de carnívoros (culebras y lagartijas). Otros seres como el hombre, el cerdo, sahíno, se alimentan de plantas y carnes a éstos se les denomina **omnívoros**.



Zopilote negro
(Coragyps atratus)

Organismos desintegradores o descomponedores: lo constituyen los hongos y bacterias encargados de degradar las sustancias orgánicas muertas de origen vegetal o animal. Absorben ciertos productos y liberan el resto que se incorporan al medio abiótico para ser tomado por los organismos productores. También limpian el ambiente los carroñeros como: zopilote, condor y hienas.

Compruebe sus conocimientos



Analice la cadena alimentaria presentadas anteriores y el esquema de abajo.



Observe bien e identifique los organismos autótrofos y los heterótrofos.



Clasifíquelos como herbívoros, carnívoros entre otros. Igualmente, debe reconocer cuáles son productores y consumidores en cada nivel.

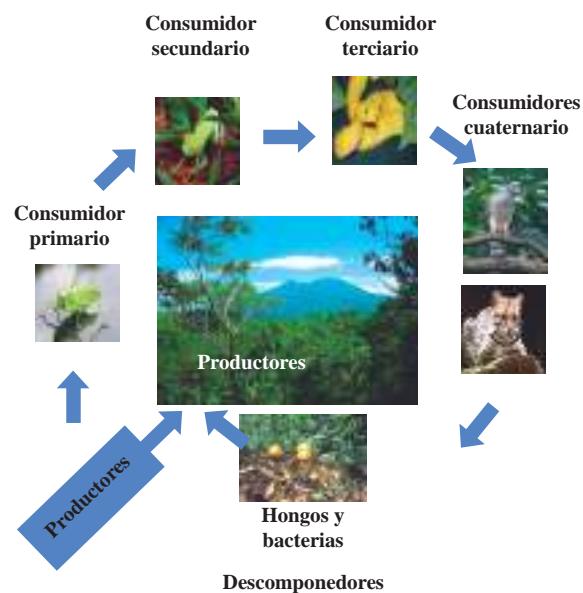


¿Cree usted que es correcto señalar al halcón como un consumidor cuaternario?



Reflexione y argumente su respuesta.

RESERVA NATURAL VOLCÁN MOMBACHO





Una vez con sus respuestas, preséntelas a sus compañeros y compañeras.

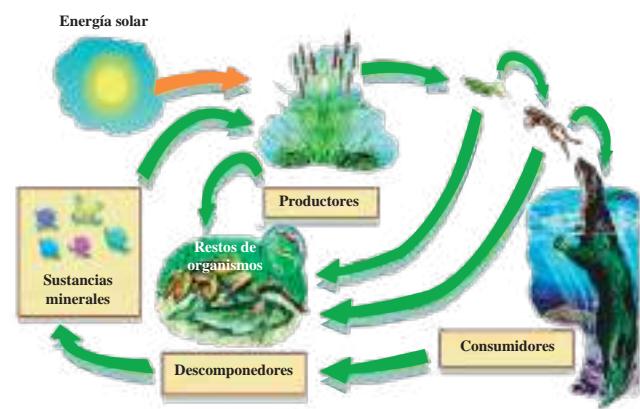
Estudiando la alimentación en un ecosistema como la Reserva Natural Volcán Mombacho, podemos llegar a la conclusión de que todo ser vivo depende de los seres que viven a su alrededor. Incluso las plantas, que producen sus propios alimentos, dependen de que el suelo sea rico en nutrientes para sobrevivir, es decir, dependen de los descomponedores.

El flujo de energía en un ecosistema

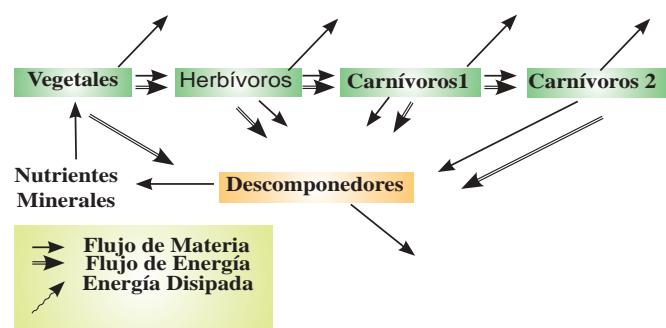
El flujo de energía en un ecosistema constituye un **ciclo cerrado**. La energía es captada en cada nivel trófico para ser utilizada por productores y consumidores en sus procesos vitales. En cada traspaso de los alimentos de un eslabón a otro de la cadena, la mayor parte de energía consumida, entre el 80% al 90%, se desprende en forma de calor. Por tanto, cuando más corta es la cadena de alimentos; más cerca está el organismo del principio de la cadena, así, mayor es la energía disponible.

Este flujo de energía brinda un equilibrio entre los organismos productores y consumidores, por ejemplo; si aumentan los carnívoros destruyen a los herbívoros, lo que puede ocasionar la muerte de los carnívoros por falta de alimentos. Si por el contrario se destruye a los carnívoros, los animales herbívoros aumentan pero destruyen la vegetación, lo que también puede ocasionar su muerte.

En conclusión, un ecosistema no es un conjunto de elementos estáticos e inmutables sino todo lo contrario, están en continua interacción y constituyen un ente dinámico y cambiante.



El ciclo de energía en un ecosistema



Flujo de energía en un ecosistema



¿Sabe en qué consisten los niveles de organización de un ecosistema? ¿A qué se llama Ecología de Poblaciones? ¿A qué se le llama ecosistema?



Mencione diferentes tipos de ecosistemas y diga qué los caracteriza.



Explique cuáles son los diferentes factores que componen los ecosistemas y descríbalos.



Establezca la diferencia entre factores bióticos y abióticos.



Con su equipo de trabajo realice recortes de revistas o dibuje un ecosistema donde se observe una cadena alimentaria señalando los diferentes eslabones que la componen, aproveche el mismo cuadro para señalar los niveles tróficos y explique cómo fluye la energía en la cadena de ese ecosistema.



Consulte en diferentes textos los tipos de biomas que existen en Nicaragua, menciona las características más importantes y dé dos ejemplos de biomas. Señale en un mapa de Nicaragua los biomas.



Observe video de ecosistemas: video educativo <http://ecosistema-salud.blogspot.com>.

Relaciones entre los seres vivientes

Las poblaciones que conforman cualquier comunidad establecen relaciones entre ellas a fin de sobrevivir, para asegurarse el alimento, su hábitat y ejercer una función en su medio.

Las **interacciones** entre los seres vivos de un ecosistema pueden ser intraespecíficas e interespecíficas.

Asociaciones intraespecíficas

La asociación intraespecífica: es la interacción biológica en la que los organismos que intervienen pertenecen a la misma especie, este tipo de relación sólo se presenta en una población. Cuando ésta tiene las condiciones ambientales propicias, como alimento abundante y suficiente territorio, los individuos se reproducen en forma óptima. En una población, mientras más elevada sea la densidad, mayor será la oportunidad de la relación intraespecífica debido a que hay más contactos entre los individuos.

Las diversas asociaciones reciben diferentes nombres según las características que presentan siendo representativas las siguientes:

Competencia: la convivencia entre individuos de la misma especie origina **competencia intraespecífica**, la cual se acentúa cuando el espacio y los alimentos son limitados; obligando a los organismos a competir por ellos, mostrando un comportamiento propio de los grupos de cada especie conocido como efecto de grupo, que es un factor etológico, es decir que asumen una conducta propia de su especie que podría ocasionar la lucha entre ellos. A la vez también se manifiesta el efecto de masa debido al exceso de la densidad de población lo que podría expresarse en emigración de la especie.



Relación intraespecífica familiar de una manadas de focas

Asociaciones familiares: una asociación familiar es la que se establece entre los progenitores y la descendencia. Tienen por objeto la reproducción y el cuidado de las crías. Hay diversos tipos de asociaciones familiares:

- **Parental:** está formada por los progenitores y la prole, como ocurre en la paloma.
- **Matriarcal:** el macho abandona el cuidado de la prole y se lo deja a la hembra, como sucede en el caso de muchos roedores, los escorpiones y otros.
- **Patriarcal:** constituida por el macho y las crías. En este caso es la hembra la que los abandona y el macho el que se encarga del cuidado de las crías, ejemplo el caballito de mar o hipocampo y el pez espinoso.
- **Filial:** los padres abandonan a la prole, como ocurre en la mayoría de los peces, los insectos, etc.
- **Monógamas:** cuando la forma un macho y una hembra, como ocurre en el caso del ánser común y el lobo.
- **Polígama:** cuando está formada por un macho y varias hembras, como el gallo y las gallinas.
- **Poliándricas:** formadas por una hembra y varios machos, como sucede en ocasiones en determinadas especies, como el quebrantahuesos.

Colonial: se asocian para sobrevivir. Está compuesta por muchos individuos unidos físicamente entre sí constituyendo un todo inseparable. Hay diferentes tipos: Colonias homomorfas, cuando los individuos tienen igual forma. Ejemplo, colonia de corales y colonia heteromorfa cuando sus individuos son de diferentes formas. Ejemplo, hidrozoo colonial.



Gregaria: estas asociaciones se dan cuando individuos de la misma especie que durante la mayor parte de su vida viven aislados, en determinadas épocas se reúnen formando grupos. Los animales se forman en grandes grupos y se movilizan por la búsqueda de alimento, la migración o para defenderse de los depredadores. Pueden estar emparentados o no. Suelen ser transitorias. Están compuestas en algunos casos por muchos individuos de la misma especie. Hay diferentes tipos de poblaciones gregarias:

- **Bancos de peces:** se desplazan en cardúmenes las sardinas y atunes.
- **Bandadas o parvada de aves migratorias** como gansos, golondrinas, mariposas y langostas. Los beneficios de asociarse en bandadas son variados. Persiguen un propósito específico. Ser parte de una bandada tiene costes, sobre todo para las aves subordinadas



socialmente, que son sometidas por las dominantes. En ocasiones se sacrifica cierta eficiencia a la hora de alimentarse. Los principales beneficios son la seguridad que aporta un gran número de ejemplares y un aumento, por lo general, de la eficiencia en la búsqueda de alimentos.

- **Manadas de mamíferos:** como venados y jabalíes. El hecho de vivir en grupos les brinda muchas ventajas, los miembros tienen la posibilidad de ayudarse para conseguir comida, se pueden proteger y pueden combatir a los predadores. También se ayudan unos a otros para cuidar a sus crías. Los líderes de un grupo de mamíferos pueden ser machos, como sucede en el caso de los gorilas, o pueden ser hembras como ocurre con los elefantes. El tipo de locomoción tiene influencia en el tipo de asociación entre los individuos. Muchas asociaciones de seres vivos parecen ser el resultado de agrupaciones al azar que proporcionan ventajas para la supervivencia del grupo es el caso de los venados.

Poblaciones estatales: los individuos de una misma especie se asocian para obtener beneficio mutuo, son aquéllas que se caracterizan por la división y especialización del trabajo entre sus miembros y a lo largo de la evolución se especializan sus estructuras físicas por lo que en un momento dado se les hace imposible vivir en forma aislada. Ejemplo son los insectos sociales como las abejas, en la colmena, la colonia de abejas está formada por la reina, zánganos y obreras es decir se da una organización de clases sociales. Otros insectos sociales son las termitas y hormigas.



Relaciones intraespecíficas a nivel microscópico: a nivel celular, tanto vegetales (fitoplancton) como animales (zooplancton), las relaciones entre individuos de una misma especie están condicionadas por el medio común (factores de tipo físico y químico) que comparten, al que vierten sus metabolitos y del que reciben los de otros organismos.

Por ejemplo, la mayoría de formas de algas son microscópicas unicelulares, generalmente en el agua, donde suelen realizar una rápida multiplicación, que puede provocar a veces en ambientes reducidos, una cantidad excesiva de residuos metabólicos o un agotamiento total del oxígeno disuelto que cause su muerte.

Asociaciones interespecíficas

Estas asociaciones se producen entre individuos de distintas especies es decir entre poblaciones diferentes. Las diversas asociaciones reciben diferentes nombres, según las características que presentan, siendo representativas las siguientes:



Simbiosis: la relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies, a los partícipes de esta peculiar asociación se les denomina simbiontes. Un ejemplo de **simbiosis** son los líquenes: asociación constituida por un hongo y un alga que a simple vista parece un único organismo.

Líquen costroso

Desde una perspectiva de los costes y los beneficios que obtienen cada uno de los participantes, las relaciones simbióticas en la naturaleza pueden clasificarse en: mutualismo, comensalismo y parasitismo.

Los líquenes, por cierto, son muy resistentes y son capaces de colonizar los más diversos ecosistemas gracias a la protección ante la radiación solar que posee el hongo y la capacidad de fotosíntesis del alga: esta singular combinación confiere a los simbiontes valiosísimos atributos en conjunto que serían impensables en cada uno de los organismos por separado.

Mutualismo: es un tipo de simbiosis en el que ambas especies se benefician recíprocamente, tal es el caso de los líquenes, el de un abejorro que poliniza las flores de un arbusto y obtiene néctar como recompensa, otro ejemplo de simbiosis mutua es la que se da entre el pez payaso (*Ocellaris clownfish*) que nada entre los tentáculos de la anémona (*Heteractis magnifica*). Ese pez protege su territorio de otros peces comedores de la anémona y a cambio los tentáculos de la anémona le protegen de otros depredadores.



Mutualismo entre peces y anémonas



Comensalismo

Comensalismo: son las relaciones en que **sólo se beneficia a uno** de los organismos sin perjudicar al otro y es otro caso de simbiosis. El beneficiado se llama comensal y la otra especie huésped. Ejemplo: el **pez rémora** que tiene una aleta transformada en ventosa, con la que se adhiere al cuerpo del tiburón. Así, la rémora se desplaza junto al tiburón y se alimenta con los restos de comida que éste deja caer. Es frecuente que el comensal utilice el cuerpo de su hospedador **como ocurre con las** plantas epífitas (orquídeas) que viven sobre el tronco de los árboles, sin perjudicarlos.

Parasitismo: una especie obtiene beneficio, mientras la otra resulta perjudicada. El parásito es un organismo que vive encima o en el interior de otro organismo, obteniendo alimento de sus tejidos. Como por ejemplo, las pulgas, los piojos (ectoparásitos) o la tenia solium (endoparásito) que es un parásito intestinal del hombre. Aunque causan daño, generalmente los parásitos no suelen provocar la muerte.



Pulgas en un perro



Depredación de leona a la cebra

Depredación: es un tipo de interacción biológica que consiste en la caza que realiza una especie sobre otra llamada presa, la que es comida por el depredador. Hay una especie perjudicada, pasando su energía de la presa al depredador. Es el caso de los animales carnívoros de segundo y tercer orden que devoran presas vivas, por ejemplo el tigre al venado, la leona a la cebra, entre otros, manteniendo así el equilibrio en el ecosistema.

Amensalismo: es el tipo de relación en la que una especie inhibe el crecimiento de otra, sin afectarse ella. *Por ejemplo*, el hongo Penicillium produce sustancias antibióticas que inhiben el crecimiento de otros microorganismos.

Inquilinismo: un organismo llamado inquilino se refugia en otro individuo sin perjudicarlo, buscando protección, ejemplo el cangrejo ermitaño que busca protección en el interior de las conchas abandonadas por los moluscos, Otras asociaciones muy interesantes son las que presentan los pececillos “fierasfer” con las holoturias o pepinos de mar, en cuyo tubo digestivo se guarece el pez comiendo los restos de alimento del pepino.

Antagonismo: cuando dos seres de diferentes especies se relacionan, uno de ellos se perjudica porque el otro no lo deja crecer o desarrollarse. *Ejemplo*, la hiedra trepadora mata al árbol en que se enreda.

Necrofagia: es cuando un animal se alimenta de cadáveres, se le conoce como carroñero, *ejemplo* la hiena se come al ciervo muerto. Los necrófagos pueden ser saprófagos si se alimentan de plantas muertas, como los hongos o setas. El coprófago se alimenta de excrementos como los escarabajos peloteros y las moscas.

Competencia interespecífica: es la relación que se produce entre los individuos de dos o más especies que viven en un mismo lugar y tienen necesidades semejantes, el interés de cada especie es por el alimento o el espacio. Cuando dos o más especies ocupan el mismo nicho ecológico, tienen las mismas necesidades en su vida cotidiana, de modo que competirán resultando una de ellas ganadora y desplazando al resto. Normalmente las especies que ocupan un mismo hábitat tienen nichos diferentes.

Dinámica de poblaciones



En grupo comenten y respondan las cuestiones siguientes:



¿Cuál es la causa de la dinámica de las poblaciones? ¿Qué sucede en las poblaciones en cuanto al número de individuos que las forman? ¿Qué variaciones se dan en las poblaciones en cuanto a su tamaño, estructura de edad y sexo? ¿Qué utilidad nos da el conocimiento de la dinámica de las poblaciones?

Las poblaciones no son estáticas, en ellas se suceden cambios en cuanto al número de individuos que las constituyen. El tamaño de una población puede variar en forma notable a través de los años. Esta variación puede tener efectos profundos, tanto positivos como negativos, sobre las poblaciones de otras especies. Entre las propiedades de las poblaciones se encuentran los patrones de crecimiento y de mortalidad, la estructura etaria (relativo a la edad), la densidad y la disposición espacial.

La **dinámica de poblaciones** es la especialidad de la ecología que **se ocupa del estudio de los cambios que sufren las poblaciones biológicas en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, estructura de edad y sexo y otros parámetros que las definen, así como de los factores que causan esos cambios y los mecanismos por los que se producen**.



La dinámica de poblaciones es el principal objeto de la Biología matemática en general y de la ecología de poblaciones en particular. Tiene gran importancia en la gestión de los recursos biológicos, como las pesquerías, en la evaluación de las consecuencias ambientales de las acciones humanas y también en campos de la investigación médica relacionados con las infecciones y la dinámica de las poblaciones celulares.

Considerada como un todo, una población posee ciertas características que ninguno de sus miembros individuales posee. Cada miembro de una población puede nacer, crecer y morir, pero solamente una población puede poseer un índice de natalidad, de crecimiento, de mortalidad y un patrón de dispersión en el tiempo y en el espacio.

La dinámica de una población es su desarrollo en el tiempo y en el espacio está determinada por factores que actúan en el organismo, en la población y en el medio ambiente los que se denominan: Parámetros Demográficos Primarios y Parámetros Demográficos Secundarios.

Parámetros demográficos primarios

Los atributos o características que se estudian en todas las poblaciones son:

- **Natalidad:** es el cociente entre el número de individuos que nacen en una unidad de tiempo dentro de la población y el tamaño de la población.
- **Mortalidad:** es el cociente entre el número de individuos que mueren en una unidad de tiempo dentro de la población y el tamaño de la población.
- **Inmigración:** es la llegada de organismos de la misma especie a la población. Se mide mediante la tasa de inmigración que es el cociente entre individuos llegados en una unidad de tiempo y el tamaño de la población.
- **Emigración:** es la salida de organismos de la población a otro lugar. Se mide mediante la tasa de emigración.
- **Tasa de emigración:** es el cociente entre individuos emigrados en una unidad de tiempo y el tamaño de la población.
- **Supervivencia:** es la probabilidad que tienen al nacer los individuos de una población de alcanzar una determinada edad.

Parámetros demográficos secundarios

- **Dinámica de dispersión:** está caracterizada por los movimientos dentro de la población y la migración. Los movimientos dentro de la población se realizan en el espacio ocupado por ella. Un típico movimiento de tal tipo es por ejemplo, la expulsión de las crías de vicuña del grupo familiar a partir del octavo mes de edad, integrándose a las tropillas de machos jóvenes, si las crías son machos; o a otros grupos familiares, si son hembras.

- **La migración:** se produce cuando una población o parte de ella abandona o coloniza un espacio, distinguiéndose varias formas: (1) La **emigración** o el abandono definitivo del área para ocupar otra donde existen condiciones adecuadas; (2) La **inmigración** o la ocupación de otra parte del área, donde ya existe la especie, generalmente por el aumento de densidad; (3) La **permigración** cuando sólo pasan por el área sin ocuparla; (4) La **invasión** o la ocupación de una nueva área donde antes no se encontraba; y (5) La **traslocación** o el abandono total de un área.
- **Densidad:** es el número de organismos por unidad espacial. La unidad espacial depende del medio habitado por la población. Si es un medio acuático será una unidad de volumen. Si se trata del medio aéreo o el fondo marino la unidad será una unidad de superficie.
- **Dinámica de densidad:** es la oscilación en la concentración de los individuos de una población en el área. Los cambios de densidad en el espacio pueden ser graduales (mayor densidad en una zona y disminución gradual hacia la periferia) u ofrecer determinadas zonas de fluctuación causadas por el clima, la orografía (laderas, planicies), el suelo, la vegetación, el equilibrio trófico, etc. En el caso del ganado se nota una mayor concentración donde hay más pastos y agua.
- **Dinámica del crecimiento poblacional:** es el aumento de la población en el tiempo, descontando la mortalidad.
- **El crecimiento de una población:** es el incremento en el número de individuos que la componen en cada generación, depende de la tasa de natalidad.
- **Tasa de natalidad:** expresa el número de nacimientos vivos de una población por cada mil habitantes en un año. En Nicaragua en el 2011, la tasa de natalidad es de 19,46 nacimientos por cada 1000 habitantes.
- **La tasa de crecimiento:** es la diferencia entre la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad. *Por ejemplo*, en la actualidad la humanidad tiene una tasa de natalidad de 3,4 % y una tasa de mortalidad de 1,5 %, lo que da un incremento anual de 1,9 % en promedio mundial. En Nicaragua la tasa de crecimiento se redujo de 3,5 % que era la tasa en 1995, a 1,7 %, en 2005, según el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo (INEC) que estuvo a cargo del estudio.

Ciertas poblaciones tienden a una **autolimitación de acuerdo con la densidad**, en que la tasa de crecimiento decrece al mismo tiempo que la densidad aumenta. Estas poblaciones tienden a nivelar su población en dependencia inversa a la densidad en el área. Otras poblaciones no limitan su crecimiento y crecen en **progresión geométrica** (2, 4, 8, 16, 32,). Su crecimiento sólo puede ser detenido por fuerzas externas a la población (como factores ambientales, otras poblaciones, alimentos, enfermedades entre otras).

Si en una población la suma de la natalidad y la tasa de inmigración es superior a la suma de la mortalidad y la tasa de emigración, su tamaño aumentará con el tiempo; tendremos una población en expansión y su crecimiento se representará con signo positivo (+).



Si por el contrario, la suma de la natalidad y la tasa de inmigración es inferior a la suma de la mortalidad y la tasa de emigración, su tamaño disminuirá con el tiempo; tendremos una población en regresión y su crecimiento se representará con signo negativo (-).

El tamaño de las poblaciones de seres vivos se mantiene en equilibrio, oscilando más o menos ampliamente en torno a un valor medio, en función de variables como la natalidad o la mortalidad, que a su vez dependen de relaciones más complejas con otras poblaciones de otras especies y variaciones en las condiciones ambientales.

Fluctuaciones: son los cambios en la abundancia de las poblaciones, pueden desarrollarse en cuatro direcciones diferentes:

- Mantenerse en el mismo nivel por un largo período, porque ha logrado un equilibrio entre la oferta de alimentos y su crecimiento, es típico de poblaciones no perturbadas.
- Aumentar lentamente como una adaptación progresiva al medio.
- Declinar y hasta extinguirse por falta de alimentos, contaminación o destrucción del hábitat.
- Fluctuar regular o irregularmente, o sea, aumentar y disminuir en períodos constantes o no, como cuando se producen lluvias intensas y la población de grillos crece de forma explosiva.

Potencial biótico: es la capacidad de los organismos para reproducirse en condiciones óptimas. La resistencia ambiental indica los factores bióticos y abióticos que impiden a los organismos alcanzar su potencial biótico o bien continuar en él.

Regulación de las poblaciones

Entre las influencias que afectan el tamaño y la densidad de una población hay factores limitantes específicos, que difieren en poblaciones diferentes. De importancia crítica es la gama de tolerancia que muestran los organismos hacia factores tales como la luz, la temperatura, el agua disponible, la salinidad, el espacio para la nidificación y la escasez (o exceso) de los nutrientes necesarios. Si cualquier requerimiento esencial es escaso, o cualquier característica del ambiente es demasiado extrema, no es posible que la población crezca, aunque todas las otras necesidades estén satisfechas.

Compruebe sus conocimientos



Piense y conteste:



¿En qué consiste la dinámica de población? ¿En qué se diferencia la natalidad de la mortalidad y la supervivencia?

Para una investigación de aspectos socioeconómico de tu comunidad cómo realizarías la distribución de la población.

 En su equipo de trabajo, indague en el centro de salud de su comunidad con los encargados de las estadísticas (registros médicos) y la elaboración de informes:

- Tasa de natalidad de su municipio. *¿Qué procedimientos utilizan en el centro de salud para este cálculo?*
- Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años. *¿Qué procedimiento utilizan en el centro de salud para este cálculo?*
- Cada cuanto su centro de salud, realiza estos cálculos *¿Por qué son importantes en el centro de salud estos cálculos?*

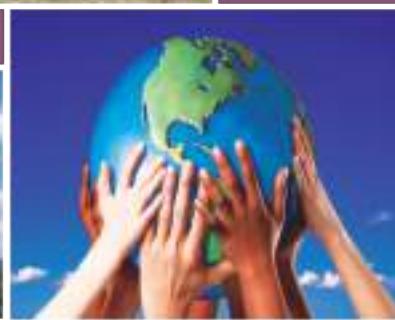
 Realice un gráfico con las tres primeras causa de muerte de los niños y niñas menores de 5 años en su región del año anterior al que estamos cursando. Interprete la información graficada.

Realice indagación y un gráfico de la distribución de la población por sexo y edad de tu comunidad.

Reflexione

- Sobre causas y consecuencias del crecimiento de una población.
- Sobre las causas del crecimiento de los cinturones de miserias en las ciudades grandes de nuestro país.
- La relación entre el desempleo y la emigración.

DÉCIMA
UNIDAD



El Medio Ambiente y la Contaminación



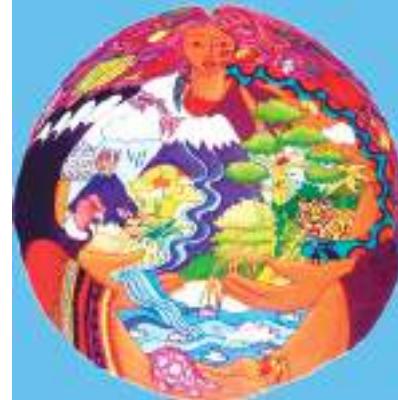
El medio ambiente y la contaminación



¿Qué es el medio ambiente?

Comúnmente hemos entendido por medio ambiente al entorno, todo aquello que nos rodea. Al conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y los bióticos, es decir, todos los seres vivientes que interactúan entre si y con el medio donde se desarrollan transformándolo para su comodidad.

Pero también debemos estar claros que el **medio ambiente** es el espacio vital, donde confluyen factores físico-naturales que contienen un conjunto de **valores naturales, sociales, económicos, estéticos, religiosos y culturales** que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia, que en un momento determinado influyen en la vida material, social y psicológica de los seres humanos y en el futuro de generaciones venideras.



Componentes del medio ambiente

Los componentes del medio ambiente se clasifican en: naturales, sociales y tecnológicos

Los componentes naturales del medio ambiente son abióticos y bióticos:

Componente abiótico

Son los factores químico-físicos del ambiente son llamados factores abióticos (del griego α, sin y βίος, vida) son los factores inertes del ecosistema y que determinan las formas de vida que pueden prosperar en el mismo. Algunos ejemplos de componentes abióticos son la temperatura, energía, presión atmósferica, la humedad promedio, la topografía y las perturbaciones naturales.

Componentes bióticos

Son los seres vivos que lo habitan. Se agrupan en función de los medios que utilizan para obtener energía.

1. Los productores de energía, como las plantas, producen su propia energía son autótrofos.
2. Los consumidores toman la energía de la que producen las plantas, Hay tres principales tipos de consumidores: herbívoros, carnívoros y omnívoros.

Los herbívoros se alimentan de las plantas, los carnívoros obtienen su alimento consumiendo a otros animales carnívoros o herbívoros y los omnívoros pueden digerir tanto vegetales como tejido animal.

Los componentes sociales y tecnológicos del medio ambiente son: los seres humanos, los sistemas de comunicación, la infraestructura material, las relaciones en el orden, los objetos físicos fabricados por el **hombre** y los elementos simbólicos (como las tradiciones), las leyes, el transporte; así como la educación, la salud, las posibilidades de empleo y otros.

En los últimos tiempos, los avances de la ciencia y la tecnología han desarrollado una serie de elementos y procesos, que deben ser considerados como parte del medio ambiente.

Desde el origen mismo de la vida, el destino del hombre y la naturaleza han estado indisolublemente ligados. La naturaleza puede sobrevivir sin el hombre, pero el hombre no puede sobrevivir sin la naturaleza. La vertiginosa desaparición de especies que está sufriendo nuestro planeta no tiene precedente en la historia y plantea nuestra propia extinción. No es suficiente que ejemplares de animales y plantas se conserven en zoológicos y en jardines botánicos; es necesaria su conservación en el lugar que nacen, crecen y se reproducen. Su oikos, su hábitat, debe ser su santuario. Las especies animales y vegetales, desde el punto de vista natural, no son propiedad de nadie ni de ningún país, y ningún individuo o grupo debe determinar o condicionar su derecho a la vida. Son criaturas de la Tierra y deben vivir con dignidad y libertad en ella.

A pesar de que en este mundo hay espacio para todas las formas de vida que en él se han manifestado, el hombre cada día se multiplica y quiere más sitio para sus ambiciones y necesidades, de manera que arrasa con selvas y bosques, contamina ríos, lagos y mares, al hacerlo acaba con aquello que nada, reptá, anda y vuela.

Compruebe sus conocimientos



En equipo lea y analice el contenido del recuadro anterior y realice un debate. Es preciso elegir un moderador y un secretario relator.



Ejemplifique, aquellas partes en las que encuentren relación con problemáticas concretas de nuestro país.

Diagnóstico de la situación ambiental en Nicaragua

Nicaragua es un país bendecido por la naturaleza, porque contamos con bosques frondosos, tierras fértiles, abundante agua, gran diversidad de especies animales y vegetales.

Todo esto nos da una belleza escénica extraordinaria en la cual todos los y las nicaragüenses podemos vivir en bienestar y armonía con nuestra Madre Tierra, para esto es necesario amarla, respetarla y protegerla.



Montañas de Jinotega

La falta de amor y cuido a nuestra Madre Tierra a través de las décadas nos ha dejado una serie de problemas ambientales que hoy nos toca enfrentar, siendo los principales:

- La dependencia de combustible fósil en el 80%.
- El mal manejo de nuestras cuencas hidrográficas, de desechos sólidos e insumos agrícolas, nos han llevado a la reducción y contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, entre ellas las reservas más grandes del país, correspondientes a las cuencas de los lagos Cocibolca, Xolotlán, Río San Juan y Río Viejo.
- La contaminación del suelo y agua por descargas de contaminantes de las industrias agrícolas, pecuarias y domiciliares.
- La contaminación ambiental por desechos sólidos como las bolsas plásticas y líquidos que afectan la higiene y salud humana, así como la belleza escénica del territorio nacional y su potencial turístico.
- Uso continuo de plaguicidas catalogados como prohibidos.
- La pérdida de diversidad genética y especialmente endémica como son los pinares de la Reserva de Recursos Genéticos de Yucul, el maíz primitivo Teosinte (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ9) de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, pinares nativos de la Reserva Natural Serranías de Dipilto y Jalapa.
- El manejo inadecuado de los bosques, el cambio de uso de los suelos de vocación forestal para la agricultura y ganadería y las prácticas agrícolas inadecuadas han provocado: la erosión del suelo y el aumento de zonas secas en los departamentos de Nueva Segovia, Madriz, Estelí, León, Chinandega, Managua, Masaya, Carazo, Granada y Rivas, afectando la producción de granos básicos para la seguridad alimentaria y nutricional de la población, el avance de la frontera agrícola, pérdida de plantas medicinales, forestales y maderables, la fauna y otros organismos vivos terrestres y acuáticos que garantizan la fertilidad del suelo y la reproducción de las plantas y animales.
- Afectaciones a los ecosistemas frágiles como son los humedales, el mangle y los arrecifes de coral por despale y sobreexplotación.
- Carencia de alternativas energéticas que reduzcan el uso de la leña a nivel domiciliar (bosques energéticos, paneles solares, biodigestores y otras).
- El cambio climático y sus impactos que han provocado inundaciones, sequías, deslaves y huracanes, tales como “El Juana” en 1988, “Mitch” en 1998, “Félix” en 2007 e “Ida” en 2009, siendo la Costa Caribe la más afectada. También ha incidido en el aumento de la temperatura media en Nicaragua, ha variado de 0,2 a 0,9 grados Celsius en los últimos 30



Incendio forestal en la UNAN - Managua



Destrucción del bosque en Las Maderas - Tipitapa

años en el Pacífico y norte del país; han disminuido las precipitaciones entre un 6 % y 10 % en el Pacífico. Es cada vez más intenso y recurrente fenómeno de El Niño que impacta significativamente en la disminución de las lluvias, la producción agrícola, las reservas de aguas superficiales y subterráneas. Así mismo ha afectado a la salud humana en los sistemas cardiovascular y gastrointestinal.

- Pérdida de especies marinas debido a la deforestación del mangle, así como la depredación de huevos y tortugas. A éstos se agregan problemas sociales que aumentan los riesgos en el pueblo, como la frágil infraestructura urbana y rural y el nivel de pobreza, así como las limitaciones de recursos de nuestro país. La problemática del medio ambiente en Nicaragua tiene sus propias particularidades, sin embargo al igual que en otros países subdesarrollados las principales causas del deterioro ambiental son la ignorancia, la extrema pobreza, el crecimiento demográfico y el uso irracional de los recursos humanos.

Antes de 1950, Nicaragua no tenía mucha alteración ecológica, aunque hemos sido un país agricultor y forestal, la alteración no incidía de manera violenta en nuestro ecosistema, es a partir de esta fecha que en la zona del Pacífico se impulsa el cultivo del algodón en gran escala. En la Región Autónoma de la Costa Caribe y centro del país la deforestación comienza un acelerado proceso de desestabilización ecológico forestal, que hasta la fecha afecta al desarrollo socio económico del país.



Pinares de la Región Segoviana

En 1950 una misión técnica de la FAO presenta a la República de Nicaragua, el primer informe relevante sobre los recursos forestales de Nicaragua, que consistió en un diagnóstico y propuesta de desarrollo de los sectores agrícolas, ganaderos y forestales.

El que fue tomado en cuenta para el desarrollo de la ganadería y agricultura durante las tres décadas siguientes, no así para el sector forestal, más bien fue la época de las grandes concesiones madereras y de la mayor explotación de los bosques de la Costa Caribe de Nicaragua.

En la década de 1960 se inicia el Mercado Común Centroamericano (MCC) y se inicia la industrialización del país, lo que viene a causar mayor daño al ecosistema y a los recursos naturales.

Desde esta época las industrias se establecen en todo el país especialmente en Managua, sin ningún control de sus desechos y es a partir de entonces que nuestros ríos, lagos y mares se encuentran contaminados con productos tóxicos o basuras, provocando así el deterioro y la eliminación de toda forma de vida.

El Plan Nacional de Desarrollo Humano y la Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático en la nueva agenda ambiental, evidencian el compromiso del gobierno y el país en el desarrollo humano sostenido preservando el bien común en la Madre Tierra, siendo la educación ambiental para la vida un eje de acción para lograr el Desarrollo Sostenible desde la defensa, protección y restauración del ambiente.

Educación ambiental para la vida

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, continúa promoviendo el conocimiento, el rescate y la creación de valores ambientales, hacia una cultura de respeto y amor a la Madre Tierra en la población nicaragüense, para que cada uno de nosotros cambiemos los malos hábitos por comportamientos que demuestren respeto, amor y responsabilidad hacia todas las formas de vida y cuido a los recursos naturales como el agua, el suelo y el aire.

La educación ambiental para la vida, promueve desde los centros escolares, la familia, el barrio, la comarca, el municipio, las Regiones Autónomas de la Costa Caribe y la nación en general, acciones orientadas a cuidar lo que tenemos en nuestra comunidad, mejorándolo en la medida de nuestras posibilidades para ello orienta:

- Una comunicación permanente para la sensibilización, reconstrucción de valores de respeto, dignificación, protección y amor por nuestra Madre Tierra, restituyendo los derechos de nuestras mujeres, niños, niñas, jóvenes, hombres, todas y todos por un ambiente sano, elemento fundamental del buen vivir.
- Tomar en cuenta la problemática local, regional, nacional y global, fortaleciendo a los educadores/educadoras en contenidos ambientales y metodologías que les faciliten promover una cultura de cuido a los bienes comunes de todas y todos, como el agua, el suelo, el aire, las áreas protegidas entre otros, orientando para ello actividades prácticas dentro y fuera del aula de clase con proyección en la comunidad y con la comunidad, por ejemplo realizando visitas de aprendizaje de la naturaleza en áreas protegidas.
- El fortalecimiento, respaldo y fomento de la organización y actuación de movimientos ambientalistas infantiles y juveniles, mediante campañas, jornadas nacionales, ferias, foros, conciertos ecológicos, talleres y capacitaciones.
- Desarrollar la educación ambiental comunitaria en coordinación con los gobiernos locales y el Poder Ciudadano para fortalecer la cultura de cuido y protección ambiental.

Compruebe sus conocimientos

Teniendo en cuenta los conocimientos analice los planteamientos propuestos:



¿Qué problemas ambientales observa usted en su comunidad?



Averigüe cuáles son los problemas ambientales que afectan el área protegida más cercana a su comunidad y la manera en que los jóvenes desde el centro de estudio y en coordinación con el gabinete de la familia y la comunidad, pueden contribuir a resolverlos.



Proponga dos estrategias que lleven a la solución de los mismos.

La educación ambiental en Nicaragua

Ante la problemática ambiental en Nicaragua, se han realizado esfuerzos para darle solución, por eso, desde el aspecto jurídico se ha fortalecido creando La Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

La educación ambiental en la legislación nicaragüense:

La educación ambiental en Nicaragua se define como un proceso educativo integral, sistemático y permanente de información, formación y capacitación formal, no formal e informal basada en el respeto a todas las formas de vida por el que las personas individual y colectivamente, tomen conciencia y se responsabilicen del ambiente y los recursos naturales del país, mediante la adquisición de conocimientos, aptitudes, actitudes, valores y motivaciones que le faciliten la comprensión de las complejas interrelaciones entre los aspectos ecológicos, económicos, sociales, políticos, culturales, éticos y estéticos que intervienen en el ambiente.

Así también, permite participar y movilizarse en función de resolver sus problemas presentes y prevenir los futuros, dentro de un proceso de desarrollo sostenible, orientados hacia la convivencia en armonía y equilibrio con la naturaleza, para beneficio de las generaciones actuales y futuras.

La UNESCO expresa que: “Para contribuir con eficiencia a mejorar el medio ambiente, la acción de la educación debe vincularse con la legislación, las políticas, las medidas de control y las decisiones, que los gobiernos adopten en relación con el medio ambiente humano”.

Compruebe sus conocimientos



¿Cuándo se fundó su comunidad? ¿Quiénes la fundaron? ¿Cuántas casas habían? ¿Cómo era su comunidad hace 40 años, hace 20 años, hace 10 años, en la actualidad? ¿Qué especies de flora y fauna habían antes, que ahora no se observan? ¿Qué ha pasado con ellas? ¿Cuáles son las causas? ¿Qué otras cosas habían: ríos, lagunas montañas, bosques entre otras? ¿Cree que se podría hacer algo por recuperarlas?



Mencione las propuestas. Conociendo estas opiniones elabore un plan que permita mejorar el medio ambiente de su comunidad. El plan debe contestar las interrogantes: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Con quién?

Propósitos de la educación ambiental en Nicaragua

Un propósito fundamental de la educación ambiental es lograr que tanto los individuos como las colectividades, comprendan la naturaleza compleja del medio ambiente, resultante de la interacción entre sus diferentes aspectos: físicos, biológicos, sociales, culturales, económicos y otros y adquieran los conocimientos, los valores y las habilidades prácticas para participar responsable y eficazmente en la prevención y solución de los problemas ambientales y en la gestión de la calidad del medio ambiente.

Los ámbitos de acción para formar a los nicaragüenses en educación ambiental son: formal, no formal e informal.

Educación ambiental formal

Consiste en la educación ambiental que se imparte en los niveles de educación primaria, secundaria y superior, que conlleva una intención deliberada y sistemática que se concreta en un currículo oficial, aplicado con calendario y horario definidos.

La UNESCO señala que un aspecto destacado del nuevo sistema educativo es la incorporación al currículum de los temas relevantes para la vida como lo es la educación ambiental (EA), la que tanto en educación primaria como en secundaria está integrada en las disciplinas de Ciencias Físico Naturales y como eje transversal del currículo.

El reto que tenemos planteado hoy en día, es el de favorecer la “transición” hacia la sostenibilidad y la equidad, siendo conscientes de que esta transición requiere profundos cambios educativos, económicos, tecnológicos, sociales y políticos.

Ya se han emprendido esfuerzos eficaces como son: la implementación de las *60 horas ecológicas*, que demanda asesoría de instituciones estatales y de organismos no gubernamentales.

La participación masiva en jornadas de sensibilización y limpieza y de reforestación entre otras tareas de vital importancia, que deben realizarse en forma organizada y sinérgica entre las instituciones y organismos a fin de no dispersar los esfuerzos educativos y económicos.



Jornada de limpieza

Al inicio del año escolar debe realizarse un diagnóstico y con base en éste elaborar un plan de acción participativo de manera coordinada con las y los comunitarios, líderes y diferentes actores sociales tomando en cuenta toda la problemática ambiental y de los recursos naturales de la comunidad.



Jóvenes en jornada de reforestación

Educación ambiental no formal

Es aquella que transmite los conocimientos, actitudes y valores ambientales, fuera del sistema educativo institucional, que lleva la adopción de actividades positivas hacia el medio ambiente natural y social, que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto a la diversidad biológica y cultural, fomentando la solidaridad intra e intergeneracional.

La educación no formal parte de una necesidad educativa de un grupo social, su planificación ha de ser a corto o medio plazo y mucho más flexible que la formal, adaptándose a las

necesidades específicas de cada contexto y por ser extraescolar puede desarrollarse en distintos ámbitos, es destinataria de esta educación ambiental no formal toda la población.

Éstas son lideradas por organismos gubernamentales, ONG's ambientalistas, las alcaldías y algunas empresas privadas (responsabilidad social empresarial), donde la escuela puede estar dentro del comité organizador de algún proyecto ambiental o de desarrollo, o bien de responsable de algún componente.

Por ejemplo: El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), impulsa La Campaña Nacional “Ayúdame A Vivir”, en coordinación con organizaciones tales como Flora y Fauna Internacional (FFI), mujeres organizadas en las comunidades que contribuyen a la conservación de las tortugas marinas mediante la instalación de viveros de huevo de tortuga y promueven el turismo comunitario, también participan la niñez y juventud de centros escolares y de las comunidades cercanas a las playas de anidación. En las ciudades se realiza sensibilización a la población, dueños de establecimientos en mercados, bares, restaurantes, comiderías, marisquerías para eliminar el comercio de huevos de tortugas marinas.



“Yo no como huevo de tortuga”

Otro ejemplo es la Campaña Nacional “Vivir LIMPIO, vivir Sano, Vivir Bonito, Vivir Bien”, que promueve el gobierno y al que todas y todos estamos convocados, los estudiantes son un importante agente de cambio al poner en práctica comportamientos de cuidado a la Madre Tierra, en la escuela hogar y comunidad, contribuyendo de gran manera a incidir positivamente con sus familiares y amigos.

Educación ambiental informal

Es el proceso que dura toda la vida, por el cual la persona adquiere y acumula conocimientos, capacidades, actitudes y valores ambientales a través de la experiencia diaria y del contacto con el medio.

Este tipo de educación está representada por la labor de comunicación y divulgación informativa, formativa y de capacitación, realizada a través de los medios masivos de comunicación.

Tomando en cuenta el amplio radio de cobertura que tienen los medios de comunicación social en Nicaragua y sus crecientes influencias en amplios sectores de la sociedad, el sector informal constituye una alternativa de muchas significaciones para la difusión de información referida al medio ambiente para la construcción de la cultura ambiental.

Para ello, se deben formular mensajes acordes con el canal de transmisión, a la par de impulsar la capacitación sobre la educación ambiental, a los profesores de la comunicación social.

Los recursos naturales de Nicaragua

Se conoce como recurso natural cualquier elemento o bienes materiales y servicios que proporciona la naturaleza y que son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su

bienestar y desarrollo de manera directa (materias primas, minerales, alimentos) o indirecta (servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida en el planeta).

En Nicaragua el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), es la institución gubernamental que ejecuta en el terreno, las leyes y políticas que regulan el manejo de los recursos naturales.

Clasificación de los recursos naturales

Los recursos naturales se clasifican en renovables, no renovables y perennes.

Los recursos naturales renovables hacen referencia a recursos bióticos: bosques, animales, estos recursos tienen alta capacidad de regeneración, si los sabemos usar los podemos tener siempre, pero si el uso es excesivo lo podemos convertir en no renovables.

Éstos teóricamente pueden durar en forma indefinida, porque los usados pueden ser reemplazados por el proceso natural de la **reproducción**. Por esto, para **Tyler Miller**, esta clasificación debería cambiar a **recursos potencialmente renovables**,

porqué podrían ser agotados y convertidos en no renovables si los usamos más rápidamente. Dada su importancia debemos aprovechar estos recursos tomando en cuenta los principios ecológicos que rigen a los ecosistemas, de manera que no acabemos con ellos.



Variedad de especies de la Fauna Silvestre nicaragüense

Recursos naturales no renovables son generalmente depósitos limitados o con ciclos de regeneración de *miles y millones de años*, ejemplo: minas de oro, cal, el petróleo, entre otros, el uso sin control los puede llegar a agotar o a contaminarlos y no puedan utilizarse.

También existen **recursos perennes** o **inagotables** aunque se utilicen permanecen, ejemplo: **luz solar, olas del mar, vientos**.

Nuestra actual forma de vida se sustenta en la utilización de los recursos naturales, como el agua, las plantas, los animales y los combustibles fósiles.

Los recursos naturales deben ser utilizados mediante un manejo adecuado y planificado, para que su tasa de producción compense la velocidad con que el ser humano los explota.

Otra forma de clasificar los recursos según la importancia para los seres vivos son:

- **Esenciales:** son aquellos recursos imprescindibles para los seres vivos, como el agua, el aire, ya que los individuos no pueden vivir sin ellos.

- **Complementarios:** son aquéllos que pueden ser reemplazables por otros similares, ejemplo: sustituir un alimento por otro, como sucede en las dietas.

El recurso agua

El agua es la sustancia más importante para la vida, pero está distribuida de forma irregular en la superficie terrestre, por lo que los distintos pueblos y las diferentes civilizaciones han dedicado múltiples esfuerzos para proveerse de agua en su vida cotidiana y para su desarrollo económico.

Todo lo que perjudica al agua repercute directamente sobre los ecosistemas, por eso hay que ser cuidadosos en su administración y consumo.

¿Podríamos decir que el agua es el elemento más abundante de la Tierra y a su vez, escasea en muchos lugares?

No le concedemos valor y su falta paralizaría nuestra vida.

No debemos olvidar que el agua dulce potable es menor del 3% del agua terrestre, lo que hace que en ocasiones su uso plantea complejos problemas.

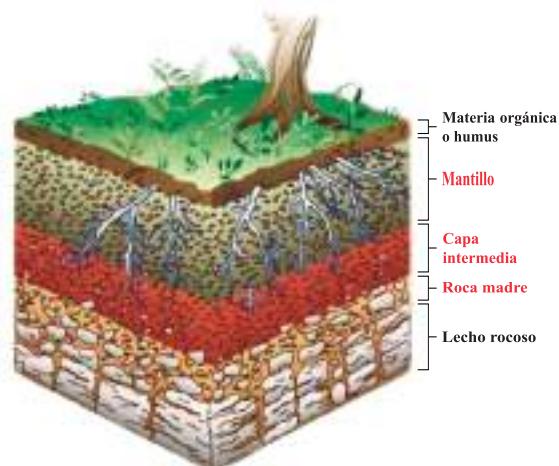
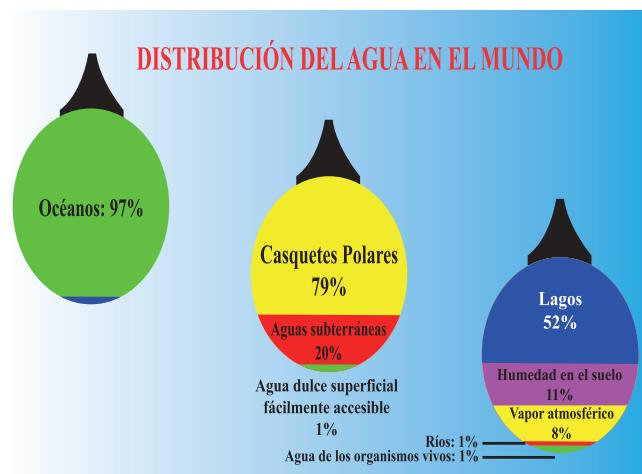
El recurso suelo

Es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el medio rocoso original (roca madre) denominados genéricamente meteorización.

El gobierno de Nicaragua impulsa la utilización de buenas prácticas productivas, así como la cosecha de agua y el uso racional de ésta.

Constituye junto con el agua, el aire y la luz solar, el fundamento de la vida en los sistemas ecológicos terrestres. El suelo proporciona hábitat biológico para numerosos organismos y microorganismos.

Es el punto de partida y destino final de la mayor parte de las actividades desarrolladas por los seres humanos. Un descenso en la calidad del suelo contribuye generalmente a un descenso en la biodiversidad, con las consecuencias, muchas veces irreversibles, de pérdidas de especies y ecosistemas.



Perfil de suelo

Compruebe sus conocimientos



Realice una dinámica con lluvias de ideas y coloque escritos en la pizarra con las siguientes interrogantes, leerlas, analizarlas y brindar opiniones.



¿Para qué utiliza usted el agua? ¿Considera usted que es importante el agua para la vida? ¿Qué significado tiene el agua para la humanidad? ¿De dónde se obtiene el agua en su comunidad? ¿Con qué fuentes de importancia cuenta su comunidad o el municipio? ¿Qué problemas posee su comunidad en torno al agua? ¿Qué importancia tiene el suelo para los seres vivos? ¿Para las plantas, animales y seres humanos? ¿Ustedes creen que en el suelo hay vida?

El recurso flora: es el conjunto de especies de plantas que se encuentran en un lugar:



¿Qué tipo de plantas hay en su comunidad? ¿Cuáles son las más frecuentes? ¿Y las menos frecuentes? ¿Qué utilidad le dan a esas plantas en su comunidad?

El recurso fauna: se refiere a las diferentes especies animales que habitan en un determinado lugar o que caracterizan a ese lugar. *Ejemplo:* La fauna de tu comunidad:



¿Qué especies animales existen en su comunidad y cuáles conocen ustedes? ¿Qué especies son más abundantes? ¿Cuáles especies han desaparecido?



Recursos alimenticios

A raíz de la Revolución Sandinista en los años 80, la Reforma Agraria les permitió a algunos campesinos tener acceso a la tierra de manera colectiva a través de cooperativas.

Los productos más importantes que se han cultivado tradicionalmente son: el maíz, los frijoles y el arroz (llamados "granos básicos") que constituyen la base de la alimentación de los nicaragüenses. Se cultiva también caña de azúcar, ajonjolí en Occidente y café (en la zona central - norte y en Carazo).



El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional definió a partir de 2007, una estrategia productiva que prioriza el fortalecimiento de la economía familiar, comunitaria, cooperativa y

asociativa, que tiene como objetivos reducir la pobreza y desigualdad, aumentar la producción y la productividad, fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria y adaptar el país al cambio climático.

La política de apoyo a los pequeños productores ha sido integral, capitalizando y fortaleciendo las capacidades productivas de las familias pobres, con capacitación y asistencia técnica, créditos, insumo y apoyo en las diferentes formas asociativas incluyendo las cooperativas, en busca del autosustento familiar, lo que está contribuyendo activamente al aumento de la disponibilidad de alimentos en los hogares de las familias pobres y la reducción de la pobreza.

El Programa Productivo Alimentario (PPA), mejor conocido como Hambre Cero, considerado uno de los programas exitosos de la Estrategia de Seguridad y Soberanía Alimentaria que permite alcanzar rápidamente la satisfacción alimentaria de los hogares pobres rurales

Recursos pecuarios

Los principales tipos de ganado son el bovino, porcino, caprino y caballar. El ganado **bovino o vacuno**, se cría de manera intensiva y extensiva, se utiliza para la producción de carne, leche y sus derivados. El ganado **porcino** (cerdos) proporciona diversos productos como carne y grasa, sus patas se utilizan como alimento, con sus cerdas se fabrican cepillos y del cuero se producen zapatos. Las cabras o ganado caprino, tienen su hábitat en regiones secas, cálidas.



La cría de ganado caballar se realiza en menor escala que las anteriores, pero con gran valor comercial. En la actualidad, los caballos se utilizan principalmente en actividades rurales, de transporte y deportivas-recreativas como el hipismo.

En el año 2010 se logró una producción de carne bovina de *49,5 millones de libras*, de carne avícola *197,2 millones* de libras y la producción pesquera fue de *77 799 000 libras*.

Recursos pesqueros

Debido a su gran valor nutritivo, los recursos acuáticos son valiosos para el ser humano. Se estima que el 70 % de la captura nacional proviene de la costa Caribe, la flota pesquera de esa zona es mayor que la del Pacífico.



Son especies aprovechadas; el pargo, atún, curvina, tiburón, pulpo, calamares y langostas. La actividad pesquera en el país es:

La pesca artesanal: es realizada por las comunidades que circundan las costas de los mares, lagunas y ríos.

La pesca semi-Industrial: es aquélla que cuenta con embarcaciones de regular tamaño a grande, bastante tecnificadas con GPS (Sistema de Posicionamiento Global) e información satelital.

La pesca industrial: desempeñada por empresas pesqueras que cuentan con grandes embarcaciones de mayor calado como las camaroneras.

Técnicas o artes de pesca utilizadas: palangres, redes de deriva, líneas, atarraya, redes agalleras y red de mallas.

Para la ubicación de una buena pesca se cuentan con detección de satélite, el uso de la termoclina, la capa superficial del océano tiene una temperatura de entre **12° C y 30° C**. Por debajo aparece una capa de agua más fría, de entre **5° C y -1° C**. El límite entre ambas capas es conocido como **termoclina**, a fin de controlar la temperatura (los peces buscan las temperaturas más bajas, se afirma que frente a las costas de Nicaragua hay un domo térmico de gran importancia para la pesca semi-industrial (redes atuneras, las trampas o nasas para capturar langostas).

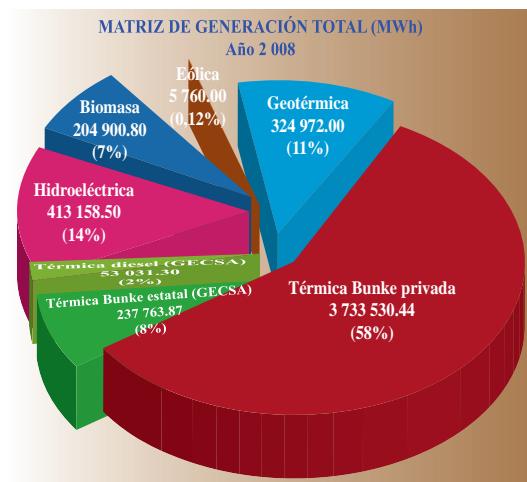
En 2005, la captura anual de pescado, tanto de agua dulce como del mar, fue de **40 897 toneladas**. Las principales capturas comerciales son los crustáceos, especialmente camarón, que se pesca en el puerto caribeño de Bluefields y en alguna medida en San Juan del Sur, la que en su mayoría es para exportación.

Su propósito es satisfacer la demanda local y el autoconsumo. En ambas costas se capturan especies como langostas, barracuda, lenguado, bonito, marlín, pargo, tiburón, róbalo, dorado, jurel y sábalo. La pesca que se desarrolla en el mar, con barcos especializados es la **intensiva o comercial**, en ella se obtienen grandes volúmenes de atún y camarón, principalmente. Otro tipo de pesca es la deportiva, que es de gran atractivo para el turismo nacional e internacional.

Recursos energéticos

La energía eléctrica tiene una gran importancia en el desarrollo de la sociedad, su uso hace posible la automatización de la producción, aumenta la productividad y mejora las condiciones de vida de los seres humanos.

Nicaragua es el país de América Central que posee la generación de electricidad más baja, así como el porcentaje más bajo de población con acceso a la energía eléctrica, a pesar de que Nicaragua es uno de los países con mayor potencial de la región para producir esta energía, por lo que posee abundancia en recursos energéticos, debido a sus privilegiadas condiciones naturales, asociada a las características geológicas, hidrológicas, climáticas y cobertura vegetal, pero, existe poco aprovechamiento del potencial energético proveniente de fuentes renovables.



Situación del sector energético en Nicaragua en 2008

Nicaragua demanda más de *450 MW* y tiene capacidad para producir más de *3 000 Megawatts (MW)* de energía de fuentes alternas, como el calor de los volcanes (geotérmica), del sol (solar), la fuerza del agua (hidráulica) y del viento (eólica).

El Instituto Nicaragüense de Energía (INE), es el encargado de la regulación, supervisión y fiscalización del sector energía. Es el que otorga las licencias, permisos y concesiones, así como el que estipula las sanciones y multas, por otro lado, la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), es la encargada de la administración de los sistemas aislados. En al año 2000, Unión FENOSA, empresa española, compró ENEL en grado de privatización.

Nicaragua depende en gran medida del petróleo para la generación de electricidad: dependencia del 75 % comparado con el promedio de 43 % del resto de los países centroamericanos.

El Ministerio de Energía y Minas indicó que más del 50 % de la energía que consume el país es generada por plantas propiedad de la empresa Alba de Nicaragua S.A. (ALBANISA), señalando que en este momento, el 77 % de la generación de energía es térmica y el restante 23 % es de fuentes renovables.

La energía solar en Nicaragua tiene varios años de estarse utilizando en hornos y cocinas solares, así como para la generación de energía eléctrica en algunos lugares distantes, fincas y últimamente más tecnificados en hoteles para el agua caliente entre otros. Las universidades de Nicaragua UNAN-Managua y UNI, han ido preparando recursos humanos en esta área y realizando proyección universitaria en muchas comunidades.



Recursos mineros

Nicaragua posee riqueza en minerales. La actividad minera en Nicaragua se encuentra orientada principalmente a la minería metálica (oro y plata) y a la no metálica (arena, piedra pómez, cantera). La exploración y explotación de material aurífero, es desarrollada por empresas que ejecutan sus operaciones de mediana escala en los municipios de Bonanza, La Libertad, Larreynaga, Santo Domingo, entre otros.

Los principales depósitos de oro se encuentran al noreste, noroeste y centro del país. Son vetas epitermales de cuarzo con oro, plata y vetas polimetálicas encajadas en rocas volcánicas del terciario, pero también existen depósitos de cobre, oro y hierro en rocas carbonatadas de cretáceo inferior.

En la última década, se ha venido impulsando un plan de expansión minera basado en la explotación del oro y la plata, destinados en su mayoría para la exportación.

Explotación comercial: el sector de la minería metálica la componen actualmente tres minas en operación: La Libertad ubicada en Chontales y Mina Limón, ubicada en León, que son propiedad de la compañía canadiense B2GOLD. Además, Hemco en Bonanza, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), de capital canadiense, estadounidense y nicaragüense respectivamente. Las tres compañías en puestos suman 2 790.

Minería artesanal: la minería artesanal o pequeña minería ha sido tradicional en Nicaragua y es realizada a lo largo de los ríos por los llamados “güiriseros”. La situación es de un gran deterioro ambiental y humano, con problemas graves de pobreza, de déficits sociales, de salud y pérdida de recursos naturales.

Minería no metálica

- **Piedra pómez:** más de diez minas de pómez se encuentran distribuidas en el sector noreste de Masaya, principalmente en Las Flores, donde la falta de trabajo obliga a los comarcales echar la mirada a las minas y escarbar con la única finalidad: llevar el pan de cada día y seguir sobreviviendo.
- **Arena:** en Ciudad Sandino existen aproximadamente seis empresas establecidas legalmente. Pero la extracción ilegal de arena se ha extendido por parte de la población en busca de dinero. Hay lugares donde la gente ha desbaratado hasta sus terrenos para sacar arena.
- **Piedra caliza y yeso:** en San Rafael del Sur, la fábrica de cemento, Cementera Canal, reconocida a nivel nacional, utiliza la piedra caliza y yeso, generando empleo a *700 personas*. Es propiedad del estado. la Fábrica de Cal EMNOMET: Es la mayor procesadora de piedra caliza, es distribuidora del producto a nivel nacional.
- **Fábrica de Nicalit:** Produce materiales de construcción (techos, láminas lisas, etc.) general empleo a unas *300 personas* del municipio de San Rafael del Sur.
- Piedra cantera: la explotación industrial se realiza en Las Banderas - Apompuá con un promedio mensual de producción de *364,000 unidades* de piedra cantera. Mientras que la explotación artesanal se realiza en Las Canoas - Carazo con una producción de *50,000 unidades* al mes. Ambas explotaciones suman una producción total mensual de *414,000 unidades* de piedras canteras.

Recursos forestales

Los recursos forestales normalmente son considerados renovables, pese a que se ha mostrado, un proceso de deforestación constante y frecuentemente irreversible.

La explotación intensiva de bosques puede ser señalada como la causa fundamental de los desastres naturales que sufren algunos países del mundo. **La utilidad** de los recursos forestales no radica sólo en la producción de materias primas y bienes económicos, sino en el papel esencial que desempeñan en el funcionamiento del sistema natural, sin ellos no pudiera existir vida alguna.

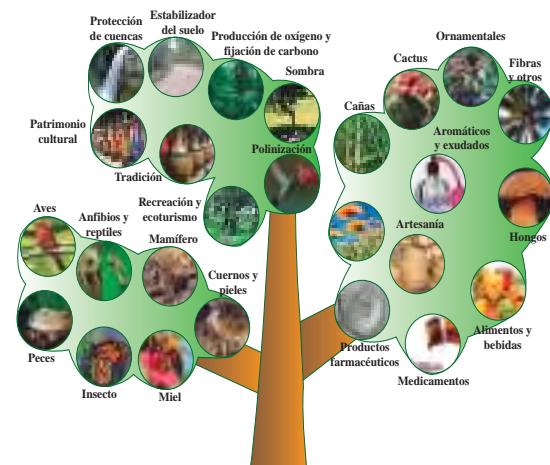
Compruebe sus conocimientos



Observe el árbol, lea cada una de los rotulitos y reflexione sobre lo que se señala y lo que usted considera que falta incluir.



En su equipo de trabajo, analice sus respuestas, dibújenlo en el mural y presente al grupo sus reflexiones.



Recursos Naturales de Nicaragua

Nicaragua, por su topografía irregular, sus microclimas y sus variadas regiones, conserva una amplia gama de tipos de climas y por ende diversa vegetación y clases de bosques. Se encuentran los bosques tropicales lluviosos (Indio Maíz y Bosawás), tropicales secos, las sabanas así como los potreros y los matorrales secos (pacífico y central del país), bosque nuboso y enano (zonas altas, ejemplo Mombacho), apreciando la mayor abundancia de aguas, riqueza y diversidad biológica. Según el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Nicaragua cuenta con tres tipos principales de bosques: latifoliados, coníferas y manglares.

Actualmente, el país pierde *75 mil hectáreas* de bosque cada año. Los mapas muestran el estado de deterioro del bosque y/o del suelo de vocación forestal, lo que permite plantear que de continuar con ese ritmo, en el futuro en nuestro país no habrá bosque.

Las malas prácticas productivas intensivas y el uso de la leña degradan los bosques. La situación de los bosques de Nicaragua se ha venido agudizando a través del tiempo, producto de la presión que ejerce la población al querer cubrir innumerables necesidades económicas y materiales.

Causas de la deforestación en Nicaragua

Las causas de la deforestación en el país son diversas, entre ellas podemos identificar las concesiones madereras, la minería la pobreza extrema que obliga a los campesinos a utilizar los recursos forestales al margen de cualquier planificación, los incendios forestales son otra causa muy importante debido a que para la agricultura migratoria le es mucho más fácil desmontar un bosque ya quemado. Cerca del 40 % del territorio está constituido por masas forestales; en 2006 la producción anual de madera fue de *6,07 millones de m³*. La madera se transporta a través de los principales ríos que fluyen hacia la Costa Caribe.



Nebelviva en Volcan Maderas



Sistema silvopastoril

En la región central Boaco y Chontales las tierras han sido básicamente para uso agropecuario. La ganadería se ha desarrollado como la agricultura estableciéndose de forma intensiva en los países desarrollados. Mientras en los países en vías de desarrollo la ganadería es aún extensiva.

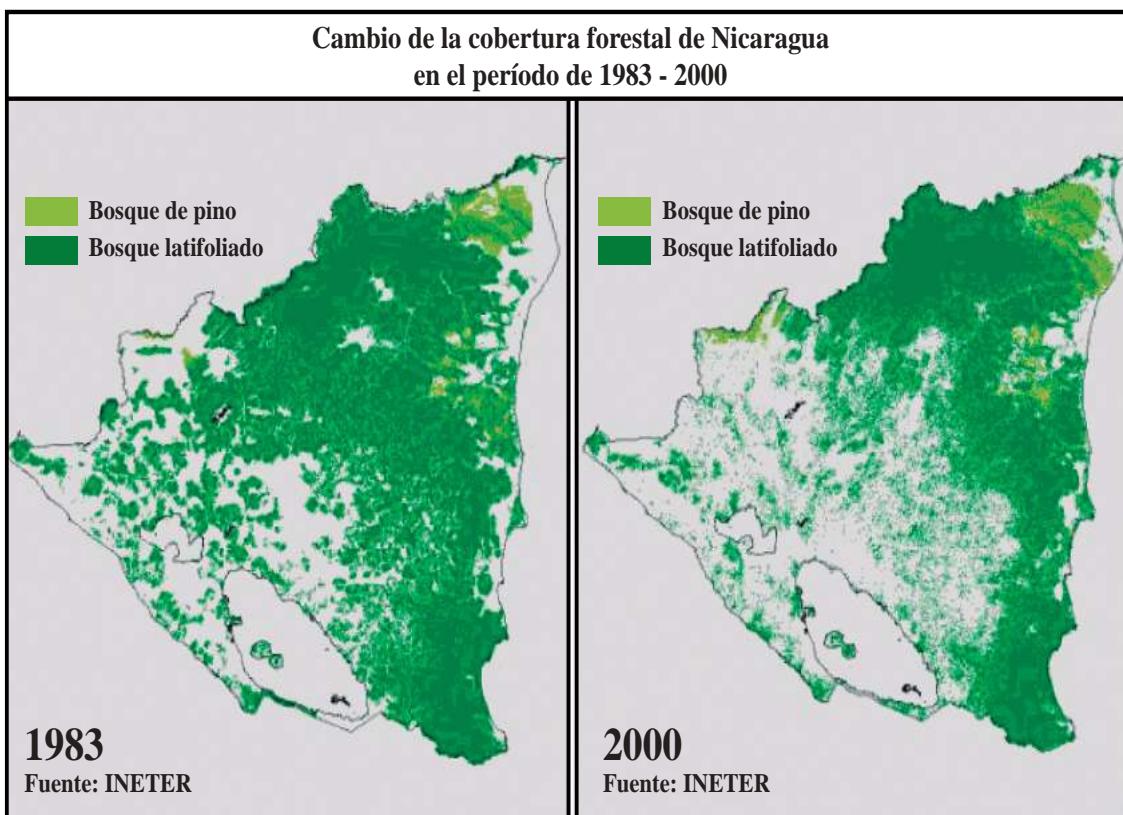


Protección y desarrollo forestal

Líneas de acción:

Sistema agroforestal

1. Implementación de campañas anuales de protección forestal (proteger físicamente el recurso contra plagas, enfermedades, incendios y extracción ilegal) en las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
2. Impulsar la forestería comunitaria de pueblos indígenas y comunidades étnicas en las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
3. Implementación de campañas anuales de reforestación a través de organización y capacitación de brigadas comunitarias de reforestación.
4. Impulsar el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles.
5. Implementar la reforestación de las zonas afectadas por el Huracán Félix en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) , con especial enfoque en la Reserva de Biosfera Bosawas.



Actualmente, el país pierde 75 mil hectáreas de bosque cada año. Con este ritmo en un futuro próximo no habría bosque en Nicaragua. Actualmente, el país pierde 75 mil hectáreas de bosque cada año. Con este ritmo en un futuro próximo no habría bosque en Nicaragua.

Estamos destruyendo los ecosistemas, los hábitat y las especies, las dos causas principales del problema de los bosques de Nicaragua es la alta dependencia de la leña como fuente primaria de energía en el país y las malas prácticas productivas extensivas que degradan el bosque, suelo y la biodiversidad.

La nueva cultura ambiental para la reforestación.

- Sembremos y cuidemos los árboles desde nuestras casas, comunidades, escuelas, centros de trabajo, vías públicas y en cualquier sitio en general del territorio nacional.
- Protejamos los bosques contra los incendios y las plagas o enfermedades.
- Implementemos buenas prácticas en el uso del bosque: “Por cada árbol cortado sembrar cinco”.
- Apoyemos la forestaría comunitaria.
- Conozcamos, protejamos y valoremos las especies forestales del país.
- Impulsemos el uso de biodigestores o cocinas mejoradas para reducir el consumo de bosque para leña.
- Evitemos la introducción de especies exóticas que rompen el equilibrio ecológico.

Los problemas de la contaminación ambiental

Fue con la Revolución Industrial que los seres humanos empezaron realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua.

Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente, está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

Los problemas ambientales ya no aparecen como independientes unos de otros, sino que constituyen elementos que se relacionan entre sí, configurando una realidad diferente a la simple acumulación de todos ellos. Por ello, hoy en día podemos hablar de algo más que de simples problemas ambientales, nos enfrentamos a una auténtica **crisis ambiental y la gravedad de la crisis se manifiesta en su carácter global**.

La contaminación ambiental

Se denomina **contaminación ambiental** a la presencia en el ambiente de cualquier agente (**físico, químico o biológico**) o bien a una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o que pueda ser perjudicial para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores, de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, que alteran su salud y su inocuidad. Entendemos por contaminación industrial a la emisión de sustancias nocivas, tóxicas o peligrosas, directa o indirectamente de las instalaciones o procesos industriales al medio natural. Estas emisiones pueden ser:

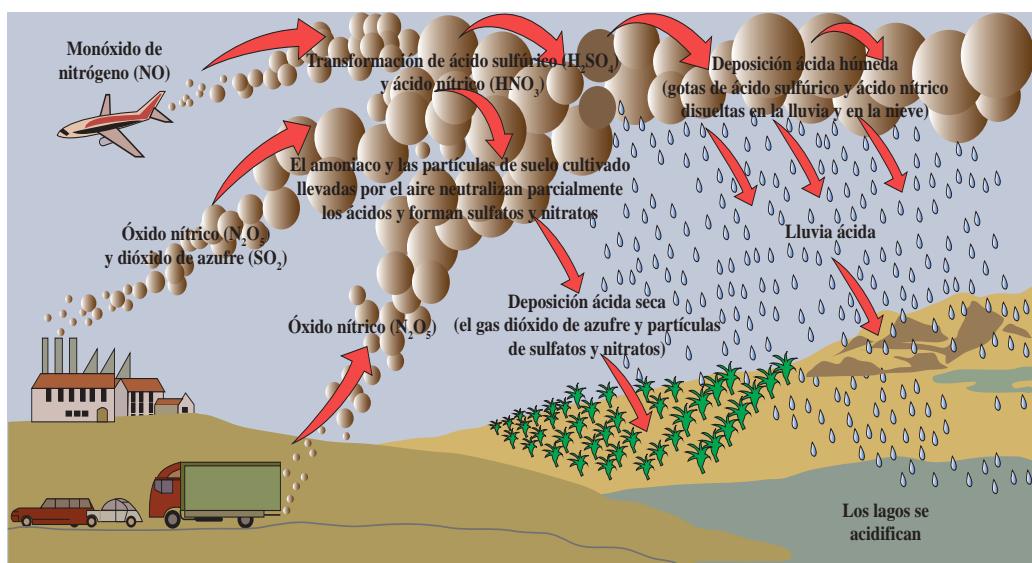
- Emisiones a la atmósfera.
- Vertidos a las redes públicas de saneamiento.
- Vertidos directos al suelo o a cauces de aguas superficiales.
- Almacenamientos o disposición de residuos industriales.
- Ruidos en el entorno.
- Contaminación de cuerpos de agua superficial (lagos, lagunas y ríos), aguas subterráneas y mares.

Clasificación de la contaminación

La contaminación se clasifica según los grandes medios en la que se la puede encontrar, éstos son: **el suelo, el aire, el agua**.

Contaminación atmosférica

Se entiende por **contaminación atmosférica** a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.



Ciclo de la lluvia ácida

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles, calefacciones domésticas e industriales, el proceso de generación de energía eléctrica, energía electromagnética, la evaporación de disolventes orgánicos y las emisiones que debilitan la capa de ozono como los freones.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas de las que contienen los focos emisores.

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones.

Los contaminantes gaseosos más comunes son el **dióxido de carbono (CO_2)**, el **monóxido de carbono (CO)**, los hidrocarburos, **bióxido de nitrógeno (NO_2)**, **bióxido de azufre (SO_2)** y el **ozono (O_3)**. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos, pero la principal fuente artificial es la quema de **combustible fósil**. La contaminación del aire interior es producida por el consumo de **tabaco**, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de **volcanes, incendios e industrias**. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (**smog**). La **niebla tóxica** generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas.



Los aerosoles: consisten en una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera. Algunas partículas son lo suficientemente grandes y oscuras que pueden verse en forma de hollín o humo. Otras son tan pequeñas que sólo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Cuando se respira el polvo, puede irritar y dañar los pulmones con lo cual se producen problemas respiratorios. Las partículas finas se inhalan de manera fácil profundamente dentro de los pulmones, donde se pueden absorber en el torrente sanguíneo y permanecer arraigadas por períodos prolongados de tiempo en nuestro organismo.

Desde el año 1960, se ha demostrado que los clorofluorocarbonos (CFC), también llamados freones, tienen efectos potencialmente negativos en la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera y al incremento del efecto invernadero. El protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de estos productos.

Efectos de la lluvia ácida:

- Sobre los ecosistemas acuáticos, la acidez produce solubilización y lixiviación de metales pesados.
- Sobre los metales produce corrosión y degradación.

- Sobre la vegetación, afecta a la clorofila por lo que produce una disminución del crecimiento y de la cantidad de bosque; así como su destrucción.
- Sobre la salud, acidificación del agua potable.

Algunos contaminantes provienen de fuentes naturales.

Los incendios forestales emiten partículas, gases y sustancias que se evaporan en la atmósfera, son los llamados compuestos orgánicos volátiles, también conocidos como (COVs o VOCs), por sus siglas en inglés, (Volatile Organic Compounds).

- **Partículas de polvo** ultrafinas creadas por la erosión del suelo cuando el agua y el clima sueltan capas del suelo, aumentan los niveles de partículas en suspensión en la atmósfera.
- **Los volcanes** arrojan dióxido de azufre y cantidades importantes de roca de lava pulverizada conocida como cenizas volcánicas.
- **El metano (CH_4)** se forma en los procesos de pudrición de materia orgánica y daña la capa de ozono. Puede acumularse en el subsuelo en altas concentraciones o mezclarse con otros hidrocarburos formando bolsas de gas natural.

Efectos de la contaminación del aire.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca. Los ancianos y los niños son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire.

Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 %. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los autos producen la misma cantidad de esas partículas. Normas estrictas de aire limpio contribuirían a una mejor salud con efectos en gran escala.

El índice de calidad del aire (AQI, por sus siglas en inglés) es una herramienta usada por la EPA (Environmental Protection Agency - Agencia de Protección Ambiental) y otras agencias para proveerle al público información oportuna y fácil de comprender sobre la calidad del aire local. También indica si los niveles de polución son perjudiciales a la salud. El AQI se enfoca en los efectos de salud que pueden pasar dentro de unas horas o días después de respirar el aire. La Universidad de Ingeniería ha venido investigando desde hace varios años la calidad de aire de la ciudad capital Managua, por otro lado; la policía de tránsito para la renovación de placas le exige al dueño de vehículo que debe pasar un examen de control de emisiones de gases. También se han realizado campañas de control vehicular con los tubos de escapes (mofles).

Medidas administrativas para reducir la concentración del CO_2 :

- Protocolo de Kyoto.
- Obligación de poner placas solares.
- Reducción de la tala de árboles.

Contaminación del agua

El estado natural del agua puede ser afectado por procesos naturales; por ejemplo: los suelos, las rocas, algunos insectos y excrementos de animales. Otra forma como se puede cambiar su estado natural es artificialmente, fundamentalmente, por causas humanas; *por ejemplo:* con sustancias que cambien el *pH* y la salinidad del agua, producidas por actividades mineras, domésticas e industriales.

Entre los contaminantes del agua más comunes se incluyen:

- **Los agentes biológicos** causantes de enfermedades. Tal es el caso de la bacteria que produce el cólera o de los virus que provocan hepatitis o diarrea. Éstos se generan por los desagües cloacales en los ríos, lagos y mares que no reciben un tratamiento adecuado.
- **La materia orgánica** que proviene de **diferentes fuentes**, como son los desechos cloacales, los residuos que producen las industrias frigoríficas, papeleras, alimentarias, los mataderos, las granjas de pollo y otros. La gran cantidad de detergente utilizada en las casas y los abonos agrícolas, las aguas residuales que demandan oxígeno y producen olores desagradables.
- **Productos químicos**, incluyendo los plaguicidas, que se usan en los campos agrícolas para combatir malezas y plagas que atacan los cultivos, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos. El petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales. Minerales inorgánicos y compuestos químicos como los nitratos que se origina de diferentes fuentes: aplicación de fertilizantes, pozos sépticos que no estén funcionando bien, lagunas de retención de desperdicios sólidos no impermeabilizados por debajo y la infiltración de aguas residuales no tratadas.



El envenenamiento con nitratos es peligroso en los niños. Altos niveles de nitrato en el cuerpo pueden limitar la capacidad de la sangre para transportar oxígeno causando asfixia en bebés, razón por la cual los niños se ponen cianóticos (de color azulados). En el tubo digestivo el nitrato se reduce produciendo nitritos, que son cancerígenos.

Otros contaminantes son los sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, las explotaciones mineras, las carreteras y algunos desechos sólidos de productos industrializados de las concentraciones urbanas, también son fuentes de contaminantes químicos.

Muy preocupantes son los compuestos orgánicos industriales, como los combustibles, la gasolina.

- **El calor** también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.

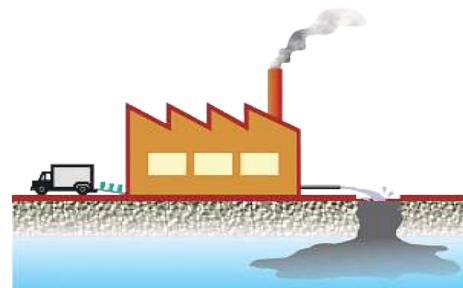
Efectos de la contaminación del agua

En Nicaragua se han detectado aguas subterráneas contaminadas de manera natural por arsénico, en la comunidad del Zapote, San Isidro y el Valle de Sébaco en Matagalpa, al igual que en La Libertad, Chontales; estas aguas están ocasionando **intoxicación crónica**.

Gobierno y universidades impulsan la innovación tecnológica para eliminar el arsénico, a través de filtros caseros que permitan mejorar la calidad del agua para el consumo humano en las áreas rurales del país. En las áreas urbanas se impulsa la construcción de plantas de tratamiento de agua potable.

Hay que considerar que los ecosistemas de agua dulce son muy vulnerables, por un lado utilizamos los cauces como basureros que van a desembocar a estos cuerpos de agua, usándolos como colectores de vertidos, recibiendo estos flujos de materiales con variedad de contaminantes y al tener los lagos y estanques ciclos naturales muy lentos, tardan mucho en degradar estos agentes contaminantes, los seres humanos al **consumir el agua o las especies animales que viven en ellos**, sufren deterioro en su salud.

La biodiversidad de ríos, lagos, torrentes y zonas húmedas es el conjunto de **ecosistemas más amenazados** de la Tierra, **casi el 20% de los peces de agua dulce han desaparecido o están en peligro de hacerlo**. Esta cifra es mucho mayor en algunos países industrializados. Es por esta misma razón que tenemos la obligación de hacer valer los derechos y las leyes que han sido creadas para cumplirlas y más aun si es en beneficio directo para nosotros como sociedad, ya que si no cuidamos de nuestras aguas podríamos estar sufriendo de escasez de uno de los bienes naturales más importantes para la subsistencia humana y para la preservación de nuestra flora y fauna.



Algunas fábricas vierten sus líquidos residuales al terreno, dejando que infiltre y lleguen los contaminantes al subsuelo

Compruebe sus conocimientos

Haga un análisis acerca de los principales problemas de contaminación del agua que enfrenta su comunidad. Considere que: las cuatro fuentes de aguas residuales son: "(1) aguas domésticas o urbanas, (2) aguas residuales industriales, (3) escorrentías de usos agrícolas y (4) las aguas pluviales.

Cambio climático



En pareja comente las preguntas y respondan:



¿Ha escuchado hablar del calentamiento global del planeta? ¿Sabe en qué consiste el cambio climático? ¿Conoce por qué se produce el calentamiento global? ¿Sabe cuáles son los gases de efecto invernadero?



El sistema climático: es el funcionamiento global interrelacionado de diferentes procesos que ocurren en y entre la atmósfera, la hidrosfera (lagos, ríos, mares, océanos y glaciares), la biosfera (plantas, animales y microrganismos), y la litosfera (tierra y rocas).

Para que el sistema climático funcione necesita la energía que es proporcionada por el Sol, quien es responsable de mantener la circulación del viento, provocar huracanes, relámpagos, lluvias, entre otras. En conclusión, el sol, la Tierra y la atmósfera son responsables del clima.

El clima es el conjunto de características atmosféricas (temperatura, precipitación, nubosidad y otros) que distinguen a una región determinada. El clima además de modelar el relieve del país, acondiciona las actividades económicas de sus habitantes. Son los agentes climáticos como la temperatura, la humedad, la ventilación, y otros, los responsables de fenómenos tales como el calor, la lluvia, el viento; que humedecen los suelos, mantienen el nivel de los lagos, desarrollan las cosechas, sirviendo así de reguladores de las actividades sobre un determinado territorio

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional de la Tierra. Al cambio producido constantemente por causas naturales se le llama variabilidad climática. Pero el clima también puede variar por causas humanas. Este es el cambio climático antropogénico. Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos *100 años*.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático usa el término cambio climático sólo para referirse al cambio por causas humanas que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables y lo define como cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Existen cambios naturales que pueden ser responsables de cambios en el clima, por ejemplo: variaciones cíclicas de la intensidad solar, relacionadas con el ciclo de las manchas solares, cuya periodicidad es de aproximadamente *11 años*, que pueden provocar cambios en el clima. Otras causas naturales del cambio climático pueden ser las grandes erupciones volcánicas y las variaciones de la órbita terrestre alrededor del Sol.

El cambio climático tiene **cuatro características** distintivas:

- Es un fenómeno acumulativo.
- Sus efectos son irreversibles.
- De larga manifestación (las emisiones de hoy generan problemas mañana).
- Es un fenómeno global (no tiene fronteras).

Por tanto, el cambio climático es un problema que transciende la seguridad y estabilidad del país, por lo que es imprescindible desarrollar las capacidades de adaptación necesarias

para preservar nuestra supervivencia, al mismo tiempo que debemos trabajar en materia de “mitigación” mediante la reducción de emisiones.

La acumulación de “**gases de efecto invernadero**” (GEI) en la atmósfera por encima de los niveles normales resultará en cambios catastróficos a los patrones del clima en la Tierra que haría imposible la vida.

Las variaciones en los promedios de los valores de la temperatura, la precipitación, la humedad, entre otros, en una amplia región, a lo largo de un período de tiempo, provocarían alteraciones en el clima original de esa zona.

Conclusiones del Informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) del 03 de Febrero 2007:

“El ser humano ha cambiado el clima y sus crecientes emisiones de dióxido de carbono y otros gases provocarán un peligroso calentamiento o aumento de la temperatura de la Tierra, ($1,4^{\circ}C$ a $5,8^{\circ}C$), trastornos meteorológicos como frecuentes olas de calor, huracanes o sequías que se dejarán sentir durante más de un milenio.” Queda claro que el calentamiento global es una realidad y se debe con casi total seguridad a la acción humana.

Causas del cambio climático

En los últimos 50 años, la variación del clima se ha acelerado a tal grado, que pone en riesgo el futuro de la humanidad, siendo sus principales causas:

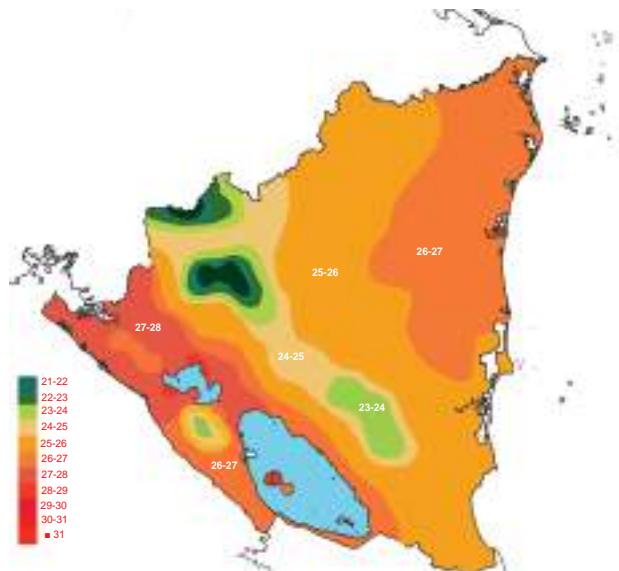
- La Revolución Industrial, lo que condujo al cambio de la producción y forma de vida.
- El Crecimiento acelerado de la población mundial y la sobreutilización de los recursos naturales.
- El desapele indiscriminado de los bosques.
- Quemas de bosques.



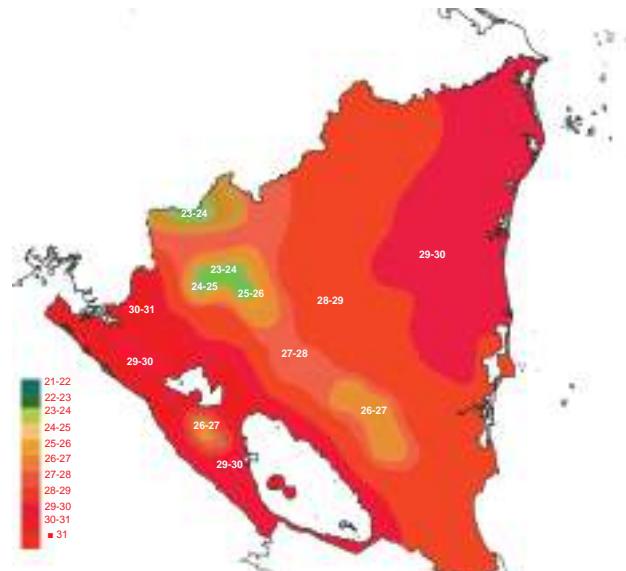
Consecuencias del Calentamiento Global

“El calentamiento global es un hecho y es realmente fuerte. Todo lo que nos rodea, los océanos, la disminución de la nieve, dan testimonio de este fenómeno”, declaró el experto francés Jean Jouzel, del IPCC (Panel intergubernamental sobre el Cambio Climático).

Si los diferentes estados no ponen los medios para reducir la contaminación de la atmósfera, la temperatura podría aumentar hasta un 6,4 %.



Temperatura media actual



Temperatura media para el 2010
(Cambio climático)

Efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite que exista la vida en nuestro planeta, se llama así precisamente porque la Tierra funciona como los invernaderos que se usan para ayudar a crecer a las plantas. La atmósfera permite la entrada de algunos rayos solares que calientan la Tierra, ésta al calentarse, también emite calor, pero esta vez la atmósfera impide que se escape todo el calor hacia el espacio y lo devuelve a la superficie terrestre.

Por qué aumenta la temperatura del planeta

EFFECTO INVERNADERO

Es un fenómeno natural por el cual la Tierra refleja parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Este fenómeno permite la existencia de la vida.

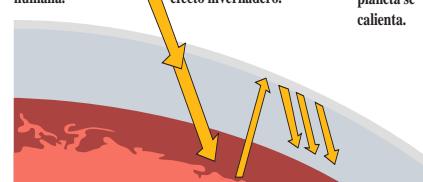
- 1 Los rayos del sol atraviesan la atmósfera.
- 2 Parte de la radiación es retenida por los gases de efecto.
- 3 ... y el resto vuelve al espacio.



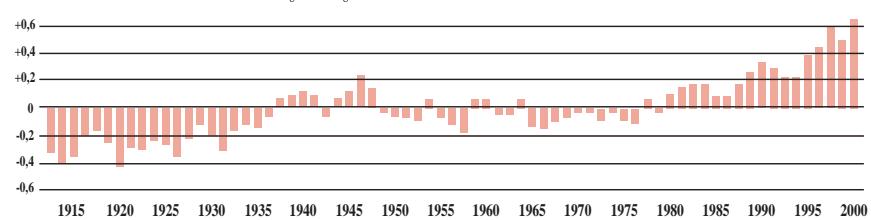
CALENTAMIENTO GLOBAL

Es el incremento de la temperatura media de la atmósfera debido a la actividad humana.

- 1 La quema de combustibles, la deforestación, la ganadería, etc., incrementan la cantidad de gases de efecto invernadero.
- 2 La atmósfera, entonces, retiene más calor y el planeta se calienta.



VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA GLOBAL ▶ En grados centígrados



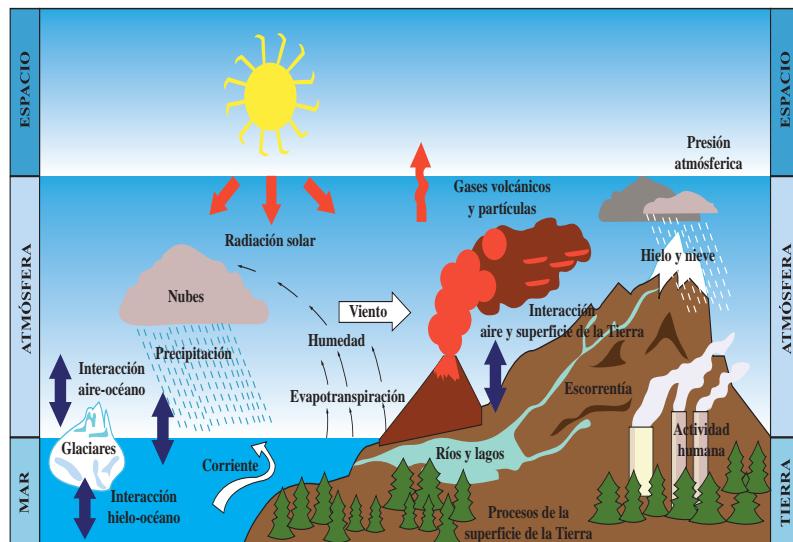
Fuente: IPCC, CLIMATE CHANGE 2001: THE SCIENTIFIC BASIS. TECHNICAL SUMMARY

El cambio climático es producido por el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera. Dichos gases son principalmente **el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), y los clorofluocarbonos (CFCs y HCFCs)**. Las cuales están relacionadas con las actividades de los seres humanos tales como: el uso de petróleo, la deforestación, los refrigerantes, las actividades industriales, la ganadería y el manejo de desechos.

Principales impactos del cambio climático en los recursos hídricos.

Las actividades humanas aumentan de manera significativa las concentraciones atmosféricas que tienden a calentar la superficie de la Tierra, afectando gravemente los recursos hídricos.

En Nicaragua se pueden identificar algunas señales del cambio climático, tales como: la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos (huracanes, inundaciones y sequías); el retroceso de algunas poblaciones vegetales y animales, la entrada tardía de la época de lluvia. También los científicos ayudados de programas de simulación por computadora, pueden pronosticar los impactos probables del cambio climático en cada país.



Con el cambio climático el aumento de la temperatura media en Nicaragua, ha variado de 0,2 a 0,9 grados centígrados en los últimos 30 años en el Pacífico y Norte del país y las precipitaciones han disminuido entre un 6% y 10% en el Pacífico.

La capa de ozono

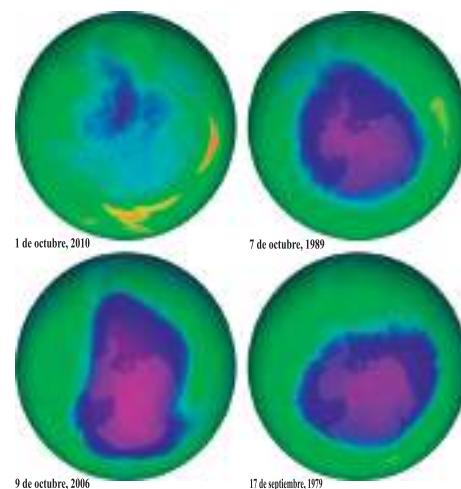


En equipo resuelva las preguntas siguientes:



¿Qué es la capa de ozono y en qué parte de la atmósfera se encuentra? ¿Por qué debemos cuidar el ozono de la atmósfera? ¿Cómo afecta la vida en la Tierra el agotamiento del ozono? ¿Qué sustancias producidas por el ser humano destruyen el ozono?

Se denomina capa de ozono, a la zona de la estratosfera terrestre que contiene el 90% del ozono de la atmósfera. Esta capa, se extiende aproximadamente de los 15 km a los 50 km de altitud, actúa como un potente filtro solar, al absorber del 97 % al 99 % de la radiación solar ultravioleta de alta frecuencia, protegiendo por tanto la vida en la Madre Tierra.





Las sustancias agotadoras de ozono son productos químicos que al subir a la estratosfera descomponen el ozono, debido a los altos niveles de radiaciones solares, disminuyen de manera significativa la delgada capa.

Se dan dos fenómenos conjuntos, por un lado el adelgazamiento de la capa de ozono que envuelve a la Tierra, por otro lado la perforación de la capa en algunas zonas y en algunas épocas del año. Este fenómeno es lo que se conoce como agujero de ozono.

No todos los organismos podrán vivir en estas nuevas condiciones, por ejemplo, amenaza a la diversidad biológica, al recibir mayor cantidad de radiación solar nociva (radiación ultravioleta); problemas de salud: un incremento de los casos de cáncer de la piel, deprime el sistema inmunológico y multiplica los problemas oculares, en los ecosistemas marinos se prevé una disminución del plancton, reduciendo la disponibilidad de alimento para peces y mamíferos entre otros.

Con el avance de la tecnología se han desarrollado procesos industriales y productos de consumo que emiten sustancias que contienen átomos de cloro, carbono y bromo (sustancias agotadoras del ozono) que al subir a la estratosfera destruyen el ozono.

Algunas de estas sustancias agotadoras del ozono pueden encontrarse en los sistemas de refrigeración fábricas de espumas y aerosoles.



¿Qué podemos hacer para proteger la capa de ozono?

- Leer las etiquetas de los productos en aerosol utilizados para limpieza del hogar, desodorantes, ambientadores y asegurarnos que no contenga CFC (clorofluorocarbonos).
- Comunicar a padres, amigos y familiares que no deben comprar equipos de refrigeración cuyo refrigerante sea a base de CFC (clorofluorocarbonos) y aires acondicionados con refrigerantes HFCF (hidroclorofluorocarbonos).
- Evitar usar y comprar productos fabricados con CFC, tales como platos y vasos de poroplast.

El agotamiento de la capa de ozono, amenaza a la diversidad biológica, ya que ésta resulta afectada al recibir mayor cantidad de radiación solar nociva (rayos ultravioleta); asimismo, esta problemática influye en la regulación del clima y en la humanidad provoca grandes problemas de salud, un incremento de los casos de cáncer de piel, deprime el sistema inmunológico y multiplica los problemas oculares.

No todos los organismos podrán vivir en estas nuevas condiciones, o al menos no podrán hacerlo en las mismas condiciones. Por ejemplo, en los ecosistemas marinos se prevé una disminución del plancton y por tanto de la disponibilidad de alimento para otros seres superiores como peces, mamíferos y otros.

Compruebe sus conocimientos

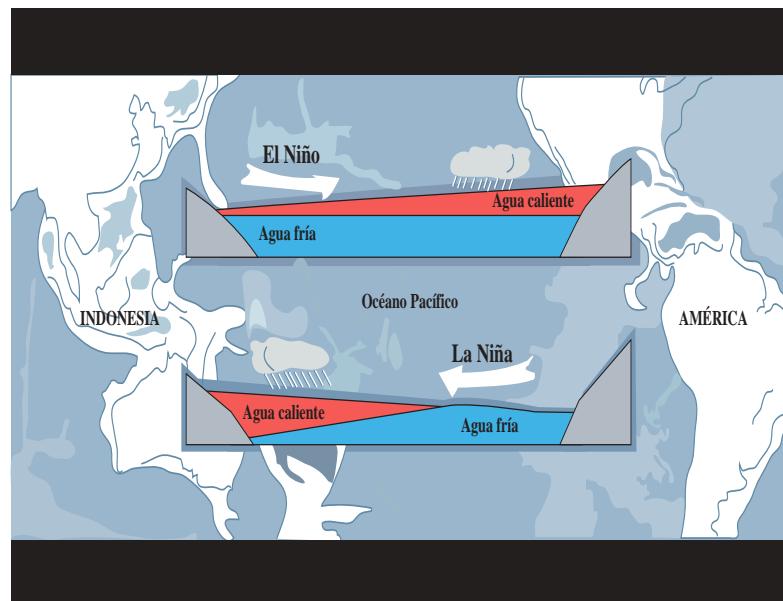


Averigüe con qué tipo de refrigerantes trabajan los equipos de refrigeración de su hogar, esta información la puede encontrar la etiqueta ubicada atrás o dentro de la refrigeradora en los laterales, trabajan con refrigerantes agotadores del ozono.

Una vez identificados los refrigerantes, investigue si son o no sustancias agotadoras del ozono.

El fenómeno El Niño y la Niña

El Niño es un **fenómeno climático**, que consiste en un cambio en los patrones de movimiento de las corrientes marinas en la zona intertropical, provocando una superposición de aguas cálidas procedentes de la zona del hemisferio norte. Inmediatamente al norte del Ecuador, sobre las aguas de emersión muy frías que caracterizan la corriente de Humboldt o del Perú; esta situación provoca estragos a escala mundial debido a las intensas lluvias, afectando principalmente a América del Sur, tanto en la Región Autónoma de la Costa Caribe como en la del Pacífico.

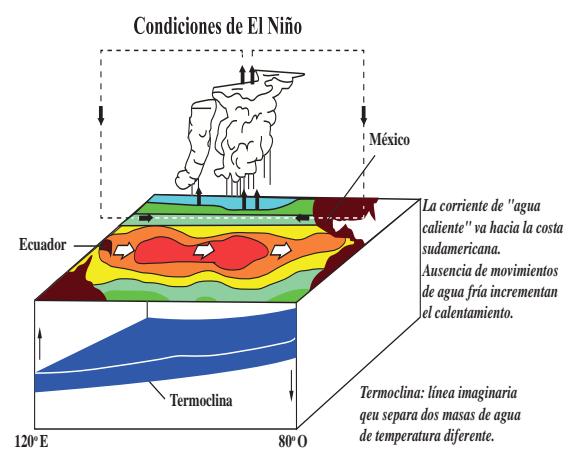


Los episodios cálidos El Niño y fríos La Niña, forman parte del ciclo El Niño Oscilación del Sur (ENSO).

Günther D. Roth define al fenómeno El Niño como una irrupción ocasional de aguas superficiales cálidas en el Pacífico junto a las costas de Perú y Ecuador debida a las inestabilidades de presión atmosférica entre el Pacífico Oriental y Occidental cercano al Ecuador. Supuesto causante de anomalías climáticas”.

Desarrollo del fenómeno del Niño

- El fenómeno El Niño inicia en el océano Pacífico tropical, cerca de Australia e Indonesia, con él se altera la presión atmosférica en zonas muy distantes entre sí, se producen cambios en la dirección y en la velocidad de los vientos y se desplazan las zonas de lluvia en la región tropical.



- Durante El Niño los vientos alisios se debilitan o dejan de soplar, la máxima temperatura marina se desplaza hacia el sistema de corrientes Chileno - Peruana, que es relativamente fría, y la mínima temperatura marina se desplaza hacia el sudeste asiático, lo que provoca el aumento de la presión atmosférica en el sudeste asiático y la disminución en América del Sur.

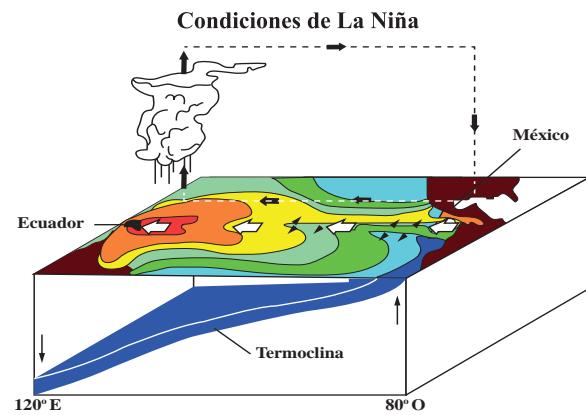
Experiencia en Nicaragua

Es uno de los eventos climáticos de mayor impacto en Nicaragua, por la variación de los regímenes de lluvia, una disminución importante en los acumulados de lluvia al inicio de la época lluviosa, con implicaciones de menor disponibilidad de agua, entre otros.

Fenómeno La Niña

Los episodios La Niña, también producen cambios a gran escala en los vientos atmosféricos sobre el Océano Pacífico tropical, incluyendo un incremento en la intensidad de los vientos alisios en la atmósfera baja sobre el Océano Pacífico.

Se le llama así porque presenta condiciones contrarias al fenómeno El Niño, también es conocido como “El Viejo” o “El Antiniño”. El niña suele ir acompañado del ascenso de las temperaturas y provoca fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico, en cambio; la niña son fuertes aguaceros, muchas veces acompañados con huracanes, un ejemplo de ello es el huracán Mitch.



- **Fase inicial:** cuando existe un régimen de vientos alisios fuertes desde el este, las temperaturas ecuatoriales se enfrian y comienza la fase fría o La Niña frente a las costas de Ecuador y Perú, lo cual genera una fuente de agua fría en la superficie que posteriormente se propaga hacia el occidente.
- **Fase de desarrollo:** las aguas frías se desplazan desde la costa sudamericana hacia el occidente y cubren el Pacífico tropical, oriental y central. Los vientos alisios aumentan su intensidad. La termoclina se hace menos profunda y el nivel medio del mar registra valores por debajo de los usuales en la zona adyacente a la costa sudamericana.

Efectos en Nicaragua

El fenómeno La Niña ocasiona estaciones lluviosas benignas o más húmedas que lo normal, así como la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos que causan desastres naturales, como depresiones, tormentas y ciclones tropicales.

Durante el período de junio a agosto del 2011, sobre Centroamérica prevalecieron condiciones más frescas y más húmedas que lo normal, de tal forma que sobre Nicaragua es posible esperar un período canicular benigno, o en su defecto la ausencia de este.

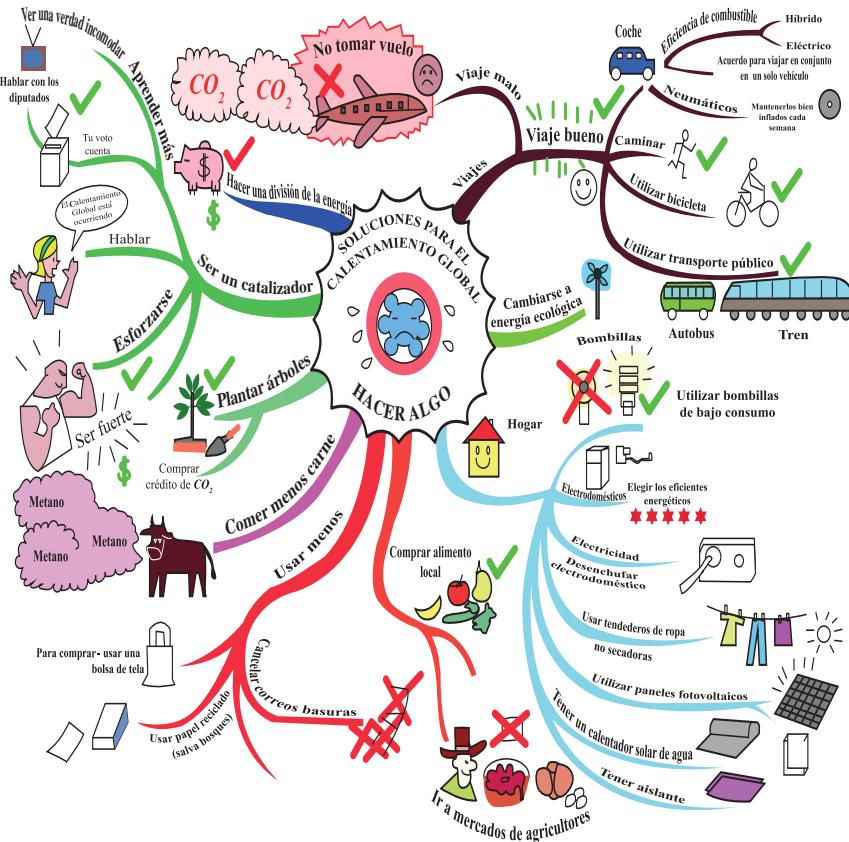
En mayo de 1998, de forma abrupta finalizó uno de los eventos más intensos del presente siglo, El Niño, creando condiciones propicias para que de forma acelerada se iniciase la gestación de un episodio de La Niña, tal como sucedió con el Huracán Mitch.



¿Qué podemos hacer para detener el calentamiento global?

Crear conciencia sobre la importancia de tomar acciones URGENTEMENTE como las siguientes:

- Reducir el consumo de energía eléctrica y del petróleo.
- Limitar el consumo de agua, reparar fugas, cerrar tubos.
- Sembrar árboles.
- Aplicar a los desechos las acciones de: REUSAR, REUTILIZAR, RECICLAR, REPARAR Y REDUCIR.
- Hacer uso de la energía solar, eólica, combustibles híbridos.
- Hacer uso mínimo y eficiente del automóvil, caminar más, usar bicicleta.
- Utilizar productos reciclados o reciclables y no desperdiciar.
- Adquirir productos sin empaque (bolsas plásticas), alimentos de la época.



Promover acciones como: programas ecológicos, culturales, científicos, tecnológicos, de salud, artísticos, espirituales, vegetarianos, de defensa de los derechos animales que divulga noticias constructivas para Salvar el Planeta, no importa el lugar ni el momento sino la causa común a toda la humanidad.

Compruebe sus conocimientos



Hemos compartido toda la problemática ocasionada por el “cambio climático” ¿Qué podemos hacer? la ilustración señala problemas y soluciones, analícelas con sus compañeros de equipo, elabore recomendaciones y péguelas en el mural de su centro de estudio.

Saneamiento ambiental

El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación y la protección de las micro cuencas hidrográficas, promoviendo desde la escuela y comunidad el cuidado del agua, participando en la reforestación de las fuentes y zonas de recarga hídrica. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural.

Entre las prioridades del Estado de Nicaragua está la restitución del derecho a tener acceso al saneamiento y la promoción de la responsabilidad social compartida como complemento de esa política pública.

A partir del año 2007, el agua y el saneamiento ocupan el segundo lugar del plan de inversión pública del país.

A fin de promover el buen vivir de todas y todos los nicaragüenses y de nuestra Madre Tierra el gobierno de Nicaragua impulsa la Estrategia Nacional para “Vivir Limpio, Vivir Sano, Vivir Bonito, Vivir Bien”.

El objetivo principal de esta estrategia establece una cultura de convivencia integral entre los seres humanos y la Madre Tierra.

Esta estrategia contribuye a proteger nuestros tesoros naturales, culturales, nuestros espacios públicos y privados para la mejora sostenible de la salud ambiental a través de acciones sencillas para el saneamiento ambiental en el ámbito personal, familiar, escolar y comunitario.

Todas y todos estamos llamados a garantizar centros de estudio, hogares y comunidades limpias, saludables y bonitas que muestren el orgullo nacional y cuido a la Madre Tierra en nuestra Nicaragua libre.

Participación de la comunidad

La experiencia adquirida en todos los países del mundo demuestra que en los programas de saneamiento rural, uno de los elementos esenciales es la evacuación higiénica de excretas, no puede llevarse a cabo con éxito sin la participación de la comunidad local.

Para que sea verdaderamente eficaz, el saneamiento del medio ambiente, necesita la comprensión, el apoyo y la participación activa de la población interesada. El mejoramiento de las condiciones ambientales sin el acompañamiento de acciones educativas para el público, en los temas sobre higiene y saneamiento ambiental, que promuevan cambios de costumbres, hábitos y creencias locales, han resultado una y otra vez infructuosas.

Importancia de la biodiversidad

La diversidad biológica es sumamente importante para la humanidad, pues los ecosistemas nos proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida, como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos; la producción de alimentos a partir de los ecosistemas agrícolas y pecuarios; la posibilidad de extraer del medio silvestre productos útiles como medicinas y madera; la captura del bióxido de carbono; la estabilidad climática, el mantenimiento de suelos fértils y el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales.

Los expertos que trabajaron en el informe “Estado Actual y Futuro de la Biodiversidad en Centroamérica”, promovido por el Programa Estratégico y de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad Promedio de Centroamérica, expusieron que Nicaragua conserva un 58% de su capital natural, el que está en mejores condiciones que el del resto de países centroamericanos.

La Ministra de MARENA, informó recientemente (*8 de Mayo 2010*), que Nicaragua posee el 7% de la biodiversidad del mundo.

Es por esta razón que nosotros los nicaragüenses debemos de valorar nuestro patrimonio natural, ya que aún poseemos mucha biodiversidad. Además que contamos con la mayor extensión de bosques tropicales húmedos de Centroamérica. El producto interno bruto (PIB) de Nicaragua depende de los recursos naturales, la biodiversidad y la calidad ambiental, que aseguran el desarrollo de actividades económicas y sociales.

Parte de esta rica diversidad biológica, se encuentra en las áreas protegidas (SINAP), con 73 áreas protegidas que representan el 23% del territorio nacional; estas se agrupan en 2 Reservas Biológicas, 3 Parques Nacionales, 51 Reservas Naturales, 7 Refugios de Vida Silvestre, 1 Monumento Histórico, 2 Monumentos Nacionales, 2 Reservas de Recursos Genéticos, 3 Reservas de Biosfera y 2 Paisajes Terrestres Protegidos.

Igualmente forman parte del SINAP 59 Reservas Silvestres Privadas y Parques ecológicos municipales.



El gobierno de nuestro país promueve experiencias vivenciales con la naturaleza a través de giras de aprendizaje en áreas protegidas con jóvenes organizadas (os) de centros escolares y comunidades, a fin de fortalecer valores de amor, defensa y respeto hacia nuestro patrimonio natural y cultural.

Manejo adecuado de los recursos naturales: el progreso tecnológico que los seres humanos han logrado en los últimos años, hace nuestra vida más cómoda y placentera; se han construido grandes ciudades; mediante el uso de fertilizantes se puede producir grandes cantidades de alimentos, elaborar medicamentos contra casi todas las enfermedades, es capaz de generar energía eléctrica empleando carbón, petróleo y átomos; pero se han equivocado al no advertir



que mientras producía tantas cosas, alteraba también en forma peligrosa los mecanismos originales que permiten el funcionamiento correcto de la naturaleza. Es necesario aprender ahora a cuidar el medio ambiente del que depende nuestra sobrevivencia como la de los seres vivos.

Control y reducción de la contaminación

En los últimos años ha habido una creciente sensibilización en los seres humanos en cuanto al impacto que tienen sobre el ambiente y la salud pública las actividades humanas, lo que ha incidido en que los gobiernos utilicen diferentes métodos y tecnologías para resolver el problema de la contaminación ambiental.

El Estado de Nicaragua invierte recursos en la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario y de tratamiento de aguas residuales domésticas para contribuir a la reducción de la contaminación de los cuerpos de agua, en distintas partes del país. Desde varias instituciones se promueve el saneamiento ambiental a través de actividades recreativas y culturales que comprometan a la comunidad para trabajar por la mejora ambiental.

En pro de resolver la problemática de la contaminación de nuestro ambiente, se han logrado las líneas de acción siguientes:

- Elaborado el inventario de la carga contaminante que recibe el lago Cocibolca.
- Eliminación de *30 toneladas* de plaguicidas alternativos a los contaminantes orgánicos persistentes (COP) y *6 toneladas* en León y Chinandega.
- Preparados *55 planes* de gestión ambiental para empresas que drenan sus aguas residuales al lago de Managua (*11 por año*).
- Diez acuerdos voluntarios en producción limpia entre el sector privado y el gobierno.
- Desarrollar capacitación a pequeños y medianos productores a través de talleres para la mejora del desempeño ambiental con buenas prácticas ambientales a desarrollar con *4 sectores* productivos: lácteos (Boaco y Juigalpa), tenerías (León y Granada), café (Matagalpa y Jinotega) y mataderos (Managua y Estelí).
- Cuatro proyectos demostrativos implementados en fincas para utilizar menos plaguicidas y manejo integrado de plagas en las cuencas que drenan al mar Caribe.
- Implementar plan de refrigerantes para reducir sustancias agotadoras de la capa de ozono.

La nueva cultura ambiental para el control y reducción de la contaminación.

Impulsemos desde los hogares, la escuela, alcaldías, instituciones y la comunidad, el saneamiento ambiental a través del manejo adecuado de la basura y las aguas residuales.

- Impulsemos las “**Escuelas limpias y saludables**”.
- Se imparten charlas educativos en las casas, escuelas, organismos, empresas e instituciones sobre el manejo de la basura.
- Eliminemos el hábito de tirar basura a las calles, terrenos baldíos, cauces, ríos, lagunas, lagos y zonas costeras. Cada persona debe responsabilizarse de la basura que genera.
- Se fabriquen empaques, utensilios, jabones y otros productos biodegradables.
- Promovamos la instalación de viveros de especies autóctonas y huertos familiares.
- Divulgemos el proceso de reciclaje de papel, metales y vidrio.
- Impulsemos que en las empresas públicas y privadas se implementen prácticas de producción más limpia.
- Impulsemos las buenas prácticas agrícolas que reduzcan el uso de plaguicidas y sustancias tóxicas.
- No consumamos productos que generan sustancias que agotan la capa de ozono.
- Impulsemos el cumplimiento del control de emisiones vehiculares en los medios de transporte públicos y privados.
- Impulsemos el cumplimiento de los permisos ambientales otorgados para prevenir la degradación ambiental.

Compruebe sus conocimientos



En equipo y trabajando con respeto, tolerancia, responsabilidad, orden, disciplina y científicidad.



Elabore una campaña de educación ambiental en su colegio y comunidad) guíese por el esquema de las *5R* (*reciclar, reducir, rehusar, reparar, reutilizar*).

GLOSARIO

Ácido desoxirribonucleico (ADN): frecuentemente abreviado como ADN, llamado también DNA, del inglés deoxyribonucleic acid, es un tipo de ácido nucleico, una macromolécula que forma parte de todas las células. Contiene información genética usada en el desarrollo y el funcionamiento de los organismos vivos conocidos y de algunos virus, es responsable de la transmisión hereditaria, es una molécula fundamental encontrada en todos los seres vivientes.

Ácido glucorónico: el ácido glucurónico es el ácido del azúcar que se encuentra en la orina. Este ácido reúne toxinas, su fórmula química es $C_6H_{10}O_7$. Las sales de este ácido se denominan glucuronatos; el anión, $C_6H_9O_7^-$, es el ion glucuronato y El ácido glucurónico es indispensable para la síntesis de la vitamina C.

Ácidos nucleicos: los ácidos nucleicos son macromoléculas, polímeros formados por la repetición de monómeros llamados nucleótidos, unidos mediante enlaces fosfodiéster. Se forman, así, largas cadenas o polinucleótidos, por lo que algunas de estas moléculas llegan a alcanzar tamaños gigantes formadas por millones de nucleótidos, por lo que algunas de estas moléculas lleguen a alcanzar tamaños gigantes formadas por millones de nucleótidos.

Alopátrica: es la especiación por aislamiento geográfico.

Anticodón: es una secuencia de tres nucleótidos ubicada en el ARNt, complementaria al codón ubicado en el ARNm.

Autótrofos: son organismos capaces de sintetizar todas las sustancias esenciales para su alimentación a partir de sustancias inorgánicas de su medio. El término autógrafo procede del griego y significa que se alimenta por sí mismo, es el caso de las plantas.

Bacteriófago: virus capaz de fijarse con una gran especificidad a una bacteria determinada y traer consigo su destrucción.

Banco genético: lugar establecido para la conservación ex situ de individuos, semillas, tejidos o células reproductivas de plantas y animales.

Biosíntesis: Proceso que ocurre dentro de organismos vivos, para la producción de compuestos químicos mediante reacciones catalizadas por enzimas.

Cariotipo: es el patrón cromosómico de una especie expresado a través de un código, establecido por convenio, que describe las características de sus cromosomas (número, tamaño y forma) El cariotipo es el análisis de los cromosomas de una especie.

Catalizador: sustancia que acelera o retarda una reacción química sin participar en ella.

Celulosa: es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa (monosacárido); es pues un Homopolisacárido; es rígido, insoluble en agua y contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de β -glucosa. Es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

Ciclo de Calvin: consiste en una serie de procesos bioquímicos que se realizan en los estomas de los cloroplastos de los organismos fotosintéticos para fijar el carbono.

Citosol. También llamado hialoplasma, es la solución acuosa en la que se encuentran inmersos los orgánulos celulares.

Clatrina: es una proteína que forma el recubrimiento de las microcavidades de membranas celulares donde se sitúan receptores de lipoproteínas.

Crenación: es el fenómeno en donde la célula animal se somete a una solución hipertónica.

Cromosomas: son corpúsculos, por lo general filamentosos, constituidos de ADN, presentes en el núcleo de la célula, que aparecen cuando se produce la mitosis.

Coacervados: Un coacervado es un agregado de moléculas mantenidas unidas por fuerzas electrostáticas. Esas moléculas son sintetizadas abióticamente.

Coloide: compuesto químico en el cual pequeñas partículas de una sustancia se encuentran dispersas en un medio dispersante, sin estar disueltas, sino solo en suspensión.

Complejo sinaptonémico: es una estructura proteica formada por dos elementos laterales y uno central que se van cerrando a modo de cremallera y que garantiza el perfecto apareamiento entre cromosomas homólogos durante la fase de zigoteno de la primera división meiótica.

Cuerpo basal: Orgánulo citoplasmático con capacidad autorreproductiva y forma cilíndrica a partir del cual crecen los cilios y flagelos; son idénticos en estructura al

centriolo, el cual tiene un papel activo en la mitosis y en la meiosis de la mayoría de los animales y protistas.

Descomponedores: organismos consumidores como los hongos y las bacterias que descomponen los restos orgánicos mediante procedimientos enzimáticos externos y absorben las sustancias para su alimentación.

Diploide: es una célula, un organismo o un tejido que cuenta con dos juegos de cromosomas.

Ecología: es la rama de las ciencias biológicas que se ocupa de las interacciones entre los organismos y su ambiente (sustancias químicas y factores físicos).

Electrolitos: iones que pueden conducir la corriente eléctrica, se forman cuando se disuelve un soluto iónico en agua; éste se disocia en iones positivos.

Embrión: el embrión es la etapa inicial del desarrollo de un ser vivo mientras se encuentra en el huevo o en el útero de la madre.

Emulsión: La emulsión es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. La fase dispersa, discontinua o interna es el líquido desintegrado en glóbulos.

Endosimbionte: es el modelo que propone que las células eucariotas se originaron a partir de la incorporación de algunos organismos procariotas al interior de otros de mayor tamaño y de la formación de pliegues de la membrana plasmática.

Espora: es una célula reproductora producida por ciertos hongos, plantas (musgos, helechos) y algunas bacterias.

Exones: son las regiones de un gen que codifican proteína

Fecundación: es el proceso por el cual dos gametos se fusionan para crear un nuevo individuo con un genoma derivado de ambos progenitores.

Fenotipo: expresión visible externa de la constitución hereditaria de un organismo.

Fibrinógeno: sustancia albuminoidea soluble, existente en la sangre y otros fluidos animales, que, por la acción de un fermento, se descompone y da origen a la fibrina.

Gametangio: son los órganos sexuales que producen células sexuales diferenciadas con uno o más núcleos gaméticos.

Gameto: célula reproductora, masculina o femenina, cuyo núcleo solamente contiene un cromosoma de cada par y que puede unirse a otro gameto de sexo opuesto, en la fecundación, pero no multiplicarse por sí sola. La unión de gametos da origen al cigoto.

Gen: es un segmento corto de ADN que contiene la información necesaria para que se realice la síntesis de un producto biológico funcional (proteína o RNA)

Genoma: es el conjunto de genes contenidos en los cromosomas, lo que puede interpretarse como la totalidad de la información genética que posee un organismo o una especie en particular.

Genomio: es la cantidad de cromosomas distintos que se hallan en una célula.

Germinación: acto por el cual la semilla en estado de vida latente entra de pronto en actividad y origina una nueva planta

Haploide: célula u organismo con un solo complemento cromosómico, como sucede en los gametos tras la meiosis.

Herencia genética: es la manera en que se transmiten, de generación en generación, las características fisiológicas, morfológicas y bioquímicas de los seres vivos bajo diferentes condiciones ambientales.

Homínidos: familia de primates caracterizados anatómicamente por postura bípeda eructa, dentición característica, gran desarrollo de la capacidad craneal.

Homopolisacáridos: son polímeros de un solo tipo de monosacáridos y de elevado peso molecular.

Interface: período del ciclo celular comprendido entre dos divisiones sucesivas.

Intrones: son fragmentos del gen que se encuentran separando los distintos exones y no codifican aminoácidos.

Lípidos: moléculas orgánicas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica principal el ser hidrofóbicas o insolubles en agua pero si en solventes orgánicos como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo.

Líquen: organismo formado por la unión de hongos y algas por simbiosis.

Meiosis: tipo de división nuclear, generalmente dos divisiones celulares sucesivas, que da lugar a células hijas con el número haploide de cromosomas, o sea, la mitad del número correspondiente a la célula original.

Mesodermo: capa media de las tres capas germinales primarias del embrión que se encuentra entre el ectodermo y el endodermo.

Metabolito: es cualquier sustancia producida o utilizada durante el metabolismo (digestión). En el uso de medicamentos, el metabolito generalmente se refiere al producto final (lo que queda después del metabolismo).

Musteriense: época prehistórica, que pertenece al paleolítico medio y se caracteriza por una cultura en la que destacan el uso del sílex y del hueso y la talla mediante percusión de las piedras; sus restos se relacionan con el hombre de Neanderthal.

Nanómetro. SI, 10-9 metros. El nanómetro es la unidad de longitud que equivale a una mil millonésima parte de un metro. El símbolo del nanómetro es nm.

Nivel trófico: cada uno de los conjuntos de especies, o de organismos, de un ecosistema que coinciden por el turno que ocupan en la circulación de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en la cadena trófica.

Nucleótidos: moléculas compuestas de un grupo fosfato, un azúcar de cinco carbonos, (ribosa o desoxirribosa), y una base nitrogenada, purina o pirimidina; una de las subunidades en las cuales se desdoblan los ácidos nucleicos por acción de las nucleasas.

Oligoelemento: molécula que, en muy pequeñas cantidades, es indispensable para nuestro organismo. Hierro, cobre, zinc

Orden: es la categoría taxonómica comprendida entre la clase y la familia.

Organelo: dícese de las estructuras especializadas en el interior de la célula, por ejemplo, las mitocondrias, ribosomas, etc.

Osmótrofos: Células u organismos que obtienen los nutrientes por absorción osmótica de sustancias disueltas.

Parasitismo: tipo de nutrición heterotrófica existente en plantas y animales; un parásito vive en el cuerpo de una planta y de un animal (huésped) y obtiene del mismo su sustento.

Pared celular: es una capa rígida que se localiza en el exterior de la membrana plasmática en las células de bacteria, hongos, algas y plantas. La pared celular protege los contenidos de la célula, da rigidez a la estructura celular, funciona como mediadora en todas las relaciones de la célula con el entorno y actúa como compartimiento celular.

Patógeno: es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas.

Plásmido: los plásmidos son fragmentos extracromosómicos de ácidos nucleicos (ADN o ARN) que aparecen en el citoplasma de algunos procariotas.

Protoporfirina: parte orgánica derivada de las porfirinas que constituye al grupo hemo.

Peptidoglicano: compuesto orgánico, es responsable de la rigidez de la pared celular bacteriana y determina la forma de la célula.

Pirrol: es un compuesto químico orgánico aromático y heterocíclico, un anillo de cinco miembros con la fórmula C₄H₅N.

Polinización: la polinización es el paso del polen desde el aparato masculino de las plantas al aparato femenino.

Quitina: polisacárido proteínico córneo insoluble que forma el exoesqueleto de los artrópodos y las paredes de las células de muchos órganos.

Recesivo: alelo de un gen cuya expresión genética no se manifiesta en el fenotipo porque el alelo del otro gen homólogo es dominante, pero que se mantiene latente y puede transmitirse y sólo repercute en el fenotipo cuando se halla en combinación homocigótica.

Replicación: proceso por el cual el ADN de una célula se duplica antes de la división celular para que, después de ésta, cada célula hija tenga la misma información genética.

Salpingectomía M Ablación quirúrgica de una o ambas trompas de Falopio, para eliminar un quiste o un tumor.

Selección natural: es un fenómeno esencial de la evolución con carácter de ley general y que se define como la reproducción diferencial de los genotipos en el seno de una población biológica.

Semilla: grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie

Simbiosis: asociación de dos organismos de especies diferentes que se favorecen mutuamente obteniendo un cierto beneficio para los dos.

Taxonomía: ciencia que estudia la identificación, nomenclatura y clasificación de los seres vivos. La taxonomía clásica agrupa los seres vivos en cinco grandes grupos (taxones) a los que da la categoría de reino (mónera, protistas, hongos, plantas o vegetales y animales).

Tétrada: en el cromosoma, estado de cuatro filamentos que se establece en las mitosis y meiosis y en el que se verifica la recombinación genética por entrecruzamiento.

Telómero: se denomina al extremo del cromosoma

Unicelular: se aplica al organismo que está formado por una sola célula, como un protozoo o una bacteria.

Vacuola: pequeña cavidad de las varias existentes en el citoplasma de una célula limitada por una membrana, que están llenas de aire, líquido o diversas sustancias y desempeñan diferentes funciones.

Virulencia: es el grado de patogenicidad de un serotipo, de una cepa o de una colonia microbiana en un huésped susceptible.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRANO, Mayra y Corea Thelma. Manual de Educación Ambiental. Facultad de Humanidades, UNAN-Managua. 2009. 22.
- CAMPBELL, Neil. Biología de conceptos: San Francisco Ca. USA: Fourth. Edition. Benjamin clínica Cumming. 2003. 790.
- CARDENAS, Freddy. Manual de Planificación Familiar: Managua, Nicaragua. Fondo de Población de Naciones Unidas. MINSA. 1994. 211.
- DICKSON, T.R, Química “Enfoque Ecológico”: México DF. Editorial LIMUSA. 1990. 406.
- CASSINATH, Nathasha y otros, Trabajando Juntos: Manual de campo. CARA, Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos. Nicaragua. 2005. 136.
- ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE: México, D.F.: Editorial Nueva Imagen. 2008. 200.
- ESTRATEGIA NACIONAL AMBIENTAL Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO, Situación Ambiental de Nicaragua:Nicaragua N°187 ,Año 13. Visión Sandinista.2010. 6.
- FANDIÑO, José Manuel, Educación Ambiental en zona de amortiguamiento: Río san Juan, Nicaragua. Editorial Enlace. 2007. 97.
- FRIED, George. Biología, México D. F: Traducido de la Sexta Edición en Inglés.
- GUEVARA, Sigfrido y otros, Biología: Managua, Nicaragua: Publicaciones y Librería San Jerónimo. 1999. 435.
- KOURI J, B. y otros, Biología Celular: Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 1982. 295.
- Mc NAUGHTON, S.J. y L.L.WOLF 1984. Ecología: De. Omega. Barcelona. España
- MADER, Silvia, Biología: México. Novena Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2008.XVII+950
- MILAN, José Antonio,Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua: Managua, Nicaragua: FAO-FMPP. 2010. 231.
- MÓNICA, Salomone. Los genes y la evolución humana: S/F
- ODUM, E.P., 1972. Ecología: Nueva Editorial Interamericana. 640 págs.
- PIURA, julio, Metodología de la Investigación Científica: Managua, Nicaragua. Ediciones de PAVSA. 2006. 254.
- PLAN DE ACCION DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN NICARAGUA: Volumen 1. Managua, Nicaragua. Gobierno de Dinamarca. 1997. 124.
- MINISTERIO DE EDUCACION. Programa de Estudio de Biología, Educación secundaria (110 Grado: Departamento de Curriculo. Managua, Nicaragua. 2010. 50.
- PORRITT, Jonathon, Salvemos la tierra: Edición en apoyo de Amigos de la tierra Internacional. Aguilar Editor. S. A. de C. V. México D. F. 1991. 208.
- PURVES, William K., “La Ciencia de la Biología”: Sexta Edición. 2003.
- RICO, Palomeque y otros, Atlás Temático “Hombre”: Barcelona España. 1997. 89.

- Ríos, Rosalía. Criterios para la elaboración de libros de textos, cuadernos de trabajo y materiales didácticos: Managua, Nicaragua. Ministerio de Educación, Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. 2010.13.
- SALOMON, Berg y otros, Biología: México. Octava edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- SANTOS, Edith y otros, Zoología 2, Octavo grado: Editorial Pueblo y Educación. Habana Cuba. 1979. 219.
- SHAUM`S GENERAL BIOLOGY. McGraw-Hill. 1991. 430.
- SHERMAN, Irwin y Sherman Vilia, Biología Perspectiva humana.Tercera Edición. Mc- Graw-Hill. México, D.F. 1990. 704.
- SUTTON, David y Harmon P. Fundamentos de ecología. México D. F. Editorial LIMUSA. 1998. 293.
- TERKI, Fatiha y Malhotra Usha. Pautas Médicas y de Prestación de servicios. Tercera Edición. International Planned Parenthood Federation. 2004. 450.
- TILLER, Miller, Ecología y medio ambiente. México, D.F: Grupo Editorial Iberoamericana. 1994. 867.
- TORRES, Reynaldo Ariel, Bioquímica de los alimentos: Habana Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 1999. 279.
- VALDIVIA, Blanca. y otros, Biología La Vida y sus procesos: México. Publicaciones Cul- turales. 2006. 570.
- VILLEE, Claude A. Biología: Octava Edición. McGraw-Hill. México D. F. 1996. 944.
- WELCH, Claude y otros, Ciencias Biológicas de las Moléculas al Hombre. México. Com- pañía Editorial Continental, S.A. 1979. 999.

WEBGRAFIA

Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2008

<http://es.encarta.msn.com> © 1997-2008 Microsoft Corporation La agricultura en Nicaragua

<Http://www.PINILLOS.J.L>. La mente humana. Navarra, España. Salvat. 1980: Pág. 27

<Http://www.Diccionario Ilustrado de Términos Médicos>. Espasa Calpe 2005

[Http://www.Diccionario de la Lengua Española \(RAE\)](Http://www.Diccionario de la Lengua Española (RAE)). Clínica Universitaria. Universidad de Navarra.

<Http://www.biologia.edu.ar> Hipertextos del Área de Biología, Universidad Nacional del Nor- diente. Fac. De agroindustrias, saenz peña, chaco •fac. Ciencias agrarias, corrientes. Repúbl- ica Argentina • ©1998-2008.

<http://www.Kalipedia>

<http://www.KORMONDY.E.J>. 1979. Madrid, España: Alianza Universidad

<http://www.ultranet.com/~jkimball/BiologyPages/> ... KIMBALL, J. W.

<Htttp//wwwen Español>. 2000. Helena Curtis, N.Sue

<http://www.monografias.com/trabajos10/lazca/lazca.shtml>

Publicado por Dr Gonzalo Fco Garza Muñoz : Capítulo IV - Origen de la Vida

http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_Krebs

Ecología y medio ambiente (primera reimpresión edición). México, D.F.: Editorial Nueva Imagen. Febrero de 2008. pp. 200. ISBN 970-638-285-2.

<http://www.iespando.com/web/departamentos/biogeo/2BCH/PDFs/pdf>

<http://hnnncbiol.blogspot.com/search/label/5%C2%BA%20A%C3%91O>

<http://espaciociencia.com/comprendiendo-la-importancia-de-la-biodiversidad/>

http://www.unad.edu.co/curso_biotologia/Evolcelular.htm#celprimitiva

<http://www.slideshare.net/guest162a01/2-evolucion-celular>

<http://www.lenntech.es/periodica/tabla-periodica.htm>

<http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/verContenido.aspx?ID=133220&pt=12>

<http://www.educarchile.cl/PSU/Resources/pdf/Biologia1..pdf>

<http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Abioticosfactores.htm>

http://www.selectividad.tv/S_B_1_2_2_S_los_fosfolipidos:_composicion_quimica_e_importancia_biologica.html

<http://www.ehu.es/biomoleculas/agua/disoluciones.htm>

<http://www.unsa.edu.ar/~telsalud/carbohidrat.html>

http://www.google.com.ni/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/_aPpzB9bk5f4/Swhhttp://www.google.com.ni/imgres?imgurl=http://bp0.blogger.com/_EdiSPJX1jg8/RuvT

<http://www.hiperbiologia.net/reproduccion/sexual.htm>

<http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/1bch/1bch.htm>

<http://www.cienciasnaturalesonline.com/page/2/>

<http://es.scribd.com/Reproduccion-sexual/d/2671807>

http://www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/genetica/bases_citologicas.htm