

BIOLOGÍA

TEMA 0: CONCEPTOS BÁSICOS PARA ANTES DE EMPEZAR

Los elementos químicos son un tipo de materia constituida por átomos. Estos tienen un núcleo de protones (+) y neutrones y una corteza de electrones (-). Las células vivas están compuestas por un número limitado de átomos, denominados bioelementos, los cuales se clasifican en macroelementos (carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno; los cuales constituyen un 96% de la materia y son indispensables para la formación de biomoléculas), microelementos (fósforo, azufre, calcio, magnesio, potasio, sodio y cloro) y oligoelementos (menos abundantes). Las propiedades de un elemento dependen de la estructura de sus átomos.

Los enlaces químicos

Los átomos de los elementos forman enlaces químicos para dar lugar a las moléculas. El comportamiento de un átomo depende del número de electrones presentes en su órbita más externa (electrones de valencia). Los átomos son reactivos cuando NO tienen sus órbitas de valencia llenas. Las características de los átomos implicados determinan el tipo de enlace (covalente, iónico) y la longitud y fuerza del mismo.

Tipos de enlaces

·Enlace covalente (no metal con no metal) -> Se forma cuando 2 átomos comparten un par de electrones de valencia. Estos, por un lado, se dividen entre simples (permiten la rotación alrededor del eje de unión) y dobles (son más fuertes que los simples e impiden la rotación); y por otro entre polares (entre átomos con electronegatividad muy diferente) y apolares (entre átomos con electronegatividad similar). La electronegatividad mide la tendencia de un átomo a atraer hacia sí electrones, cuando está químicamente combinado con otro átomo.

·Enlace iónico (metal con no metal) -> Unión entre átomos con cargas opuestas en la que uno de ellos capta electrones del otro. Unos átomos tienden a captar electrones (electronegativos o no metálicos) y otros átomos tienden a perder los electrones de su última capa (electropositivos o metálicos). Se da entre átomos muy electronegativos con muy electropositivos.

·Puentes de hidrógeno -> Enlace químico débil que se forma cuando un átomo de hidrógeno unido covalentemente a un átomo electronegativo también es atraído hacia otro átomo electronegativo. Este tipo de enlace es consecuencia de que el enlace covalente del agua sea polar, y es el responsable de muchas de las propiedades del agua.

·Fuerzas de Van der Waals -> Interacciones muy débiles que se forman entre moléculas o regiones moleculares de muy baja polaridad o apolares. Este fenómeno se debe a variaciones en la distribución electrónica y la aparición de asimetrías.

·Interacciones hidrofóbicas -> las moléculas de agua interaccionan entre sí y excluyen a la sustancia apolar.

La química del carbono

El carbono es la base de la química orgánica porque sus átomos se pueden unir entre ellos para formar cadenas largas y variadas y moléculas complejas. El átomo de carbono se une por cuatro enlaces distribuidos en forma de tetraedro, lo que da lugar a variadas estructuras tridimensionales con propiedades diferentes. Además, los átomos de carbono pueden formar dobles y triples enlaces entre sí y con oxígeno y nitrógeno, incrementando así en gran medida las variantes moleculares.

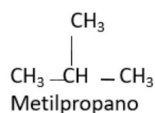
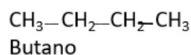
Isómeros

Los isómeros son compuestos que tienen el mismo número de átomos de los mismos elementos pero distintas estructuras y propiedades.

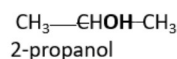
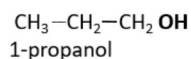
Tipos de isómeros

·Estructurales -> Se diferencian en las disposiciones covalentes de sus átomos (orden en que están enlazados los átomos en la molécula).

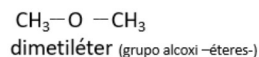
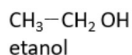
-de cadena Ej: C_4H_{10}



-de posición distinta posición del *grupo funcional* Ej: C_3H_8O ; grupos hidroxilo (alcoholes)

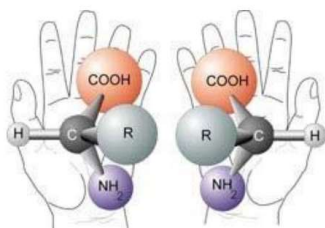


-de función distinto *grupo funcional* Ej: C_2H_6O



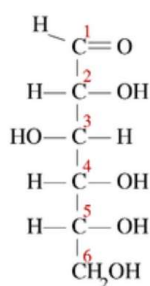
·Estereoisómeros -> Se disponen en torno a carbonos asimétricos o quirales (aquellos que se unen a 4 grupos diferentes).

-Enantiómeros -> imágenes especulares.

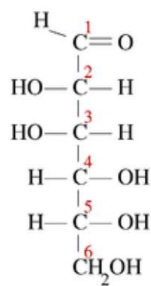


-Diastereoisómeros -> no son imágenes especulares.

·Epímeros -> difieren en la disposición de un único carbono asimétrico.

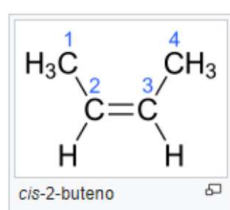


D-glucosa

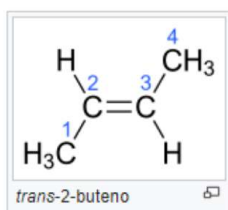


D-manosa

·Cis-trans o geométrico -> varían su posición en torno a dobles enlaces.

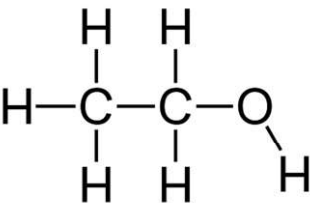
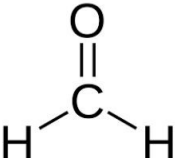
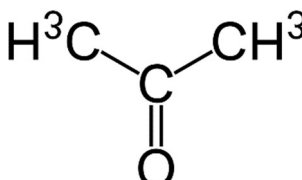
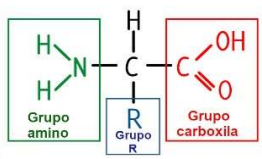
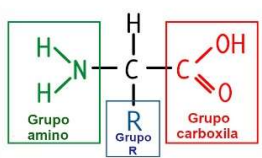
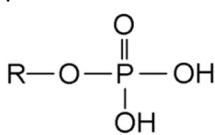
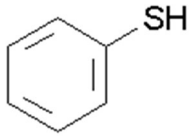


cis-2-buteno



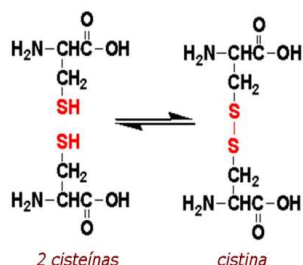
trans-2-buteno

Los grupos funcionales en los seres vivos

GRUPO FUNCIONAL		DESCRIPCIÓN	FÓRMULA ESTRUCTURAL	COMPUESTO QUE CARACTERIZA EL GRUPO
Hidroxilo		Es un grupo funcional polar porque el oxígeno, que es muy electronegativo, atrae los electrones covalentes.	—OH	Alcoholes, como el etanol. 
Carbonilo	Aldehídos	El carbono del grupo carbonilo presenta al menos un enlace con un átomo de hidrógeno. Es un grupo funcional polar porque el oxígeno, que es muy electronegativo, atrae los electrones covalentes.	—C=O —H	Aldehídos, como el formaldehído. 
	Cetonas	El carbono del grupo carbonilo forma enlaces con otros dos carbonos. Es un grupo funcional polar porque el oxígeno, que es muy electronegativo, atrae los electrones covalentes.	—C=O —	Cetonas, como la acetona. 
Carboxilo		Grupo funcional ligeramente ácido. Puede liberar un H^+ .	—C=O —OH	Ácidos carboxílicos, como el aminoácido. 
Amino		Grupo funcional ligeramente básico. Puede aceptar un H^+ .	—NH_2	Aminas, como el aminoácido. 
Fosfato		Grupo funcional ligeramente o débilmente ácido. Puede liberar uno o dos H^+ .	$\text{O=P(=O)(O}^-\text{)(O}^-\text{)}$	Fosfato orgánico, como el éster de fosfato (como el que se encuentra en el atp). 
Sulfhidrilo		Ayuda a estabilizar la estructura interna de las proteínas.	R—SH	Tioles. 

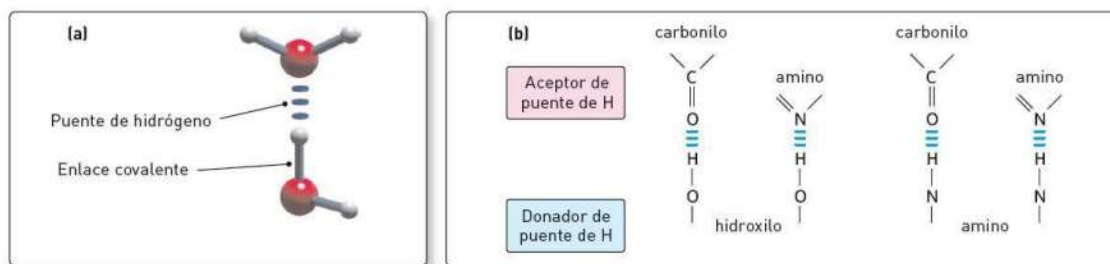
➔ Los grupos funcionales participan en la formación de enlaces, por ejemplo:

Enlace puente disulfuro:



Enlace puente de hidrógeno:

Representación del enlace o puente de hidrógeno. (a) Entre dos moléculas de agua y (b) entre grupos funcionales. Se indica el átomo aceptor y el donador del puente.



El agua

El agua es el componente más abundante en los seres vivos. Es el medio en el que ocurre la vida, y la sustancia más necesaria para todos los organismos vivos. La mayoría de las células están rodeadas de agua.

En cuanto a su estructura, el agua está constituida por dos átomos de hidrógeno unidos por enlaces covalentes a un átomo de oxígeno. Aunque la carga total es neutra, es una molécula polar (un dipolo, es decir, que tiene un extremo cargado positivamente y otro negativamente). Tiene enlaces covalentes que permite la formación de puentes de hidrógeno entre las moléculas del agua o con otras moléculas.

Propiedades del agua

·Es un gran solvente, debido a su carácter polar. Hay tres tipos de moléculas: hidrofóbicas o apolares (insolubles en agua), hidrofílicas o polares (solubles en agua) y anfipáticas (poseen una zona polar y otra apolar).

·Alta cohesión (las moléculas de agua se unen a otros compuestos por puentes de hidrógeno, como en la unión del agua a la pared celular) y adhesión (unión de moléculas de agua entre ellas, como pasa en el ascenso del agua por el tejido conductor de la planta o xilema).

·Elevada tensión superficial (consecuencia de la cohesión), que viene siendo la energía necesaria para estirar o romper la superficie de un líquido. Esta propiedad permite el desplazamiento sobre el agua de pequeños organismos.

·Capacidad para regular la temperatura, pues los enlaces de hidrógeno absorben calor cuando se rompen y lo eliminan cuando se forman, minimizando los cambios térmicos. Por una parte, tiene un elevado calor específico (cantidad de calor que debe absorberse o perderse para que 1 g de una sustancia cambie su temperatura en 1 °C), que hace que sea un buen estabilizador térmico frente a los cambios bruscos de la temperatura ambiente. También tiene un elevado calor de vaporización (cantidad de calor que un líquido debe absorber para que 1g de éste pasa de estado líquido a gaseoso), lo que hace que el agua que se evapora sea una buena sustancia refrigerante del organismo (sudor).

·Expansión al congelarse. En agua tiene densidad más alta en estado líquido que en estado sólido, lo que hace que el hielo flote permitiendo la vida en los polos. Se forma una barrera de hielo que aísla la masa de agua líquida que queda por debajo e impide que se congele permitiendo que exista vida bajo la superficie congelada.

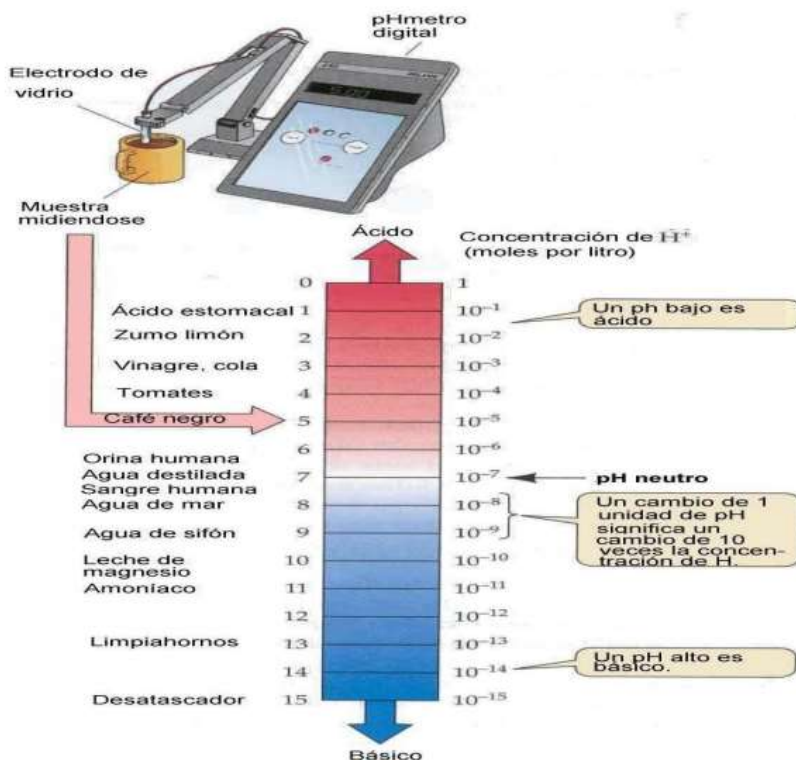
Todas las características mencionadas hasta ahora vienen dadas por los puentes de hidrógeno, pero hay otras que no, como por ejemplo la baja tendencia a ionizarse.

El pH

El pH es una medida de concentración de iones H^+ de una disolución. Cuando en una disolución hay exceso de H^+ o defecto de OH^- , su pH es bajo (entre 0 y 7) y la disolución es ácida. Por el contrario, cuando en una disolución hay exceso de OH^- o defecto de H^+ , su pH es alto (entre 7 y 14) y la disolución es básica. Si el Ph es 7, es neutro. Cambios de 1 unidad de pH significa un cambio de 10 veces la concentración de H^+ .

Soluciones tampón: Los sistemas tampón son sustancias que neutralizan los cambios de pH de un medio cuando se añaden pequeñas cantidades de ácidos o bases. Suelen contener un ácido débil y su correspondiente base, que se combina de forma reversible con los iones hidrógeno. Un ejemplo es el ión bicarbonato, que en humanos, es un tampón fundamental en el organismo y contribuye a la homeostasis del pH.

Medidor de pH:



TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA

La **BIOLOGÍA** es la ciencia que se encarga del estudio de la vida, es decir, de las características, origen y evolución de los seres vivos.

Algunos de los biólogos más importantes a lo largo de la historia son los siguientes:



Algunos de los avances de la biología más significativos del siglo XXI son el desciframiento del genoma humano en 2003, la reprogramación celular (consiste en borrar la memoria de una célula) y el hallazgo de agua en Marte en 2008 o la técnica CRISPR / Cas9 en 2012, la cual permite la edición genética.

Relación entre la biología y la física

La principal unión entre estas dos grandes disciplinas es el hecho de que todos los seres vivos siguen las leyes de la física.

Además, antiguamente, las ciencias no se trataban por separado, por lo que muchos de los estudios y descubrimientos que se llevaron a cabo tienen mucho de ambas. Algunos ejemplos:



Luigi Galvani
(1737-1798)
Foto Università di
Bologna

GALVANI (1737-1798)

.Investigó los efectos de la electricidad sobre los músculos
.Sus estudios sobre la estimulación de los nervios motores marcan el inicio del concepto de lo que hoy llamamos **bioelectricidad**



VON MAYER (1814-1878)

.Postuló la primera ley de la termodinámica: **la ley de conservación de la energía**, basándose en procesos fisiológicos
. Fue la primera persona en describir el proceso químico de la **oxidación como la fuente principal de energía** de los organismos vivos



FICK (1829-1901)

.Las **leyes de Fick** describen matemáticamente al proceso de difusión (materia o energía) en un medio en el que inicialmente no existe equilibrio químico o térmico

Por otra parte, el desarrollo de distintos instrumentos y técnicas en la física sin duda han tenido un gran impacto en la biología, como, por ejemplo:

·El microscopio óptico, que fue el primer instrumento físico gracias al cual se produjo la primera revolución en biología (1655). Su introducción en el mundo científico permitió al físico Robert Hooke observar determinadas estructuras con un corcho, a las cuales denominó “células”.

·El microscopio electrónico de transmisión (TEM), que fue fabricado por el físico Ernst Ruska en 1931. Este instrumento aumentó el límite de resolución y permitió visualizar estructuras cada vez más pequeñas.

·Los rayos X, descubiertos por Roentgen (premio Nobel en Física en 1901). Permitieron estudiar la estructura de biomoléculas como proteínas y ácidos nucleicos, avanzar en el diagnóstico médico (radiología), estudiar la materia cristalina mediante difracción, desarrollar la tomografía computarizada, etc.

Además de estos avances también cabe mencionar una serie de procesos analíticos basados en la física muy importantes en biología molecular, como la electroforesis, la ultracentrifugación, la difracción de rayos X, la espectroscopía, los trazadores radioactivos... Otras técnicas conocidas tienen que ver con la resonancia magnética nuclear, los ultrasonidos (ecografías) o la microscopía.

Características de los seres vivos

·Están formados por células, las cuales pueden ser procariotas o eucariotas. Según el número de células que tengas, los organismos pueden ser unicelulares o pluricelulares.

·Poseen crecimiento y desarrollo, es decir, aumentan de tamaño, experimentan cambios y se mueren.

·Intercambian materia y energía con su entorno en el metabolismo, definido como el conjunto de reacciones químicas que ocurren en la célula para obtener energía. Para que un proceso biológico ocurra se necesita energía, que suele proceder del sol. Los seres vivos pueden convertir moléculas tomadas del ambiente en nuevas moléculas biológicas (nutrición) que utilizan para su crecimiento y desarrollo, además de tomar energía del medio ambiente y utilizarla para realizar un trabajo biológico. También pueden regular su medio interno.

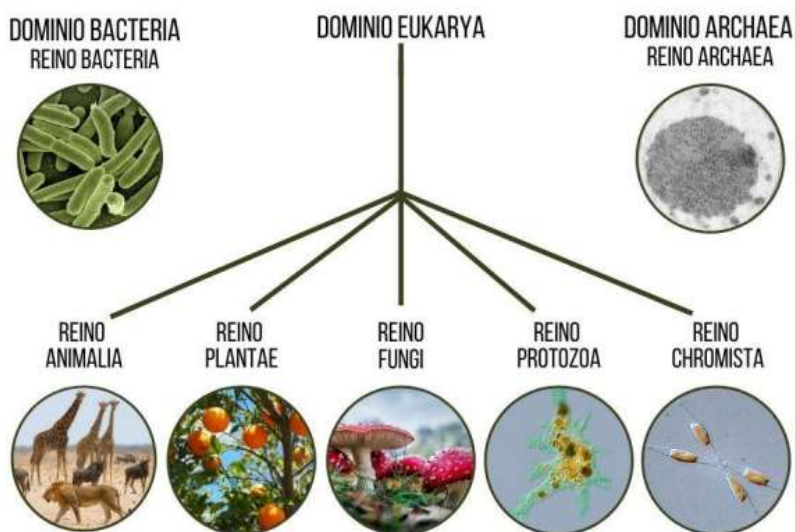
*La homeostasis es la tendencia de los organismos a mantener un ambiente interno relativamente constante. Engloba al conjunto de fenómenos de autorregulación, conducentes al mantenimiento de una relativa constancia en la composición y las propiedades del medio interno de un organismo.

·Se reproducen, de forma asexual (no ocurre el apareamiento y los individuos son idénticos al progenitor) o sexual (intervienen dos individuos de distinto sexo).

- Interaccionan con el entorno que les rodea.
- Se adaptan al ambiente y se produce la evolución, mediante la que se originan nuevas especies.
- Contienen información genética, controlando el patrón de crecimiento y desarrollo de los organismos. Poseen un alto grado de organización, definido por su programa genético.

Clasificación de los seres vivos

Para la clasificación de los organismos se utiliza un sistema binomial, que define para cada especie su género y epíteto específico. Los nombres latinos usados en la nomenclatura científica internacional para designar el género y la especie se ponen en cursiva o subrayados. La clasificación taxonómica es jerárquica, incluye género, especie, familia, orden, clase, filo, reino y dominio.



DOMINIO	REINO	CARACTERÍSTICAS
Bacteria	Bacteria	-Procariotas -Unicelulares -Autótrofos o heterótrofos
Archaea	Archaea	-Procariotas -Unicelulares -Autótrofos o heterótrofos *Algunos individuos pueden crecer a más de 100°C
Eukarya	Protista	-Eucariotas -Unicelulares o multicelulares simples -Autótrofos o heterótrofos
	Plantae	-Eucariotas -Pluricelulares -Autótrofos -Adaptados a la vida en la tierra
	Fungi	-Eucariotas -Pluricelulares generalmente -Heterótrofos -Absorben los alimentos
	Animalia	-Eucariotas -Pluricelulares -Heterótrofos -Ingieren los alimentos

Niveles de organización de los seres vivos

Los seres vivos se organizan en niveles de organización de diferente complejidad, siendo el elemento más sencillo el átomo y el más complejo la biosfera. El estudio de la vida comprende cada uno de estos niveles. Los organismos vivos interactúan entre sí y con su medio.

Biosfera: conjunto de los ecosistemas que constituyen la Tierra.

Ecosistema: sistema formado por un conjunto de organismos, el medio ambiente físico en el que viven (hábitat) y las relaciones que se establecen entre ellos.

Comunidad: conjunto de poblaciones que habitan en un área determinada.

Población: organismos de una misma especie que habitan en una determinada área.

Biología de sistemas

La biología de sistemas es la ciencia que estudia las propiedades emergentes de la vida. Estas se deben al ordenamiento y a las interacciones entre las partes a medida que la complejidad aumenta. La biología de sistemas ofrece una visión global del sistema en estudio, poniendo el foco sobre la interacción entre los diferentes elementos y no en los elementos en sí, para poder explicar los niveles de organización superiores y sus propiedades emergentes. Su objetivo final es proponer un modelo del comportamiento dinámico de los sistemas biológicos en su totalidad.

Este campo de la biología está bastante relacionado con la física, pues precisa de técnicas instrumentales de última generación. Algunas herramientas que están siendo utilizadas son la tecnología de alto flujo (métodos de recolección de millones de datos, como máquinas de secuenciación del ADN), la bioinformática (para poder extraer la información de utilidad del conjunto de bases de datos en expansión) y equipos interdisciplinarios de investigación (biólogos, físicos, matemáticos, ingenieros, químicos...).

La rama de la ciencia que aplica las teorías y los métodos de la física para comprender cómo funcionan los sistemas biológicos es la BIOFÍSICA.

TEMA 2: LAS BIOMOLÉCULAS

Las biomoléculas son combinaciones de bioelementos.

GLÚCIDOS

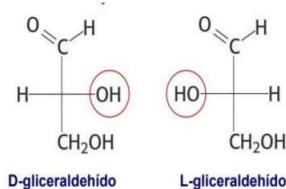
También conocidos como hidratos de carbono, carbohidratos o azúcares, los glúcidos son las biomoléculas más abundantes de la naturaleza. Son cadenas carbonadas con un grupo carbonilo, en posición terminal (aldehído) o intermedia (cetona). Su fórmula empírica es CH_2O .

Se dividen en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

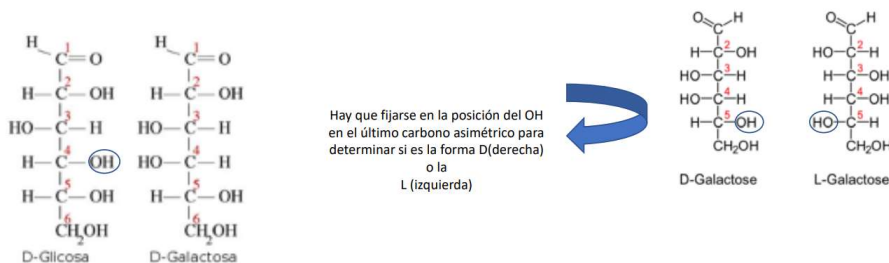
Monosacáridos

Los monosacáridos son los azúcares más sencillos. Según el número de átomos de carbono que presenten pueden ser triosas, tetrasas, pentosas, hexosas, heptosas...; y según la posición en la que presenten el grupo carbonilo, aldosas o cetosas.

Los carbonos asimétricos son carbonos que poseen 4 sustituyentes diferentes. Dan lugar a configuraciones D o L (isómeros), siendo más abundantes las formas D.

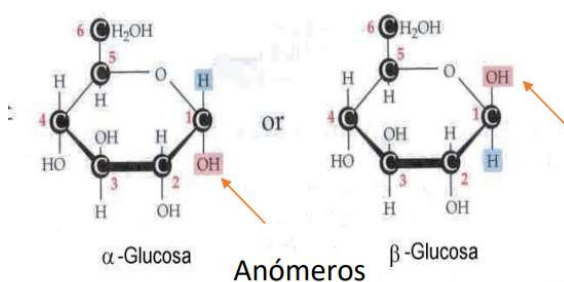


En su forma lineal, los monosacáridos pueden tener diferentes configuraciones espaciales debido a la existencia de carbonos asimétricos (estereoisómeros). Estos son epímeros cuando se distinguen únicamente en la posición del grupo OH en un único carbono asimétrico (imagen de la izquierda) y enantiómeros cuando son imágenes especular no superponibles de una misma molécula (imagen de la derecha).



Formas cíclicas

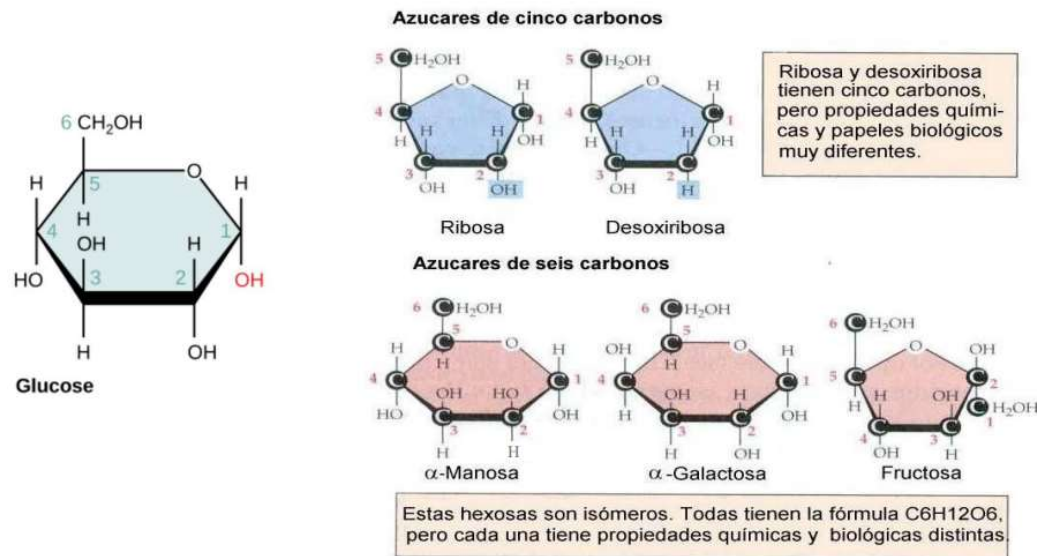
Si una cadena de un azúcar es lo suficientemente larga, uno de los grupos hidroxilo puede unirse al grupo carbonilo formando un anillo. Tras la ciclación, el carbono que aporta el grupo funcional es un carbono asimétrico, por lo que se generan dos posibles configuraciones: alfa y beta. El carbono 1 es el carbono anomérico.



Dependiendo de la orientación del grupo aldehído cuando se cierra el anillo, se generan espontáneamente las formas β-glucosa (OH por encima del plano del anillo) y α-glucosa (OH por debajo del plano del anillo).

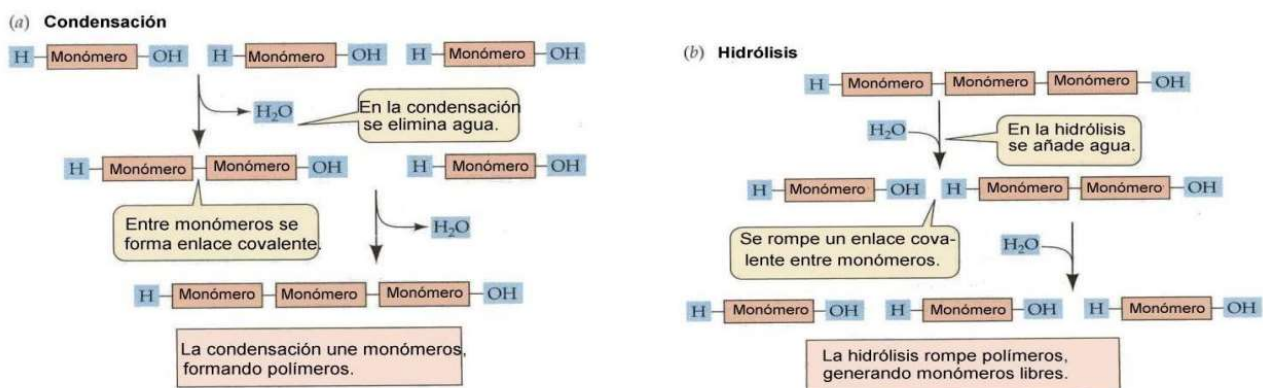
Los anillos de seis carbonos se denominan pirano y los de 5 miembros furano.

Algunos monosacáridos importantes en la célula son los siguientes:



Esquema “útil” 1:

➤ FORMACIÓN DE POLISACÁRIDOS A PARTIR DE MONOSACÁRIDOS



Disacáridos

Los disacáridos se forman a partir de la unión de dos monosacáridos mediante un enlace O-glucosídico (enlace covalente entre el hidroxilo del carbono anomérico de un azúcar cíclico y el hidroxilo de otro carbono de un segundo azúcar), que puede ser alfa o beta según la configuración del OH del C anomérico (en el enlace alfa se representa hacia arriba, y en el beta hacia abajo). Algunos disacáridos son la sacarosa, la maltosa o la lactosa.

Los Oligosacáridos son cadenas de entre 2 y 10 monosacáridos.

Polisacáridos

Los polisacáridos son cadenas largas de unidades de más de 10 monosacáridos. Su longitud es variable y pueden tener distintos carbonos en el enlace. Pueden ser lineales o ramificados, simples o complejos y homopolisacáridos (repiten un tipo de monosacáridos) o heteropolisacáridos (repiten varios tipos de monosacáridos). Entre sus funciones encontramos las de reserva (almidón en plantas y glucógeno en animales) y estructural (celulosa, hemicelulosas, quitina, peptidoglucano...).

*La quitina tiene gran importancia: compone el esqueleto externo de los insectos, las paredes celulares de algunos hongos y algas, algunos tipos de hilo quirúrgico...

Por último, apuntar que los glúcidos pueden unirse covalentemente a lípidos (glucolípidos) y a proteínas (glucoproteínas).

LÍPIDOS

Grupo heterogéneo de moléculas con enlaces covalentes no polares, es decir, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, ya que contienen fundamentalmente C e H y pocos grupos funcionales que contengan O₂. Presentan funciones diferentes según su estructura química y se pueden dividir en 6 grupos: ceras, triacilglicéridos, fosfolípidos (estos tres primeros forman parte de la estructura básica de algunos otros lípidos), ácidos grasos, lípidos isoprenoides y lípidos esteroides.

Principales funciones de los lípidos

- Almacenan y transportan energía (triacilglicéridos).
- Papel estructural en la membrana plasmática (fosfolípidos, glicolípidos, esteroides).
- Regulación metabólica, como hormonas y vitaminas (isoprenoides y esteroides).
- Aislamiento térmico (triacilglicéridos).
- Cubierta protectora en la superficie de los organismos (ceras).
- Capturan energía del sol (isoprenoides: carotenos y xantofilas).

Ceras

Ésteres de ácidos grasos de cadena larga con alcoholes de cadena larga.

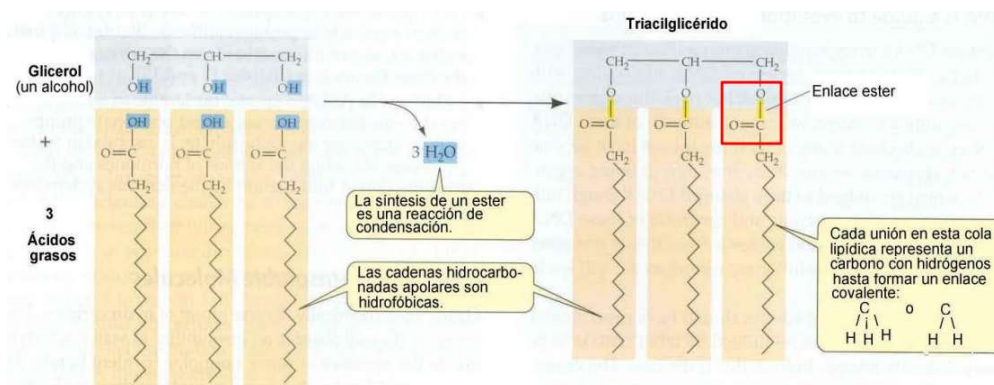


Son sólidas a temperatura ambiente e hidrófobas (muy insolubles en agua). Sus funciones son:

- Protección e impermeabilidad (cutícula de hojas, tallos y frutos, piel de animales...).
- Almacenamiento de energía.
- Aplicaciones industriales (alimentación, farmacia, cosmética...).

Triacilglicéridos

Un glicerol unido a tres ácidos grasos.



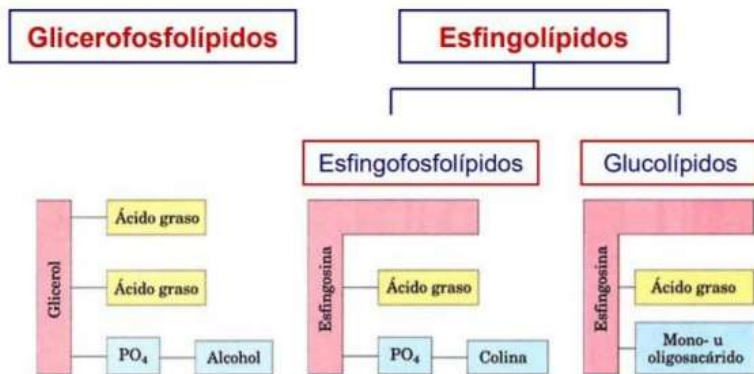
Son apolares, insolubles en agua y menos densos que esta. Funciones:

- Reserva energética (tejido adiposo y semillas, alimentación humana y animal, biodiesel). Son más efectivos que los polisacáridos porque ocupan y pesan menos y proporcionan más energía por gramo.
- Protección órganos.
- Aislante
- Materias primas industriales (jabones y detergentes, plásticos, lubricantes, tintas...).

Fosfolípidos

Alcohol + ácido (s) graso(s) + H_3PO_4 (ácido fosfórico) + otros grupos.

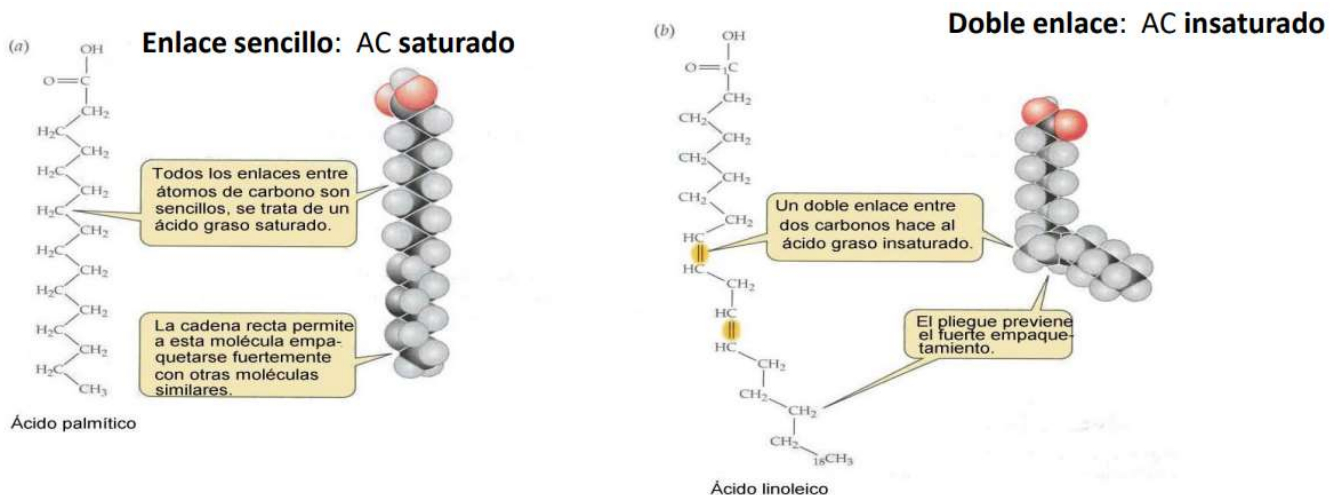
Si el alcohol es un glicerol son glicerofosfolípidos y si es esfingosina, esfingolípidos.



Son anfipáticos (cabeza polar y cola apolar) y entre sus funciones destacan la estructural (forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares) y la señalización celular.

Ácidos grasos

Son moléculas de ácidos orgánicos monocarboxilados de 12 -24 átomos de C. Pueden o no estar insaturados una o más veces.

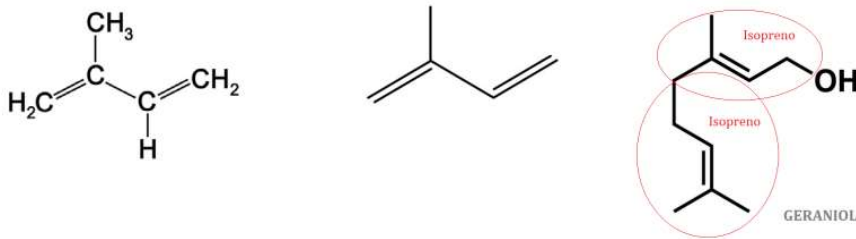


En los ácidos grasos saturados, la cadena recta permite a la molécula empaquetarse fuertemente entre otras moléculas similares, mientras que, en los ácidos grasos insaturados, los pliegues en la cadena impiden a la molécula empaquetarse fuertemente entre otras moléculas similares.

Entre sus funciones destacan la de reserva energética cuando forman parte de las grasas y la estructural cuando forman parte de los lípidos de membrana.

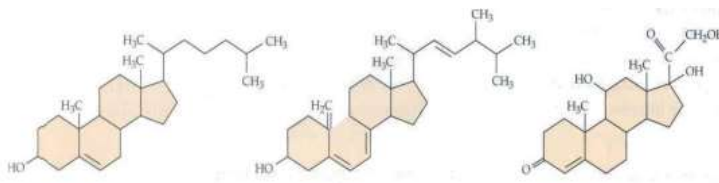
Lípidos isoprenoides o terpenos

Son moléculas formadas por n “unidades de isopreno”. Los dobles enlaces conjugados hacen que muchos sean sustancias coloreadas. Pueden ser componentes de aceites esenciales en plantas y pigmentos fotosintéticos, por ejemplo. Es un grupo muy heterogéneo. Algunos ejemplos son los carotenoides, la vitamina E, coenzimas...



Lípidos esteroides

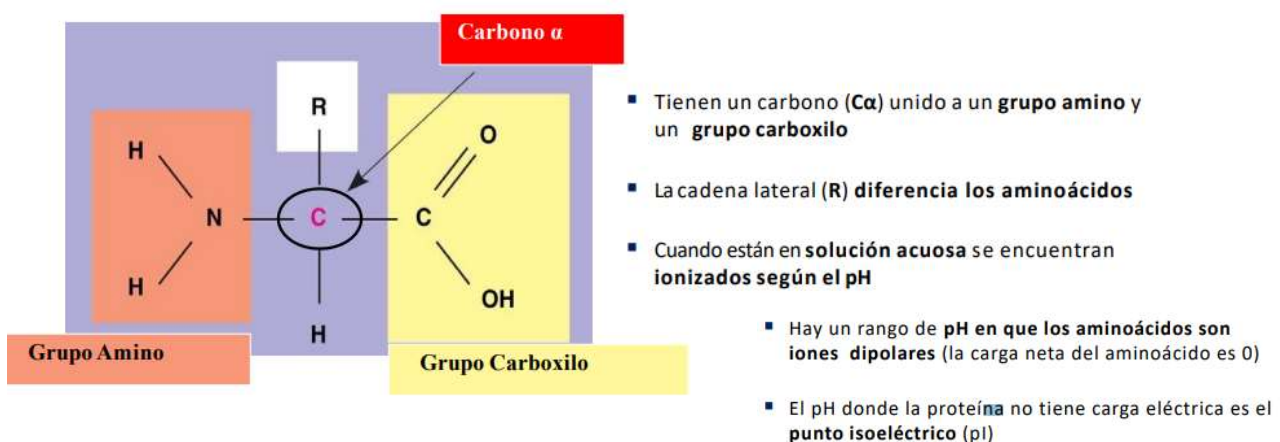
Son cíclicos, tienen cuatro anillos (3 de 6C y 1 de 5C). La distribución de los dobles enlaces y los sustituyentes marcan las diferencias entre ellos. Algunos ejemplos son el colesterol, la vitamina D2, la testosterona, etc.



PROTEÍNAS

Las proteínas están formadas por aminoácidos (hay 20 diferentes), y son esenciales para la forma y función de las células. Tienen funciones variadas: Enzimática, estructural, almacenamiento, transporte, hormonal, reguladora, comunicaciones celulares...

Los aminoácidos son los monómeros de las proteínas. Estos se unen formando polipéptidos, que a su vez se unen formando proteínas.



*Los aminoácidos forman parte de las proteínas SOLO si el grupo amino está a la izquierda (L-aminoácido).

Los aminoácidos se clasifican en polares, apolares y con carga eléctrica. Estos tienen distintas propiedades según su radical. Algunos ejemplos son alanina, glicina, leucina... La secuencia de aminoácidos determina la función de la proteína, pues cada una posee una estructura única (aunque hay patrones comunes).

Los grupos amino y carboxilo de dos aminoácidos reaccionan para formar un ENLACE PEPTÍDICO. Se pierde una molécula de agua (condensación) por cada enlace que se forma. Es un enlace covalente que tiene un carácter de doble enlace parcial y no puede rotar.

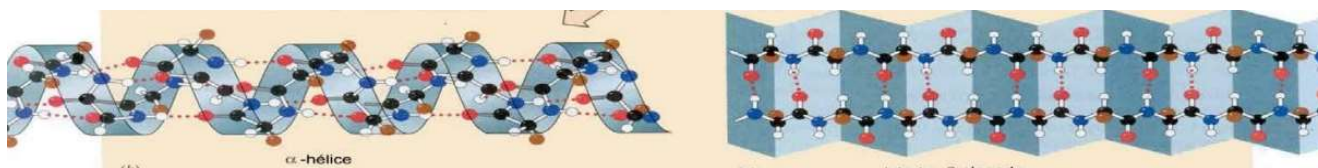
Estructura tridimensional de las proteínas

Estructura primaria:

Secuencia de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos formando cadenas polipeptídicas. Esta estructura está determinada genéticamente.

Estructura secundaria:

Los enrollamientos y plegamientos de la estructura secundaria son el resultado de la formación de enlaces de hidrógeno entre el grupo amino de un aminoácido y el grupo carboxilo del otro aminoácido. Las cadenas pueden formar hélices alfa o láminas beta. En la hélice α , la molécula adopta una disposición helicoidal con las cadenas laterales de los aminoácidos hacia afuera; y en la lámina β , las cadenas polipeptídicas de la lámina se mantienen unidas mediante enlaces de hidrógeno las cadenas peptídicas situadas en paralelo.



Estructura terciaria:

Interacciones entre las cadenas laterales (R) de los aminoácidos (como enlaces de hidrógeno, interacciones hidrofóbicas o puentes disulfuro). Los polipéptidos se pliegan formando configuraciones específicas. Dichos pliegues están estabilizados por enlaces. Esta estructura determina la función de la proteína.

Estructura cuaternaria:

Unión de dos o más cadenas polipeptídicas para formar una macromolécula. Dichas subunidades se asocian entre sí mediante interacciones no covalentes (puentes de hidrógeno entre dos grupos polares, fuerzas de Van der Waals, interacciones hidrofóbicas, fuerzas electrostáticas) o covalentes (puentes di-Sulfuro).

Las proteínas no son lisas, poseen varios sitios donde pueden interactuar con ligandos. Pueden unirse a grupos no proteicos (metales, azúcares, etc..) para mantener su estructura y realizar adecuadamente su función. En la estructura de una misma proteína pueden coexistir regiones con hélices α y láminas β separadas por lazos. Los aminoácidos de la superficie determinarán su solubilidad en agua (citoplasma=hidrófilo; transmembrana o interior=hidrófobo).

Atendiendo a su estructura, las proteínas pueden ser:

FIBROSAS		GLOBULARES	
FUNCIÓN	EJEMPLOS	FUNCIONES	
Soporte mecánico	<i>Queratina, colágeno</i>	Enzimas	
Ayudan al movimiento	<i>Actina, miosina</i>	Factores de transcripción	
		Transportadores (<i>hemoglobina</i>)	

Desnaturalización

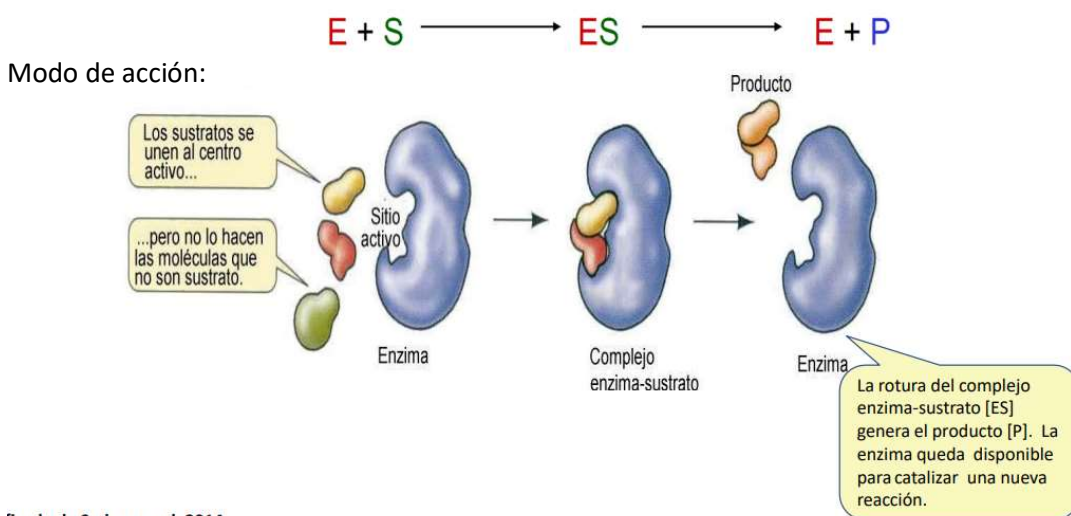
Agentes desnaturalizantes pueden desorganizar la estructura secundaria y terciaria de una proteína y destruir las funciones biológicas de las proteínas. En algunos casos (muy escasos), puede ocurrir la renaturalización, proceso en el cual se vuelve a generar una proteína funcional. Algunos agentes desnaturalizantes son las altas temperaturas y ciertas sustancias químicas. Un ejemplo de desnaturalización es cuando en el huevo, la clara que era líquida y transparente se vuelve sólida y blanca a causa de la desnaturalización de la ovoalbúmina.

ENZIMAS

Las enzimas son catalizadores biológicos, es decir, proteínas que aceleran la velocidad de las reacciones químicas que transcurren en la célula, de forma específica y sin alterarse en cada reacción. Favorecen que los sustratos se empleen en rutas bioquímicas adecuadas según las necesidades energéticas y funcionales de la célula; actúan en soluciones acuosas en determinadas condiciones de pH y temperatura; y se puede regular su actividad. Ciertas enzimas necesitan elementos químicos adicionales: cofactores (hierro, cobre) y coenzimas (NAD, Coenzima A).

Tipos de enzimas

- Oxidoreductasas: reacciones de óxido-reducción.
- Transferasas: transferencia de grupos intactos de una molécula a otra.
- Hidrolasas: reacciones de hidrólisis (ruptura de enlaces con participación H₂O).
- Liasas: adicción de grupos a dobles enlaces.
- Isomerasas: transferencia intramolecular de un grupo (cis→trans, L→D, aldeído→cetona).
- Ligasas: unión de 2 sustratos con gasto de ATP.

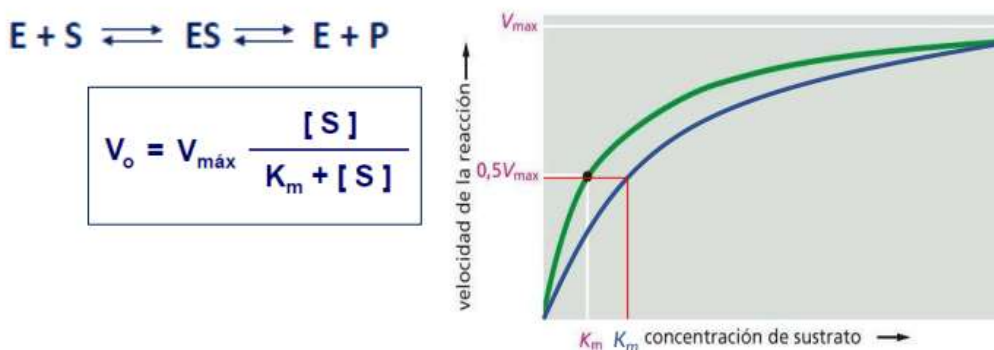


Modificado de Sadava y col., 2014

Energía de activación: Energía necesaria para que se alcance el estado de transición y se inicie la reacción // Cantidad de energía necesaria para llevar o empujar a los reactantes o sustratos desde el estado basal, punto de partida, al estado de transición. Las enzimas aceleran la velocidad de las reacciones al disminuir la EA.

Centro activo: Región de la enzima que se une al sustrato. Ahí es donde se realiza la catálisis. Es una especie de bolsillo tridimensional formado por residuos de aminoácidos de partes diferentes de la proteína dando lugar a un microambiente específico. Los sustratos se unen mediante múltiples interacciones débiles que ayudan a reducir la energía de activación de la reacción. El centro activo proporciona especificidad a la enzima.

*La afinidad de una enzima por su sustrato determina la velocidad de la reacción. K_m mide esa afinidad, [S] a la cual se alcanza $\frac{1}{2}$ de V_{max} . Hasta que la enzima se satura, a mayor [S], mayor V.

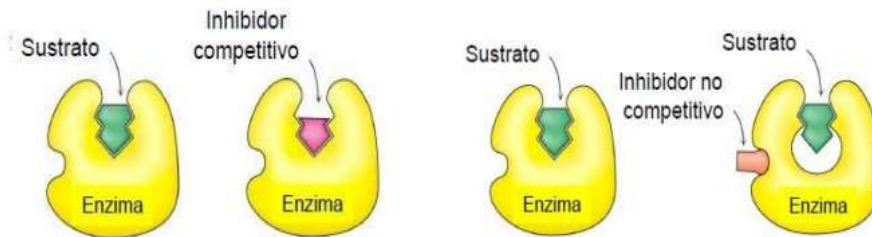


Factores que modifican la acción de las enzimas

- pH.
- Cantidad de enzima.
- Temperatura.
- Presencia de inhibidores.
- Concentración de sustrato.

Inhibidores:

Pueden ser reversibles (unión no covalente a la enzima) o irreversibles (unión covalente). Dentro de los reversibles hay competitivos y no competitivos. Algunos inhibidores son los fármacos, venenos, toxinas...



Las reacciones enzimáticas se organizan en rutas metabólicas, las cuales están interconectadas, pues el producto de una reacción es el sustrato de la siguiente. Las enzimas reguladoras catalizan las reacciones más lentas (paso limitante) que controlan la velocidad de la ruta.

Tipos de regulación de la actividad enzimática

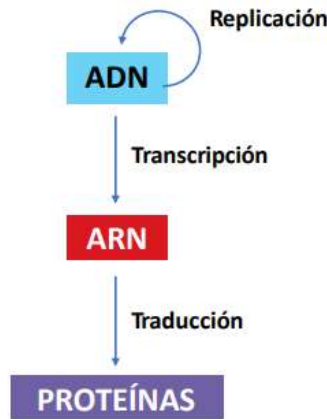
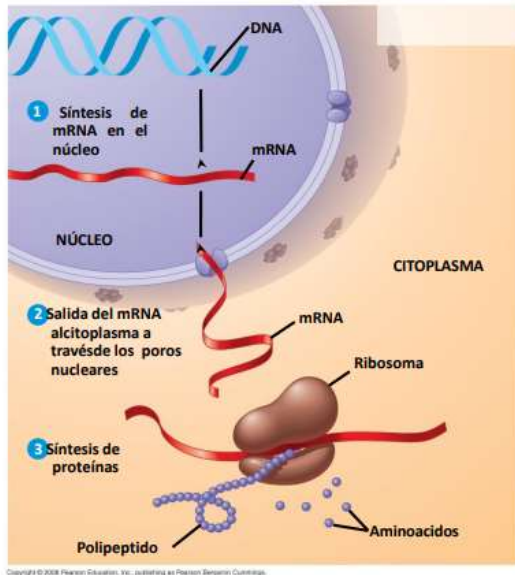
- Regulación a nivel de sustrato: cuanto más sustrato, más producto hasta alcanzar el nivel de saturación. Cuando se acumula el producto por encima de un nivel, la enzima queda inhibida.
- Retroinhibición, inhibición feed-back o feed-back negativo: el producto final inhibe a la enzima reguladora de la ruta, evitando así gastar innecesariamente el primer sustrato y una acumulación excesiva del producto final o los intermediarios.
- Regulación cruzada: el producto de una ruta activa inhibe a la enzima reguladora de una ruta diferente.
- Regulación por cambios en la cantidad de la enzima: se produce o bien el aumento o represión de la síntesis por regulación de la expresión génica o la degradación controlada por proteasas (ubiquitina-proteasoma).
- Regulación de la eficiencia catalítica: se produce la ruptura proteolítica o la unión de ligandos, de forma covalente (fosforilación/desfosforilación y otras modificaciones químicas como la acetilación) o no covalente (enzimas alostéricas).

Las enzimas alostéricas son proteínas multiméricas con más de un centro activo.

ÁCIDOS NUCLEICOS

Los ácidos nucleicos son el ADN (ácido desoxirribonucleico) y el ARN (ácido ribonucleico). El ADN almacena la información genética, la transmite a las células hijas y produce ARNs, que sintetizan proteínas. Mientras que en eucariotas el ADN está en el núcleo, mitocondrias y cloroplastos, el ARN está también en el citosol.

Dogma central de la biología molecular



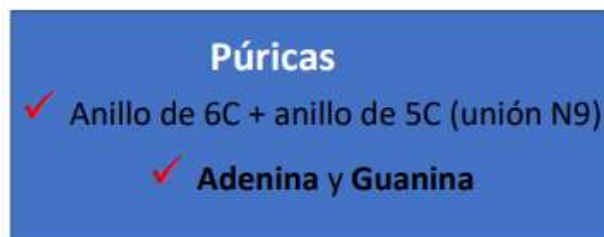
Los nucleótidos son los monómeros de los ácidos nucleicos.



El enlace entre el C5 de la pentosa y el P se denomina ENLACE ÉSTER FOSFÓRICO.

El enlace entre el C1 de la pentosa y el N1 o N9 de la base nitrogenada se denomina ENLACE N-GLUCOSÍDICO.

Tipos de bases nitrogenadas

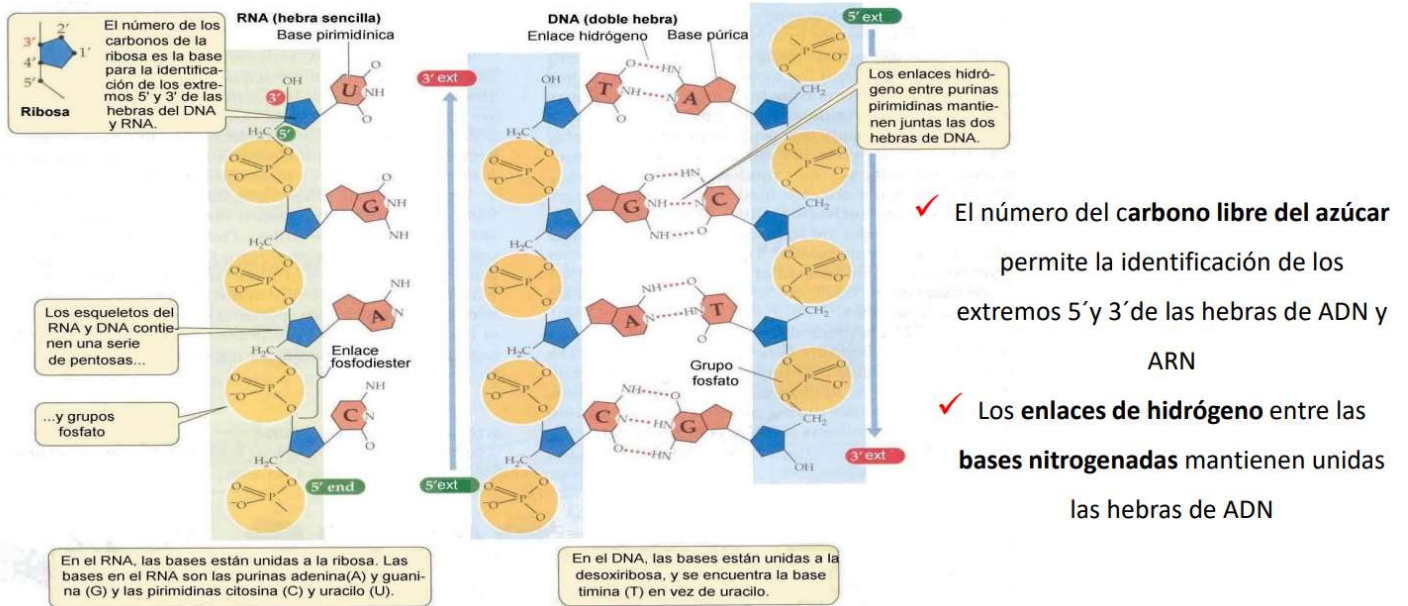


Algunos nucleótidos de interés biológico son el ATP (almacena energía metabólica), el AMPc (forma las moléculas señalizadoras) y el NAD⁺ (forma coenzimas e intermediarios metabólicos).

Niveles estructurales de los ácidos nucleicos

- Primaria: polímeros lineales formados por la unión de nucleótidos mediante enlaces fosfodiéster.
- Secundaria: disposición espacial relativa de los nucleótidos. ADN en doble cadena, α -hélice y ARN en cadena sencilla, con regiones plegadas en bucles y horquillas.
- De orden superior: ADN en superenrollamiento y asociado con proteínas y ARN en plegamiento tridimensional.

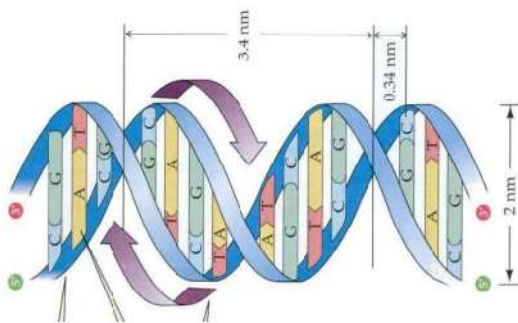
➤ ESTRUCTURA GENERAL DEL ADN Y ARN



Estructura del ADN

·Estructura primaria: tiene lugar el emparejamiento de las bases nitrogenadas, formando puentes de hidrógeno entre la adenina con la timina y el uracilo y la guanina con la citosina. Las reglas de Chargaff establecen que, en el ADN, la cantidad de purinas es igual a la cantidad de pirimidinas ($A+G = T+C$). Esta proporción es característica de cada organismo. En los organismos procariotas, virus, metafitas y metazoos inferiores hay un predominio de CG sobre AT.

·Estructura secundaria: se trata de una doble hélice dextrógira, donde cada hebra es un polinucleótido entrelazado con el otro en sentido antiparalelo. El eje ribosa-fosfato (cadena azul) se sitúa hacia el exterior de la doble hélice (en contacto con el solvente). Las bases nitrogenadas se sitúan hacia el interior de la estructura (ambiente hidrofóbico), en planos aproximadamente perpendiculares al eje de la doble hélice. Esta estructura tiene una naturaleza polianiónica.



·Estructura superior: Watson y Crick postularon en 1953 el modelo de la doble hélice, tras realizar una serie de estudios de difracción de rayos X (la estructura del ADN llevaba siendo estudiada años por muchos científicos).

En la estructura ??? Tiene lugar el empaquetamiento del ADN en cromosomas.

Estructura del ARN

·Primaria: similar a la del ADN.

·Secundaria: en una misma cadena, pueden existir regiones con secuencias complementarias de bases capaces de aparearse.

Apareamientos intracatenarios

TEMA 3: LA CÉLULA

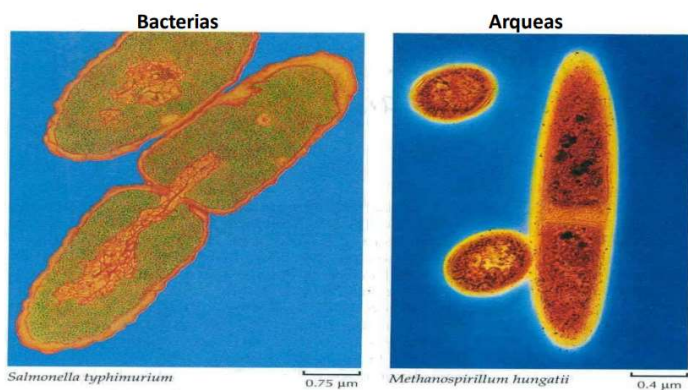
La célula es la unidad mínima donde se manifiestan (y se mantienen) todas las características de “lo vivo”: estructura bien delimitada, maquinaria metabólica autónoma, capacidad de reproducción, capacidad de responder a estímulos y comunicarse y capacidad de evolucionar. Se dividen en eucariotas y procariotas.

Según la teoría endosimbiote, las células procariotas son las predecesoras de eucariotas. Esta teoría (propuesta por Meresch Kwski en 1905) propone que las mitocondrias y los cloroplastos eran organismos procariotas que vivían en simbiosis con las células eucariotas.

Los seres acelulares presentan signos vitales de forma intermitente y no todos al mismo tiempo. Son los virus (ADN/ARN, proteínas, lípidos), viroides (ARN) y priones (proteínas). No tienen metabolismo y necesitan de una célula para reproducirse.

LA CÉLULA PROCARIOTA

Las células procariotas son muy diferentes.

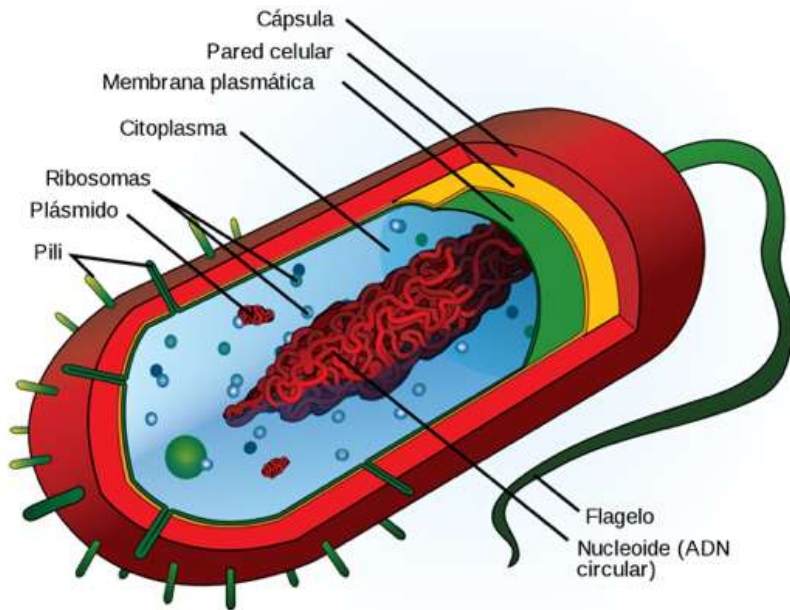


Según su forma pueden ser:

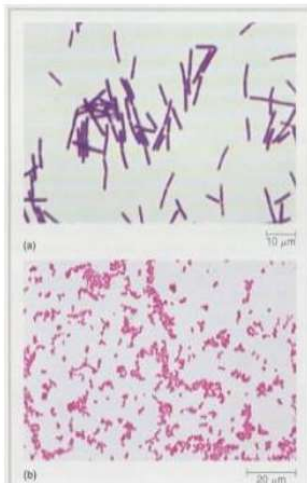


Características

- Son células muy pequeñas.
- Suelen estar rodeadas por una cubierta protectora rígida y porosa llamada pared celular, a su vez envuelta por una cápsula.
- Tienen una membrana plasmática sin esteroides que delimita el citoplasma, donde se encuentran los ribosomas.
- No tienen citoesqueleto, pero pueden poseer flagelos sin microtúbulos.
- Su división celular es por escisión (no realizan ni mitosis ni meiosis).
- En su parte externa pueden presentar diversos tipos de apéndices de estructura proteica, como los flagelos (para el movimiento), las fimbrias (fijación de la célula) o los pili (intervienen en el intercambio de material genético entre células).
- Presentan mesosomas, que son invaginaciones de la membrana que aumentan la superficie disponible para llevar a cabo procesos metabólicos.
- En cuanto a su material genético, el ADN es circular y bicatenario (dos cadenas), y no está asociado a histonas (proteínas). Se encuentra libre en el citoplasma o unido al mesosoma (nucleoide).



Bacterias Gram + y Gram –



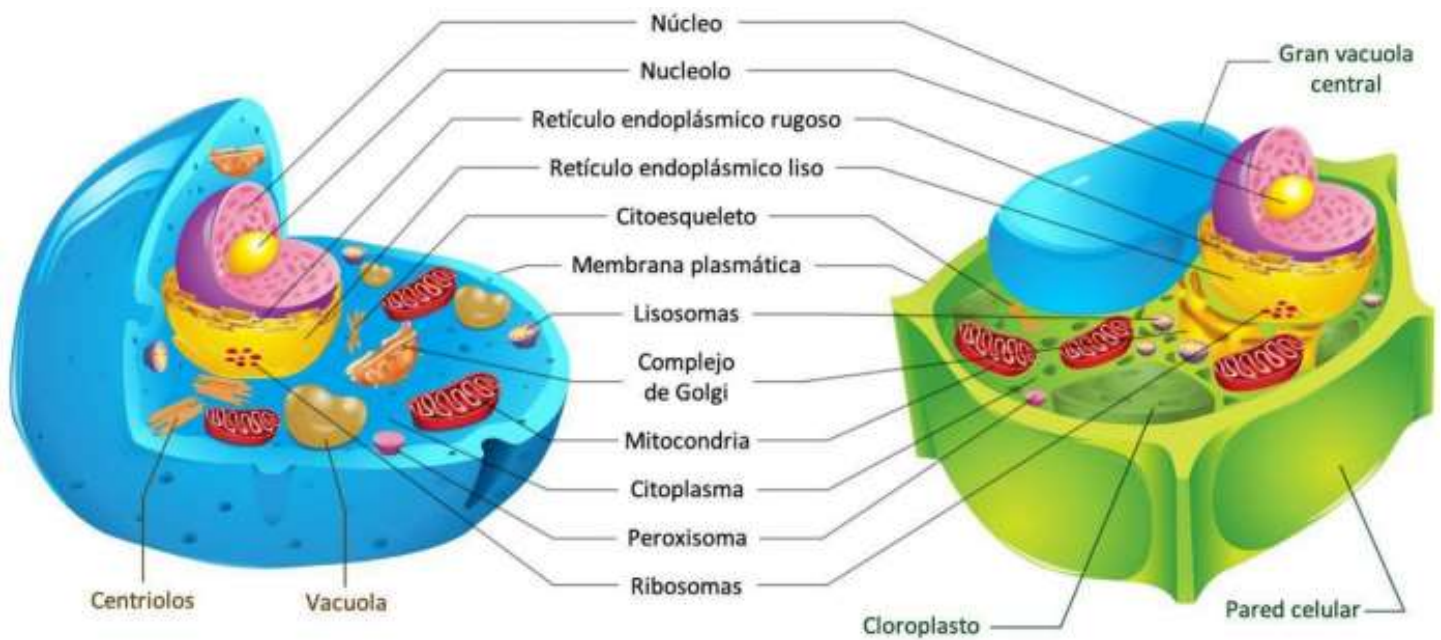
❖ **Gram +:** retienen el colorante violeta $\Rightarrow$ aparecen de color **púrpura o azul** (90% peptidoglucano: polisacárido que forma la pared)

❖ **Gram -:** no retienen el colorante violeta $\Rightarrow$ gracias a tinción de contraste se ven de color **rojo-rosa** (5-20% peptidoglucano)

➔ Las bacterias crecen en placas formando colonias.

LA CÉLULA EUCARIOTA

- Son bastante más grandes que las procariotas.
- Poseen envueltas protectoras y membrana plasmática con esteroides.
- En cuanto a su material genético, el ADN es bicatenario lineal (varias moléculas), está asociado a histonas (cromatina y cromosomas) y se localiza en el núcleo.
- Están dotadas de compartimentos celulares denominados orgánulos.
- Tienen citoesqueleto, con filamentos y microtúbulos.
- Realizan la división celular por mitosis y la reproducción celular por meiosis.



COMPARACIÓN

Características comunes

- ✓ Información genética codificada por **ADN** con el **mismo código genético**
- ✓ Mecanismos similares para la **replicación y transcripción**
- ✓ La **síntesis de proteínas** es parecida
- ✓ Las rutas metabólicas de **obtención de energía** son similares
- ✓ Las estructuras para **convertir la energía en ATP** son similares
- ✓ Reacciones y **estructuras fotosintéticas** equivalentes
- ✓ La **membrana plasmática** es similar

Características diferenciales de eucariotas

- ✓ Organismos diploides o poliploides
- ✓ **Envuelta nuclear** que separa núcleo y el citoplasma
- ✓ ADN unido a proteínas organizado en **cromosomas**
- ✓ **Orgánulos citoplasmáticos membranosos** complejos
- ✓ Orgánulos especializados en **respiración celular y fotosíntesis**
- ✓ **Citosqueleto complejo** asociado a proteínas motoras. **Cilios y flagelos complejos**
- ✓ Diversidad de **ADN y RNA polimerasas**
- ✓ **Mitosis y Meiosis**

LOS ORGÁNULOS

El sistema de endomembranas

El sistema de endomembranas es un conjunto de orgánulos membranosos que intercambian moléculas de membrana, por difusión lateral o a través de vesículas. Participan en la síntesis y modificación de numerosas proteínas y transporte

hacia sus destinos celulares: vesículas, membranas o exterior celular. Son la envuelta nuclear, el retículo endoplasmático, el aparato de Golgi, las vesículas, los endosomas, los lisosomas y la membrana plasmática.

El núcleo

El núcleo, la estructura más característica de la célula eucariota, consta de una doble membrana (interna y externa) y un espacio perinuclear (conectado con el RER). Es el orgánulo donde se encuentra todo el material genético. La envuelta contiene poros formados por complejos multiproteicos muy especializados, a través de los cuales se importan y exportan moléculas grandes como ARN o proteínas. En la cara interna de este orgánulo se encuentra la lámina nuclear, una red proteica que da soporte estructural al núcleo. Dentro del núcleo encontramos también el nucleolo, donde se forma el ARN ribosómico y las fibras de cromatina (formadas por ARN y proteínas), que después, durante el ciclo celular, se transformarán en cromosomas.

El retículo endoplasmático

El retículo endoplasmático es una red de tubos y sacos membranosos (cisternas) que presentan continuidad entre sus membranas, situándose entre la envoltura nuclear y el citoplasma. Consta también de un compartimento interno llamado lumen/luz.

Rugoso

Las cisternas son más aplanadas y participan en la producción de proteínas (otras se sintetizan en el citosol). Este tipo de RE tiene ribosomas en la superficie externa de la membrana (de ahí “rugoso”). Entre sus funciones encontramos la síntesis de proteínas (solubles y transmembrana), la N-glicosilación de proteínas en los residuos asparagina o la síntesis de lipoproteínas de membrana (síntesis de proteínas y unión con los correspondientes fosfolípidos). El proceso de la síntesis de proteínas en el RER empieza en los ribosomas libres del citosol, cuando estos reciben una péptido señal. El ribosoma se une al RE y el polipéptido va entrando a la luz según se sintetiza. Las proteínas se pliegan y se modifican en la luz del RER, para después ser enviadas al aparato de Golgi y de ahí a sus destinos finales.

Liso

Este tipo de RE ya no posee ribosomas en su envoltura y sus cisternas son más tubulares. Está especializado en la producción de lípidos y en la detoxificación de algunas sustancias (fármacos, etanol...). En este orgánulo ocurre la síntesis de lípidos de membrana (esteroles y fosfolípidos), los cuales se sintetizan sobre membranas preexistentes en la célula gracias a una serie de enzimas y posteriormente son transportados a sus destinos finales mediante vesículas transportadoras.

El aparato de Golgi

El aparato de Golgi está formado por un conjunto de sacos aplanados con una membrana sencilla y vesículas asociadas. Posee polaridad, pues tiene una cara cis o convexa (es la cara de entrada y orientada al núcleo) y una cara trans o cóncava (es la cara de salida y orientada a la membrana plasmática). Su función principal es terminar de procesar las proteínas que llegan del RE, mientras estas avanzan por las cisternas, y distribuirlas a sus destinos finales: lisosomas, membrana plasmática, exterior celular o vesículas de secreción. Las proteínas que tienen que ir a los lisosomas son marcadas con manosa 6-P. Otras de sus funciones son la síntesis de glicolípidos y esfingomielina y de la mayoría de los polisacáridos de la pared celular. En el proceso de modificación de glucoproteínas, se sigue el procesamiento de las glicosilaciones ocurridas en el RE, se eliminan algunos azúcares y se añaden otros.

Lisosomas

Los lisosomas son orgánulos con enzimas hidrolíticas o digestivas que catalizan la ruptura de moléculas complejas en otras más simples. Las enzimas lisosomales se marcan con manosa-6-P en el AG y se cargan en vesículas que transportan dichas enzimas hasta los lisosomas. Son hidrolasas ácidas, activas a pHs ácidos. Los lisosomas contienen bombas de protones en su membrana para acidificar el pH interior.

Peroxisomas

Los peroxisomas son orgánulos citoplasmáticos que poseen enzimas oxidativas, como catalasas y oxidasas flavínicas.

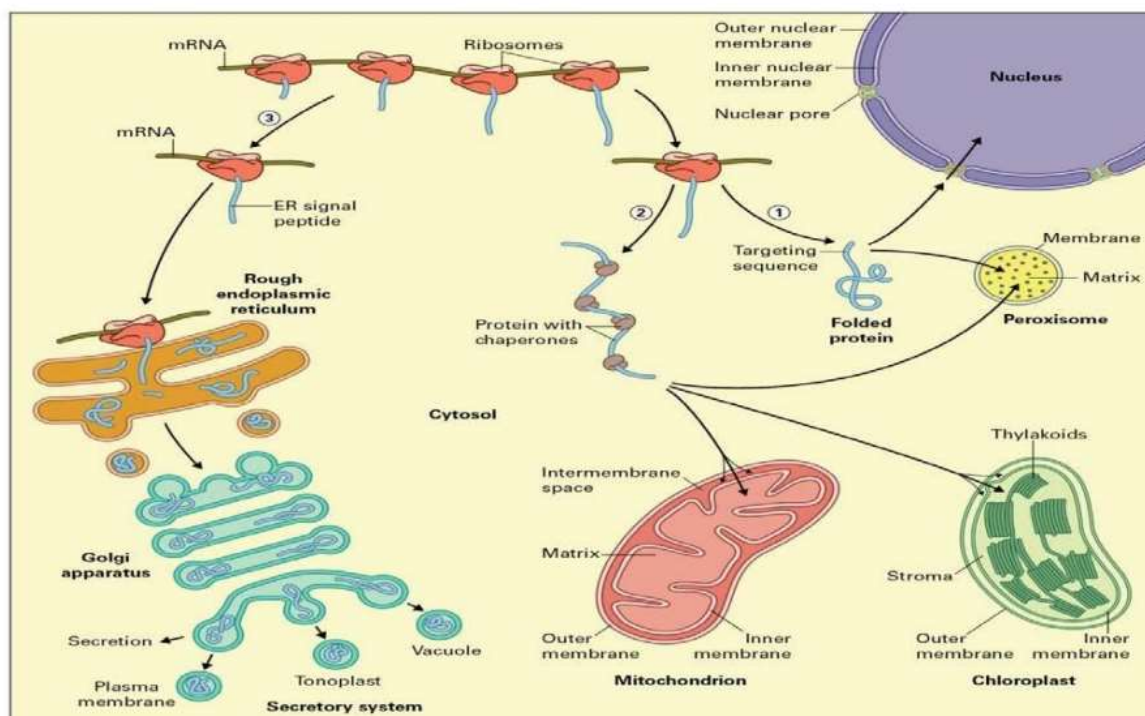
Endosomas

Los endosomas son compartimentos membranosos de forma irregular (tipo bolsas) que reciben vesículas de endocitosis y clasifican los contenidos.

Vacuolas

Las vacuolas son compartimentos de gran tamaño propio de células vegetales y hongos (en animales tienen un tamaño reducido). Tienen una membrana, el tonoplasto. Entre sus funciones encontramos la turgencia celular (regula el crecimiento), el almacén de sustancias (nutrientes, pigmentos, productos de desecho...) y la degradación de compuestos.

ESQUEMA IMPORTANTE:



Las proteínas de mitocondrias, cloroplastos, peroxisomas y núcleo se sintetizan en el citosol (sin pasar por el RER) y se transportan hasta estos orgánulos

Orgánulos energéticos: mitocondrias y cloroplastos

Semejanzas mitocondrias y cloroplastos

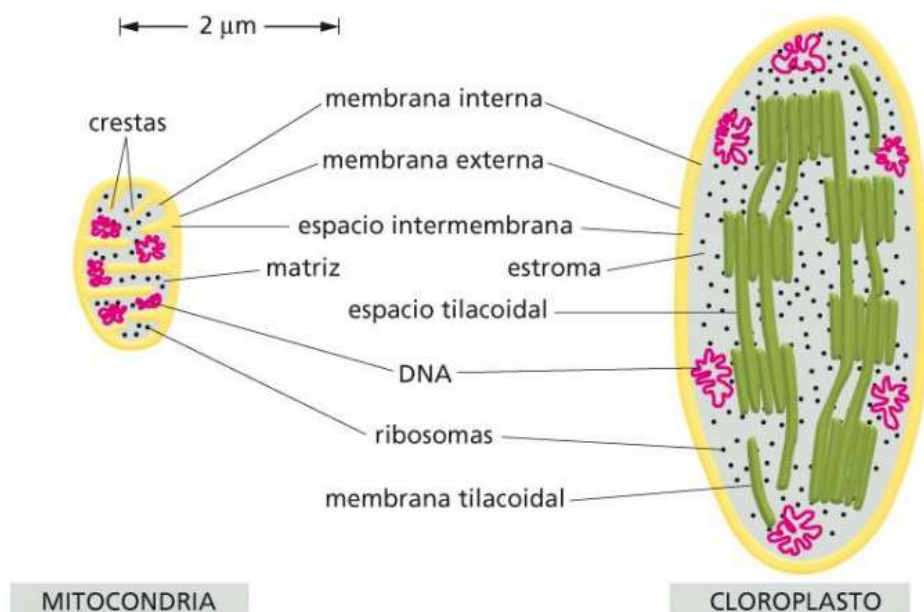
- Poseen ADN que codifica parte de sus proteínas.
- Son orgánulos voluminosos.
- Tienen una gran superficie de membranas internas (ambos poseen una doble membrana).
- Son orgánulos energéticos.

Diferencias mitocondrias y cloroplastos

-Toman la energía de diferentes fuentes: los cloroplastos de la luz solar y las mitocondrias de la materia orgánica (azúcar y ácidos grasos).

-Los cloroplastos tienen un tamaño mucho mayor.

Características	Mitocondrias	Cloroplastos
Poseen doble membrana	SI	SI
Poseen ADN, ARN, y ribosomas propios	SI	SI
Presentes en células vegetales y animales	SI	NO
Presentes en células vegetales	SI	SI
Orgánulos energéticos	SI	SI
Presentes en organismos autótrofos	SI	SI
Presentes en organismos heterótrofos	SI	NO
Orgánulos almacenadores de sustancias de reserva o pigmentos	NO	SI
Permiten obtener ATP mediante la respiración celular	SI	NO
Permiten obtener los compuestos orgánicos que se utilizaran en la respiración	NO	SI
Poseen cadena de transporte de electrones en las crestas de su membrana interna	SI	NO
Poseen cadena de transporte de electrones en la membrana de los tilacoides	NO	SI
Proceden de organismos procariotas	SI	SI



Cloroplastos

Los cloroplastos son los plastos más numerosos y con mayor importancia biológica (otros plastos son los leucoplastos, amiloplastos...), y se localizan principalmente en las hojas. Tienen doble membrana. Las proteínas y los lípidos de la primera fase de fotosíntesis están en membrana del tilacoide.

Mitocondrias

Las mitocondrias transforman la energía química contenida en los azúcares y ácidos grasos en la energía del ATP para llevar a cabo reacciones celulares. En la membrana interna hay numerosas crestas que aumentan su superficie con

lípidos y proteínas. En la matriz mitocondrial (espacio limitado por la membrana interna) hay ADN mitocondrial, ribosomas y enzimas del ciclo de Krebs y de la β - oxidación de ácidos grasos.

Citosol y citoesqueleto

Citosol

El citosol es un medio intracelular, acuoso y semifluido, en el que se encuentran en solución ARN, proteínas, enzimas, iones, azúcares, etc. Ocupa el 50 % del volumen celular en animales y mucho menos en vegetales (debido a la vacuola). Es un medio tamponado a un pH medio. Tiene zonas más densas en el límite celular, en contacto con la membrana plasmática. En este medio ocurre varias reacciones de la célula: traducción proteínas, glucólisis, cascadas de señalización...

Citoesqueleto

El citoesqueleto es el almacén estructural de la célula, y está formado por una red de filamentos de proteína que se extiende por el citosol. Participa en el movimiento (tanto de la célula como de los orgánulos), en la forma de la célula, en la organización interna del citoplasma, en el anclaje de la mitocondria y de otros orgánulos al citosol, etc. Está compuesta por microfilamentos de actina, filamentos intermedios y microtúbulos, cuyas fibras se forman por la unión de unidades proteicas que no establecen uniones covalentes entre sí. Esta es la razón por la que el citoesqueleto se reorganiza con frecuencia.

Los microfilamentos de actina están organizados en haces o redes tridimensionales que interaccionan con otras proteínas de unión a la actina. Las unidades de actina son proteínas globulares (actina G), que se unen a otros monómeros formando filamentos (actina F) con polaridad. Dicha polaridad hace que el filamento crezca en un sentido, pues los monómeros se añaden mucho más rápido al polo positivo que al negativo. El ATP no es imprescindible para la polimerización, pero la acelera mucho. Su función principal es dar forma a la célula y sostén en las uniones a células adyacentes, ya que están bajo la membrana plasmática. Sin embargo también se encargan de la movilidad celular por extensiones citoplasmáticas, la contracción muscular, el movimiento, la fagocitosis... También forman un anillo contráctil en la citocinesis, para la división del citoplasma.

Los filamentos intermedios, formados por distintas proteínas como las queratinas, permiten a las células soportar tensiones, pero no están implicados directamente en el movimiento. Están anclados al núcleo y a complejos de unión entre células adyacentes y forman la lámina nuclear.

Por último tenemos los microtúbulos, que están formados por subunidades de tubulina (proteína globular). α y β tubulina polimerizan para dar protofilamentos que se disponen formando un microtúbulo (cilindro hueco) con polaridad. La unión tubulina-GTP activa la polimerización. El centrosoma es un área citoplasmática cerca del núcleo que tiene un par de centriolos perpendiculares (orgánulos tubulares).

Pared celular vegetal

La pared celular es una cubierta gruesa y rígida que rodea la membrana plasmática de las células vegetales y de las células procariotas. Distintas especies tienen paredes con características propias, y mismo dentro de una misma planta, la pared varía de unos tipos celulares a otros (incluso puede variar dentro de una misma célula, de una cara a otra, fenómeno conocido como epidermis). Está compuesta por polisacáridos (celulosa, hemicelulosa y pectinas) y proteínas (estructurales, que aumentan la resistencia mecánica y el ensamblaje de componentes, y enzimáticas).

Funciones:

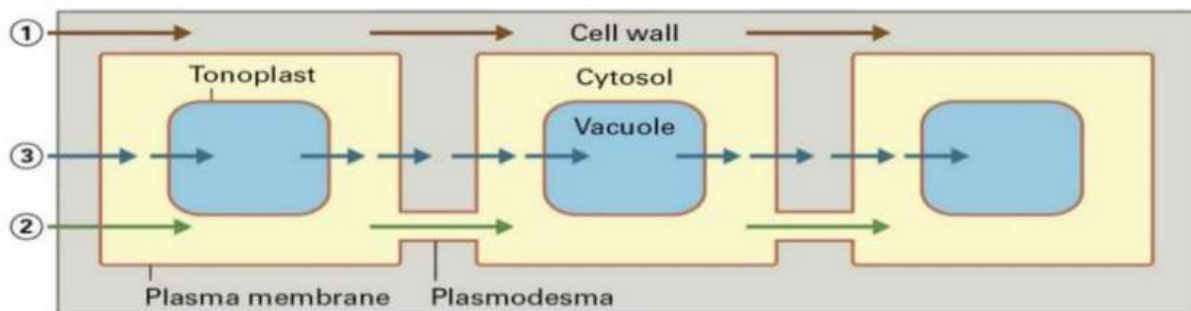
- Regula el volumen y la forma de las células y protege al protoplasto.
- Une las células vegetales y evita el movimiento celular.
- Proporciona la fuerza y el soporte mecánico.
- Determina el crecimiento celular y la morfogénesis.
- Controla el paso de sustancias y patógenos.

- Funciona como almacén de carbono orgánico.
- Participa en la señalización celular.
- Muy importante para la economía humana.

Tipos:

- Lámina media: capa cementante entre paredes primarias adyacentes compuesta por pectinas y proteínas. Realiza funciones de unión, soporte y protección.
- Pared celular primaria: pared presente únicamente en células que están creciendo.
- Pared celular secundaria: pared situada entre la primaria y la membrana plasmática, en células que ya pararon de crecer. Tiene una estructura (disposición celulosa) y composición (diferentes porcentajes y algunos elementos diferentes como la lignina) diferentes a la PC primaria. Realiza funciones de defensa, soporte y almacenamiento.

Comunicación de célula a célula



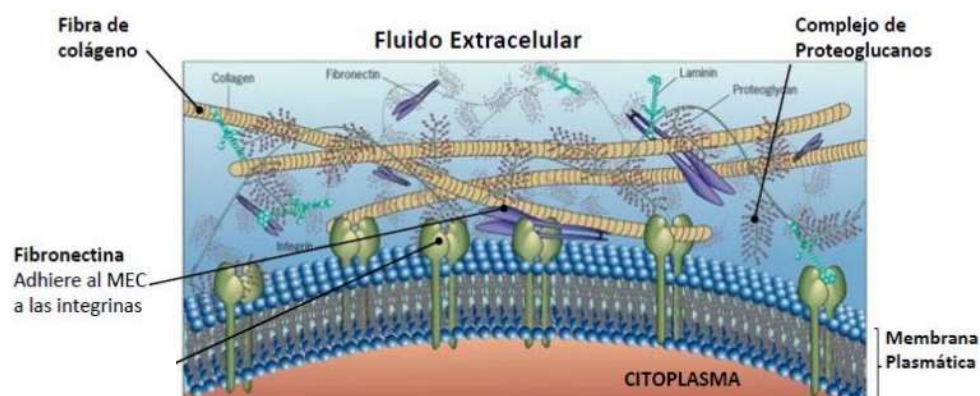
- ① **APOPLASTO**: espacio formado por la **pared celular** y los **espacios intercelulares**
- ② **SIMPLASTO**: espacio formado por la unión del **citoplasma** a través de los **plasmodesmos** (micro túneles entre células)
- ③ **VÍA TRANSMEMBRANA**

Plasmodesmos

Los plasmodesmos son estructuras membranosas tubulares que atraviesan la pared y unen a las células vecinas. Hay continuidad en el citoplasma y en el retículo endoplasmático (desmotúbulos). Por ellos pasan libremente pequeñas moléculas como hormonas, proteínas, ácidos nucleicos...

Matriz extracelular

La matriz extracelular es una gran red compuesta principalmente por proteínas estructurales como el colágeno y componentes no estructurales como los proteoglicanos. Entre sus funciones encontramos la estructural (contribuye a las propiedades físicas de tejidos como la piel o el cartílago) y su contribución a la adhesión intercelular, la migración y la regulación.

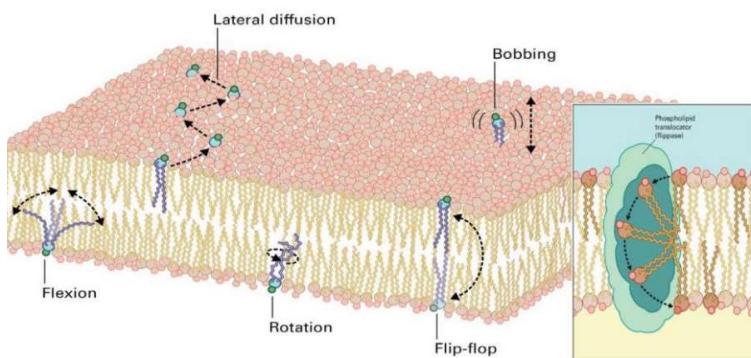


La membrana plasmática

La membrana plasmática es el límite de la célula y el citoplasma, pues separa el contenido celular del medio externo. Es una barrera selectiva para la entrada y salida de sustancias del interior al exterior y viceversa. Los eucariotas tienen membranas internas que delimitan compartimentos con una función determinada.

Está compuesta por lípidos (fosfolípidos, esteroides y glucolípidos), proteínas (proteínas y glucoproteínas) y glúcidos (glucolípidos y glucoproteínas).

La bicapa lipídica sigue el modelo del mosaico fluido, que consiste en que los lípidos se mueven libremente en la membrana con cierta libertad. La membrana plasmática es asimétrica (hay más lisofosfolípidos con carga negativa hacia el citoplasma, más proteínas en la capa interna y los glúcidos solo están en la cara externa). Los lípidos y las proteínas se mueven por la membrana. De hecho, se forman balsas de lípidos (agregados de esteroides y lisofosfolípidos que forman pequeñas placas semisólidas que se comportan como un conjunto en la membrana) y proteínas para crear dominios funcionales, que debido a la polaridad son diferentes en cada cara (y no pasan de una a otra debido a las uniones con otras células o el anclaje de proteínas al citoesqueleto).



Los factores que determinan la fluidez de la membrana son la temperatura (+temperatura +fluidez) y el grado de insaturación de los ácidos grasos (+dobles enlaces +fluidez).

Proteínas de membrana

Proteínas integrales

Proteínas con regiones hidrofílicas e hidrofóbicas que atraviesan la membrana. El tipo de hidrato de carbono de la superficie de la membrana afecta a la permeabilidad selectiva.

Proteínas periféricas

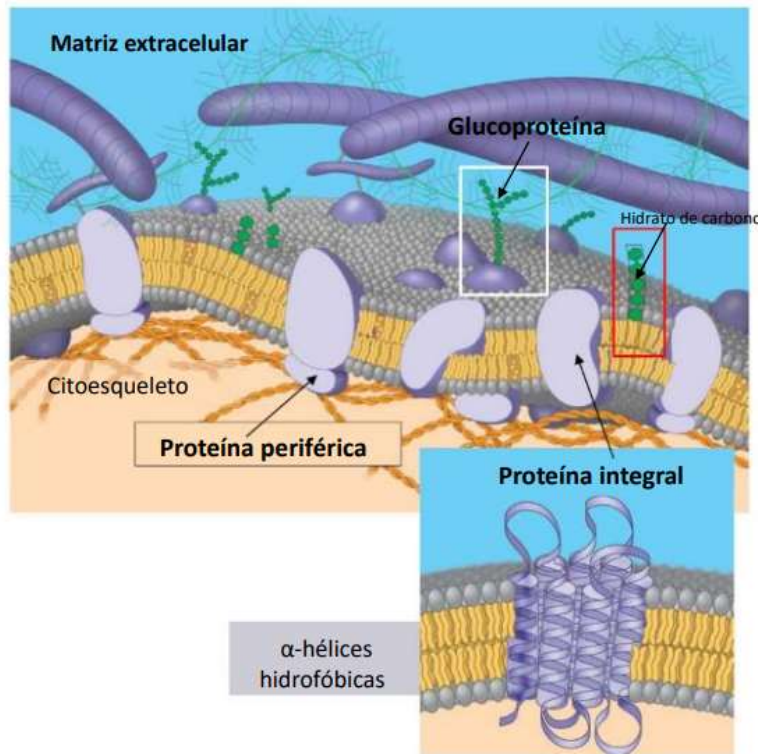
Proteínas ancladas a la membrana con uniones covalentes a lípidos y enlaces iónicos.

Glucoproteínas

Complejos cuya parte glucídica está situada hacia el medio extracelular. Participan en el reconocimiento celular.

Funciones:

- Transporte.
- Enzimática.
- Traducción de señales.
- Reconocimiento celular.
- Unión a otras moléculas.
- Unión al citoesqueleto y/o matriz extracelular.



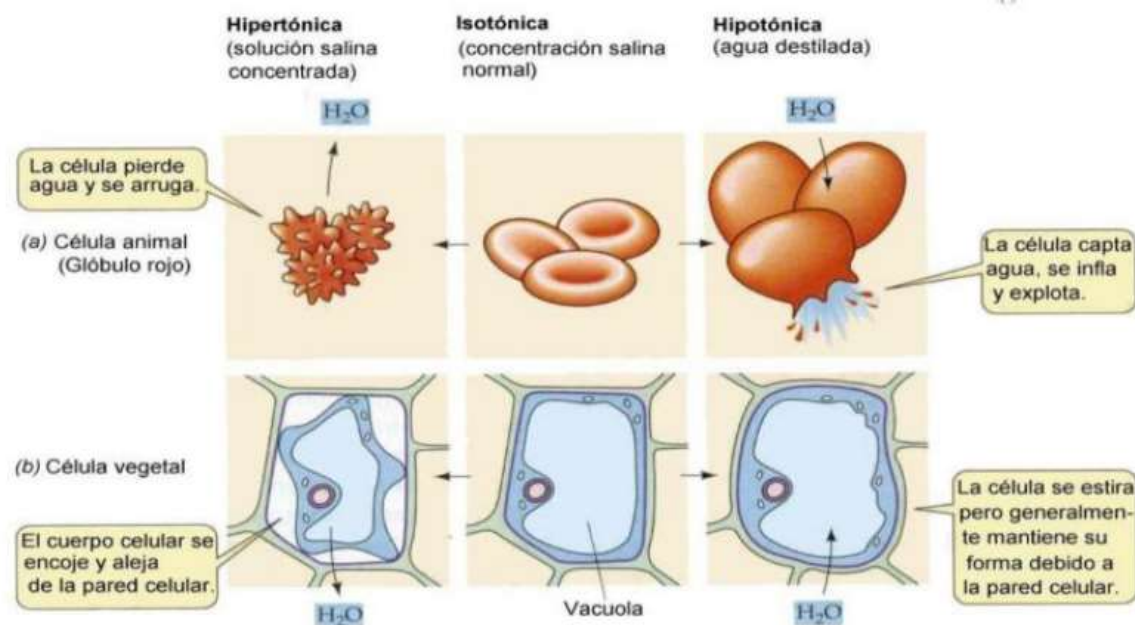
Transporte a través de la membrana

Difusión

Tendencia de las moléculas a diseminarse uniformemente por el espacio disponible (se igualan concentraciones).

Ósmosis

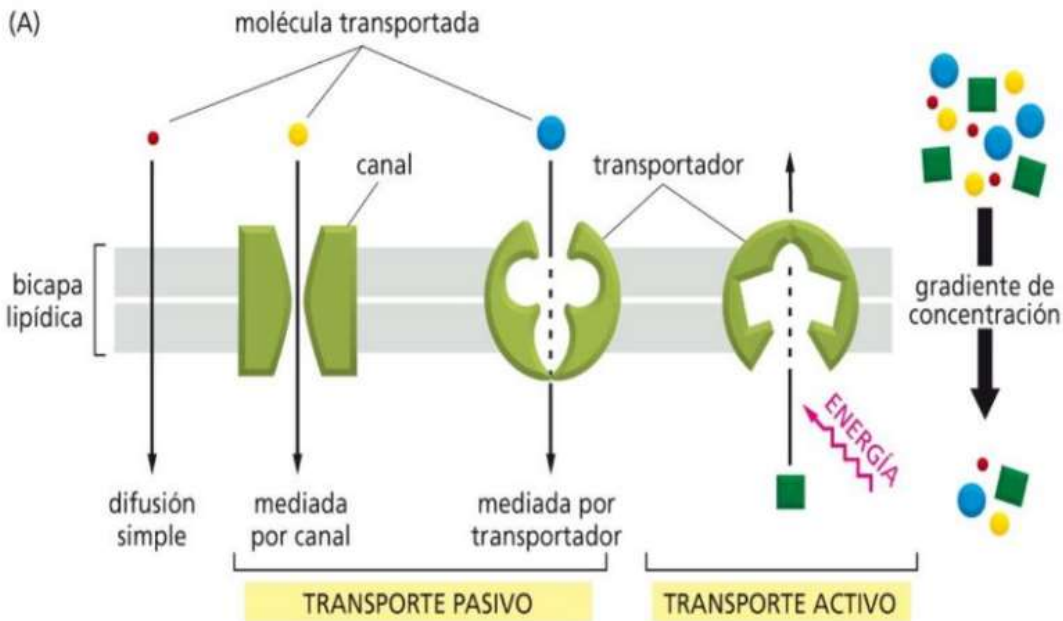
Difusión del agua a través de una membrana semipermeable hasta igualar la concentración de soluto.



La Ósmosis Modifica la Forma de la Célula

En una solución isotónica (centro), las células animales y vegetales mantienen la consistencia y forma característica.
En una solución hipotónica, el agua entra en la célula; un ambiente hipertónico arrastra agua hacia el exterior de la célula.

La **permeabilidad selectiva** es la propiedad de las membranas que hace que algunas sustancias la atraviesen y otras no. En la bicapa lipídica difunden libremente gases (O_2 , CO_2 , N_2), moléculas hidrofóbicas y moléculas polares pequeñas (H_2O , Etanol); pero las moléculas polares grandes, los iones pequeños (H^+ , Na^+ , Cl^-) y los iones grandes (aminoácidos) no.



Transporte pasivo

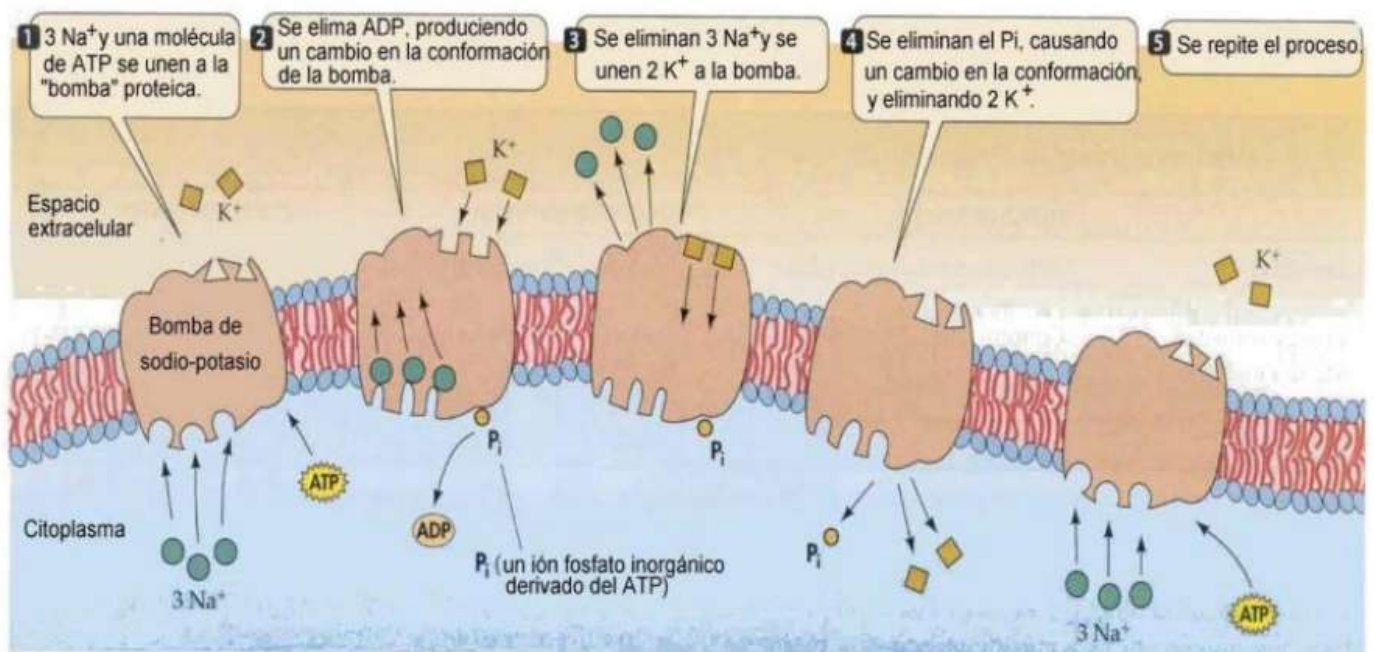
No requiere gasto de energía, pues ocurre a favor de gradiente. Se realiza por difusión simple y facilitada (canales y transportes).

Transporte activo

Requiere gasto de energía, pues ocurre en contra de gradiente. Hay dos tipos: primario y secundario.

El primario utiliza bombas iónicas, ya que generan un gradiente electroquímico. En células vegetales, en la membrana plasmática y el tonoplasto, estas son bombas de protones, mientras que en células animales son bombas Na^+/K^+ .

●Bomba Na^+/K^+



Transporte Activo Primario: La Bomba de Sodio Potasio

En el transporte activo, la energía es utilizada para mover un soluto en contra de su gradiente de concentración. Aunque la concentración de Na^+ es más alta fuera de la célula y la concentración de K^+ es más alta dentro de la célula, para cada molécula de ATP utilizada, se bombean dos K^+ al interior de la célula y tres Na^+ al exterior de la misma.

En el secundario, la proviene del gradiente electroquímico producido por las bombas de transporte activo primario (gasto ATP).

Transporte Activo Secundario

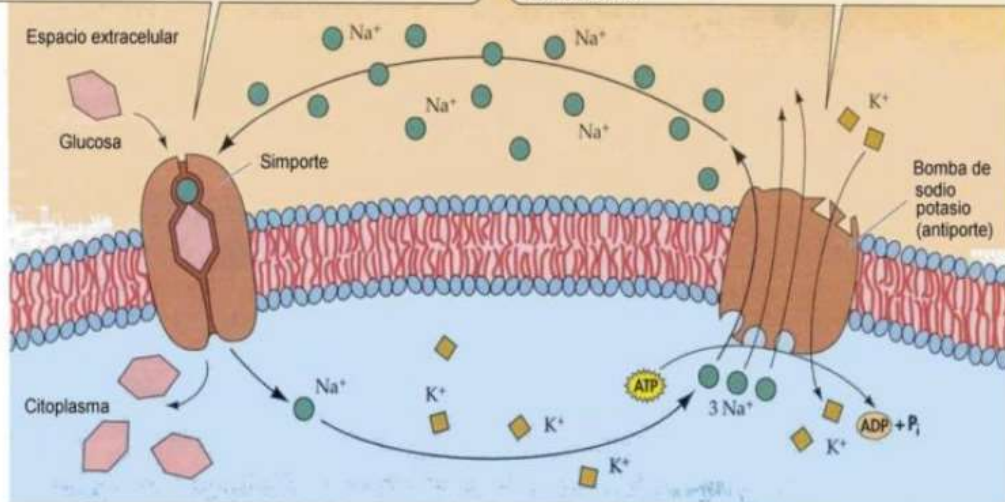
El gradiente de concentración de iones sodio establecido por el transporte activo primario (derecha) impulsa el transporte activo secundario de glucosa (izquierda). El movimiento de glucosa a través de la membrana en contra de su gradiente de concentración está acoplado por medio de una proteína del simporte al movimiento de Na^+ dentro de la célula.

Transporte activo secundario

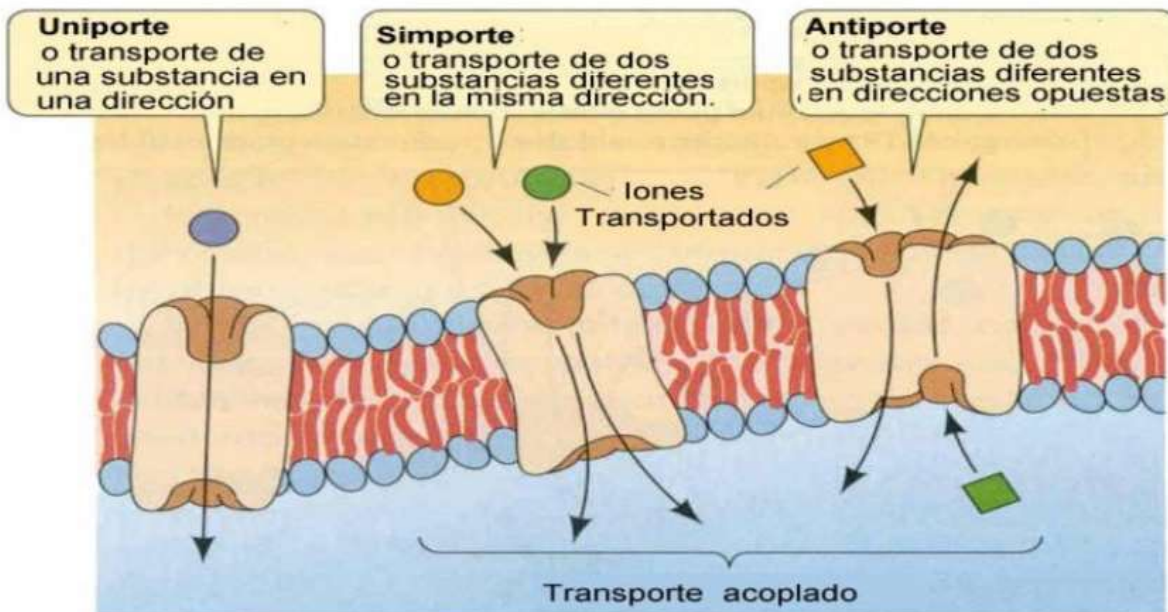
Los iones sodio, moviéndose con el gradiente de concentración establecido por la bomba de sodio-potasio, conduce el transporte de glucosa en contra de su gradiente de concentración.

Transporte activo primario

La bomba de sodio-potasio mueve iones sodio, usando la energía de la hidrólisis del ATP para establecer un gradiente de concentración de Na^+ .



Transportadores



Proteínas del Transporte Activo

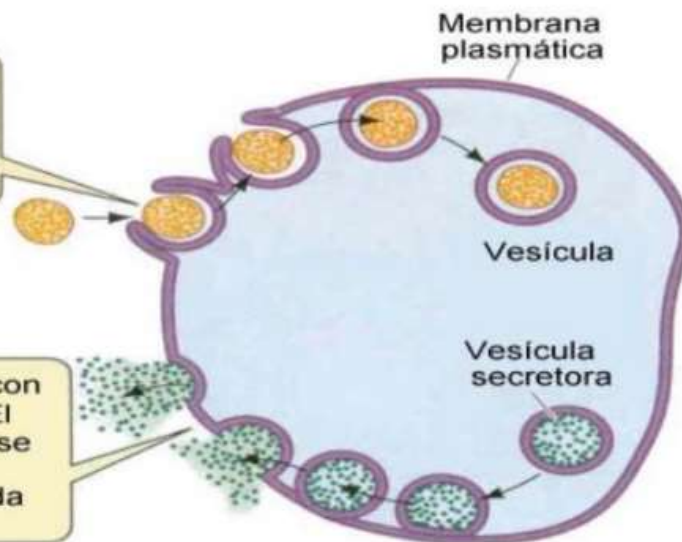
En cada uno de los tres casos, el transporte es direccional.

(a) Endocitosis

La membrana plasmática rodea el ambiente externo y capta materiales por invaginación de la misma y estrangulación para la formación de vesículas.

(b) Exocitosis

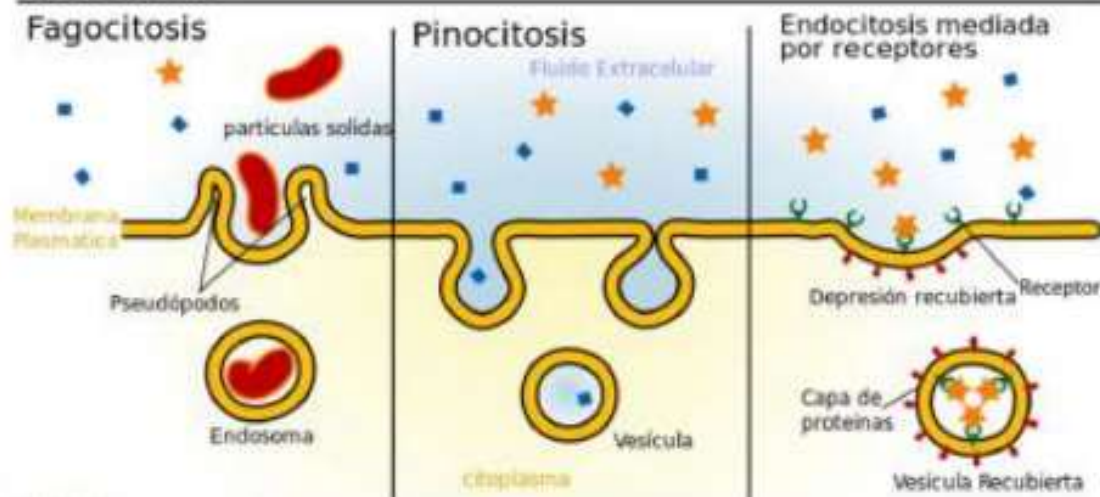
Las vesículas se fusionan con la membrana plasmática. El contenido de las vesículas se elimina en el exterior de la célula y su membrana queda unida a la plasmática.



Endocitosis y Exocitosis

Las células eucariotas utilizan la endocitosis y exocitosis para captar y eliminar sustancias del medio ambiente exterior.

Endocitosis



✓ **Fagocitosis** la célula engloba una partícula envolviéndola con pseudópodos. La partícula es digerida después de que la vacuola se fusiona con un lisosoma con enzimas hidrolíticas en su interior.

✓ **Pinocitosis**, la célula engloba gotitas de líquido extracelular (en el que se encuentran disueltas moléculas) dentro de minúsculas vesículas

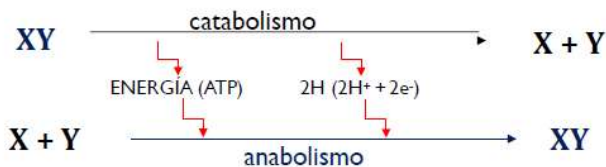
✓ Cuando la **endocitosis está mediada por receptores**, la célula puede incorporar sustancias específicas.

TEMA 4: METABOLISMO

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas de un organismo. Se organizan en rutas metabólicas interconectadas. Una vía metabólica comienza con una molécula específica que se altera en una serie de pasos definidos que tienen como resultado un determinado producto. Cada paso de la vía es catalizado por una enzima específica. La energía química contenida en las moléculas se almacena para poder ser utilizada posteriormente para realizar trabajo celular: síntesis de nuevos compuestos (anabolismo), transporte de membrana, movimiento...

El CATABOLISMO es el conjunto de reacciones que descomponen sustancias complejas en otras más sencillas liberando energía, mientras que el ANABOLISMO es el conjunto de reacciones que sintetizan sustancias complejas y que requieren energía.

*Las reacciones metabólicas están acopladas energéticamente a través del ATP y son reacciones de oxido-reducción en las que participan coenzimas.



Termodinámica

La **termodinámica** es la ciencia que estudia las transformaciones de la energía en un conjunto de materia.

La **bioenergética** resulta de aplicar la termodinámica a las células vivas.

1ª ley termodinámica: Principio de conservación de la energía.

2ª ley termodinámica: La cantidad de entropía del universo tiende a incrementarse en el tiempo (pues para que un proceso ocurra de forma espontánea debe aumentar la entropía del universo).

Energía química: forma de energía potencial (la que posee la materia en función de su estructura o composición) disponible para poder ser utilizada en una reacción.

Energía cinética: energía que posee un cuerpo debido a su movimiento.

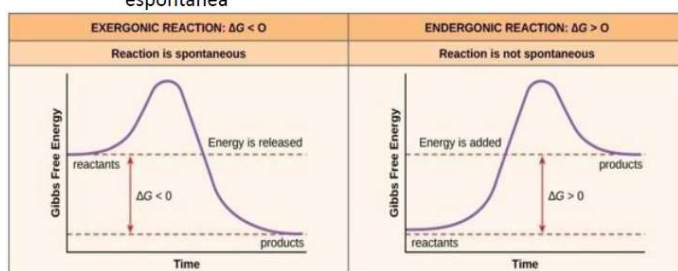
Energía térmica/calórica/calorífica: es la manifestación de la energía en forma de calor debida a los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

*Una parte de la energía se transforma en cada transferencia o transformación, en una forma de energía no utilizable, a menudo en forma de calor, aumentando el desorden del universo (entropía).

Las reacciones ocurren de forma espontánea según sea el cambio en energía libre. La energía libre de un sistema es aquella que puede producir trabajo, cuando presión y temperatura son uniformes en todo el sistema. En los procesos espontáneos (los cuales se mueven hacia el equilibrio) disminuye la energía libre del sistema (la variación de energía libre es negativa) y aumenta la entropía. Según los cambios en la energía libre, las reacciones pueden ser exergónicas y endergónicas.

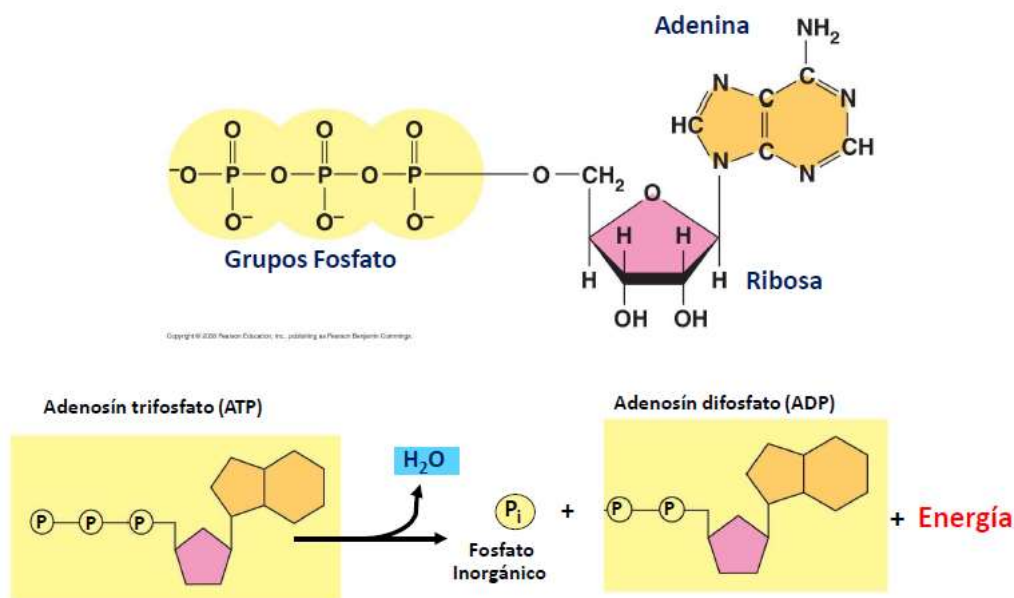
Reacción exergónica
se libera energía, ΔG sería negativa
y sería, por tanto, una reacción espontánea

Reacción endergónica
se absorbe energía, ΔG sería positiva y
NO es una reacción espontánea



Las reacciones en un sistema cerrado acabarían por alcanzar el equilibrio y no realizarían trabajo. Sin embargo, una de las características de la vida es que el metabolismo nunca está en equilibrio. Los organismos son sistemas abiertos a través de los cuales hay un flujo continuo de materia y energía. Estos emplean la energía obtenida de los alimentos para el trabajo celular, tanto para lo mecánico (contracción muscular, movimiento de cilios, movimiento de orgánulos...) como para el transporte a través de membrana y químico. Las células necesitan acoplar energéticamente procesos exergónicos con endergónicos para realizar estos trabajos.

Las encargadas de acoplar estos procesos son las moléculas transportadoras de energía, como el ATP. En la síntesis de esta molécula ocurren reacciones de fosforilación energéticamente desfavorables en la que un grupo fosfato se añade al ADP y reacciones endergónicas que toman la energía del catabolismo celular; y en la hidrólisis de ATP se rompen los enlaces de los grupos fosfato y liberan gran cantidad de energía. La transferencia de grupos fosfato es un mecanismo común de acoplamiento energético, y con ayuda de enzimas específicas la célula es capaz de acoplar la hidrólisis del ATP a procesos que necesitan energía (el gasto y síntesis de ATP en la célula es continuo). Por esto se dice que el ATP actúa como moneda energética, pues los enlaces fosfato almacenan una gran cantidad de energía.

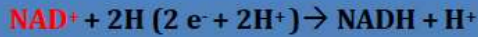


Producción de ATP en las células

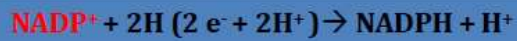
- Fosforilación oxidativa: cadena de transporte de electrones en las crestas mitocondriales gracias al poder reductor obtenido en la glucólisis y el ciclo de Krebs.
- Fotofosforilación: cadena de transporte de electrones en las membranas tilacoidales utilizando la energía de la luz.
- Fosforilación a nivel de sustrato: reacciones de transferencia de grupos fosfato al ADP por medio de kinasas.

➔ El NADH, NADPH Y FADH son coenzimas del metabolismo que actúan como importantes moléculas transportadoras implicadas en reacciones de oxido- reducción. Están especializados en transportar electrones ricos en energía y átomos de hidrógeno.

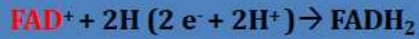
➤ COENZIMAS PARA LA ÓXIDO-REDUCCIÓN



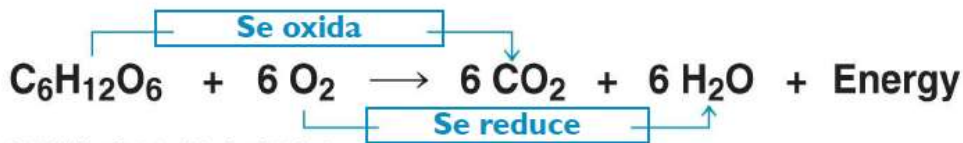
(de oxidado a reducido, gana electrones y oxida a otra molécula)



(de oxidado a reducido, gana electrones y oxida a otra molécula)



(de oxidado a reducido, gana electrones y oxida a otra molécula)



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

- ➔ La coenzima A es la molécula central en el metabolismo. Posee un grupo sulfhidrilo terminal que actúa como grupo reactivo. Participa en el transporte de grupos acilo y la transferencia de grupos acetilo. El Acetil CoA transporta grupos acilo de modo similar a como el ATP transporta grupos fosfato.

LA FOTOSÍNTESIS

Los organismos vivos tienen dos necesidades nutricionales importantes: obtener moléculas con enlaces C-C que puedan utilizarse como bloques básicos para la síntesis de biomoléculas y obtener energía química.

Clasificación metabólica de los seres vivos:

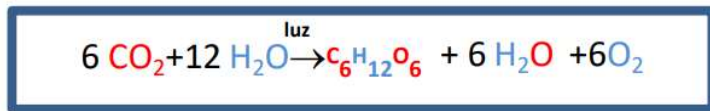
	Fuente de ϵ (ATP)	Fuente de moléculas de C para la síntesis de biomoléculas	
		Moléculas simples (CO_2 , agua, metano...) Autótrofos	Moléculas orgánicas obtenidas de otros organismos Heterótrofos
	Luz (foto-)	Fotoautótrofos	Fotoheterótrofos
	Moléculas orgánicas (quimioorgano-)	Quimiorganotrofos	Quimioorganoheterótrofos
	Moléculas inorgánicas (quimiolito-)	Quimiolitotrofos	Quimiolitoheterótrofos

En la **nutrición heterótrofa**, los nutrientes son sustancias orgánicas más o menos complejas que contienen energía fácilmente extraíble en sus enlaces químicos, y materia y energía se incorporan juntas. Por el contrario, en la **nutrición autótrofa** los nutrientes son sustancias inorgánicas (agua, CO_2) que se transforman en sustancias orgánicas sencillas (glicerol, glucosa...). En la fotosíntesis la energía se obtiene de la luz y en la quimiosíntesis la energía se obtiene de ciertas reacciones químicas. Las células y organismos heterótrofos (consumidores) dependen de los autótrofos (productores) para suministrarles la materia orgánica (a través de cadenas tróficas) que solo ellos pueden sintetizar a partir de materia inorgánica. Además, en la fotosíntesis se libera O_2 , utilizado en la respiración aerobia como oxidante; se produjo el cambio de la atmósfera primitiva y la capa de O_3 que rodea y protege de radiación ultravioleta la Tierra se formó gracias a ella.

Fotosíntesis oxigénica: proceso mediante el cual la energía solar se convierte en energía química. Es propia de organismos fotoautótrofos o fotosintéticos.

En los cloroplastos encontramos la membrana externa, los tilacoides (sistema de membranas internas interconectadas llamadas lamelas que se dividen entre las lamelas de los grana, vesículas planas y redondas, y las lamelas del estroma, túbulos que conectan los grana), el lumen del tilacoide (compartimento delimitado por las membranas tilacoidales donde ocurre la fotólisis del agua y la acumulación de H⁺) y el estroma (medio interno donde ocurre la fase oscura). En estos orgánulos hay una serie de pigmentos fotosintéticos, como los lípidos isoprenoides, las clorofilas a y b, los carotenos y las xantofilas.

La ecuación de la fotosíntesis es la siguiente.



Se producen reacciones de óxido reducción (redox) para la transferencia de energía, para las cuales se necesita un reductor (especie química que tiende a ceder electrones de su estructura química al medio quedando con una carga positiva mayor a la que tenía, es decir, que se oxida) y un oxidante (especie que tiende a captar los electrones, quedando con carga positiva menor a la que tenía, es decir, que se reduce).

La fotosíntesis es un proceso redox en el cual el H₂O se escinde y los electrones son transferidos, junto con los iones hidrógeno, al CO₂, de forma que el H₂O se oxida y el CO₂ se reduce. Los electrones incrementan su energía potencial al moverse desde el H₂O hasta la glucosa, por lo que se requiere aporte de energía, la cual es suministrada por la luz. El potencial de reducción o redox (ΔE°) mide la afinidad de un compuesto por los electrones. Los electrones se desplazan espontáneamente desde pares redox de bajo potencial (más negativos y con baja afinidad por los electrones) a pares redox de alto potencial (más positivos y con elevada afinidad por los electrones).

La luz

La luz es la energía electromagnética en forma de ondas que son perturbaciones del campo eléctrico y magnético. Einstein afirmó que la luz tiene una doble naturaleza ondulatoria y corpuscular. Las partículas de luz se denominan fotones. La energía de cada uno es igual al producto de la constante de Planck por la frecuencia de la onda electromagnética que se le asocia (E=hv). La cantidad de energía de un fotón es inversamente proporcional a la longitud de onda (c=λv).

Los pigmentos

Cuando la luz incide sobre una hoja, una parte de ella es absorbida, gracias a los pigmentos que absorben luz de diferentes λ. Para medir la capacidad de un pigmento de absorber luz de diferentes λ se usa un espectrofotómetro, y podemos realizar un gráfico que nos permita representar el espectro de absorción de ese pigmento. El uso de diferentes pigmentos en la fotosíntesis permite ampliar el espectro de λ que se puede utilizar en el proceso.

Cuando se absorbe un fotón de luz, se eleva un electrón desde un estado fundamental a un estado excitado. Si las moléculas de pigmento aislados absorben luz, los electrones excitados vuelven a caer al estado fundamental, liberando el exceso de energía de excitación en forma de calor. Después de absorber un fotón la clorofila no solo emite calor, sino también luz.

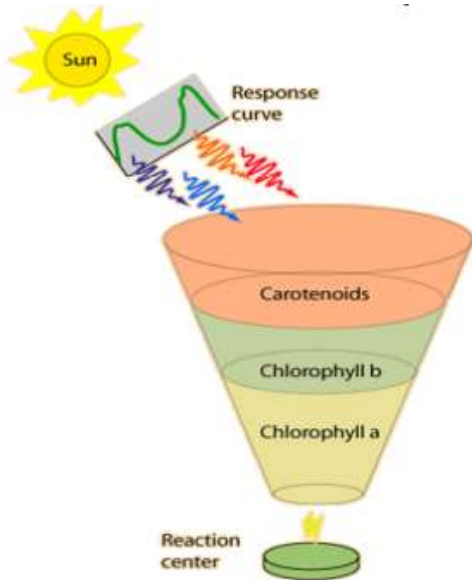
Facts:

- Las moléculas cambian su estado electrónico cuando absorben o emiten energía.
- Las moléculas están el estado fundamental cuando tienen todos los orbitales ocupados por parejas de electrones.
- Cuando los pigmentos fotosintéticos absorben un fotón, un electrón pasa a un nivel de energía superior (se excita).
- La molécula excitada es muy inestable y tiende a ceder el exceso de energía y volver al estado fundamental.

-Cuando la clorofila absorbe un fotón, pasa a un estado excitado. Para pasar al estado fundamental puede ceder su energía de excitación a otra molécula vecina o realizar una reacción de oxidación-reducción.

Los fotosistemas

Los fotosistemas son complejos compuestos por pigmentos unidos a proteínas. Se encargan principalmente de captar la luz. Están dotados de un complejo antena y de un centro de reacción, los cuales son característicos de cada fotosistema (PSI y PSII). Los pigmentos del complejo antena actúan como una antena que capta la energía de la luz y la conduce hacia el centro de reacción del fotosistema, perdiendo energía en forma de calor.



Cuando una molécula de pigmento absorbe un fotón, la energía es transferida de una molécula de pigmento a otra dentro del complejo antena, canalizándose hacia al centro de reacción.

El centro de reacción es un complejo proteico asociado a dos moléculas de clorofila y a una molécula que actúa como aceptor primario de electrones.

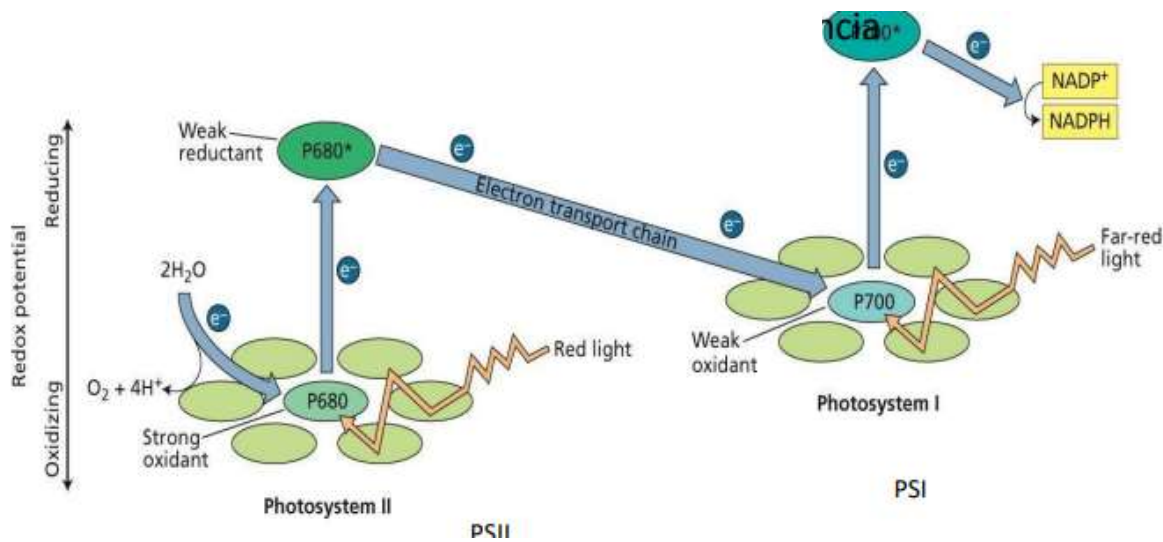
En el centro de reacción, un electrón excitado de una de las dos moléculas de clorofila es capturado por el aceptor primario de electrones del fotosistema (reacción redox). Este es el primer paso de las reacciones luminosas de la fotosíntesis.

El P680 (PSII) absorbe luz con máxima eficiencia a una longitud de onda de 680 nm y el P700 (PSI) absorbe luz con máxima eficiencia a una longitud de onda de 700 nm.

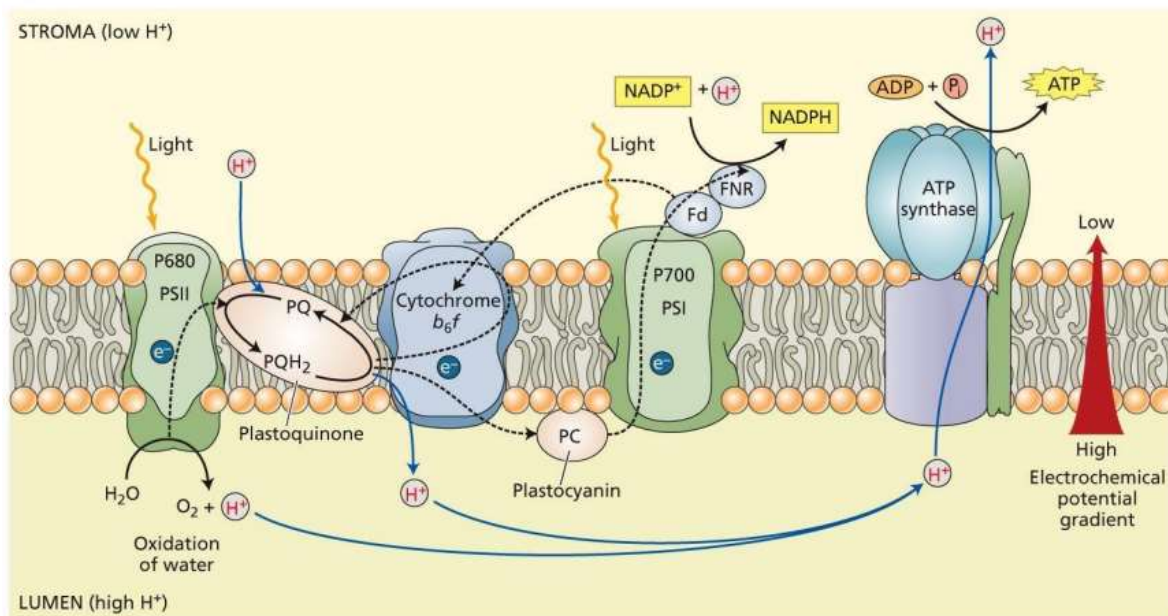
Fase luminosa de la fotosíntesis

La fase luminosa, la cual tiene lugar en los tilacoides, comienza con la absorción de un fotón de luz por el complejo antena. La energía de excitación se transmite de un pigmento a otro hasta que llega al centro de reacción, donde la energía se usa para hacer saltar un electrón. Este electrón pasa del centro de reacción al aceptor más próximo, que se reduce. El PSII (P680) recupera el electrón de la oxidación del H_2O , el PSI (P700) lo recibe desde el PSII. El esquema en Z (zigzag) representa los niveles de energía de los dos fotosistemas y de las distintas moléculas aceptoras de electrones a lo largo de la cadena de transferencia. Los e^- procedentes de la excitación de las clorofilas por la luz en los centros de reacción se transfieren de unos complejos a otros. El aceptor final es el $NADP^+$, que se reduce a NADPH (poder reductor para las reacciones del estroma). Este transporte de electrones está acoplado a un transporte de H^+ desde el estroma hasta el lumen de los tilacoides produciéndose un gradiente de protones que es utilizado por la ATP sintasa para la síntesis de ATP.

Esquema:

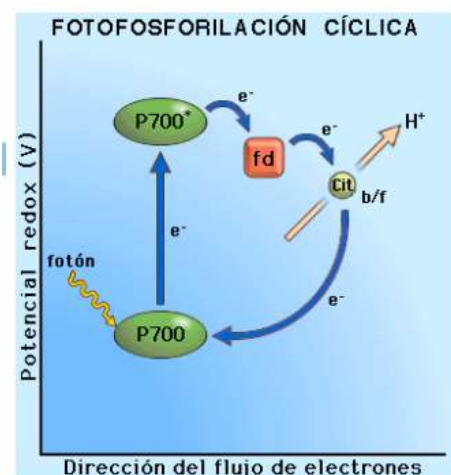


Otro esquema:



Transporte cíclico de electrones:

En este proceso intervienen únicamente el PSI, Fd y el complejo de citocromo b_6f . No hay fotólisis del agua ni se genera NADPH, ni se desprende oxígeno. Su finalidad es generar más ATP, imprescindible para realizar la fase oscura posterior.

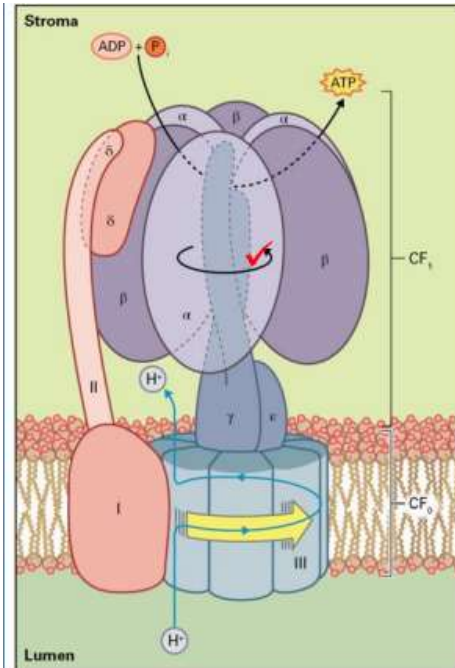


Síntesis de ATP

Fotofosforilación oxidativa

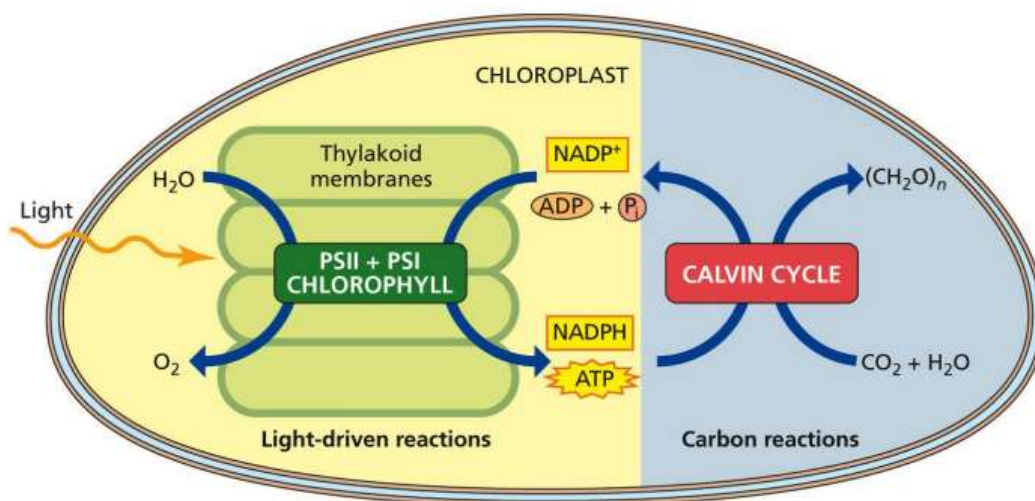
Durante la cadena de transporte de electrones se van desprendiendo protones desde el estroma hasta el lumen de los tilacoides, produciéndose un gradiente que será utilizado por la ATP sintasa como fuerza impulsora para la síntesis de ATP, junto a la diferencia de concentración y de potencial de membrana (hipótesis quimiosmótica). El principio básico de la hipótesis quimiosmótica (Mitchel, 1960s) es que la diferencia en las concentraciones iónicas y los potenciales eléctricos a través de la membrana, son una fuente de energía libre que puede ser empleada por la célula. Michel propuso que la energía total disponible para la síntesis de ATP, a la que llamó fuerza protón motriz, viene dada por el potencial químico de los protones y el potencial eléctrico a ambos lados de la membrana.

ATP sintasa:



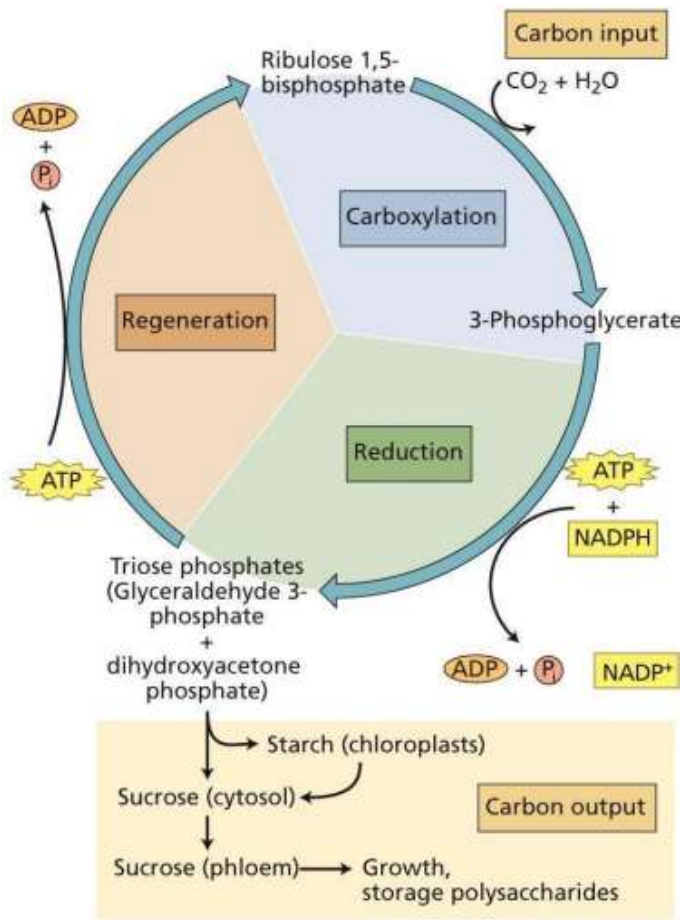
Fase oscura de la fotosíntesis o ciclo de Calvin

El ATP y el NADPH producidos en la fase lumínica se utilizan para reducir el CO_2 en compuestos carbonados (carbohidratos) en ausencia de sustratos orgánicos.



El ciclo de Calvin es el ciclo utilizado por las plantas para fijar CO_2 y producir triosa fosfato (gliceraldehído 3-fosfato o dihidroxiacetona fosfato). Funciona en solitario en plantas C3 y con ciclos auxiliares en plantas C4 y CAM. La enzima fundamental es la rubisco. Esta es la proteína más abundante en la naturaleza y tiene mayor afinidad por el CO_2 (EL CO_2 y el O_2 compiten por los centros activos).

Etapas del ciclo de Calvin



En la **carboxilación**, CO_2 y H_2O se unen a una molécula de ribulosa-1,5-bisfosfato (5C) para dar 2 de 3-fosfoglicerato.

En la **reducción**, el 3-fosfoglicerato se reduce a gliceraldehído-3-fosfato, consumiendo ATP y NADPH procedentes de la fase luminosa.

Por último, en la **regeneración**, se regenera el aceptor de CO_2 a partir del gliceraldehído-3-fosfato, consumiendo de nuevo ATP de la fase luminosa.

Para la síntesis neta de una molécula de gliceraldehído-3-fosfato son necesarias 3 vueltas del ciclo; ya que en cada vuelta se fija una única molécula de CO_2 . Por cada tres moléculas de CO_2 que entran en el ciclo, se forman 6 moléculas de gliceraldehído-3-fosfato, aunque solo una puede contarse como ganancia neta porque el resto se usa para la regeneración de la ribulosa-1,5-bisfosfato (Se regeneran las 3 moléculas de RuBP a partir de 5 moléculas de G3P).

A partir de las triosas fosfato (gliceraldehído-3-fosfato y la dihidroxiacetona-3-fosfato) se sintetizarán almidón (cloroplastos) y sacarosa (citosplasma) y se regenerará la ribulosa-1,5-bisfosfato.

Producción neta:

Son necesarias **3 vueltas del ciclo**

APORTACIÓN	OBTENCIÓN
3 RuBP	3 RuBP
3 CO_2	1 GAP
9 ATP	9 ADP + 8 P_i
6 NADPH/ H^+	6 NADP^+

- Entran 18 C en el ciclo
- Se fijan 3 CO_2
- Se sintetiza 1 GAP (3 C Síntesis *de novo*)
- 15C.....Regeneración RibulosaBP

Para sintetizar una molécula de hexosa:

- se fijan 6 moléculas de CO_2
- se consumen 18 moléculas de ATP y 12 de NADPH

Fotorrespiración o ciclo del glicolato (ciclo fotosintético C2 de la reducción del carbono o ciclo oxidativo)

Es la respiración mediada por la luz, pero necesita energía. Ocurre en las mitocondrias, cloroplastos y peroxisomas. Los factores que estimulan la fotorrespiración son los altos niveles de O_2 , los bajos niveles de CO_2 y las altas temperaturas. La rubisco tiene actividad oxigenasa y carboxilasa, pues O_2 y CO_2 compiten por ella. En la fotorrespiración se libera CO_2 y se consumen ATP y O_2 .

La fijación fotosintética de CO_2 depende del equilibrio entre 2 ciclos opuestos e interconectados: ciclo C2 y C3 (el ciclo C2 depende del C3). El equilibrio entre ambos depende de las propiedades cinéticas de la rubisco, de las concentraciones de O_2 y CO_2 y de la temperatura.

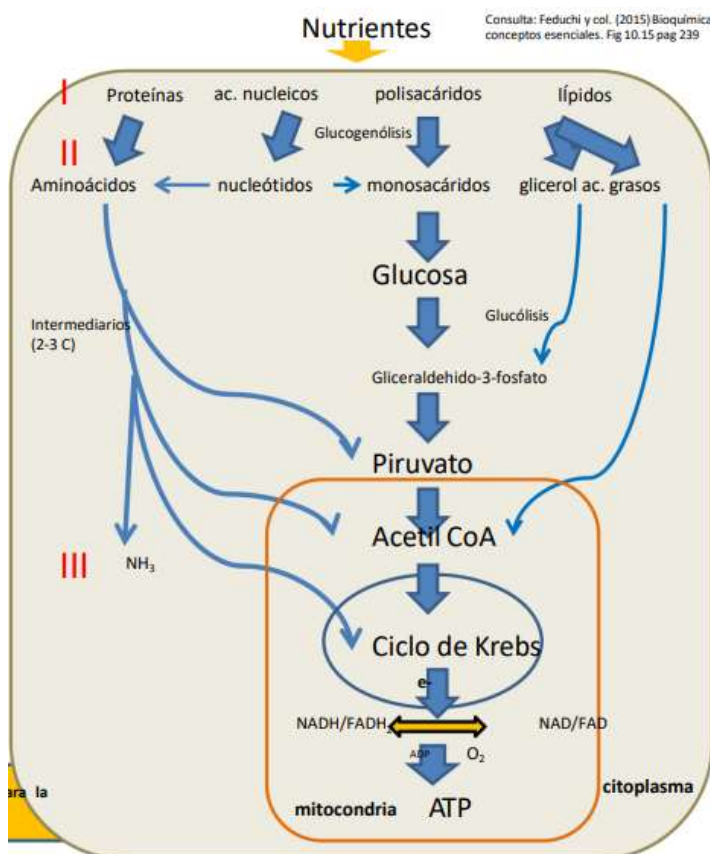
La fijación del CO_2 pretende minimizar la fotorrespiración, mediante el aumento de concentración del CO_2 alrededor de la rubisco. Cada tipo de planta utiliza diferentes mecanismos para ello.

Las plantas C4 (primer compuesto estable 4 átomos de C) realizan una separación espacial en distintas células de la captura y fijación de CO_2 : en las células del mesófilo ocurren las reacciones de la fase luminosa y en las células de la vaina el CO_2 entra en el ciclo de Calvin. Este tipo de plantas, en climas cálidos, reducen la fotorrespiración y la pérdida de agua.

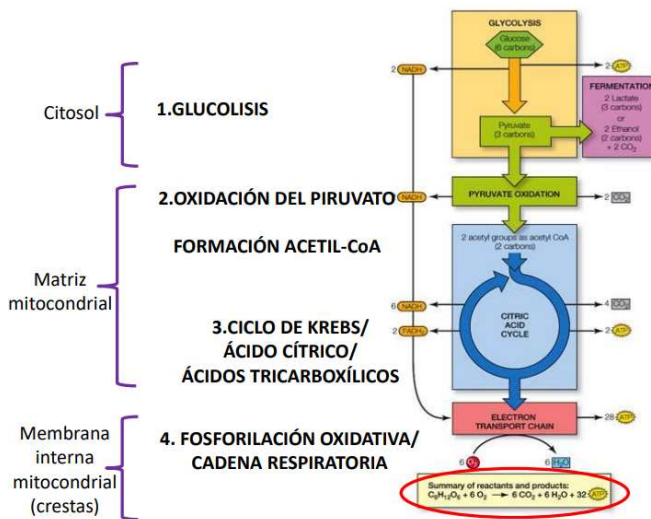
Las plantas CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas) realizan una separación temporal: Durante la noche, cuando los estomas están abiertos, incorporan el CO_2 en compuestos C4 (ácidos orgánicos como el málico), que se almacenan en la vacuola, y durante el día, el CO_2 es liberado e incorporado al ciclo de Calvin. Son plantas típicas de regiones áridas.

Respiración celular

Durante el catabolismo se produce la oxidación de compuestos orgánicos y la obtención de intermediarios metabólicos y energía química. Sus etapas son la degradación de macromoléculas, la degradación de monómeros (obtención de intermediarios metabólicos de 2-3 carbonos) y la respiración celular (consume oxígeno y moléculas orgánicas para la obtención de energía, liberándose CO_2 como subproducto).



En la respiración celular se obtiene energía a partir de moléculas orgánicas. Hay otras vías alternativas para obtener energía, como la fermentación, que ocurre en ausencia de oxígeno y se obtiene menos energía. Durante la respiración celular, la glucosa se oxida y el oxígeno se reduce, liberando energía (es un proceso exergónico).



Glucolisis

Se oxida la glucosa a piruvato y se produce energía química. 1 molécula de glucosa produce 2 de piruvato.

Oxidación del piruvato

El piruvato es transportado por un transportador a la matriz mitocondrial, donde el complejo de la piruvato deshidrogenasa descarboxila el piruvato y lo oxida a acetilo, produciendo NADH (poder reductor). Posteriormente el acetilo se une a la coenzima A y se produce acetil CoA.

Ciclo de Krebs

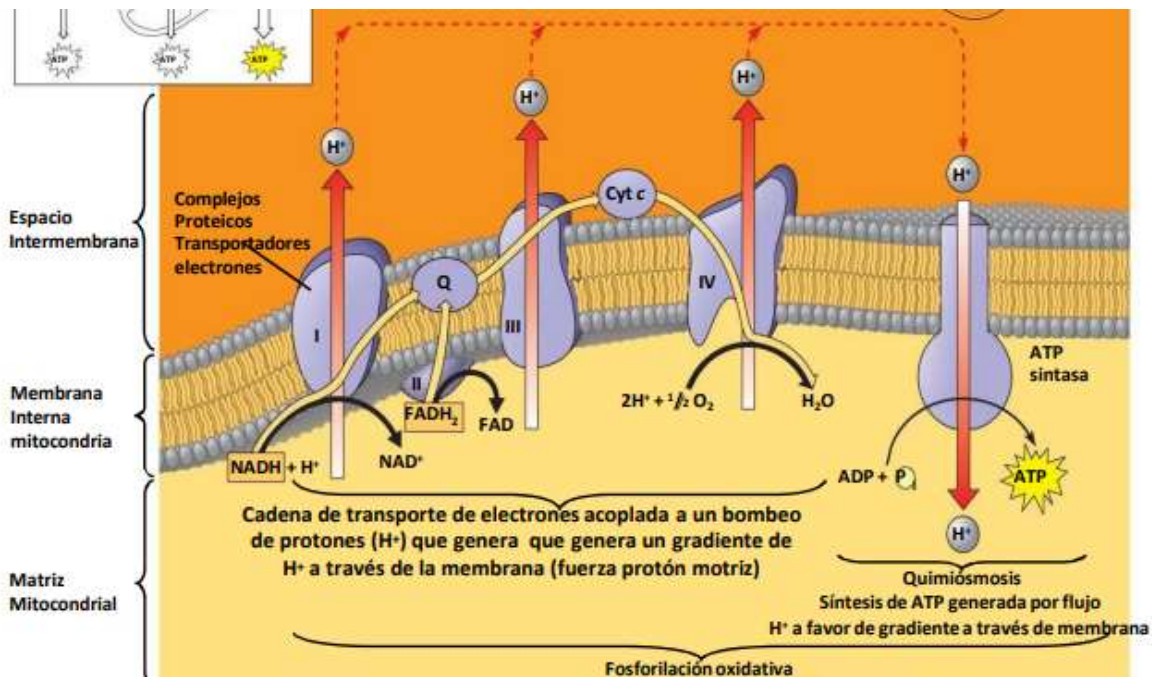
En el Ciclo de Krebs se completa la degradación del piruvato a CO₂. El grupo acetilo del acetil-CoA entra en el ciclo combinándose con el oxalacetato para formar citrato. Los siguientes siete pasos se descompone el citrato y se regenera el oxalacetato. Por cada acetilo que entra en el ciclo se generan 2 CO₂, 3 NADH + H⁺, 1 FADH₂ y 1 ATP.

Fosforilación oxidativa

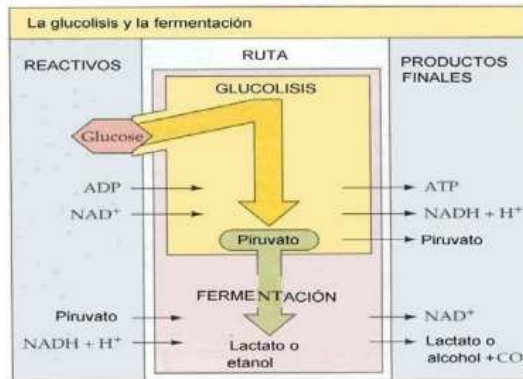
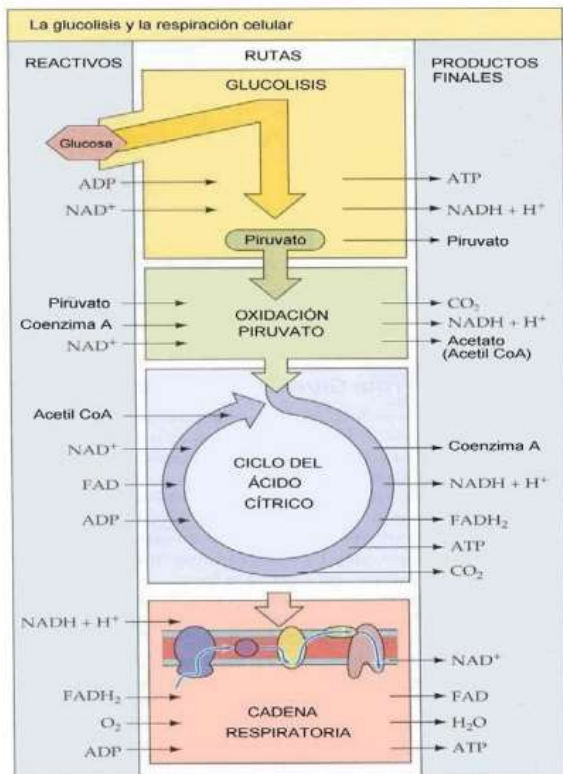
Los electrones se transfieren desde el NADH o el FADH₂ a las proteínas que forman la cadena en la membrana interna. El NADH se oxida en el complejo I mientras que el FADH₂ lo hace en el complejo II. Los electrones se van transfiriendo de un complejo a otro y se va perdiendo energía, mientras se produce un bombardeo de H⁺ desde la matriz mitocondrial hasta el espacio intermembrana. El aceptor final de los electrones es el O₂ y se produce H₂O. -Los H⁺ retornan a favor de gradiente a través de la ATP sintasa, que usa la energía liberada para sintetizar el ATP.

Cada 2 o 3 H⁺ se sintetiza un ATP; y por cada dos moléculas de NADH que se oxidan una molécula de O₂ se reduce a 2 de agua. Cada NADH que se oxida transfiere 2 electrones a la cadena de transporte y contribuye a la síntesis de aproximadamente 3 ATP y por cada FADH₂ se contribuye a síntesis de 2 ATP.

- ➔ En la membrana mitocondrial existen sistemas lanzadera que permiten transferir los equivalentes de reducción en la matriz generándose NADH + H⁺ o FADH₂ según la que se utilice.



Respiración aerobia vs anaerobia



Un Resumen de las Rutas Energéticas Celulares
 Las reacciones que producen energía pueden agruparse en cinco rutas: glucólisis, oxidación del piruvato, ciclo del ácido cítrico, cadena respiratoria, y fermentación. Las tres rutas del centro solo ocurren en presencia de oxígeno y se conocen en su conjunto como respiración celular.

Modificado de Sadava y col, 2009

Fermentación

En ausencia de oxígeno, la glucólisis se acopla a distintas reacciones de fermentación. La cantidad de ATP que se obtiene por molécula de glucosa es mucho menor y no hay fosforilación oxidativa.

Hay 2 tipos:

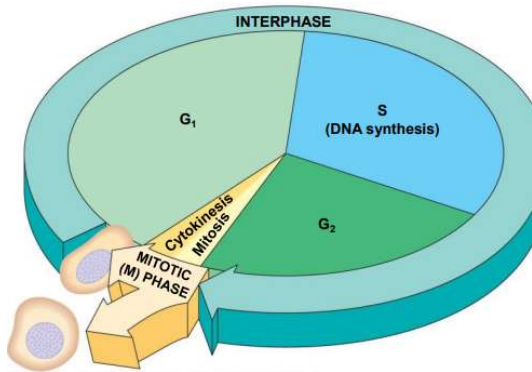
En la **fermentación láctica**, el piruvato es reducido a lactato con gasto de NADH. Es propia de ciertas bacterias del yogurt y hongos, así como de las células animales del músculo con limitación de O₂.

Por otro lado, en la **fermentación alcohólica**, el piruvato se transforma en acetaldehído liberando CO₂ y el acetaldehído se reduce a etanol a expensas del NADH. Es propia de levaduras del pan y cerveza.

TEMA 6: GENÉTICA

Una célula se produce a partir de la división de otra célula. La división celular forma parte del ciclo celular y comprende la vida de una célula desde su formación hasta su propia división.

Fases del ciclo celular



La fase mitótica, donde ocurre la división celular, se divide en mitosis (división nuclear) y citocinesis (división del citoplasma para formar dos células hijas). La interfase es la preparación para la división, y ocupa la mayor parte del ciclo celular. En las fases G₁ y G₂, la célula crece y hace las funciones que le corresponden según el tipo de célula que sea, y en la fase S se replica el ADN y duplican los centrosomas.

MITOSIS

La mitosis es el proceso por el que un núcleo da lugar a dos con la misma información genética. Esto permite la continuidad de las células y la invariabilidad de su material genético. En los organismos unicelulares, la célula se divide y origina el organismo completo, mientras que en los organismos pluricelulares tiene lugar la reproducción asexual y la reparación de tejidos.



Fases de la mitosis:

·Profase

La cromatina empieza a condensarse, formando los cromosomas. Cada uno está formado por dos cromátidas hermanas que son copias idénticas unidas entre sí por el centrómero. Los centrosomas hacen crecer sus microtúbulos para empujarse y dirigirse hacia los polos de la célula, formando una estructura denominada huso mitótico. En esta fase, además, desaparece el nucleolo.

·Prometáfase

Se rompe la envoltura nuclear y los microtúbulos del huso mitótico se unen a los cromosomas por los cinetocoros (estructura proteica del centrómero que participa en la unión con el huso) de cada cromátida (cromátidas hermanas se unen a microtúbulos de polos opuestos).

·Metafase

Los cromosomas, los cuales están condensados al máximo, se colocan en el ecuador del huso debido a la acción de los microtúbulos, formando la llamada placa ecuatorial.

·Anafase

Los cromosomas se separan en sus dos cromátidas, que van a polos opuestos de la célula debido al acortamiento de los microtúbulos. Por otro lado, aquellos que no están unidos a ellas se alargan alejando los extremos de la célula y por tanto las cromátidas.

·Telofase

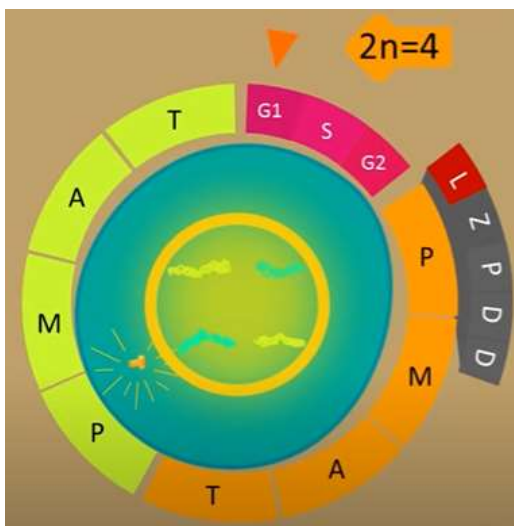
Las cromátidas terminan de llegar a los polos y se descondensan, por lo que volverán a formarse los nucleolos. Los microtúbulos se disgregan y las envolturas nucleares reaparecen a partir de fragmentos preexistentes. Durante esta fase va avanzando la citocinesis, donde se formará un anillo de actina que se irá contrayendo hasta separar el citoplasma en dos por completo.

* La mitosis es similar en células animales y vegetales, pero la citocinesis difiere mucho.

En animales, el anillo de microfilamentos constriñe la parte central de la célula hasta que se fusionan la membranas y la célula se divide en dos; mientras que en vegetales se forma una placa celular entre los núcleos hijos y continúa la formación de pared.

MEIOSIS

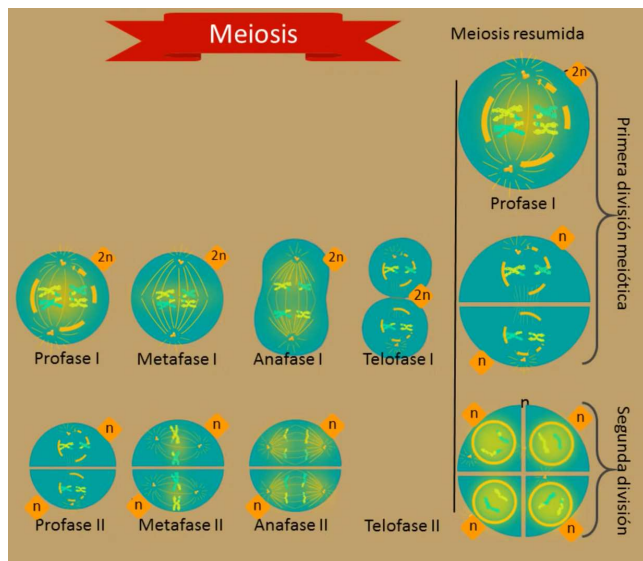
División celular cuyo objetivo es la reproducción. Para ello tiene que conseguir la reducción del número de cromosomas a la mitad (no da células diploides, sino haploides) y la variabilidad genética.



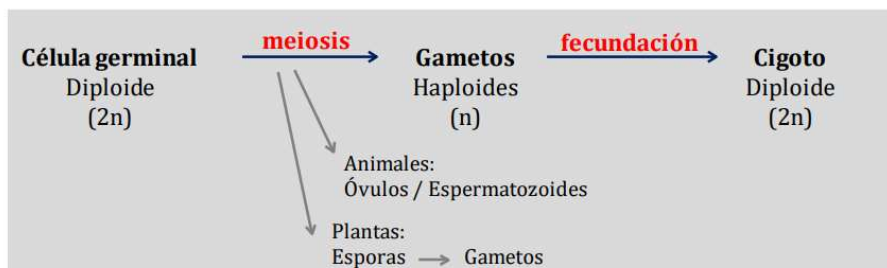
Al principio, como es diploide, tiene cuatro cromosomas (aunque en realidad toda su información cabe en dos) de una cromátida cada uno, por lo que el primer paso de la meiosis es la duplicación de los mismos. Los cromosomas homólogos (copias paterna y materna de un cromosoma) se unen formando tétradas de cuatro cromátidas o bivalentes. En este momento se produce un entrecruzamiento, apareciendo nuevas combinaciones características. A continuación, los microtúbulos se unen a ellos y los llevan al ecuador de la célula, para luego romperse y llevarse un cromosoma homólogo de cada bivalente a un polo opuesto de la célula. Por último, la célula se divide en dos células con un par de cromosomas cada una (ya son haploides). En este punto cada célula vuelve a dividirse en dos, dando

como resultado cuatro células haploides con dos cromátidas cada una (y todas distintas). Cada una de estas células será un gameto.

Las dos divisiones de la meiosis se hacen llamar meiosis I y meiosis II. En la primera, de una célula diploide se originan dos células haploides con cromosomas de dos cromátidas, y en la segunda estas dos células dan lugar a otras dos (cada una) con solo una cromátida.

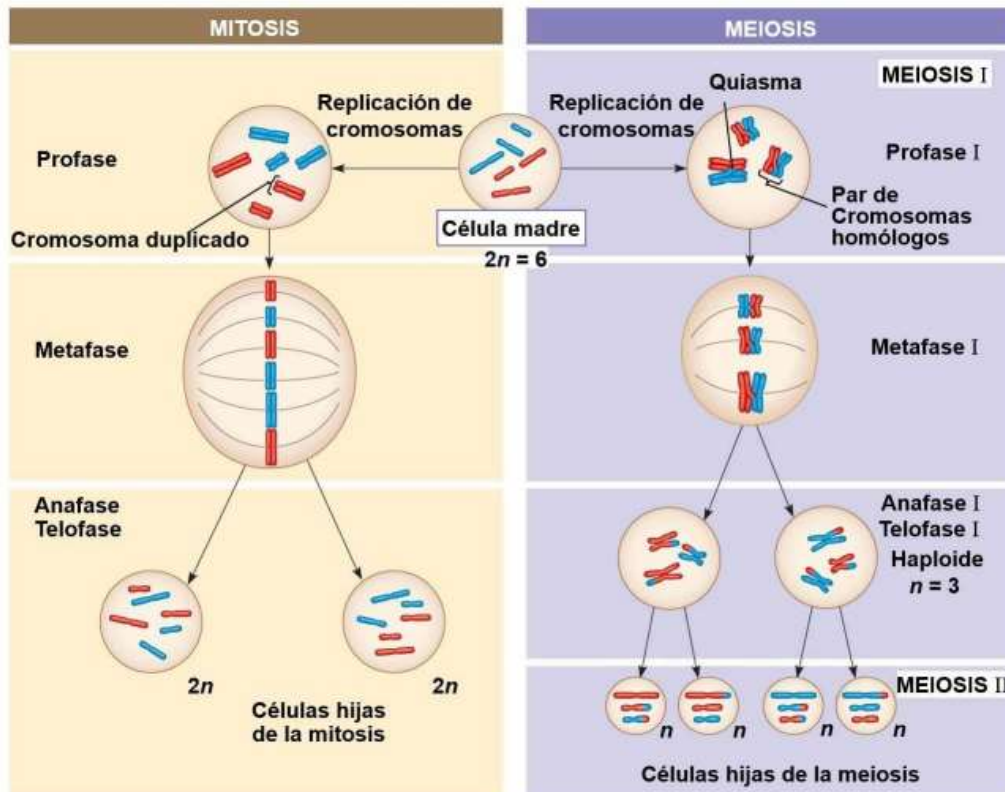


En un organismo pluricelular, las células somáticas se dividen por mitosis dando células hijas idénticas, mientras que las células germinales producen gametos por meiosis. Los gametos de dos progenitores se unen en la fecundación para formar nuevos individuos (cigoto).



Comparación mitosis y meiosis

Característica	Mitosis	Meiosis
Replicación del ADN	Sucede en la interfase , antes de que de comienzo la mitosis	Sucede en la interfase , antes de la meiosis I , pero no antes de la meiosis II
Número de divisiones	Solo una (profase, metafase, anafase y telofase)	Dos. (profase, metafase, anafase y telofase I y II)
Recombinación entre cromos. homólogos	No ocurre	Ocurre durante la profase I en la que emparejan los cromosomas homólogos y se forman quiasmas entre cromátidas no hermanas
Número de células hijas y dotación cromosómica	Dos. Cada una de ellas diploide (2n) y genéticamente idénticas a la célula parental y entre sí	Cuatro. Cada una de ellas haploide (n), con la mitad de cromosomas que la célula parental y genéticamente diferente de ella y del resto de las células hijas
Función en los individuos	Permite formar organismos pluricelulares a partir de cigotos , genera células nuevas para el crecimiento o la reparación. Sirve para la reproducción asexual en algunas especies	Permite formar gametos , reduce el número de cromosomas a la mitad e introduce variabilidad genética

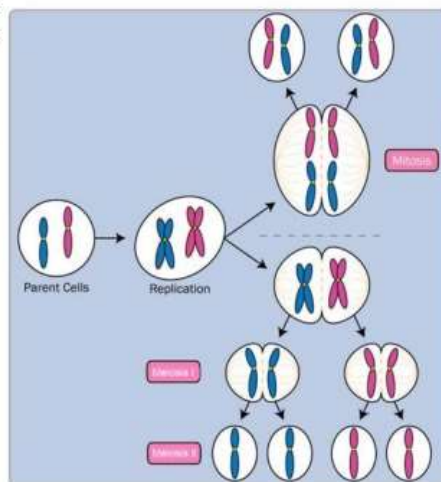


la MITOSIS

La mitosis asegura la **continuidad de las células** y la **invariabilidad** de su material genético, produciendo células **genéticamente idénticas** a sus progenitoras.

Importancia de la mitosis .

- En los organismos unicelulares la división de una célula reproduce al organismo completo.
- En los organismos multicelulares la división celular es esencial para:
 - ✓ Desarrollo a partir de una célula huevo y crecimiento.
 - ✓ Reparación de tejidos.
 - ✓ Reproducción asexual.



Community College Consortium for
Bioscience Credentials Creative
Commons Attribution 3.0
Unported https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mitosis_vs._meiosis.png

la MEIOSIS

La **meiosis** es un tipo especial de división celular (formación de los gametos), que se caracteriza por la **producción de cuatro células hijas** con un contenido diferente al de la célula progenitora, y por la **reducción del número total de cromosomas de la célula a la mitad**.

Importancia de la meiosis.

- Limitada a células germinales: producción de gametos.
- Reducción a la mitad del número de cromosomas.
- Recombinación de la información.

A excepción de algunos virus, el material genético es el ADN. Lleva la información que determina las propiedades de un organismo y la forma en que se desarrolla, funciona y responde al ambiente. Es el responsable de la transferencia de esta información del organismo a su descendencia. En los virus, el material genético es ADN o ARN.

Conceptos básicos de la genética clásica

Gen: unidad funcional de la herencia (secuencia de ADN) del que depende el carácter.

Locus: lugar que ocupa un gen en un cromosoma.

Alelos: formas alternativas de un gen en particular, representadas con letras. En un organismo diploide hay dos alelos, uno procedente del padre y otro de la madre, que ocupan locus equivalentes en los cromosomas homólogos.

Genotipo: constitución alélica de un individuo para un determinado gen. Se utiliza para indicar el conjunto de genes que tiene un organismo.

Fenotipo: aspecto que se observa de un carácter dado. Está influido por el genotipo y por el ambiente.

Ambiente: el medio externo en que se desarrolla el individuo.

Un individuo **homocigótico** o línea pura para un carácter tiene alelos iguales (dominante PP o recesivo pp); mientras que un **heterocigótico** o híbrido tiene alelos distintos (Pp).

➔ El fenotipo de PP es igual al fenotipo de Pp pero distinto(s) al de pp.

Leyes de Mendel

Hace unos 150 años, Mendel, tras realizar una serie de experiencias en plantas de guisantes, dio a conocer cómo se transmiten los caracteres en la herencia biológica. El método que utilizó para llevar a cabo sus investigaciones consistió en cruzar dos individuos de la misma especie, de variedades puras para uno o más caracteres, que forman la llamada generación paterna (P). Observó cómo se transmiten estos caracteres en la primera generación filial (F1) y en la segunda (F2). En un cruce para representar el carácter y a sus alternativas, Mendel utilizó letras P (mayúsculas) para designar al factor dominante y letra p (minúscula) para el recesivo. Mendel estudió 7 rasgos diferentes y utilizó un tratamiento matemático. Los resultados de estos trabajos se han ordenado en las tres leyes de Mendel.

·Primera ley de Mendel o ley de la uniformidad de la primera generación:

La descendencia resultante del cruce de 2 variedades puras es uniforme, tanto genotípica como fenotípicamente.

·Segunda ley de Mendel o ley de la segregación de los genes:

Los dos alelos para un carácter heredable se separan (segregan) durante la formación de los gametos y terminan en gametos diferentes. La segunda generación filial F2 nunca es homogénea, sino que aparecen varios fenotipos.

·Tercera ley de Mendel o ley de la transmisión o distribución independiente de los caracteres:

Estudia la transmisión simultánea de dos caracteres. Los diferentes caracteres que hay en un individuo se transmiten aisladamente, con independencia completa unos de otros. Un gameto no puede recibir dos alelos del mismo gen, pero sí un alelo de cada uno de los distintos genes.

*Un **cruzamiento prueba** se da entre un individuo de genotipo desconocido y un individuo homocigótico recesivo.

Ejemplos de tablas de Punet:

Pp x Pp

	P	p
P	PP	Pp
p	Pp	pp

RRAa x rrAa

	rA	Ra
RA	RrAA	RRAa
Ra	RrAa	RRaa

Patrones de la herencia

Los patrones de la herencia suelen ser más complejos que lo previsto por la simple genética mendeliana, pues cuando los 2 alelos no son completamente dominantes o recesivos o cuando un gen en particular tiene más de dos alelos o un solo gen produce fenotipos múltiples.

Los alelos, en heterocigosis, pueden mostrar diferentes grados de dominancia y recesividad en relación con los otros. En la **dominancia incompleta** o intermedia el heterocigoto busca un fenotipo intermedio (como cuando una flor roja y otra blanca dan lugar a una rosa), y en la **codominancia** el heterocigoto expresa simultáneamente los fenotipos de ambos alelos (por ejemplo, el grupo sanguíneo ABO, en el que ambos alelos A y B se expresan).

Puede haber varios alelos para un mismo gen. Un alelo puede ser recesivo o dominante o presentar herencia intermedia, dependiendo de con qué otro alelo de la serie alélica se encuentre. En las poblaciones, la mayoría de los genes existen en más de dos formas alélicas.

- La existencia de 3 alelos (I^A , I^B , i) determina 4 fenotipos en la sangre humana denominados grupos sanguíneos A, B, AB y O. I^A e I^B son codominantes entre sí y dominan sobre el alelo i [$(I^A = I^B) > i$].

Genotype	Phenotype (Blood Group)	Red Blood Cells
$I^A I^A$ or $I^A i$ AA o AO	A	
$I^B I^B$ or $I^B i$ BB o BO	B	
$I^A I^B$ AB	AB	
ii OO	O	

*El genotipo del grupo sanguíneo determina el tener proteínas de un tipo, de otro, las dos o ninguna en los glóbulos rojos.

-Se dice que un gen es **polimórfico** si más de un alelo ocupa el locus de ese gen dentro de una población.

-**Pleiotropía**: fenómeno por el cual un solo gen o alelo es responsable de efectos fenotípicos o caracteres distintos y no relacionados (gen de la pigmentación en gatos).

-La **herencia poligénica** se produce cuando una característica está controlada por dos o más genes (la altura, el color de los ojos).

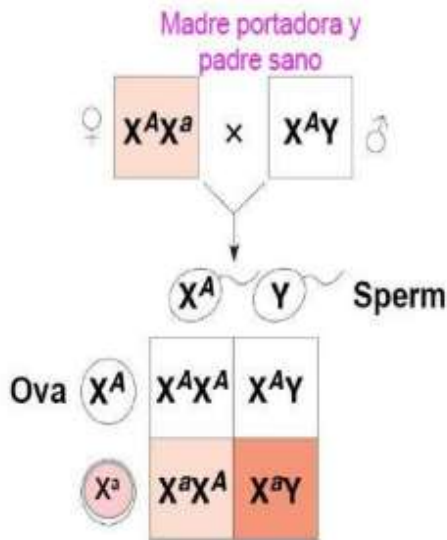
Los cromosomas sexuales

El sexo está determinado por los cromosomas sexuales. En mamíferos, el sexo está determinado por los cromosomas sexuales: X e Y (hembras XX, machos XY, siendo el Y de menor tamaño). En seres humanos hay 22 pares de cromosomas (autosomas) idénticos en ambos sexos y 1 par de cromosomas sexuales (diferentes en los 2 sexos). El espermatozoide determina el sexo y el sexo se hereda siguiendo el esquema de un cruzamiento de prueba entre un homocigótico y un heterocigoto.

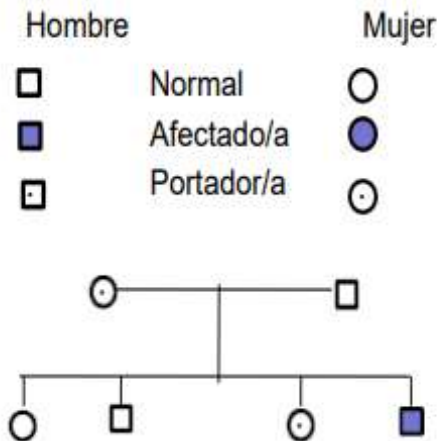
Herencia ligada al sexo:

Los cromosomas sexuales (X e Y) presentan una zona homóloga y otra diferencial. La parte homóloga porta genes para los mismos caracteres y les permite emparejarse (establecer sinapsis) en la meiosis y segregarse correctamente hacia las células hijas. En función de la localización de los genes en las distintas regiones de estos cromosomas, se pueden establecer 3 modos de herencia: herencia ligada al X, herencia ligada al Y y herencia parcialmente ligada al sexo.

La **herencia ligada al X** se da en genes que se encuentran en la región diferencial del cromosoma X (daltonismo, hemofilia).



Notación genealógica básica



La **herencia ligada al Y** (holándrica) se da en genes que se encuentran en la región diferencial del cromosoma Y. Determina caracteres solamente en el hombre y se transmite solo por vía masculina.

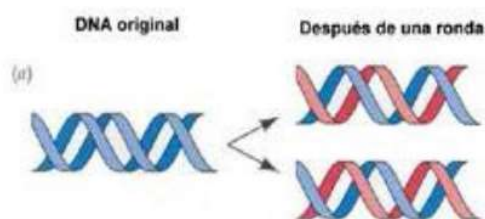
La **herencia parcialmente ligada al sexo** se da en genes situados en la porción homóloga entre X e Y, así tanto las hembras como los machos pueden ser homo y heterocigotos.

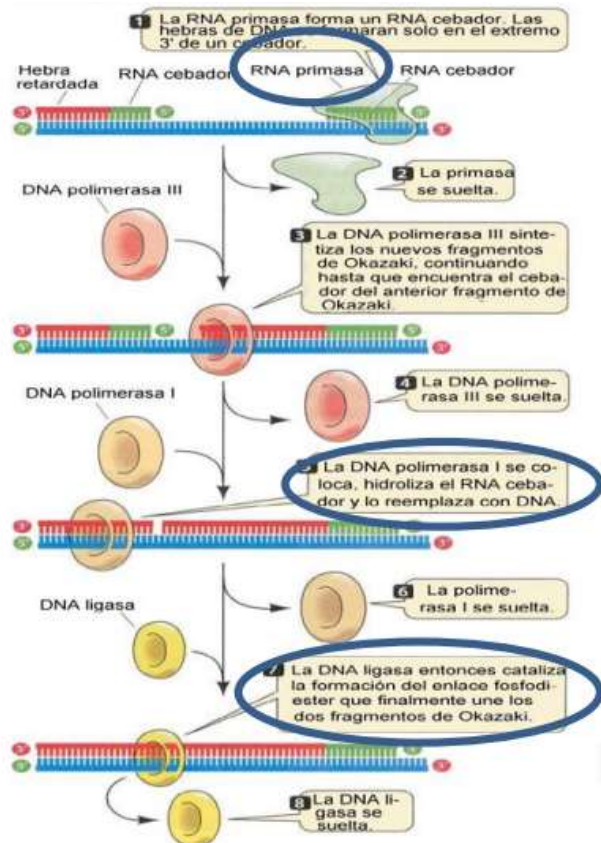
Los genes ligados al sexo no se distribuyen independientemente.

El **ligamiento** es la tendencia de un grupo de genes de un mismo cromosoma a heredarse conjuntamente en generaciones sucesivas.

Replicación del ADN

En la replicación, proceso que ocurre en la fase S del ciclo celular, se originan dos moléculas iguales que permiten que el ADN permanezca idéntico en su secuencia y estructura molecular de generación en generación. Cada una de las cadenas de la doble hélice actúa como molde para la formación de la nueva cadena complementaria. Este proceso comienza cuando la enzima helicasa rompe los enlaces puente de hidrógeno que mantienen unidas las bases complementarias de las dos hebras, originando en el ADN una estructura bifurcada denominada horquilla de replicación. La replicación del ADN es semiconservativa, es decir, cada molécula hija recibe una hebra de ADN parental y la otra se sintetiza nuevamente. La replicación empieza en uno o más sitios de iniciación (orígenes) y continua simultáneamente en las dos hebras de la molécula molde, en direcciones opuestas.





La enzima esencial de la replicación es la **polimerasa III**. Esta solo es capaz de sintetizar en la dirección 5' a 3', y las cadenas son antiparalelas (polaridad opuesta). Como es incapaz de comenzar la síntesis se ayuda de un cebador, que viene siendo una hebra de ADN o ARN a la cual añadir nuevos nucleótidos (proporciona un extremo 3'-OH).

La hebra sintetizada sin problemas es la **hebra conductora**, que ocurre en dirección 5' a 3'.

La otra es la **hebra retardada**, la cual es sintetizada de forma discontinua con fragmentos de Okazaki.

Otras enzimas importantes en la replicación son la **primasa** (sintetiza el cebador), la **ADN polimerasa I** (elimina el cebador ARN y lo reemplaza por ADN), la **helicasa** la **ADN ligasa** (sella los fragmentos de Okazaki).

La replicación en eucariotas es más compleja que en procariotas y tiene 3 etapas:

La **iniciación** comienza cuando, en el origen de replicación, se desempareja la doble hélice. En esta operación intervienen las proteínas de iniciación en procariota y los complejos multienzimáticos de la iniciación en eucariotas. Termina cuando la primasa realiza el cebador.

En la segunda etapa, la **elongación**, la ADN polimerasa se adhiere sobre el ADN con el cebador, replicándose así las dos hebras al mismo tiempo.

Por último, en la **terminación**, las dos horquillas convergen en un punto. El relleno de la brecha lo realiza la ADN polimerasa I y la soldadura la ligasa.

La reparación de ADN

Las proteínas y las moléculas de ARN dañadas pueden ser reemplazadas rápidamente utilizando información codificada en el ADN, pero las propias moléculas de ADN son irremplazables. Las células poseen muchos mecanismos de reparación y casi todos ellos dependen de la existencia de dos copias de la información genética, una en cada cadena de la doble hélice.

Las **mutaciones** son cambios permanentes de la secuencia de nucleótidos del ADN. Algunas mutaciones son espontáneas y se producen en la estructura del ADN, como la pérdida de una base púrica de un nucleótido (despurinación) y la desaminación (pérdida de un grupo amino de una base), que pueden alterar las propiedades de apareamiento. Algunos agentes que pueden dañar el ADN son: algunas sustancias químicas, numerosos agentes ambientales, la radiación ionizante (es mutagénica, porque puede alterar las estructuras de las bases y romper las cadenas de DNA) o la luz ultravioleta (produce dímeros de pirimidinas). La mutación tiene diversos efectos fenotípicos, por ejemplo, puede alterar la secuencia codificante de modo que un aminoácido sustituye a otro, por lo que el daño sufrido debe ser reparado.

La organización del ADN

El ADN dentro del núcleo está organizado en cromosomas, los cuales están constituidos por cromatina (complejo formado por ADN y proteínas). En el núcleo, el ADN está asociado a histonas (proteínas pequeñas con una gran proporción de aminoácidos cargados positivamente). La cromatina tiene una estructura muy compleja, con varios niveles de organización. El nivel más simple es la estructura de doble hélice del DNA y la unidad estructural es el nucleosoma: compuesto por histonas (partícula central, una especie de disco) y ADN enrollado alrededor de las mismas.

La **expresión génica** es el proceso en el que la información contenida en el ADN se traduce en un producto que tiene un efecto en la célula que lo expresa. Está formado por dos procesos: la transcripción y la traducción.

La transcripción

La transcripción es la síntesis de toda molécula de ARN presente en una célula a partir de un molde de ADN. Las enzimas encargadas de la síntesis de cualquier RNA son las RNA polimerasas. Es un proceso selectivo, pues se transcriben solo unos genes concretos en un momento determinado.

De las dos hebras de ADN, solo una ejerce de cadena molde: la que va en dirección 3' a 5', para que la hebra de ARN que se sintetiza vaya en dirección 5' a 3'. La copia de ARN será idéntica a la hebra no molde de ADN, pero cambiando las timinas por uracilos.

Se denomina gen (hebra codificante) a la secuencia que "coincide" con el ARN transcrito. La unidad de transcripción de un gen consta de tres regiones: un promotor, una secuencia codificante y una señal de terminación.

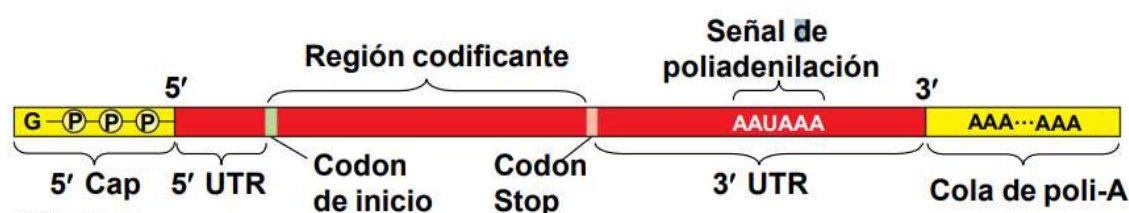
Fases de la transcripción:

En la **iniciación**, cuando se activa un gen, la enzima ARN polimerasa se une al ADN en el promotor (secuencia de ADN que indica donde comienza la transcripción de un gen, la cual está presente tanto en procariotas como en eucariotas) y se desplaza por la hebra de ADN hasta llegar al final del gen, resultando en la formación de una cadena de ARN mensajero a partir de las bases libres que se encuentran en el núcleo. Posteriormente esta cadena se separa y se lleva a un ribosoma, donde se lee la información y se sintetiza una proteína (en el caso del mRNA).

En la **elongación** se añaden los ribonucleótidos a la cadena molde de ADN (siguiendo la complementariedad de las bases). Avanza la polimerasa y la hélice de ADN se va abriendo y cerrando.

Por último, en la **terminación**, se separan todos los componentes y se libera el transcrito de ARN. Hay secuencias terminador en el ADN.

Después de su síntesis, las moléculas de ARN necesitan ser modificadas (en eucariotas todas las moléculas y en procariotas la gran parte). La molécula de RNA recién sintetizado es el transcrito primario: contiene una región codificante de la proteína (exones) interrumpida por zonas no codificantes (intrones). Por el corte y empalme se eliminan los intrones y se unen los exones para formar una secuencia continua que especifica un polipéptido funcional. El transcrito primario eucariótico también se modifica en ambos extremos: se añade el Cap al extremo 5' (nucleótido de guanina modificado) y la cola de poli-A al extremo 3' (esta cola ayuda a la exportación al citoplasma, protege de enzimas hidrolíticas y contribuye al reconocimiento por los ribosomas). La transcripción del pre-ARNm termina con la señal de poliadenilación AAUAAA, una enzima añade entre 50 y 250 nucleótidos de adenina



La traducción

Tras haberse realizado la transcripción en el núcleo celular, el ARNm pasa al citoplasma, donde los ribosomas traducen el mensaje. La traducción es la síntesis de una cadena polipeptídica a partir de ARN mensajero. La información está codificada en tripletes (leídos de 5' a 3'): cada tres bases constituyen un codón que determina un aminoácido.

El código genético es el grupo de reglas que especifican la correspondencia entre los tripletes o codones de nucleótidos y los aminoácidos de las proteínas. Este código es universal y redundante (varios codones dan lugar al mismo aminoácido). El codón de iniciación es AUG, que codifica metionina en eucariotas e indica el inicio de la síntesis de la proteína y determina el marco de lectura. Hay también codones de STOP, que son tripletes que no codifican aminoácidos e indican a la maquinaria de traducción que el mensaje se ha terminado de leer.

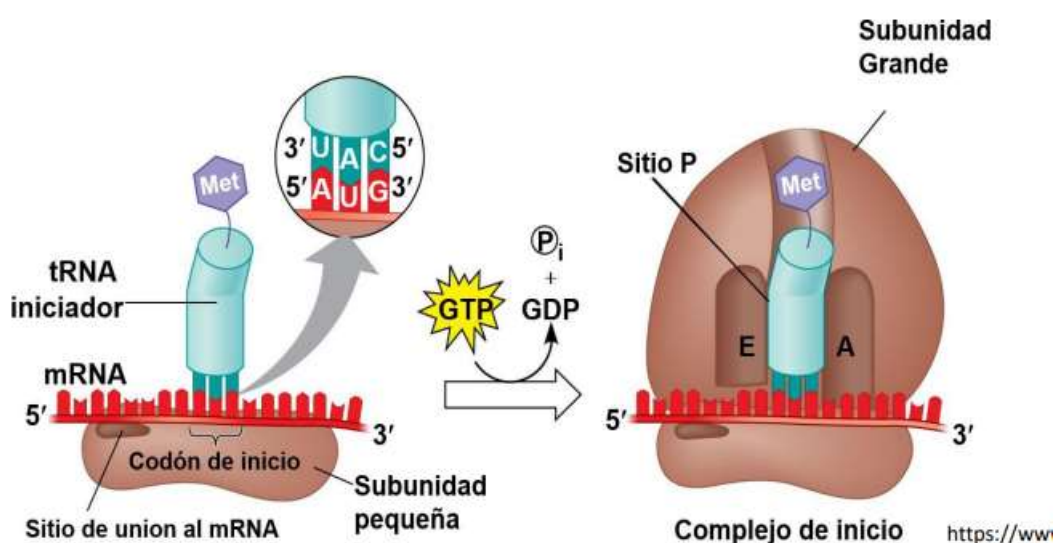
En la **iniciación**, el ARNm se asocia con las subunidades ribosomales y con el ARNt que transporta al primer aminoácido. Juntas, estas moléculas constituyen el complejo de iniciación.

La **elongación** incluye tres etapas. En la primera, el reconocimiento del codón, el codón que se leerá se coloca en el sitio A del ribosoma y se une al ARNt entrante que tiene el anticodón complementario. En la segunda tiene lugar la formación de un enlace peptídico entre el nuevo aminoácido unido al ARNt del sitio A y el aminoácido añadido previamente, que se encuentra unido al ARNt del sitio P ribosomal. Por último, en la translocación, el ribosoma avanza un codón en el ARNm y desplaza del sitio A al sitio P al ARNt que lleva la cadena de aminoácidos. Al mismo tiempo, el ARNt descargado pasa del sitio P al sitio E, por donde sale del ribosoma. La translocación expone al siguiente codón del ARNm en el sitio A y el ciclo se repite.

La **terminación** ocurre cuando un codón terminador, que puede ser UAG, UAA, UGA, entra al sitio A. Una proteína llamada factor de liberación se une al codón terminador y rompe el enlace entre la cadena de aminoácidos y el ARNt que la sujeta. Entonces, la cadena se suelta del ribosoma y se forma la proteína; a la vez que el complejo de iniciación queda desintegrado.

El tRNA tiene una estructura en forma de hoja de trébol, con un brazo que expone una secuencia de tres bases que son complementarias al codón del mRNA (anticodón) y con otro brazo en el otro extremo de la molécula al que se une el aminoácido específico.

Los ribosomas están formados por ARNr y proteínas. Tienen una subunidad grande y una pequeña. En presencia de un ARNm, las subunidades se unen. Permiten el acoplamiento de los ARNt con los codones del ARNm y posicionan los aminoácidos para catalizar la formación del enlace peptídico.



BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología es la aplicación de la ciencia y la tecnología al estudio de los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos derivados de los mismos para manipular materiales vivos o inertes con el fin de generar conocimiento, bienes y servicios.

Esta amplia definición incluye desde la elaboración de cerveza y pan hasta la obtención de fármacos y otros productos de interés, diagnóstico de enfermedades genéticas, saneamiento ambiental... El paso de la biotecnología tradicional (domesticación de animales y plantas en el Neolítico y fermentación para la elaboración de pan, yogur, vino, etc.) mediante la tecnología del ADN recombinante surge en la década de 1970 y permite obtener ADN a partir de secuencias de nucleótidos que de manera natural no se encuentran juntos y que se combinan in vitro para obtener una nueva molécula de ADN. Esta molécula contiene segmentos derivados de diferentes fuentes.

Un **organismo transgénico** es aquel que tiene genes de otro organismo incorporado dentro de su genoma como resultado de procedimientos de ingeniería genética. La **ingeniería genética** es el conjunto de técnicas y estrategias mediante las cuales se altera el material genético, fundamentalmente ADN.

Los colores de la biotecnología

Como disciplina basada en la biología, la biotecnología puede utilizar organismos muy variados, con características biológicas muy diferentes y que por ello requieren enfoques experimentales distintos. ➤ En función de qué tipo de material biológico se utilice como "materia prima" y de su aplicación, se pueden distinguir cuatro variantes de la biotecnología actual:

- **Biotecnología roja o de la salud**, dedicada a la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Algunos ejemplos son el diseño de organismos para producir antibióticos, el desarrollo de vacunas y nuevos fármacos, los diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas y el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la terapia génica.

- **Biotecnología azul o marina**, que abarca todas las aplicaciones de la biotecnología en ambientes marinos y acuáticos.

- **Biotecnología blanca o industrial**, dedicada a generar compuestos o materiales destinados a procesos industriales. Se trata de mejorar procesos industriales y producir materiales fácilmente degradables, con unas tecnologías que consuman menos energía y generen menos desechos que con tecnologías convencionales.

- **Biotecnología verde**, dedicada fundamentalmente a la obtención de productos mediante vegetales.

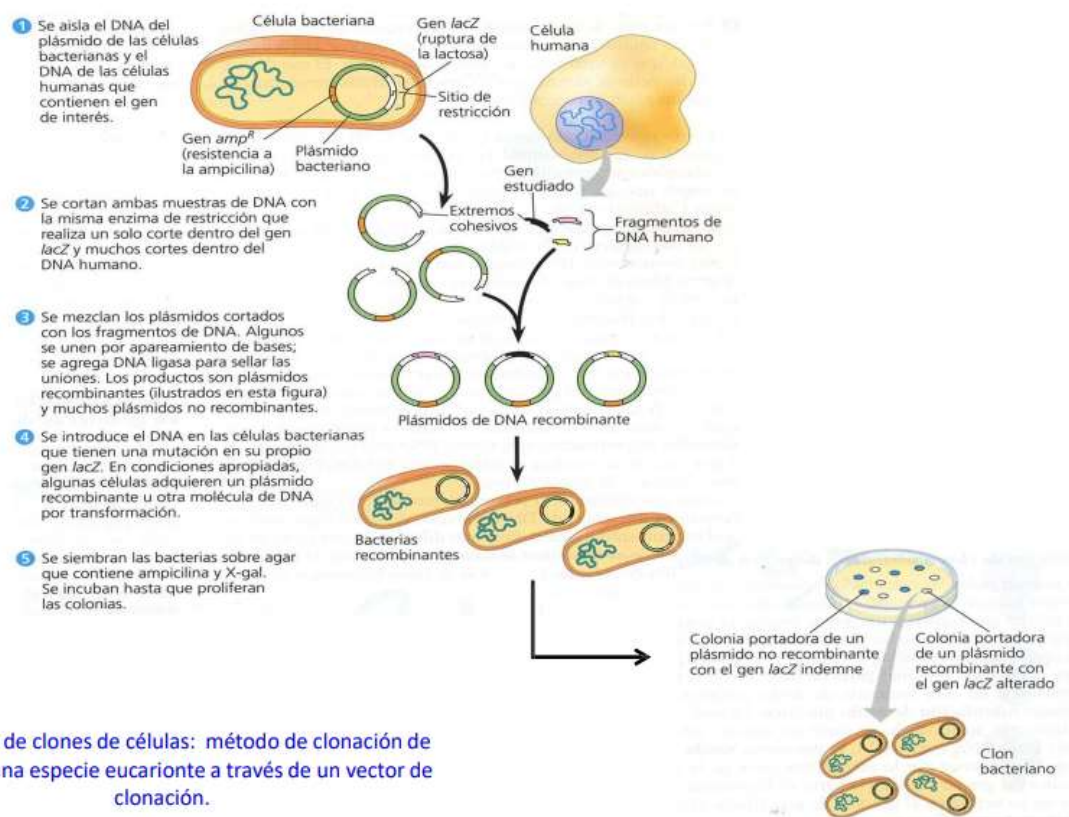
- **Biotecnología gris**, constituida por todas aquellas aplicaciones directas de la biotecnología al medio ambiente. Se dedica al mantenimiento de la biodiversidad y la eliminación de contaminantes.

Clonación

La técnica de la clonación del ADN permite la producción de múltiples copias de un gen específico o de un fragmento de ADN.

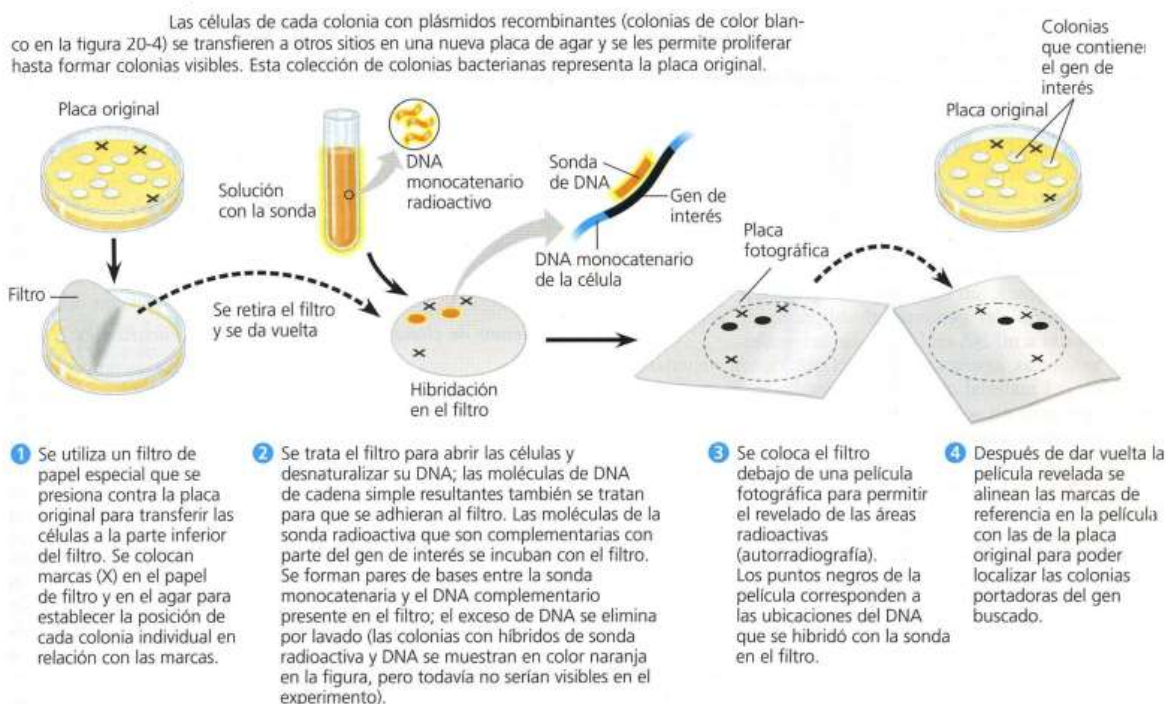
En primer lugar se obtiene el gen que se quiere clonar mediante enzimas de restricción, las cuales reconocen una secuencia concreta de nucleótidos. Algunas de estas enzimas cortan de forma escalonada, generando fragmentos de ADN de dobles cadenas con extremos cohesivos o pegajosos que pueden aparearse con los extremos cohesivos complementarios de moléculas de ADN diferentes. A continuación, el vector de clonación (molécula de ADN que puede transportar ADN extraño a una célula y replicarse dentro de ella, por ejemplo plásmidos) se corta con la misma enzima de restricción, para que tenga los mismos extremos cohesivos. Este vector de clonación y el ADN que se desea clonar se unen covalentemente (gracias a la enzima ADN ligasa), formándose ADN recombinante. Este, por medio del vector de clonación, se incorpora a una célula hospedadora, para que esta, al multiplicarse, origine un clon de células portadoras de dicho gen (las bacterias durante la división también replican el plásmido recombinante y lo transfieren a sus descendientes). El último paso consiste en seleccionar las células huésped que contienen el ADN recombinante.

Esto se puede hacer mediante la búsqueda de vectores recombinantes (todos los vectores llevan un marcador o propiedad genética seleccionable, como la resistencia a antibióticos) o por la identificación de clones portadores de un gen de interés (por hibridación, utilizando una sonda marcada).



Producción de clones de células: método de clonación de un gen de una especie eucarionte a través de un vector de clonación.

Dicha sonda es una molécula complementaria, un ácido nucleico conocido de cadena sencilla que puede ser tanto ADN como ARN. Se utilizan como sondas en las reacciones de hibridación los ADN de cadena simple de secuencia conocida y marcados con compuestos fluorescentes o radioisótopos.



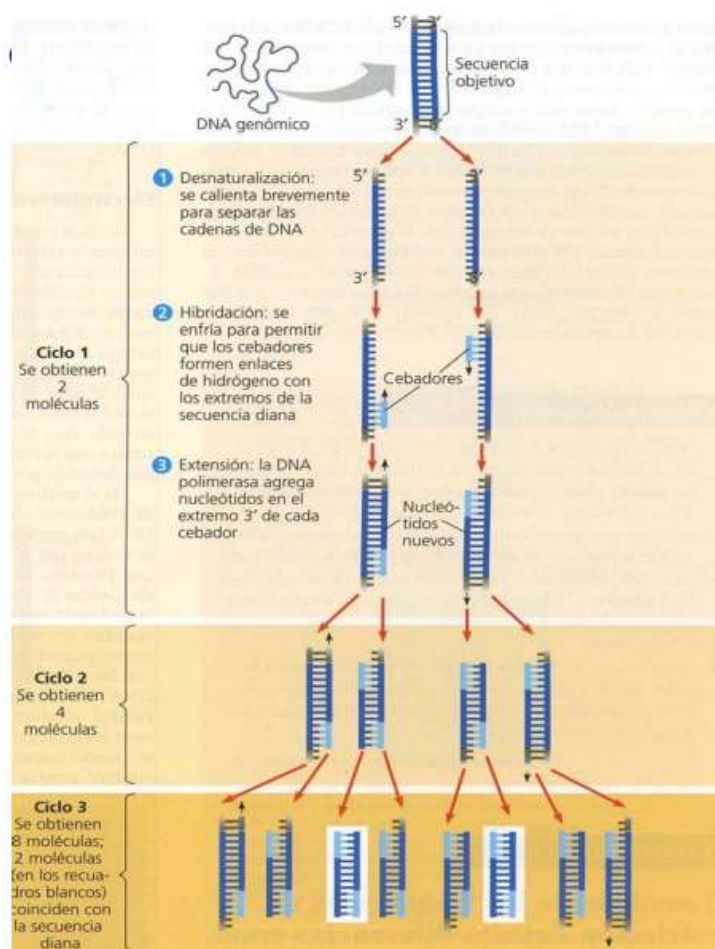
Otras técnicas de biología molecular

Electroforesis

La electroforesis es una técnica de laboratorio que se usa para separar moléculas de ADN, ARN o proteínas en función de su tamaño y carga eléctrica. Se usa una corriente eléctrica para mover las moléculas a través de un gel o de otra matriz. Los poros del gel o la matriz actúan como un tamiz, lo cual permite que las moléculas más pequeñas se muevan más rápido que las moléculas más grandes. Para determinar el tamaño de las moléculas de una muestra, se usan estándares de tamaños conocidos que se separan en el mismo gel y luego se comparan con la muestra.

Así, para detectar la presencia de una secuencia de ADN en una mezcla compleja de este ácido nucleico se emplea la electroforesis en gel de agarosa para separar los fragmentos de ADN en función de su longitud, y después se transfieren a una membrana en la cual se efectúa la hibridación con una sonda radioactiva.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): clonación acelular



La PCR es una técnica que tiene por objetivo producir una gran cantidad de copias de un fragmento de ADN. Cada ciclo de una PCR consta de 3 etapas.

La primera es la desnaturalización del ADN en hebras sencillas debido a la acción de altas temperaturas, seguida de la hibridación, en la que el ADN se enfría para permitir que los cebadores formen enlaces de hidrógeno con los extremos de la secuencia diana. Por último, en la replicación/elongación/extensión/polymerización, la enzima ADN polimerasa agrega nucleótidos en el extremo 3' de cada cebador.

Algunas de las aplicaciones de la PCR son el aislamiento de genes, la investigación forense, los estudios de identificación y filiación, el diagnóstico de infecciones y enfermedades, la monitorización de terapias asociadas con el cáncer, la mutagénesis dirigida o los estudios de evolución.

Secuenciación del ADN:

Los fragmentos de ADN relativamente cortos pueden secuenciarse por medio del método de Sanger o dideoxi. En este, cada cadena comienza con el mismo cebador y finaliza con un dideoxirribo-nucleósido 5'-trifosfato (ddNTP). En el conjunto de cadenas sintetizadas, la posición de cada nucleótido a lo largo de la secuencia original se representa en función de las cadenas que terminan en el punto con el ddNTP complementario. Debido a que cada tipo de ddNTP está marcado con un colorante fluorescente distinto se puede determinar la identidad de los nucleótidos de terminación de las cadenas nuevas y, en definitiva, toda la secuencia original.

De los genes al genoma

Genoma: toda la información genética en forma codificada contenida en una célula o virus.

Genómica: ciencia dedicada al conocimiento y comprensión de los genomas celulares y de organismos.

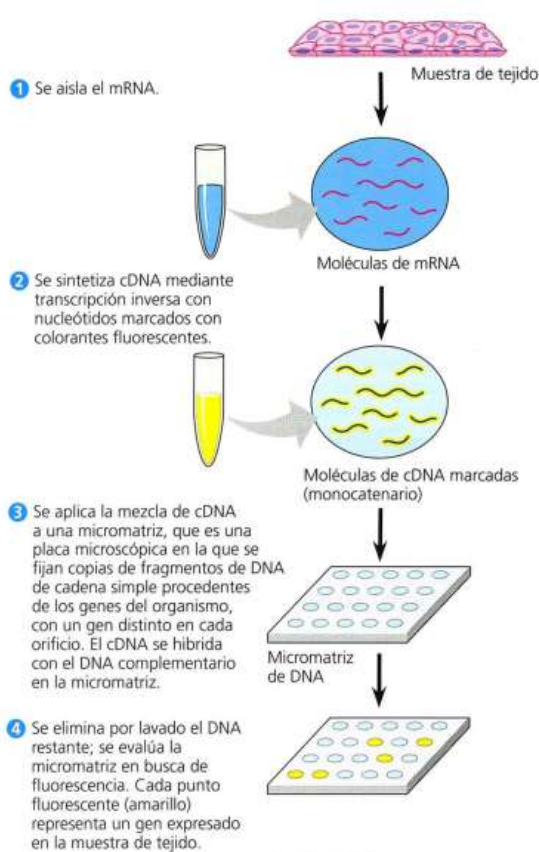
Genoteca de ADN: colección de fragmentos clonados de DNA.

Genoteca de cADN: colección de fragmentos de ADN clonados enteramente a partir del complemento de mRNA que se expresa en un organismo o tipo celular determinado bajo un conjunto definido de condiciones. (Cuando el mRNA que origina un gen se utiliza como molde para sintetizar ADN complementario (cADN) no hay intrones).

El **Proyecto Genoma Humano** permitió tener una descripción completa del genoma humano a través de la secuenciación del ADN. El genoma que se investiga es el genoma nuclear.

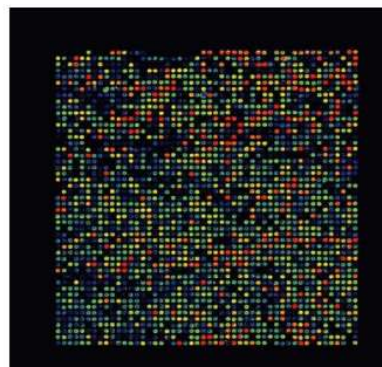
De los genomas a los proteomas

Proteoma: dotación completa de proteínas expresadas en una célula determinada, o la dotación completa de proteínas que pueden ser expresadas por un genoma determinado.



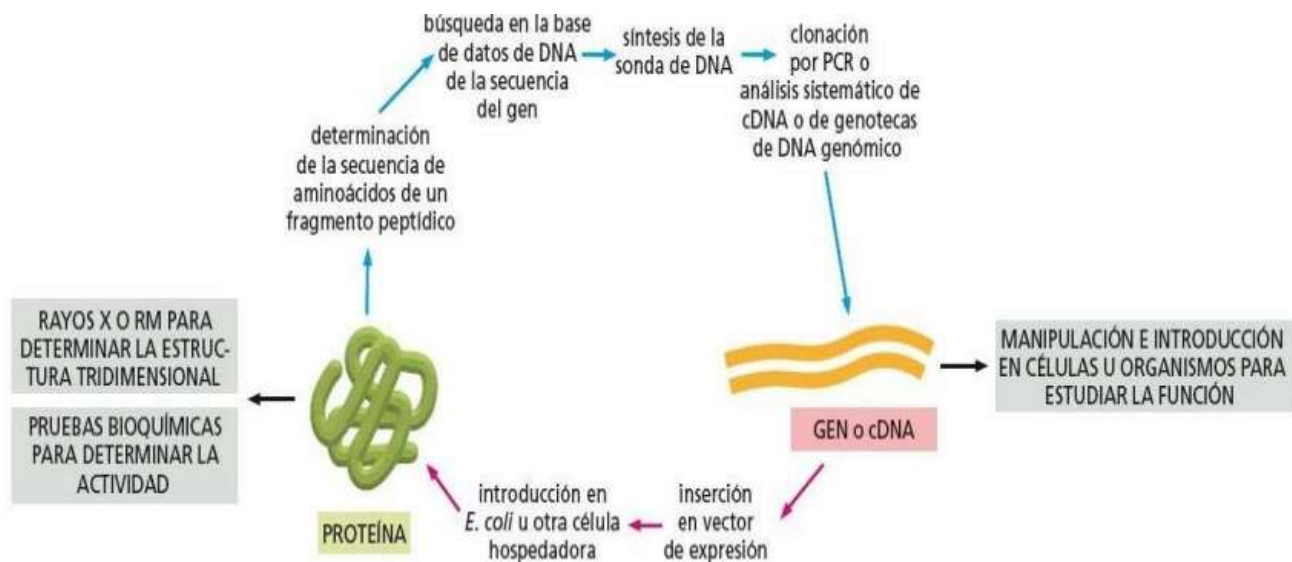
Ensayo de micromatrices de DNA.

Con el fin de identificar patrones o esquemas generales de expresión génica, se analizan los genes que se transcriben en distintas situaciones y si los genes se expresan de forma coordinada. La estrategia básica consiste en aislar los mRNA sintetizados en células específicas y luego comparar los mRNA o los de cADN con las colecciones conocidas. Se puede medir la expresión de miles de genes de forma simultánea mediante el ensayo de micromatrices de ADN o microchips de ADN. Una micromatriz de ADN está compuesta por una gran cantidad de ínfimos fragmentos de ADN de cadena simple, que representan diversos o todos los genes del organismo, fijados sobre un portaobjetos en una matriz con espacios predeterminados (rejilla).



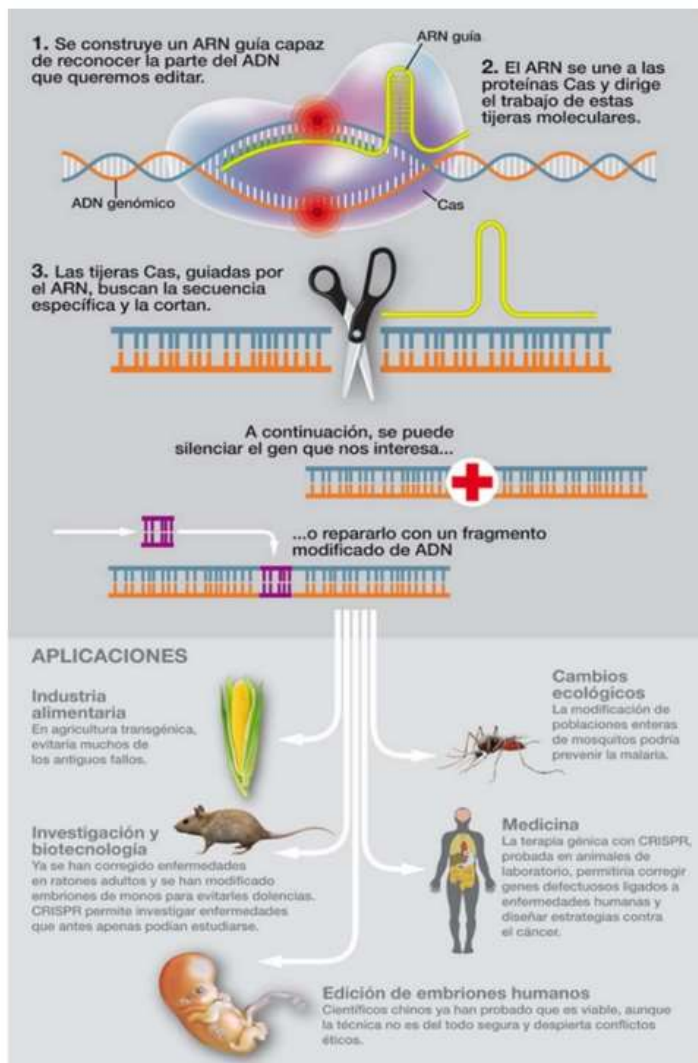
Tamaño de una micromatriz de DNA (6.400 puntos) con los genes de la levadura.

Las técnicas utilizadas en biología molecular posibilitan desplazarse experimentalmente desde el gen hasta la proteína y desde la proteína al gen. La genómica y la proteómica permiten desarrollar el estudio de la vida desde una perspectiva cada vez más global.



Edición génica: CRISPR/Cas9

La tecnología CRISPR o sistema CRISPR/Cas9 es una herramienta de edición del genoma que actúa como unas tijeras moleculares capaces de cortar cualquier secuencia de ADN de forma específica; permitiendo además la inserción de cambios en la misma. La técnica necesita una secuencia de ARN guía y una enzima nucleasa (Cas), siendo Cas9 la que se utiliza con mayor frecuencia. En origen CRISPR, es un mecanismo de defensa de los procariotas frente a los virus.



TEMA 6: HISTORIA DE LA VIDA

Las estrellas y el origen de la vida

Los cometas son un reflejo de cómo era nuestro sistema solar cuando se formó hace más de 4000 millones de años.

La sonda Rosetta de la Agencia Espacial Europea (ESA) en el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko pretendía tratar de comprender el origen y la evolución del Sistema Solar. Uno de sus principales objetivos era averiguar si el agua de la Tierra procede de los cometas que impactaron contra ella a partir de que se enfrió y la menor temperatura permitió retener el agua. Se cree que la mayor parte del agua de los océanos tiene esta procedencia, puesto que es difícil que esta agua sea un remanente de la formación original de la Tierra.

Los biólogos aceptan generalmente la hipótesis de que la vida se desarrolló a partir de materia prima inanimada, pero aún no hay explicaciones determinantes.

La evolución química

La evolución química intenta explicar cómo a partir de moléculas orgánicas simples se formaron moléculas complejas.

Hipótesis de la sopa prebiótica

Moléculas orgánicas simples como azúcares y aminoácidos pudieron formarse de manera espontánea (según Oparin y Haldane) a partir de compuestos químicos simples, en condiciones reductoras (atmósfera rica en metano y amoníaco) y con aporte de energía.

Miller y Urey, en 1953, realizaron un experimento que marcaría un antes y un después en el estudio del origen de la vida. Este experimento fue el primer intento de simular las condiciones antiguas de la Tierra, concretamente, el ciclo del agua en la Tierra antigua. Con él se demostró por primera vez que las biomoléculas pueden formarse bajo las condiciones antiguas de la Tierra; además de comprobar científicamente que la vida pudo haber surgido de la química. Sin embargo, se encontraron con que en una atmósfera no reductora (rica en nitrógeno y dióxido de carbono, no reductora ni oxidante) los experimentos de Miller y Urey no producen moléculas orgánicas. ¿Es posible que estas condiciones se den en pequeños reductos (por ejemplo, cercanos a aperturas volcánicas)?

El mundo de hierro-sulfuro

Las chimeneas hidrotermales son regiones ricas en azufre inorgánico y compuestos de hierro, que son importantes para la síntesis de ATP por los organismos modernos y sostienen una comunidad compleja de microorganismos, bivalvos, cangrejos, etc.

Las moléculas simples pueden reaccionar dando lugar a la formación de estructuras más complejas si hay una fuente de energía. Se ha confirmado experimentalmente la formación espontánea de polímeros orgánicos a partir de monómeros en roca caliente o en superficies de arcilla. La arcilla atrae a los monómeros orgánicos y contiene iones de zinc y hierro que pueden actuar como catalizadores. ¿Podrán estos organizarse en estructuras más complejas?

El origen de la vida en cuatro pasos

Hay hipótesis que identifican el origen de la vida con el ARN. Esta teoría defiende que hace millones de años, en algún lugar de nuestro planeta primitivo, la química de la Tierra producía cadenas aleatorias de ARN. Una vez formadas, empezaron a replicarse, evolucionar y competir entre ellas por sobrevivir. Conforme esas cadenas fueron evolucionando y diversificándose, algunas empezaron a cooperar para producir el código genético, una amplia variedad de proteínas complejas, células vivas, etc. Algunas de las razones que sostienen esta hipótesis son hechos como que el ARN se encuentra en abundancia en todas las células vivas, que es un primo químico del ADN, que las cadenas de este ácido nucleico pueden replicarse, evolucionar e interactuar con su medio ambiente.

Los **protobiontes** son precursores celulares constituidos por una membrana o una estructura similar que contiene moléculas orgánicas producidas de forma abiótica, es decir, no producidas por organismos.

Los **estromatolitos** son una prueba fósil de la existencia de las primeras células. Algunos estromatolitos fósiles tienen varios miles de millones de años (entre 3.500-3.100 millones de años). Aún hay arrecifes de estromatolitos vivos en afloramientos de agua caliente, aguas termales y lagunas someras de agua dulce y salada.

Los primeros organismos eran, dada la ausencia de oxígeno, organismos anaerobios. La aparición y diversificación de los organismos autótrofos, entre ellos las cianobacterias (capaces de realizar la fotosíntesis oxigénica), fomentó la diversificación de los organismos heterótrofos que podían utilizar los productos sintetizados por los autótrofos.

Hace más de 3000 millones de años ya había evolucionado una considerable diversidad metabólica entre los procariontes que vivían en diversos ambientes. La mayor parte de la evolución posterior ha sido más estructural que metabólica.

El mecanismo de quimiósmosis para la síntesis de ATP se originó muy pronto en los procariontes. Diferentes especies de bacterias y archeas pueden utilizar distintos compuestos como donadores y aceptores de electrones. La aparición del oxígeno en la atmósfera permitió su utilización como aceptor final de los electrones, lo que aumentó la eficiencia en la obtención de energía. La fotosíntesis probablemente evolucionó muy al comienzo de la historia procarionte, pero en versión anoxigénica.

La evolución de la concentración de oxígeno en la Tierra y la evolución de la vida son dos sucesos interconectados. El oxígeno favoreció la aparición de la respiración aerobia, que contribuyó a estabilizar las concentraciones de CO₂ y O₂ en la atmósfera. Además, el oxígeno favoreció la formación de ozono en las capas superiores de la atmósfera, que forma una pantalla frente a la radiación UV.

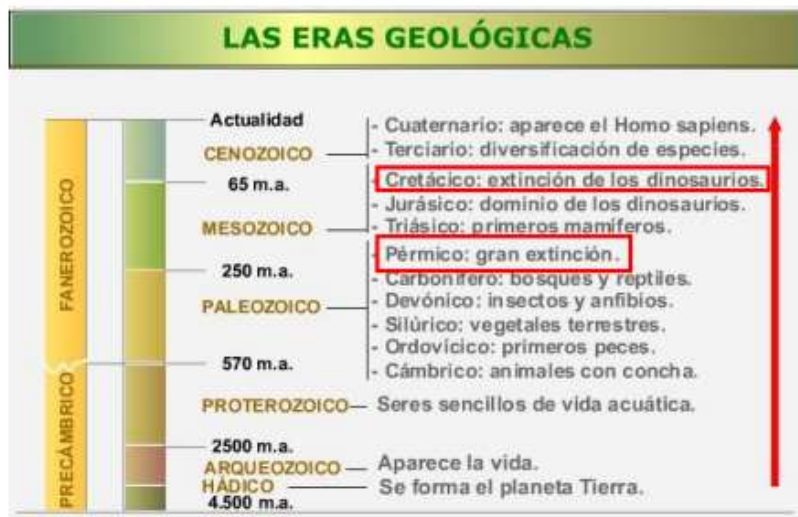
Hay diversas teorías que tratan de explicar cómo surgió la célula eucarionte. La aparición de una superficie celular flexible fue sin duda un factor favorable para su aparición. Las invaginaciones aumentan la superficie celular, lo que permite un aumento de la superficie de intercambio de gases y nutrientes y con ello un aumento del tamaño celular y un metabolismo más rápido. Además, la formación de membranas internas con ribosomas asociados permitió la evolución de las vesículas digestivas, cambios en el citoesqueleto (adquirió funciones de sostén y experimentó cambios en la forma y movilidad de los flagelos), formación de cilios y flagelos y posibilidad de fagocitar porciones de medio externo e internalizarlas.

Otra teoría tiene que ver con la endosimbiosis y los orgánulos. Las pruebas a favor son que se dividen independientemente de la célula huésped y que tienen sus propios ribosomas, membranas dobles y genomas. Un fenómeno de endosimbiosis crucial fue la incorporación de una proteobacteria- α que evolucionó hacia mitocondria. Algunos eucariontes son el resultado de otro evento de endosimbiosis, la incorporación de un procarionte relacionado con las actuales cianobacterias, que se convirtió en cloroplasto. Un fenómeno de endosimbiosis secundaria pudo dar lugar a los cloroplastos rodeados de cuatro membranas que se encuentran en algunos eucariontes fotosintéticos.

El registro fósil: una crónica de la vida en la Tierra

Los geólogos dividen la historia de la Tierra en unidades de tiempo basándose en acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos. Los **eones** son las mayores divisiones de la escala del tiempo geológico. Los eones se dividen en eras, caracterizadas, sobre todo por los organismos que las poblaron. Las eras se subdividen en periodos, que a su vez se componen de épocas.

La datación radiométrica consiste en que un isótopo radioactivo “padre” se desintegra para dar un isótopo “hijo” a una velocidad constante. La tasa se expresa mediante la vida media (tiempo para que decaiga a la mitad el isótopo padre). El magnetismo de las rocas también puede proporcionar información para la datación.



EVOLUCIÓN Y ESPECIACIÓN

La evolución es un cambio en las características genéticas de una población. Para que pueda tener lugar han de darse los siguientes postulados:

Postulados de Darwin:

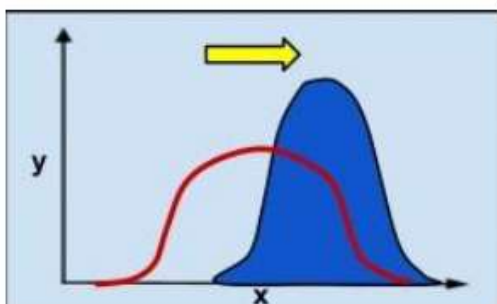
- Variabilidad entre los individuos de una población.
- Herencia de los caracteres.
- En cada generación no toda la descendencia sobrevive y se reproduce y no todos son igual de fértiles.
- El subconjunto de individuos que sobrevive y produce más descendencia no es una muestra aleatoria de la población.

La evolución por **selección natural** se produce cuando la variación heredable lleva a la diferencia de éxito en la supervivencia y la reproducción. Es el único mecanismo que en sí mismo produce evolución.

Las variantes genotípicas que dan fenotipos con mayor capacidad de reproducción e interacción con el ambiente (más adaptados, adecuados, aptitud) desplazan a los menos eficaces. La evolución se define como un cambio en la frecuencia de los alelos en la población con el tiempo. La selección actúa sobre los individuos, pero el cambio evolutivo se produce en las poblaciones.

Tipos de selección

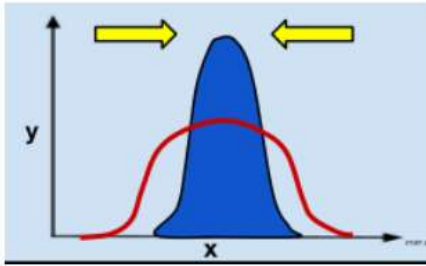
- Selección direccional.



Desplaza la composición general de la población y favorece las variantes de uno de los extremos de la distribución.

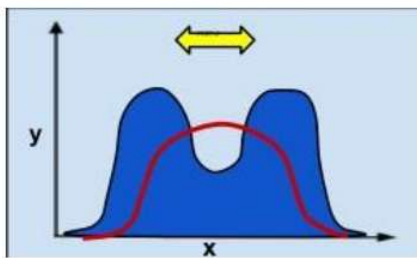
Si la selección continua en el tiempo, los alelos favorables alcanzarán una frecuencia de 1 (alelos fijos) y los desfavorables disminuirán su frecuencia hasta 0 (se eliminan). Cuando la frecuencia de los alelos que producen desventaja declina se dice que se ha producido una selección purificante.

·Selección estabilizadora



Elimina las variantes extremas de la población y preserva los tipos intermedios. No hay cambio alguno en el valor medio de un rasgo en el tiempo y se reduce la variación genética en la población.

·Selección disruptiva o transformadora



La selección disruptiva mantiene la diversidad genética de la población, favoreciendo las variantes de ambos extremos de la distribución. Se da por cambios en el ambiente (alimentos disponibles, condiciones climáticas, depredadores, preferencias en el apareamiento...) y se producen cambios en el fenotipo (en aspectos como la morfología, la fisiología, el comportamiento o la selección sexual). Este tipo de selección a menudo juega un papel importante en la especiación.

Mecanismos responsables de la evolución

La selección natural no es el único mecanismo responsable de la evolución, pero sí es el único que puede resultar en adaptación, ya que los otros tres no favorecen unos alelos respecto a otros. Las frecuencias de los alelos de una población pueden cambiar por selección natural (aumenta la frecuencia de algunos alelos determinados), mutaciones (modifican las frecuencias de los alelos introduciendo continuamente alelos nuevos), deriva genética (cambio aleatorio en la frecuencia de los alelos) o flujo génico.

Deriva genética

La deriva genética es el cambio de frecuencias de alelos debido al azar en poblaciones pequeñas. Provoca que las frecuencias de alelos aumenten o se reduzcan de forma aleatoria con el tiempo y finalmente pueden conducir a la fijación o a la pérdida de alelos. Este fenómeno es independiente a cada población, y reduce la variabilidad de estas. Sin embargo, contribuye al aumento de las diferencias genéticas entre distintas poblaciones.

Flujo génico

El flujo génico es el movimiento de los alelos de una población a otra. Este fenómeno homogeniza las frecuencias de los alelos entre las poblaciones. Es aleatorio en relación con la aptitud: la llegada o salida de alelos puede aumentar o reducir la aptitud media, dependiendo de la situación.

El origen de las especies

El origen de las especies se debe a procesos evolutivos y a la especiación. La **especiación** es un proceso diferenciador que crea dos o más especies distintas a partir de un único grupo original. Es el resultado del aislamiento génico y de la diversidad genética.

Los grupos de una población ancestral evolucionaron en especies separadas debido a un periodo de separación geográfica. Esta comenzó con el aislamiento físico de las poblaciones (dos poblaciones de una especie se separaron geográficamente una de la otra) mediante dispersión (fragmentación de las poblaciones).

La deriva continental produjo dispersión, por ejemplo, en las ráticas. Los antepasados de las ráticas actuales vivían en el supercontinente Gondwana. La deriva continental ocasionó la rotura de este supercontinente, aislando a las poblaciones. Las ráticas de cada área divergieron en respuesta a la deriva genética, las mutaciones y la selección natural.

La **especiación simpátrica** es aquella que se da en grupos pertenecientes a la misma población ancestral que evolucionan en especies separadas sin ninguna separación geográfica. Tiene lugar en poblaciones que viven en un mismo territorio, que pueden estar aisladas por sus preferencias de hábitats diferentes. La selección disruptiva puede producir este tipo de especiación. La selección natural favorece la especiación en poblaciones con especializaciones diferentes que comparten el territorio.

La **poliploidización** es un mecanismo de especiación simpátrica (especialmente importante en las plantas), ya que puede dar lugar a aislamiento reproductivo al reducir el flujo genético entre los mutantes y las poblaciones individuos naturales por tener un número de cromosomas diferente. Los organismos aloploidos son aquellos individuos que solo pueden cruzarse entre sí no con otras especies de sus progenitores, porque difieren de ellos en el número de cromosomas.

Concepto de especie

Según el concepto biológico de especie, el criterio indispensable para la identificación de una especie es el aislamiento reproductivo, lo cual implica ausencia de flujo génico (precigótico y postcigótico). La mayor ventaja es la independencia evolutiva, mientras que algunas de sus desventajas pueden ser la imposibilidad de evaluación en fósiles o asexuales y la dificultad de evaluar cuando algunas poblaciones estrechamente relacionadas no se superponen geográficamente.

Por otra parte, el concepto morfológico de especie considera miembros de una misma especie a individuos con fenotipo similar. Esto permite una amplia aplicación, pero no deja de basarse en criterios subjetivos.

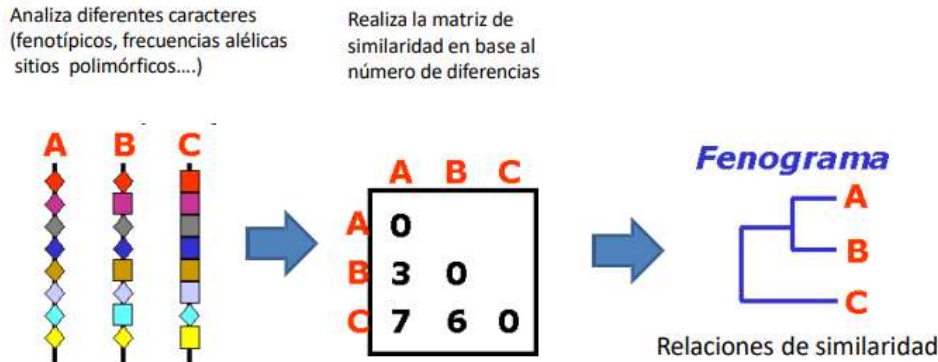
Por último, el concepto filogenético de especie lo define como grupo monofilético (conjunto de organismos que comparte un antepasado y que puede distinguirse de otros conjuntos similares) más pequeño que constituye una rama del árbol de la vida. Aunque este criterio permite una amplia aplicación basada en criterios comprobables, en la actualidad hay relativamente pocas filogenias bien estimadas.

Clasificación biológica

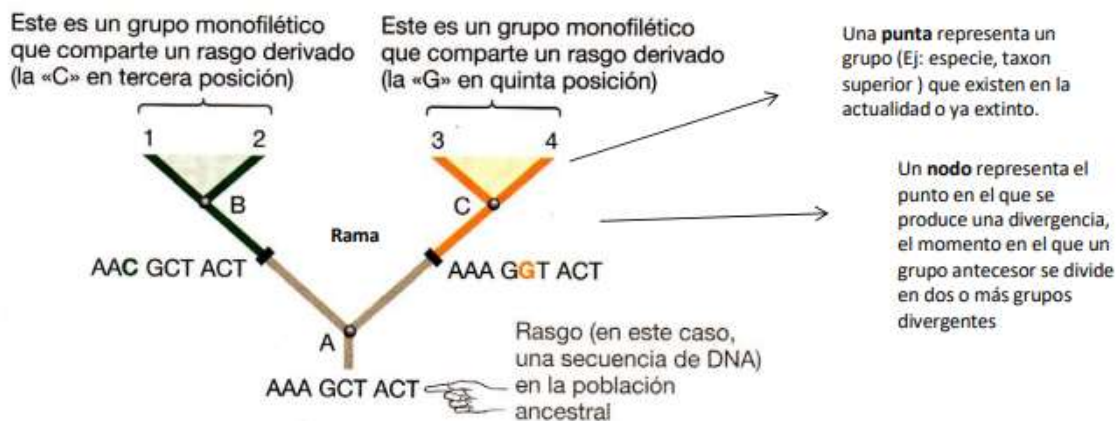
Para nombrar a las especies se utiliza un sistema binomial. La clasificación taxonómica es jerárquica, y cada nivel jerárquico en el que se sitúa un grupo de organismos o taxón se denomina categoría taxonómica. Todos los seres vivos se clasifican en un sistema de 3 dominios (Bacteria, Archaea y Eucaria) y 6 reinos (Animalia, Fungi, Plantae, Protista, Eubacteria y Archaeobacteria).

TEMA 7: BIOLOGÍA DE ORGANISMOS

La **filogenia** es la historia evolutiva de un grupo de organismos y suele presentarse como árboles filogenéticos en los que se muestra la relación entre antecesores y descendientes. Las filogenias se basan en los ancestros comunes inferidos a partir de la evidencia fósil, morfológica y molecular. La idea fundamental es que las especies estrechamente relacionadas deben compartir gran número de características. Al construir árboles filogenéticos, que agrupan los organismos basándose en su similitud global, se puede utilizar la comparación de secuencias génicas para calcular la distancia genética entre poblaciones.



El **enfoque cladístico** se basa en la existencia, en las especies en estudio, de características compartidas (caracteres homólogos) debidas a un antepasado común (**sinapomorfias**: carácter homólogo compartido por todos los caracteres de un taxón). Permite el reconocimiento de grupos monofiléticos (clados o linajes).



Se pueden utilizar genes como relojes moleculares. Uno de los métodos se basa en asumir que la distancia genética es proporcional al tiempo de divergencia.

Los **caracteres homólogos** son rasgos similares debido a un antepasado común. La evolución divergente da lugar a resultados adaptativos diferentes en organismos relacionados. A pesar de que se han adaptado a diferentes funciones, las extremidades anteriores de todos los mamíferos están constituidas a partir de los mismos elementos básicos.



Los **caracteres análogos** son rasgos similares debido, por ejemplo, a convergencia evolutiva. Esto ocurre porque en condiciones ambientales similares se producen adaptaciones evolutivas parecidas. Por ejemplo, los tiburones (Peces)

y los delfines (mamíferos), tienen forma corporal similar pero adquirida de manera independiente porque se adaptaron a ambientes (acuáticos) y modos de vida (depredación) similares.

La vida pluricelular se caracteriza por una gran organización y especialización. Muchas veces ha evolucionado forma independiente. La pluricelularidad implica especialización (para la que se requiere una expresión diferencial de genes y coordinación), que hace que los individuos sean más eficientes.

Una de las claves de la pluricelularidad radica en que no todas las células expresan los mismos genes (esto lo sabemos gracias a la utilización de micromatrices en el estudio de la expresión génica).

En los organismos pluricelulares, las señales provenientes de las células vecinas (moléculas señal como hormonas y neurotransmisores) son imprescindibles para coordinar el desarrollo del organismo. Al recibir una señal, el organismo actúa de la siguiente manera: En primer lugar, recibe la señal. Posteriormente, en la transducción, se produce una cascada de señalización mediante proteínas señalizadoras intracelulares. Por último, enzimas efectoras como enzimas metabólicas, factores de transcripción (promueven cambios en la expresión génica) y proteínas del citoesqueleto (realizan cambios en la forma y en el movimiento celular) elaboran una respuesta.

Los procesos de división, expansión celular y diferenciación celular (proceso por el cual las células adquieren una estructura y una función especializadas) forman parte del desarrollo de animales y plantas. Los distintos tipos celulares no se distribuyen de forma aleatoria, sino que diferentes células y grupos de células dan lugar a la formación de los diferentes órganos y tejidos en un proceso denominado morfogénesis (conjunto de procesos que dan forma al organismo). La apoptosis es la muerte celular programada.

Diferencias en el desarrollo animal y vegetal

En los animales deben producirse movimientos de las células durante el desarrollo embrionario para que los embriones iniciales adquieran la forma tridimensional característica del individuo. La morfogénesis y crecimiento se producen hasta que el animal alcanza la madurez, y posteriormente la diferenciación se limita a la sustitución de células dañadas o perdidas. Por el contrario, en las plantas, la morfogénesis y el crecimiento se producen durante toda su vida.

Los animales

Los animales constituyen un grupo monofilético (ancestro común y todos sus descendientes) de organismos eucariontes pluricelulares, heterótrofos y móviles en algún momento de su ciclo vital.

La mayoría de los animales comparten un conjunto de características que no se hallan en otros grupos de organismos:

- Sus tejidos se desarrollan a partir de capas embrionarias.
- Tienen genes Hox (implicados en el desarrollo embrionario).
- Poseen una matriz extracelular amplia que incluye proteínas especializadas de adhesión y comunicación entre células.
- Son el único linaje del árbol de la vida que tienen tejido muscular y nervioso.
- No pasan por la alternancia de generaciones (ciclo diplonte).

El ancestro común de los animales puede situarse hace entre 1200 y 800 millones de probablemente años. Este ancestro era un protista colonial semejante a los actuales coanoflagelados. El escenario actual más razonable postula un linaje coanoflagelado en el que ciertas células dentro de la colonia comenzaron a estar especializadas (movimiento, alimentación, reproducción...)

Diseño corporal animal

Las capas germinales que se forman durante el desarrollo embrionario temprano dan lugar a los diferentes tejidos y definen el diseño corporal específico.

Todos los organismos animales poseen simetría excepto las esponjas. Esta simetría puede ser radial o bilateral.

La evolución de la simetría bilateral fue un paso crítico en la evolución animal porque provocó una serie de cambios que tuvieron como consecuencia la concentración de estructuras usadas para la alimentación, la percepción del medio y el procesamiento de la información en la región anterior del cuerpo; mientras que las regiones posteriores están especializadas en la locomoción. Este proceso se denomina **cefalización**.

Algunos animales triploblásticos poseen en la cavidad corporal, un espacio con líquido que separa el aparato digestivo de la pared corporal externa. Este espacio, llamado **celoma**, permite la circulación de oxígeno y nutrientes, crea un espacio en que los órganos pueden moverse independientemente y los protege. Además, puede funcionar como un hidrosqueleto permitiendo el movimiento de los animales con cuerpos blandos.

Una vez que aparecieron estos elementos básicos en el diseño corporal animal, tuvo lugar una irradiación extraordinaria de especies basada en la elaboración de estructuras para moverse y capturar alimento dentro de cada linaje.

Existe una gran diversidad a nivel morfológico y muy rico en especies (1,2 millones). El filo con un mayor número de representantes es el de los artrópodos (1.100.000 de especies estimadas), y el de menor el de los gusanos acelomados con solamente 10 especies. Moluscos o cordados con 94.000 y 50.000 especies siguen en importancia (en cuanto a número de especies) a los artrópodos, pero a una gran distancia.

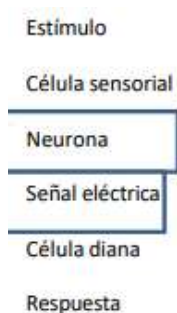
EL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso central (SNC), consta del encéfalo y la médula espinal, y es el encargado de percibir y procesar los estímulos sensoriales. El SNC transmite mensajes nerviosos a través de neuronas motoras o eferentes, las cuales forman parte del sistema nervioso periférico (SNP).

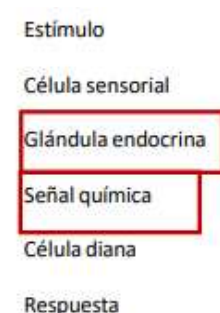
La aparición y evolución del sistema nervioso permitió una coordinación en el funcionamiento de órganos y sistemas, así como una percepción y respuesta mejor y más coordinada a los cambios que se producen en el medio, lo que permite el mantenimiento de la homeostasis. Los animales presentan dos sistemas de regulación y coordinación de funciones, el nervioso y el hormonal o endocrino, cuya actividad está frecuentemente interrelacionada.

La respuesta del sistema nervioso es rápida y poco duradera, mientras que la del sistema hormonal es lenta (pues tiene que llegar, por medio de la sangre, hasta el órgano donde ejerce su acción) y duradera.

Sistema nervioso



Sistema neuroendocrino



En la comunicación nerviosa podemos distinguir cuatro fases: recepción, transmisión, integración y acción mediante efectores (músculos o glándulas).

En primer lugar, las células sensoriales (mecanorreceptores, quimiorreceptores, fotorreceptores, termorreceptores...) perciben un estímulo (mecánico, químico, luz, temperatura, presión arterial...). En segundo lugar, las neuronas sensitivas transmiten la información hacia la médula espinal. Posteriormente, en la integración, las interneuronas integran las señales y elaboran la respuesta, que sale a través de las neuronas eferentes. Por último, las neuronas motoras provocan la contracción de las células efectoras.

Estructura de las neuronas

La **neurona** es la unidad funcional del sistema nervioso.

La información recibida por las **dendritas** (a través de receptores) puede hacer que se genere un **potencial de acción** que es conducido a lo largo del **axón** hacia la célula diana, donde el axón se divide en un conjunto de finas terminaciones nerviosas. En la punta de cada una de estas terminaciones existe un abultamiento denominado **terminal axónica** o **botón presináptico**, que se acerca muy estrechamente a la célula diana para formar una **sinapsis**.

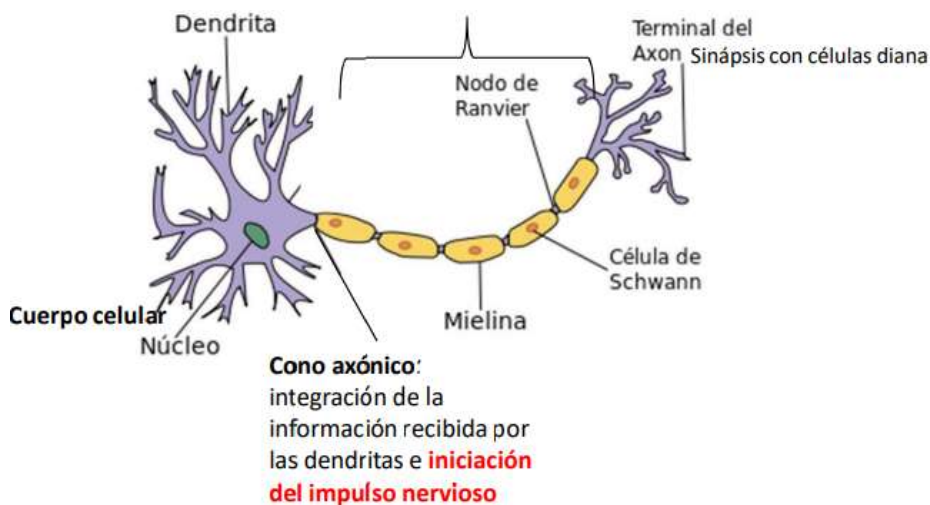
Las **dendritas** son cada una de las partes membranosas de una célula nerviosa o neurona. Se parecen a pequeñas ramas o hilos que salen del cuerpo de estas células. La función de esta parte de la célula nerviosa es la transmisión de información.

Un **axón** es una estructura nerviosa con forma alargada y delgada que sale del cuerpo de la neurona, con la finalidad de transmitir el impulso nervioso a otra célula nerviosa, y que así viaje por otras estructuras nerviosas hasta llegar al centro superior donde se ejecutará la orden motora. Puede medir hasta un metro en humanos y varios metros en ballenas.

El **potencial de acción** es una onda de descarga eléctrica que viaja a lo largo de la membrana celular modificando su distribución de carga eléctrica y su potencial de membrana.

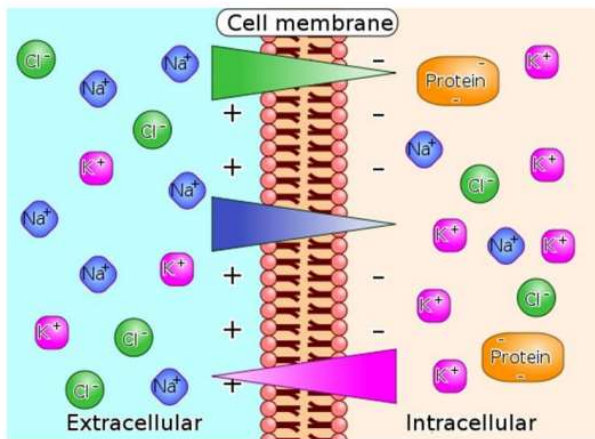
Se denomina **botones presinápticos** a las estructuras ubicadas en las terminaciones axónicas de las neuronas. Son parte de las sinapsis y contienen las vesículas que transportan los neurotransmisores y neuromoduladores que participan en la conducción nerviosa.

La **sinapsis** es un proceso fisiológico que se establece de neurona en neurona como un medio de comunicación para transmitir la información que se origina en alguna estructura y que tiene como meta llegar a ejecutar una respuesta final.



El impulso nervioso

Potencial de membrana de las neuronas



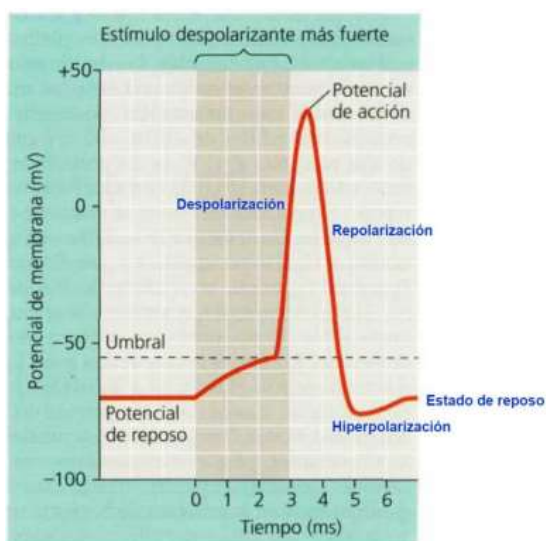
El gradiente de iones a ambos lados de la membrana de las neuronas es el responsable del potencial de membrana de las mismas. En una neurona en reposo las concentraciones de Na^+ y Cl^- son mayores en el fluido extracelular que en el citosol, mientras que para el K^+ ocurre lo contrario. El citosol también contiene distintos iones orgánicos. En conjunto el interior es más electronegativo que el exterior, situándose el potencial de membrana en reposo.

Estas concentraciones se deben a que la membrana plasmática de las neuronas tiene una bomba de iones, la Na^+/K^+ ATPasa, que bombea iones sodio hacia exterior celular e iones potasio hacia el interior. La actividad de esta bomba genera una alta concentración de potasio y una baja concentración de sodio en el interior celular, lo que equilibra el potencial de membrana y ayuda a mantener el potencial en reposo (es decir, las concentraciones constantes a ambos lados) cuando el impulso nervioso ya se ha transmitido.

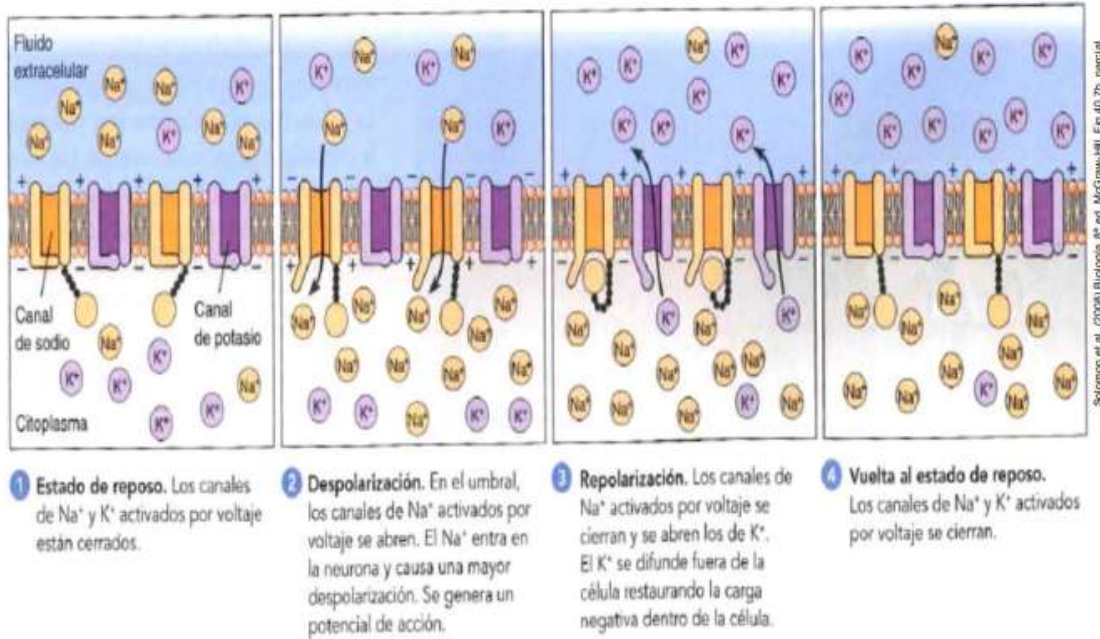
Cuando una neurona está en reposo, el tipo más común de canal que está abierto es el del K^+ . A medida que el K^+ sale de la célula a través de los canales, el interior de la célula se carga más y más negativamente con respecto al exterior, hasta que este aumento de la carga negativa contrarresta el gradiente de concentración que había favorecido la salida de potasio. La razón para que el potencial de reposo de la membrana se encuentre más cerca del potasio, es que la membrana es más permeable a este. Como ninguno de los dos iones se encuentra en equilibrio debe existir un flujo de ambos iones, y como el potencial de reposo se mantiene constante, el flujo debe ser igual y de signo opuesto.

Cuando un estímulo llega a la neurona produce un cambio electroquímico donde los iones de sodio ingresan dentro de la célula y el potencial de membrana se vuelve más positivo que el potencial de reposo: la membrana se despolariza y se transmite el impulso nervioso (si el potencial de membrana se vuelve más negativo que el potencial de reposo se dice que la membrana se hiperpolariza).

*Cualquier estímulo que supere el umbral produce un potencial de acción de igual intensidad, independientemente del grado del estímulo. Si el estímulo no alcanza el umbral, no sucede.



Potencial de acción de una neurona desencadenado por una despolarización que alcanza el umbral.



-La fase de la despolarización o crecimiento del potencial de acción se debe a la entrada de Na^+ .

-La fase de repolarización o caída se debe al incremento de la salida de K^+ .

-La bomba Na^+/K^+ devuelve rápidamente los iones desplazados durante el impulso nervioso a sus compartimentos de origen y se vuelve al estado de reposo.

La propagación del impulso nervioso en un axón amielínico se conduce como una onda continua de inversión del voltaje. En los axones mielinizados, la mielina actúa como aislante eléctrico, ya que no permite el paso de iones a su través. Sin embargo, el aislamiento no es total, ya que en la cubierta de la vaina de mielina aparecen brechas a intervalos denominadas nódulos de Ranvier. El resultado es una propagación saltatoria, mucho más rápida que en las fibras sin mielina.

*Cuanto mayor es el diámetro del axón, más rápida es la conducción, que puede variar entre 1 y 100 m/s. La mielina aumenta la velocidad de propagación de los potenciales de acción.

La sinapsis

Las neuronas se comunican entre sí y con otras células a través de las sinapsis (químicas o eléctricas).

En la sinapsis química (la mayoría), el impulso nervioso pasa de una neurona a otra mediante transmisores químicos (neurotransmisores), mientras que en la sinapsis eléctrica (poco frecuente), una señal eléctrica pasa directamente desde el citoplasma de una célula hacia el citoplasma de otra célula a través de canales iónicos.

Estructura de las neuronas

La mayoría de las neuronas reciben información de muchas neuronas, por ello su activación depende de la integración de esas múltiples señales activadoras e inhibitorias.

En el cerebro humano existen miles de millones de neuronas conectadas entre sí. Hay dos tipos principales de sinapsis, en función de si provocan despolarización (excitadoras) o hiperpolarización (inhibidoras) de la membrana.

Las señales excitadoras pueden ser débiles para provocar un potencial de acción, por ello puede ser necesaria la activación simultánea de varias sinapsis próximas. Una vez que empieza el potencial de acción en el cono axónico, se propaga a lo largo del axón hasta la nueva sinapsis.

Si tanto las señales excitadoras como las inhibidoras llegan al mismo tiempo, se contrarrestan la una a la otra y la célula queda en reposo.

Redes neuronales artificiales

Las Redes Neuronales Artificiales, ANN (Artificial Neural Networks) son métodos de inteligencia artificial que enseña a las computadoras a procesar datos de una manera que está inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano. Pueden cambiar su comportamiento en función del entorno. Se les muestra un conjunto de entradas y ellas mismas se ajustan para producir unas salidas consistentes. Generalizan a partir de ejemplos previos: pueden ofrecer, dentro de un margen, respuestas correctas a entradas que presentan pequeñas variaciones debido a los efectos de ruido o distorsión. Entre sus aplicaciones encontramos el reconocimiento de imágenes, robótica, diagnósticos médicos, procesamiento del lenguaje, etc.

TEMA 8: ECOLOGÍA

La ecología estudia cómo los organismos vivos y el ambiente físico interactúan. Como ya se ha mencionado en otro tema, un ecosistema está formado por todos los organismos que viven en una comunidad (componentes bióticos) y por todos los factores abióticos (no vivos) con los que interactúan. Los componentes abióticos son las variables físicas en el medio ambiente (temperatura, agua, radiación solar, viento, suelo) que provocan cambios en el medio. Una comunidad o biocenosis es el conjunto de poblaciones que coexisten en un espacio definido (biotopo).

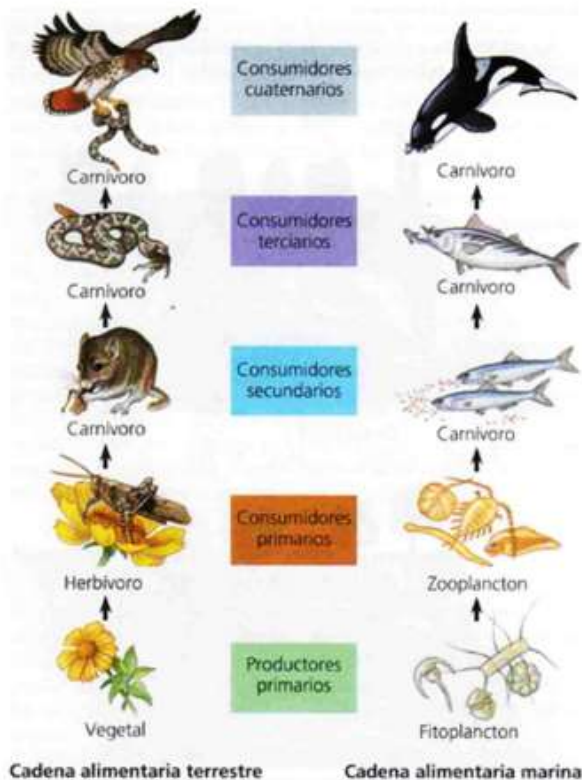
➤ Interacciones entre los organismos de un ecosistema

Interacción	Efecto en la especie 1	Efecto en la especie 2
Competencia entre la especie 1 y la especie 2	Dañino	Dañino
Depredación de la especie 2 (presa) por la especie 1 (depredador)	Beneficioso	Dañino
Simbiosis (asociación íntima o a largo plazo entre dos o más especies)		
Mutualismo de la especie 1 y de la especie 2	Beneficioso	Beneficioso
Comensalismo de la especie 1 con la especie 2	Beneficioso	0
Parasitismo por la especie 1 (parásito) sobre la especie 2 (hospedador)	Beneficioso	Dañino

Nicho ecológico: total de los recursos bióticos y abióticos utilizados por una especie en su medio ambiente.

El **principio de exclusión competitiva** establece que dos especies no pueden coexistir en la misma comunidad si sus nichos son idénticos. Cuando especies similares coexisten, sus nichos son diferentes. Puede ocurrir que la explotación del mismo recurso se reparta en el espacio, o el tiempo, pero no coincide totalmente. En muchas ocasiones, sutiles variaciones permiten delimitar distintos nichos y atenuar la competencia. La diferenciación de nichos que permite que especies similares puedan coexistir en una comunidad se denomina **reparto de recursos**. Cuando existe solapamiento de nichos, la competición ejecuta la selección natural, y las características de las especies (estructurales, ecológicas o de conducta) cambian, de forma que se reduce la competición: **desplazamiento de caracteres**. La **coevolución** es la adaptación recíproca de dos especies diferentes que interactúan de forma tan estrecha que se adaptan cada vez más la una con la otra al sufrir cambios evolutivos por selección natural.

Las especies de una comunidad establecen relaciones alimentarias entre sí, lo que permite ordenarlas en niveles o escalones tróficos. Los productores son seres vivos generalmente autótrofos que transforman la materia prima inorgánica en compuestos orgánicos; los consumidores son seres vivos heterótrofos que utilizan los compuestos orgánicos producidos por los productores como fuente de alimento; y los descomponedores son organismos que disgregan la materia muerta transformándola en sustancias inorgánicas de partida.



Estructura trófica

La cadena trófica o alimentario son relaciones lineales entre organismos implicados en la función de comer o ser comido. A lo largo de la cadena trófica se mantiene el flujo de energía que, generalmente, empieza con la utilización de la energía solar y termina con la descomposición total de los compuestos orgánicos. En cada paso de la cadena se pierde energía. Los organismos que adquieren energía a partir del mismo tipo de fuente ocupan el mismo nivel trófico.

Las cadenas alimentarias no son unidades aisladas, están interconectadas en algunos niveles tróficos formando una red trófica o alimentaria.

Una especie determinada puede pertenecer a más de una cadena alimentaria.

La hipótesis energética indica que la longitud de la cadena trófica está limitada por la ineficacia de transferencia de energía a lo largo de la misma.

Ecosistema

Los cuatro componentes del ecosistema (productores primarios, consumidores, descomponedores y medio abiótico) están unidos por el movimiento de energía y materia o nutrientes. La energía es el motor de los ecosistemas, y su fuente principal es el sol.

El **flujo de la energía** es el paso de la energía de forma unidireccional a través de un ecosistema. En los ecosistemas terrestres, ocurre linealmente, de sol a productor, luego a consumidor y de aquí a descomponedor. La cantidad total de energía asimilada por la planta "el total de la fotosíntesis" es la producción o **productividad primaria bruta (PPB)**. La energía que queda después de la respiración y fotorrespiración (R) y que es almacenada en forma de materia orgánica es la **productividad primaria neta (PPN)**.

Fórmula importante:

$$PPN = PPB - R$$

Con el paso del tiempo, la producción primaria neta se acumula como biomasa vegetal, o cantidad de materia orgánica acumulada que se encuentra en un determinado lugar en un momento dado. En la mayoría de los ecosistemas, la productividad primaria neta (PPN) está limitada por las condiciones que limitan la tasa de fotosíntesis: temperatura y/o disponibilidad de luz solar, agua y nutrientes. La productividad de los ecosistemas terrestres está limitada fundamentalmente por la temperatura y la humedad, mientras que la disponibilidad de nutrientes es la restricción clave en los ecosistemas acuáticos.

- ➔ La productividad primaria neta varía entre regiones; los ecosistemas terrestres de productividad primaria neta alta se encuentran en los trópicos, donde las temperaturas cálidas y la humedad alta estimulan elevadas tasas de fotosíntesis. Las tundras y los desiertos tienen las productividades más bajas. Las productividades más altas en los océanos tienen lugar en las áreas costeras ricas en nutrientes.