



**ACCÉS UNIVERSITAT  
MAJORS DE 25 I 45 ANYS**  
**Opción C**  
**CIENCIAS DE LA SALUD**



Profesor: Jaime Espinosa  
[jaespimon@hotmail.com](mailto:jaespimon@hotmail.com)



# ACCESO UNIVERSIDAD MAYORES DE 25 AÑOS

## Biología-Información general

---

### Examen

La fase general

- a) Comentario de texto o desarrollo de un tema general de actualidad.
- b) Lengua: castellano.
- c) Lengua: valenciano.
- d) Lengua extranjera: a elegir entre inglés, francés, alemán, italiano o portugués.

La fase específica

Constará de dos ejercicios y se estructura en cinco ramas de conocimiento:

- A. Artes y Humanidades. Los estudiantes se examinarán de dos asignaturas a escoger entre Filosofía, Historia, Dibujo Artístico o Técnicas de Expresión Plásticas.
  - B. Ciencias. Los estudiantes se examinarán obligatoriamente de Matemáticas y escogerán una entre Física o Química.
  - C. Ciencias de la Salud. Los estudiantes se examinarán obligatoriamente de Biología y escogerán una asignatura entre Física o Química.
  - D. Ciencias Sociales y Jurídicas. Los estudiantes se examinarán de dos asignaturas a escoger entre Geografía, Historia o Matemáticas.
  - E. Ingeniería y Arquitectura. Los estudiantes se examinarán obligatoriamente de Matemáticas y escogerán una entre Física o Dibujo Técnico.
- 

## BIOLOGÍA

### Objetivos

#### Objetivos de carácter general (finalistas).

Todos los seres vivos muestran una serie de características comunes que se ponen de manifiesto a distintos niveles de observación. La idea central del programa trata de evidenciar esta unidad del mundo viviente. Los organismos muestran un patrón común en cuanto a su composición química, las biomoléculas, de estructura basado en la célula, de funcionamiento basado en la uniformidad de los procesos químicos implicados en las transformaciones de energía y en la naturaleza universal del material genético.

#### Objetivos de carácter específico (instrumental)

1. Comprender los principales conceptos de la Biología y su articulación en leyes, teoría y modelos, valorando el papel que ejercen en su desarrollo.
2. Resolver problemas que se plantean en la vida cotidiana, seleccionando y aplicando los conocimientos biológicos relevantes.
3. Utilizar con autonomía las estrategias características de la investigación científica (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales, etc.), y los procedimientos propios de la Biología, para realizar pequeñas investigaciones y, en general, explorar situaciones y fenómenos desconocidos.
4. Comprender la naturaleza de la Biología y sus limitaciones, así como sus complejas interacciones con la tecnología y la sociedad, valorando la necesidad de trabajar para lograr una mejora de las condiciones de vida actuales.
5. Valorar la información proveniente de diferentes fuentes para formarse una opinión propia, que les permita expresarse críticamente sobre problemas actuales relacionados con la Biología.
6. Comprender que el desarrollo de la Biología supone un proceso cambiante y dinámico, mostrando una actitud flexible y abierta frente a opiniones diversas.
7. Interpretar globalmente la célula como la unidad estructural y funcional de los seres vivos, así como la complejidad de las funciones celulares.

8. Comprender las leyes y mecanismos inherentes a la herencia.

### **Temario**

1. Componentes Químicos de la Célula.
2. La célula.
3. Membranas y transporte.
4. Introducción al metabolismo.
5. La respiración.
6. La fotosíntesis.
7. El núcleo y la división.
8. Genética molecular.

### **Evaluación**

El alumno deberá elegir 5 preguntas de las 8 que se le proponen. Cada pregunta se puntuará con un máximo de 2 puntos. En los criterios específicos de corrección se valorará:

- 1) El conocimiento y la comprensión de los contenidos de biología.
  - 2) La comprensión de los principales conceptos de la biología y su articulación en leyes, teorías y modelos, valorando el papel que ejercen en su desarrollo.
  - 3) La información procedente de diferentes fuentes para formarse una opinión propia, que permita al alumno expresarse críticamente sobre problemas actuales relacionados con la biología.
  - 4) La comprensión de la naturaleza de la biología y sus limitaciones, así como sus complejas interacciones con la tecnología y la sociedad.
  - 5) El conocimiento de los procesos de investigación científica en la biología.
-



# Biología

*Amamos la Vida...*

**LOS EXÁMENES QUE HAN SALIDO  
LO MÁS IMPORTANTE QUE HAY QUE ESTUDIAR  
RESÚMENES Y ESQUEMAS  
PREGUNTAS RESUELTAS DE REPASO**

Selección: J. Espinosa, 2017



## LO QUE HA SALIDO EN LOS EXÁMENES

---

2016

- 1-Biomoléculas macromoléculas (naturaleza y su función)
- 2-Órganos celulares (y su función)
- 3-Membrana celular (y funciones proteínas)
- 4-Enzimas (y coenzima y cofactor)
- 5-Respiración aerobia (y fermentación)
- 6-Fotosíntesis (y fase luminosa)
- 7-División celular (y grado de ploidía)
- 8-Transcripción y traducción

2015

- 1-Biomoléculas macromoléculas (naturaleza y su función)
- 2-Órganos celulares (y su función)
- 3-Membrana celular-Transporte pasivo y activo (y ósmosis)
- 4-Procesos bioquímicos de la glucosa
- 5-Ciclo celular (y fases)
- 6-Fotosíntesis (y fase luminosa)
- 7-Cromosomas y cariotipo
- 8-Ingeniería genética

2014

- 1-Biomoléculas macromoléculas (naturaleza y su función)
- 2-Órganos celulares (y su función)
- 3-Membrana celular-Transporte pasivo y activo (y ósmosis)
- 4-Anabolismo y catabolismo
- 5-Mitocondrias
- 6-Fotosíntesis
- 7-Cromosomas
- 8-DNA-ARNm-Proteínas

2013

- 1-Biomoléculas macromoléculas (naturaleza y su función)
- 2-Órganos celulares (y su función)
- 3-Membrana celular
- 4-Enzimas (y coenzima y cofactor)
- 5-Metabolismo (aerobio y anaerobio)
- 6-Orgánulo celular
- 7-Ciclo celular
- 8-Procesos de replicación, traducción, ...

---

## LO MÁS IMPORTANTE QUE HAY QUE ESTUDIAR

### Tema 1. Componentes químicos de la célula.

1.2. Biomoléculas inorgánicas: el agua, las sales minerales y los gases. **Regulación osmótica**

1.3. Biomoléculas orgánicas: unidades constituyentes de las biomoléculas y funciones biológicas de las macromoléculas. **Biomoléculas orgánicas o macromoléculas**

## **Tema 2. La célula.**

- 2.3.- Modelos de organización celular: procariotas y eucariotas
- 2.4.- Estructura de la célula eucariota.
  - 2.4.1.- Matriz extracelular y pared celular
  - 2.4.2.- La Membrana plasmática
  - 2.4.3.- Citosol y citoesqueleto
  - 2.4.4.- Ribosomas, Inclusiones y Vacuolas
  - 2.4.5.- Retículo Endoplásmico y Aparato de Golgi
  - 2.4.6.-Lisosomas y Peroxisomas
  - 2.4.7.- Mitocondrias
  - 2.4.8.- Cloroplastos
  - 2.4.9.- El núcleo celular
  - 2.4.10.- El centrosoma y los centriolos

## **Tema 3. Membranas y Transporte**

- 3.1.- Estructura de la membrana plasmática.
- 3.2.- Intercambios celulares: osmosis, difusión y transporte activo.

## **Tema 4. Introducción al Metabolismo.**

- 4.1.- El metabolismo. Catabolismo y anabolismo.
- 4.2.- El ATP como intercambiador de energía.
- 4.3.- Los enzimas como biocatalizadores.

## **Tema 5. La respiración.**

- 5.1.- Concepto de respiración celular.
- 5.4.- Diferencias entre las vías aerobia y anaerobia.

## **Tema 6. La fotosíntesis.**

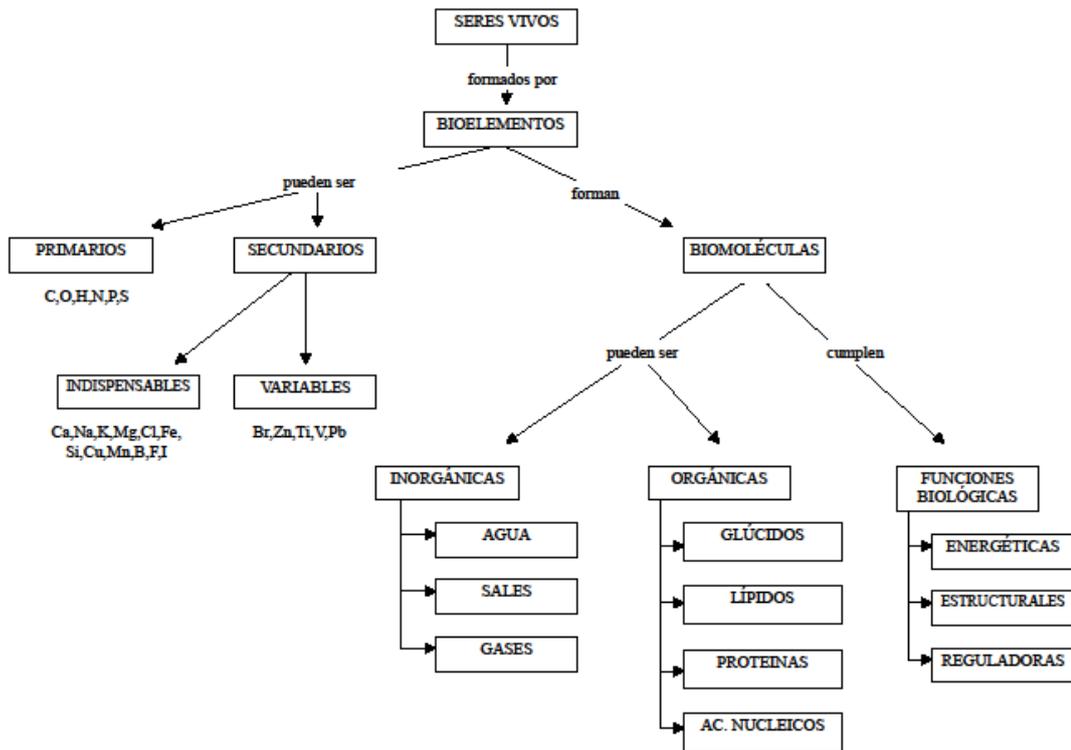
- 6.1.- Concepto de fotosíntesis.
- 6.3.- La fase luminosa y la fase oscura.

## **Tema 7. El núcleo y la división celular.**

- 7.1.- El ciclo celular y sus fases.
- 7.3.- Características del núcleo en división: los cromosomas.
- 7.4.- División del núcleo: mitosis.
- 7.6.- La meiosis y su significado biológico.

## **Tema 8. La herencia biológica: genética clásica y molecular.**

- 8.1.- Conceptos básicos de la herencia biológica.
  - 8.3.- La teoría cromosómica de la herencia.
  - 8.4.- El ADN como portador de la información genética: el dogma central de la biología molecular.
  - 8.6.- Duplicación del ADN.
  - 8.7.- Transcripción y traducción del mensaje genético.
-



21/02/16

## Resumen de los principales compuestos químicos presentes en los seres vivos

Compuesto	Elementos	Tamaño P. molecular	Estructura química	Especies químicas	Diferencias en seres vivos	% en peso	Funciones biológicas	Obtención	
Agua		Muy pequeño 18	H <sub>2</sub> O	1	Común a todos	60 - 90	Disolvente Transporte Reactivo	Estructural Refrigerante	Ingestión Metabolismo
Sales Minerales		Muy pequeño 1-100	Iones en disolución Precipitados	20 aprox.	Mayoría comunes a todos los seres vivos	1 - 10	Regulación osmótica Tamponadores de pH	Reacciones eléctricas Esqueletos Mensajeros celulares	Ingestión
Monosacáridos		Pequeño 90-250	Polialcoholes con un grupo aldehído o cetona	80 aprox.	Mayoría comunes a todos los seres vivos	-	Obtención de energía Síntesis de Polisacáridos Síntesis de otros compuestos		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis
Ácidos Grasos		Mediano 240-350	Hidrocarburos lineales con un grupo carboxilo	25 aprox.	Gran parte comunes a todos los seres vivos	-	Obtención de energía Síntesis de lípidos complejos Síntesis de otros compuestos		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis
Triglicéridos		Mediano 750-1000	Ésteres de ácidos grasos y glicerina	Varios cientos	Diferentes en los grandes grupos de seres vivos	1 - 3	Reserva de energía Aislamiento térmico y mecánico		Síntesis a partir de A, Grasos y glicerina
Fosfolípidos		Mediano 700-1000	Ácidos grasos + polialcohol + ácido fosfórico + compuesto polar	Varios cientos	Gran parte comunes a todos los seres vivos	1	Formación de membranas celulares		Síntesis a partir de A, Grasos y los otros componentes
Terpenos		Mediano 160-500	Hidrocarburos insaturados ramificados o ciclados	Varios cientos	Muy variables en grupos y especies	-	Aromas Síntesis de Colesterol Síntesis de pigmentos fotosintéticos		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis
Esteroides		Mediano 400-500	Colesterol y derivados del colesterol	Varios cientos	Diferentes en los diferentes grupos de seres vivos	-	Estabilizador de membranas plasmáticas Hormonas Detergente de lípidos		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis
Aminoácidos		Pequeño 75-204	Compuestos orgánicos con grupo amino y carboxilo contiguos	20 en proteínas	Comunes a todos los seres vivos	-	Biosíntesis de proteínas Biosíntesis de otros compuestos Mensajeros		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis
Nucleótidos		Mediano 300-500	Base nitrogenada + pentosa + ácido fosfórico	4 ribonuc. 4 dribonuc.	Comunes a todos los seres vivos	-	Biosíntesis de Ácidos Nucleicos Transporte de energía intracelular		Síntesis
Polisacáridos		Mediano a muy grande 400-10 <sup>6</sup>	Polímeros de monosacáridos lineales o ramificados	Varios cientos	Comunes en los grandes grupos de seres vivos	2 - 30	Reserva de monosacáridos Estructural. Formación de paredes celulares Receptores de membrana		Síntesis a partir de monosacáridos
Péptidos y Proteínas		Mediano a muy grande 500-10 <sup>6</sup>	Polímeros lineales de aminoácidos	Miles de millones	Propios de cada especie	5 - 20	Catalizadores Transporte de membrana Recepción de estímulos	Estructural Movimiento Mensajeros	Síntesis en ribosomas a partir de aminoácidos
ARN		Grande a muy grande 10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>	Polímeros lineales de ribonucleótidos	Miles de millones	Propios de cada especie	1 - 6	Transmisión del mensaje genético Catalizador		Síntesis a partir de NTP Secuencia determinada por ADN molde
ADN		Muy grande 10 <sup>6</sup> -10 <sup>11</sup>	Polímeros lineales de desoxirribonucleótidos Doble cadena en espiral	Miles de millones	Propios de cada individuo	-	Portador de la información genética		Síntesis a partir de dNTP Secuencia determinada por ADN molde
Metabolitos Intermediarios		Muy variable	Muy variable	Miles	Algunos comunes Otros específicos	1 - 2	Síntesis de otras sustancias Coenzimas Obtención de energía		Aut: Síntesis Het: Ingestión o síntesis

# 2 GLÚCIDOS

## I. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. FUNCIONES BIOLÓGICAS

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O
- Químicamente se pueden definir como polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas
- Clasificación:
  - Osas (sencillos, no hidrolizables) ? Monosacáridos
  - Osidos
    - Holósidos ? Oligosacáridos (incluyen los disacáridos) y Polisacáridos (homo y heteropolisacáridos)
    - Heterósidos
- Funciones biológicas: energética y estructural

## II. MONOSACÁRIDOS

### A. Concepto y clasificación

- Azúcares sencillos, no hidrolizables, de 3 a 7 átomos de C. Triosas, tetrasas, ... Aldosas y cetosas

### B. Propiedades físicas

- Sólidos, blancos, cristalizables. Solubles en agua (compuestos polares). Generalmente dulces.
- Estereoisomería
  - Carbonos asimétricos (cuatro radicales diferentes). N° de estereoisómeros =  $2^n$  ( $n = n^\circ$  de carbonos asimétricos)
  - Enantiomorfos: imágenes especulares. Formas D y L. Los monosacáridos de los seres vivos son de la forma D.
  - Epímeros: se diferencian por la posición de algún grupo -OH
- Actividad óptica: desvían el plano de luz polarizada. Dextrógiros (+) o levógiros (-).

### C. Propiedades químicas

- Reductores - El grupo carbonilo puede oxidarse y formar un ácido orgánico.
- Formación de ésteres (fosfóricos y sulfúricos)
- Formación de glucósidos (O-glucósidos y N-glucósidos)

### D. Principales monosacáridos

#### 1. Triosas

- Gliceraldehído y dihidroxiacetona – importantes intermediarios metabólicos.

#### 2. Pentosas

- Ribosa – componente de ribonucleótidos (ATP, nucleótidos del ARN).
- Desoxirribosa (falta un -OH en el carbono 2) – componente de desoxirribonucleótidos (nucleótidos del ADN)
- Ribulosa – un derivado, la ribulosa-1,5-difosfato es responsable de la fijación del  $\text{CO}_2$  en la fotosíntesis.

#### 3. Hexosas

- Glucosa – función energética: principal combustible metabólico. Componente de polisacáridos estructurales y energéticos.
- Galactosa – Combustible metabólico. Forma parte de la lactosa (azúcar de la leche). Forma parte de polisacáridos complejos (gomas y mucílago).
- Fructosa – Combustible metabólico. Forma parte de la sacarosa. Aparece en frutas y líquidos seminales.

#### 4. Estructura de las pentosas y hexosas en disolución

- Estructura lineal (proyección de Fischer). No explica el comportamiento de los monosacáridos en disolución.
- Estructura cíclica (proyección de Haworth)
  - Formación de un hemiacetal (aldosas) o hemicetal (cetosas) intramolecular (entre un grupo carbonilo y otro hidroxilo).
  - Aparecen nuevos estereoisómeros denominados anómeros (carbono anomérico) (formas  $\alpha$  (-OH abajo) y  $\beta$ )
  - Mutarrotación - Cambio del poder de rotación de un monosacárido en disolución (eq: 1/3  $\alpha$ , 2/3  $\beta$ ).
  - Piranosas (anillos hexagonales) y furanosas (anillos pentagonales).

#### 5. Derivados de monosacáridos: desoxiazúcares, ácidos urónicos, aminoazúcares

- Desoximonosacáridos – Reducción de un grupo hidroxilo. Desoxirribosa
- Ácidos urónicos – Oxidación de un -OH primario formando un grupo carboxilo. Ac. glucurónico y ac. galacturónico.
- Aminoazúcares – Sustitución de un -OH por un -NH<sub>2</sub>. Glucosamina.

## III. DISACÁRIDOS

### A. Concepto

- Oligosacáridos formados por la unión de dos monosacáridos

### B. Enlace O-glucosídico

- Enlace monocarbonílico (nomenclatura: -osil -osa)
- Enlace dicarbonílico – Pierden la capacidad reductora al no quedar carbonos carbonílicos libres (nomenclatura: -osil -ósido)

### C. Propiedades

- Cristalizables, dulces, solubles.
- Mediante hidrólisis se desdoblán en monosacáridos.
- Reductores (excepto los que presentan enlace dicarbonílico).

### D. Principales disacáridos

1. Maltosa ( $\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa). Producto de la hidrólisis del almidón y el glucógeno.
2. Celobiosa ( $\beta$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glucopiranososa). Producto de la hidrólisis de la celulosa.
3. Lactosa ( $\beta$ -D-galactopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glucopiranososa). Combustible metabólico. Se encuentra en la leche.
4. Sacarosa ( $\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 2)  $\beta$ -D-fructofuranosido). Combustible metabólico. Azúcar común que se extrae de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera. No reductor.

#### IV. POLISACÁRIDOS

##### A. Concepto

- Macromoléculas formadas por polimerización de monosacáridos unidos entre sí mediante enlaces glucosídicos.

##### B. Propiedades

- Peso molecular elevado (son macromoléculas).
- Hidrolizables (por hidrólisis generan monosacáridos)
- No dulces. Insolubles
- No reductores (escasos grupos carbonilo libres).

##### C. Principales polisacáridos

###### 1. Homopolisacáridos.

- Polímeros de un único tipo de monosacáridos.
- Los que presentan formas  $\beta$  son más resistentes a la hidrólisis (suelen tener función estructural).
- Los polímeros de la  $\alpha$ -D-glucopiranososa (almidón, glucógeno y dextranos) actúan como reservas energéticas y son hidrolizados en glucosas cuando ésta es necesaria. La acumulación de glucosa libre en las células generaría problemas osmóticos.
- Almidón:  
Polímero de la  $\alpha$ -D-glucopiranososa. Presenta dos formas estructurales: amilosa y amilopectina.  
Amilosa, forma helicoidal no ramificada (enlaces  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4). Atacada por las amilasas rindiendo maltosas y glucosas. Las maltosas son hidrolizadas por las maltasas.  
Amilopectina, forma helicoidal ramificada (cada 12 glucosas) (cadena principal con enlaces  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4; ramificaciones  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6). Atacada por las amilasas y enzimas desramificantes (actúan sobre los enlaces 1 $\rightarrow$ 6).  
Reserva energética en vegetales. Aparecen formando gránulos característicos: amiloplastos. Abundante en la patata y en las semillas.
- Glucógeno  
Semejante a la amilopectina pero más ramificada (cada 8 ó 10 glucosas).  
Reserva energética en animales. Se acumula en el hígado y en los músculos.
- Dextranos  
Polímero de la  $\alpha$ -D-glucopiranososa con enlaces  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6. Ramificaciones en posición variable.  
Reserva en levaduras y bacterias.
- Celulosa  
Polímero de la  $\beta$ -D-glucopiranososa (enlaces  $\beta$ -1  $\rightarrow$  4). Estructura lineal no ramificada. Molécula más abundante en la naturaleza.  
Función estructural en vegetales: principal componente de la pared celular. Su estructura lineal favorece la disposición en paralelo de varias moléculas que se unen mediante puentes de hidrógeno.  
Difícilmente digerible, solo ciertas bacterias (como las que viven en simbiosis en el estómago de los rumiantes) producen enzimas capaces de hidrolizar la celulosa.
- Quitina  
Polímero de N-acetilglucosamina (enlaces  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)  
Función estructural: principal componente de la pared celular de los hongos y del exoesqueleto de artrópodos.
- Pectina  
Polímero del ácido D-metil galacturónico.  
Forma parte de la pared celular vegetal.

###### 2. Heteropolisacáridos

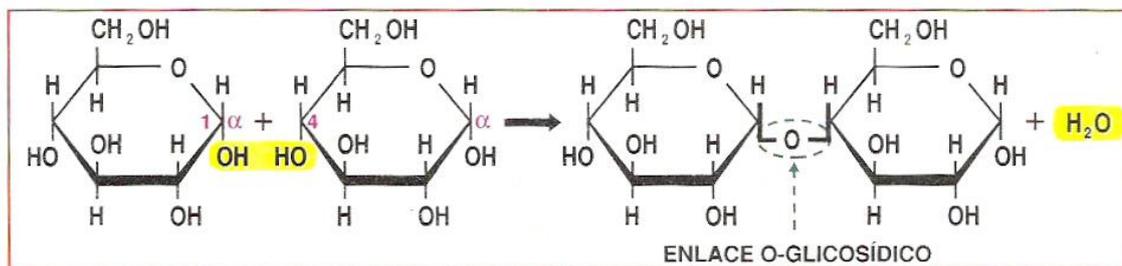
- Poseen más de un tipo de monosacáridos.
- Agar-agar  
Polímero de la galactosas y ésteres sulfúricos de la misma.  
Se extrae de las algas rojas y se emplea en el laboratorio como nutriente y sustrato de cultivos bacterianos.
- Hemicelulosa  
Polímero de la D-xilosa (una aldopentosa) con enlaces  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4 y ramificaciones de otros monosacáridos.  
Forma parte de la pared celular vegetal.
- Mucopolisacáridos  
Polímeros de disacáridos en los que uno de los dos azúcares es siempre un aminoazúcar (N-acetilglucosamina o N-acetilgalactosamina) y son abundantes los ésteres sulfúricos y los ácidos urónicos.  
La mayoría aparecen ligados a proteínas formando proteoglicanos en la matriz extracelular y en las secreciones mucosas.  
Ejemplos: Ácido hialurónico: componente principal de la matriz del tejido conjuntivo. Forma parte del líquido sinovial y de las cubiertas del óvulo. Heparina: Anticoagulante.

###### 3. Heterósidos

- Poseen una parte no glucídica (aglucon).
- La asociación de glúcidos y proteínas se denomina proteoglicano, cuando domina la parte glucídica, o glucoproteína, cuando predomina la parte proteica.  
Entre los proteoglicanos podemos destacar los constituidos por mucopolisacáridos, ya citados anteriormente y los peptidoglicanos, que son componentes de la pared bacteriana y están constituidos por cadenas de N-acetilglucosamina y N-acetil-murámico conectadas por péptidos.  
La mayor parte de las proteínas segregadas por las células son glucoproteínas y desempeñan funciones diversas (hormonal, coagulación de la sangre, proteína anticongelante, ...).
- En la superficie externa de la membrana celular aparecen oligosacáridos unidos a los lípidos y proteínas de la membrana formando glucolípidos y glucoproteínas. Tanto unos como otros sirven como señales de reconocimiento para hormonas, anticuerpos, bacterias, virus u otras células. También son los responsables antigénicos de los grupos sanguíneos.

## EL ENLACE GLUCOSÍDICO

Los monosacáridos pueden unirse entre sí mediante enlace **O-glucosídico**, liberándose en el proceso una molécula de agua.



Enlace O-glucosídico  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4): se forma un enlace covalente entre el grupo  $-OH$  del primer carbono y el  $-OH$  del cuarto, liberándose una molécula de agua.

**Figura 7.11**

Así pues, el enlace glucosídico resulta de la formación de un acetal (o cetal) entre el carbono carbonílico de un monosacárido y un grupo hidroxilo de otro monosacárido. Este segundo monosacárido posee otro carbono carbonílico libre que a su vez puede reaccionar con un grupo hidroxilo de un tercer monosacárido para formar otro enlace glucosídico, y así sucesivamente. De este modo, mediante sucesivos enlaces glucosídicos, se puede unir un número ilimitado de monosacáridos para formar largas cadenas que pueden ser lineales o ramificadas. En todos los *ósidos*, azúcares formados por un número variable de monosacáridos unidos entre sí, la unión entre los mismos se realiza mediante este tipo de enlace.

# 3 LÍPIDOS

## I. CONCEPTO

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O; en algunos casos también P y N.
- Químicamente heterogéneos.
- Insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos apolares.
- Presentan un brillo característico y son untuosos al tacto.

## II. FUNCIONES BIOLÓGICAS

- Energética, estructural, protectora, transportadora, vitamínica, hormonal.

## III. ÁCIDOS GRASOS

### A. Concepto

- Ácidos monocarboxílicos de cadena larga (14-22C, siempre nº par)

### B. Tipos

#### 1. Saturados

- No presentan dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada.
- Puntos de fusión más altos, abundan en animales.
- Palmítico (16C), Esteárico (18C).

#### 2. Insaturados

- Presentan uno o más dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada.
- Puntos de fusión más bajos, predominan en vegetales.
- Oleico (18:1<sup>Δ5</sup>), Linoleico (18:2<sup>Δ5,12</sup>), Araquidónico (20:4<sup>Δ5,8,11,14</sup>)

### C. Ácidos grasos esenciales

- Deben ser adquiridos con la dieta ya que no pueden ser sintetizados por el organismo y son necesarios para sintetizar otras moléculas. A veces conocidos como vitamina F.
- En el hombre: linoleico, linolénico y araquidónico.

### D. Propiedades físicas

#### 1. Solubilidad

- Compuestos anfipáticos: poseen una zona polar, hidrófila (-COOH), y otra zona apolar, hidrófoba  $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$ .
- En un medio acuoso forman micelas y bicapas.

#### 2. Punto de fusión

- Punto de fusión más bajo cuanto más corta sea la cadena y cuanto mayor sea el número de insaturaciones.

### E. Propiedades químicas

#### 1. Esterificación

- Reacción del grupo carboxilo con un grupo hidroxilo (ácido + alcohol  $\longrightarrow$  éster + agua).

#### 2. Saponificación

- Hidrólisis de un éster en un medio alcalino (éster + álcali  $\longrightarrow$  jabón + alcohol).
- Jabón: sal del ácido orgánico que resulta de la hidrólisis en medio alcalino de un éster.

#### 3. Hidrogenación

- Eliminación de las insaturaciones.

## IV. CLASIFICACIÓN

### A. Lípidos saponificables

- Esteres formados por un alcohol y ácidos grasos.

#### 1. Grasas neutras (acilglicéridos)

##### a. Estructura

- Glicerina + 1-3 ácidos grasos. Los más importantes son los triacilglicéridos. Pueden ser grasas simples (ácidos grasos iguales) o mixtas (ácidos grasos diferentes).
- Sebos (grasas sólidas), mantecas (semisólidas) y aceites (líquidas). Los sebos y mantecas son característicos de los animales y tiene predominio de ácidos grasos saturados. Los aceites son característicos de los vegetales y contiene principalmente ácidos grasos insaturados.

##### b. Funciones

- Reserva energética en animales y vegetales (producen más calorías por gramo que los glúcidos y las proteínas), protección, aislamiento térmico (se depositan bajo la piel de los animales de sangre caliente y evitan las pérdidas de calor).

#### 2. Ceras

##### a. Estructura

- Monoalcohol de cadena larga + ácido graso. Moléculas fuertemente hidrófobas.

##### b. Funciones

- Estructural y protectora. Forman la película que impermeabiliza la superficie de las hojas y frutos de las plantas. En los animales forman cubiertas protectoras de la piel, pelo y plumas, así como del exoesqueleto de muchos insectos.

#### 3. Fosfolípidos

##### a. Estructura

- Glicerina + 2 ác. grasos + ácido fosfórico. + aminoalcohol
- Acido fosfatídico: triéster de la glicerina con dos ác. grasos y ác. ortofosfórico. Base estructural a la que se une el aminoalcohol.
- Aminoalcohol: Colina (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-N-(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>)  $\rightarrow$  Lecitina (fosfatidil colina); Etanolamina  $\rightarrow$  Cefalina; Serina  $\rightarrow$  Fosfatidil serina.

#### b. Función

- Moléculas anfipáticas: zona polar (glicerina, ác. fosfórico y aminoalcohol); zona apolar (ác. grasos).
- Función estructural - forman las membranas celulares en las que se disponen formando bicapas.

### 4. Esfingolípidos

#### a. Estructura

- Esfingosina + ác. graso + grupo polar
- Ceramida: Esfingosina (alcohol) unida a un ácido graso por un enlace amida. Base estructural a la que se une el grupo polar.
- Grupo polar:
  - Fosforil etanolamina o fosforil colina → Esfingomielinas.
  - Monosacárido → Cerebrósido
  - Polisacárido → Gangliósido

#### b. Función

- Componentes de las membranas de células nerviosas y vaina de mielina.
- Están relacionados con la especificidad del grupo sanguíneo y el reconocimiento celular (actúan como antígenos celulares que permiten el reconocimiento entre células).

### B. Lípidos no saponificables

- No contienen ácidos grasos y no son ésteres. Constituyen un grupo de moléculas con gran actividad biológica que desempeña funciones muy variadas.

#### 1. Terpenos

##### a. Estructura

- Polímeros del isopreno, presentan dobles enlaces alternos por lo que frecuentemente son moléculas coloreadas.

##### b. Funciones

- Monoterpenos (2 isoprenos): Esencias vegetales (mentol, geraniol, limoneno, alcanfor...)
- Diterpenos: Fito, componente de la clorofila, vitaminas A, K y E.
- Tetraterpenos: Carotenoides (licopeno -rojo-,  $\beta$ -caroteno -anaranjado-, xantofila -amarillo-, ...). Son pigmentos fotosintéticos que complementan a la clorofila. El  $\beta$ -caroteno es el precursor de la vitamina A.

#### 2. Esteroides

##### a. Estructura

- Derivados del esterano (hidrocarburo policíclico). Se diferencian unos de otros en el número y posición de dobles enlaces y en el tipo, número y posición de los grupos funcionales sustituyentes.

##### b. Funciones

- Estructural – el Colesterol se encuentra en las membranas celulares de muchos animales y en las lipoproteínas del plasma sanguíneo. Es además precursor de otros esteroides. Su acumulación en las paredes de los vasos sanguíneos es responsable de la arteriosclerosis.
- los Ácidos biliares (ácido cólico, desoxicólico y quenodesoxicólico) son derivados del colesterol que facilitan la emulsión de las grasas.
- Vitamínica - Ergosterol → precursor de la vitamina D; se transforma en ella en la piel por acción de la luz ultravioleta.
- Hormonal - Progesterona, Estradiol (femineizante), testosterona (masculinizante) y Aldosterona (corticoide).

#### 3. Prostaglandinas

##### a. Estructura

- Derivados de ácidos grasos insaturados de 20 carbonos (como el ácido araquidónico).

##### b. Funciones

- Presentes en la mayor parte de los tejidos animales. Funciones muy variadas.
- Estimulan la agregación de las plaquetas, activan las respuestas inflamatorias de los tejidos al iniciar la vasodilatación de los capilares, provocan la subida de la temperatura corporal y controlan el descenso de la presión arterial al favorecer la eliminación de sustancias en el riñón. También intervienen en la contracción del músculo uterino, la producción de mucus y de HCl en el estómago, modulan ciertas actividades hormonales, ...
- El ácido acetilsalicílico inhibe la producción de prostaglandinas.

# 4 PROTEÍNAS

## I. CONCEPTO

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H, O, N y S. También pueden aparecer otros elementos en menores proporciones. Son macromoléculas de elevado peso molecular (5.000 - 1.000.000) formadas por la polimerización de aminoácidos.
- Constituyen un 50% del peso seco de un organismo.
- Son específicas de cada especie e incluso de cada organismo.
- Biológicamente muy activas. Desempeñan una gran diversidad de funciones.

## II. FUNCIONES BIOLÓGICAS

- Enzimática, transporte, movimiento y contracción, soporte mecánico y estructural, nutrición y reserva, inmunidad, regulación hormonal, regulación de la diferenciación, regulación homeostática, recepción y transmisión de señales, ...

## III. AMINOÁCIDOS

### A. Concepto ( $\alpha$ -aminoácidos)

- Parte común: carbono  $\alpha$ , grupo  $\alpha$ -amino, grupo  $\alpha$ -carboxilo e H-. Parte variable: radical. Existen veinte radicales distintos en los aminoácidos que constituyen las proteínas de los seres vivos.
- Otros aminoácidos pueden desempeñar otras funciones: precursores de vitaminas ( $\beta$ -alanina), intermediarios metabólicos (citrulina, homoserina, ...), neurotransmisores (ácido  $\gamma$ -aminobutírico), ...

### B. Propiedades físicas

- Actividad óptica: El C  $\alpha$  es asimétrico. Los aminoácidos proteicos son isómeros L.

### C. Propiedades químicas

- Carácter anfótero: Se comportan como ácidos o como bases según el pH del medio. Si el medio es ácido se comportan como bases y el grupo  $-\text{COO}^-$  capta un hidrogenión. En medio básico el grupo  $-\text{NH}_3^+$  libera un hidrogenión.
- Punto isoelectrónico: pH para el cual la carga neta del aminoácido es nula.

### D. Aminoácidos esenciales

- No pueden ser sintetizados y deben ser ingeridos con los alimentos.
- Para el hombre son: lisina, triptófano, treonina, metionina, fenilalanina, leucina, valina e isoleucina)

### E. Clasificación

- Aminoácidos con radicales no polares  
Alifáticos: Alanina, Valina, Leucina, Isoleucina y Prolina.  
Aromáticos: Fenilalanina y Triptófano.  
Con azufre: Metionina.
- Aminoácidos con radicales polares  
Sin carga a pH 7  
Serina, Treonina y Tirosina- Con un grupo -OH.  
Asparagina y Glutamina - Con un grupo  $-\text{NH}_2$ .  
Cisteína- Con un grupo -SH  
Glicocola - Con un grupo -H.  
Ácidos - Con carga negativa a pH 7  
Ácido aspártico y Ácido glutámico  
Básicos - Con carga positiva a pH 7  
Lisina, Arginina e Histidina

## IV. EL ENLACE PEPTÍDICO

- Enlace de tipo amida entre el grupo  $\alpha$ -carboxilo de un aminoácido y el  $\alpha$ -amino de otro, liberándose una molécula de agua.
- El enlace peptídico tiene carácter parcial de doble enlace. Rígido.
- La unión de dos aminoácidos mediante un enlace peptídico se denomina dipéptido. Si el nº de aminoácidos es menor de cien se denomina polipéptido y con más de cien es una proteína. Algunos desempeñan funciones específicas: Hormonal (vasopresina, oxitocina, insulina), Antibiótica (gramicidina, penicilina) o Transportador de H (glutacion).

## V. ESTRUCTURA

La función de las proteínas está relacionada con su estructura tridimensional.

### A. Uniones intramoleculares

- De ellas depende la estructura tridimensional de la proteína.
- Iónicas o electrostáticas.
- Puentes de hidrógeno entre aminoácidos polares.
- Interacciones hidrofóbicas: los grupos apolares se agrupan ya que el agua tiende a excluirlos.
- Fuerzas de Van der Waals: atracción mutua entre átomos muy cercanos.
- Puentes disulfuro: unión covalente entre grupos -SH de dos Cisteínas.

### B. Niveles estructurales

#### 1. Estructura primaria

- Cada proteína se caracteriza por el número, tipo y orden de los aa que la componen.
- La secuencia de aa condiciona los niveles estructurales siguientes.

#### 2. Estructura secundaria

- Todos los enlaces de la cadena polipeptídica, excepto los enlaces peptídicos, permiten la rotación de la molécula. De todas las conformaciones posibles solo algunas son estables. La mayoría de las proteínas presentan una estructura conjunta.
- Hélice alfa  
Hélice dextrógira con 3,6 aa por vuelta. Puentes de H entre el grupo -NH de un aa y el -C=O del cuarto aa que sigue en la secuencia. Los R quedan hacia afuera.

Algunos aminoácidos como la Prolina desestabilizan esta estructura. También la presencia de cadenas laterales voluminosas o grupos con la misma carga próximos.

- **Lámina plegada  $\beta$**

Cadena plegada sobre sí misma y en zig-zag. Se estabiliza también mediante puentes de H entre distintas zonas de la cadena polipeptídica. Los grupos R se alternan hacia arriba y abajo.

- **Hélice de colágeno**

Predominan la Prolina y la hidroxiprolina. Hélice más abierta. Tres hélices se unen para formar una superhélice de colágeno.

**3. Estructura terciaria (Globular)**

- Replegamiento tridimensional. Determina la actividad de la proteína. Las proteínas con estructura terciaria son más activas, las fibrosas suelen ser estructurales. Se producen interacciones entre radicales de aa que se encuentran separados en la cadena polipeptídica.

**4. Estructura cuaternaria (Proteínas oligoméricas)**

Proteínas oligoméricas. Asociación de varias subunidades proteicas iguales o diferentes mediante enlaces débiles. Un ejemplo de proteína oligomérica es la *hemoglobina*, formada por cuatro subunidades iguales dos a dos.

**C. Conformación de las proteínas**

- Es la forma tridimensional característica de una proteína en sus estado nativo. Corresponde a la estructura combinada secundaria, terciaria y cuaternaria. Las proteínas pueden ser de dos clases principales:

**Proteínas fibrosas:** constituidas por cadenas polipeptídicas ordenadas de modo paralelo a un eje, formando fibras o láminas largas. Son físicamente resistentes e insolubles en agua o en disoluciones salinas diluidas. Estructurales.

**Proteínas globulares:** formadas por cadenas polipeptídicas plegadas estrechamente adoptando formas esféricas o globulares compactas. La mayoría son solubles en sistemas acuosos y son biológicamente más activas.

- La conformación tridimensional es la que confiere a cada proteína su actividad biológica exclusiva. Esta conformación, por su parte, depende de la secuencia específica de aminoácidos de sus cadenas polipeptídicas.

**VI. PROPIEDADES**

**A. Capacidad amortiguadora** debido a su comportamiento anfótero.

**B. Especificidad.** Son específicas de cada especie e incluso de cada organismo. La semejanza entre proteínas es mayor cuanto mayor sea el grado de parentesco evolutivo.

**C. Desnaturalización.** Pierden su actividad al perder su estructura terciaria por algún cambio en el medio (temperatura, pH, salinidad, composición, radiaciones, ...). Si el cambio no ha sido muy drástico se puede producir la renaturalización.

**D. Solubilidad.** Las proteínas fibrosas son insolubles, pero las globulares suelen ser solubles.

**E. Punto isoeléctrico.** Cada proteína tiene un pH para el cual la carga neta de la molécula es nula. Esta propiedad se aprovecha para separar proteínas de una mezcla por un procedimiento denominado electroforesis.

**VII. CLASIFICACIÓN**

- Las proteínas se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios:

Según su conformación podemos distinguir **proteínas fibrosas**, como el colágeno o la  $\alpha$ -queratina, y **proteínas globulares**, como la.

**A. Según su conformación**

1. **Proteínas fibrosas** (*colágeno,  $\alpha$ -queratina*)

2. **Proteínas globulares** (*hemoglobina, enzimas*)

**B. Según su composición**

1. **Holoproteínas (proteínas simples)**

- Por hidrólisis sólo producen aminoácidos.

2. **Heteroproteínas (proteínas conjugadas)**

- Por hidrólisis producen aminoácidos y otro componente orgánico o inorgánico.

- La parte no aminoácida de las heteroproteínas se denomina grupo prostético.

- En función del grupo prostético estas proteínas se pueden clasificar en:

a. **Cromoproteínas:** el grupo prostético es un pigmento.

En la *hemoglobina*, la *mioglobina* y el *citocromo c*, el pigmento es una metalporfirina (anillo tetrapirrólico).

En la *rodopsina* el pigmento es un derivado de la *vitamina A*

b. **Glucoproteínas:** tienen un glúcido como grupo prostético. Si el porcentaje de glúcidos es muy elevado reciben el nombre de **proteoglucanos**, como las **mucoproteínas** (80% de glúcidos).

Ejemplos: *fibrinógeno, inm unoglobulinas, FSH, TSH, pepsina, ovoalbúmina* y *glucoproteínas* de la membrana..

c. **Lipoproteínas:** con un lípido como grupo prostético.

Las lipoproteínas del plasma sanguíneo (*VLDL, LDL* y *HDL*) son ejemplos de este grupo.

d. **Nucleoproteínas:** proteínas unidas a ácidos nucleicos.

Como las que constituyen los ribosomas o las partículas virales.

e. **Fosfoproteínas:** presentan grupos fosfato.

La *caseína* de la leche o la *vitelina* del huevo son fosfoproteínas.

f. **Metaloproteínas:** poseen átomos metálicos.

La *ferritina* que se encuentra en el bazo tiene  $Fe(OH)_3$  como grupo prostético.

**C. Según sus funciones**

1. **Enzimas (biocatalizadores)**

- Aceleran las reacciones del metabolismo. Se conocen más de dos mil, entre ellos la *ADN-polimerasa* (interviene en la síntesis del ADN), la *pepsina* (enzima que digiere las proteínas en el estómago) o el *citocromo c* (transfiere electrones en la cadena respiratoria).

2. **Proteínas de reserva**

- Almacenan aminoácidos como elementos nutritivos o como sillares para el embrión en crecimiento. La *caseína* de la leche o la *ovoalbúmina* de la clara del huevo son proteínas de reserva.

3. **Proteínas transportadoras**

- Son proteínas capaces de unirse a diversos tipos de moléculas para transportarlas. La *hemoglobina* y la *hemocianina* son responsables del transporte de oxígeno en los vertebrados y en algunos invertebrados respectivamente. La

*mioglobina* transporta oxígeno en los músculos. La *seroalbúmina* de la sangre transporta ácidos grasos desde el tejido adiposo a otros órganos. Las lipoproteínas del plasma sanguíneo (*VLDL*, *LDL* y *HDL*) transportan lípidos entre el intestino, el hígado y los tejidos adiposos.

#### 4. Proteínas contráctiles

- La *actina* y la *miosina* son las principales responsables de contracción muscular.

#### 5. Proteínas protectoras o defensivas

- La *trombina* y el *fibrinógeno* son proteínas plasmáticas que participan en la coagulación de la sangre. Los *anticuerpos* o *inmunoglobulinas* ( $\gamma$ -*globulinas*) son proteínas específicas que se combinan con las moléculas extrañas que penetran en el organismo y las neutralizan.

#### 6. Toxinas

- Algunas proteínas son sustancias extremadamente tóxicas para los animales en cantidades muy pequeñas. Una cienmilésima de gramo de la toxina A producida por el *Clostridium botulinum*, responsable de algunas intoxicaciones alimentarias, es suficiente para matar a una persona. La toxina diftérica y los venenos de serpiente son también proteínas.

#### 7. Hormonas

- Las hormonas *insulina* (regula el metabolismo de la glucosa), *STH* (hormona del crecimiento), *ACTH* (hormona adrenocorticotrópica), *FSH* (hormona estimulante del folículo) y *TSH* (hormona estimulante del tiroides) son de naturaleza proteica.

#### 8. Proteínas estructurales

- El *colágeno* es la principal proteína estructural en los tejidos conectivos y en el hueso. La  $\alpha$ -*queratina* es el principal componente de la capa superficial de la piel, de los pelos, las plumas y las uñas. También podemos citar aquí las *glucoproteínas* de las membranas celulares y las *mucoproteínas* o *mucinas* (proteínas asociadas a mucopolisacáridos) de las secreciones mucosas.

### VIII. ENZIMAS

#### A. Concepto

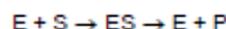
- Biocatalizadores. Proteínas globulares que aceleran las reacciones bioquímicas (unas  $10^7$  veces). Cada reacción que se produce en el organismo es catalizada por un enzima.
- Pueden ser holo- o heteroproteínas. En este último caso, la parte constituida por aminoácidos se denomina Apoenzima (no activo), el grupo prostético se denomina Cofactor y la unión de ambos es el Holoenzima (activo).
- Los reactivos sobre los cuales actúan los enzimas se conocen como sustratos.

#### B. Propiedades

- Gran poder catalítico: son muy activas. Una pequeña cantidad de enzima es capaz de catalizar la transformación de una gran cantidad de sustrato, Además aceleran mucho las reacciones (del orden de  $10^7$  veces).
- No se gastan ni alteran durante la catálisis: son reutilizables.
- Altamente específicos: presentan especificidad de sustrato y de acción. Como el resto de las proteínas son además característicos de cada especie.

#### C. Características de la actividad enzimática

- Reducen la energía de activación. Permiten que las reacciones bioquímicas transcurran rápidamente y a bajas temperaturas (compatible con el mantenimiento de estructuras complejas).
- No alteran los equilibrios de reacción. El equilibrio se alcanza en menos tiempo, pero la constante de equilibrio no se ve alterada (las concentraciones de reactivos y productos en el equilibrio).
- Poseen un centro activo. Zona estereoespecífica de la molécula donde se une el sustrato. Al unirse enzima y sustrato forman el complejo enzima-sustrato que luego se separará en enzima (listo para actuar otra vez) y producto(s).



Dos modelos para explicar la unión entre enzima y sustrato: "la llave y la cerradura" (formas complementarias de centro activo y sustrato) y "encaje inducido" (la forma del centro activo se adapta a la del sustrato cuando se produce la unión). No son incompatibles; pueden darse los dos modelos, dependiendo del grado de especificidad del enzima.

- Presentan saturación con el sustrato. Alcanzan una  $v_{max}$  para una determinada  $[S]$  cuando el enzima está trabajando a su máximo rendimiento (todos los centros activos están ocupados en un instante determinado).
- Muchos enzimas requieren de cofactores: moléculas no proteicas que se unen al centro activo del enzima y realizan o colaboran en la realización de la reacción. Los cofactores pueden ser:  
Activadores inorgánicos: iones metálicos.  
Coenzimas: moléculas orgánicas complejas. Tienen como parte de su estructura alguna vitamina.

#### D. Factores que influyen en la actividad enzimática

##### 1. Temperatura

- La velocidad de las reacciones catalizadas enzimáticamente aumenta al aumentar la temperatura hasta alcanzar su máxima actividad para una temperatura conocida como temperatura óptima. Por encima de esa temperatura el enzima se hace inestable y se desnaturaliza, perdiendo su actividad.

##### 2. pH

- Cada enzima tiene un pH óptimo para el cual la actividad es máxima.

##### 3. Inhibidores

- Los inhibidores son sustancias que impiden o reducen la actividad de un enzima. Pueden ser:

Irreversibles. Unión covalente. Algunos venenos inhiben así a ciertos enzimas.

Reversibles. No se altera el enzima, sólo se impide su acción. Tienen interés en la regulación de la actividad enzimática.

Inhibición competitiva. El inhibidor se une al centro activo. La inhibición dependerá de las concentraciones relativas de enzima e inhibidor: si  $[S] > [I]$  el enzima estará activo; si  $[I] > [S]$  estará inactivo)

Inhibición no competitiva. El inhibidor se une a un lugar distinto del centro activo (enzimas alostéricos). El que el enzima esté activo o no depende de la concentración del inhibidor y es independiente de la concentración del sustrato.

### E. Regulación de la actividad enzimática

- Dada su gran poder catalítico es importante regular la actividad de los enzimas para evitar su acción cuando no son necesarios los productos que generan. Además, como las reacciones no catalizadas son muy lentas, la regulación de la actividad enzimática es la mejor manera de regular el metabolismo.
- Existen diversos mecanismos que permiten regular la actividad enzimática:
  1. **Disponibilidad de los cofactores.** En ausencia de los cofactores que requieren los enzimas son inactivos, luego regulando la disponibilidad de los cofactores se consigue regular la actividad de los enzimas.
  2. **Forma inactiva → Forma activa.** Muchos enzimas son sintetizados en forma inactiva y solo cuando son necesarios son transformados a sus formas activas. Este es el caso de la pepsina (activa) que es sintetizada en forma de pepsinógeno (inactivo).
  3. **Interacciones alostéricas:** además del centro activo, los enzimas alostéricos presentan un punto de unión para un modulador alostérico. El modulador puede ser un inhibidor o un activador del enzima. Los enzimas alostéricos suelen localizarse en los primeros pasos o en las ramificaciones de las rutas metabólicas (puntos clave para la regulación).
  4. **Retroinhibición:** es el principal mecanismo de regulación de la actividad enzimática. Consiste en que el producto final de una ruta metabólica actúa inhibiendo al primer enzima que interviene en la misma, bloqueando el proceso completo cuando la concentración del producto es elevada. En las rutas ramificadas el producto final de cada ramificación actúa inhibiendo el primer enzima que interviene en dicha ramificación.
  5. **Estimulación por el precursor.** Algunos enzimas se activan en presencia del sustrato sobre el cual actúan. Sólo con altas concentraciones del sustrato el enzima se vuelve activo.
  6. **Cambios del pH.** Como hemos visto, cada enzima tiene un pH para el cual su actividad es máxima. Manteniendo al enzima fuera de ese margen permanecerá inactivo.
  7. **Complejos multienzimáticos.** Estos complejos están formados por varios enzimas que intervienen en un mismo proceso. La existencia de estas agrupaciones facilita la regulación del conjunto y mejora la eficacia individual.
  8. **Compartimentación celular.** Cada proceso metabólico tiene una ubicación en el interior celular ya que los enzimas que lo catalizan se encuentran sólo en ese lugar. Esto facilita la regulación independiente de cada proceso y mejora su eficacia al requerirse menores cantidades de cada enzima.

El **enlace peptídico** es un enlace covalente y se establece entre el grupo carboxilo (-COOH) de un aminoácido y el grupo amino (-NH<sub>2</sub>) del aminoácido contiguo inmediato, con el consiguiente desprendimiento de una molécula de agua.

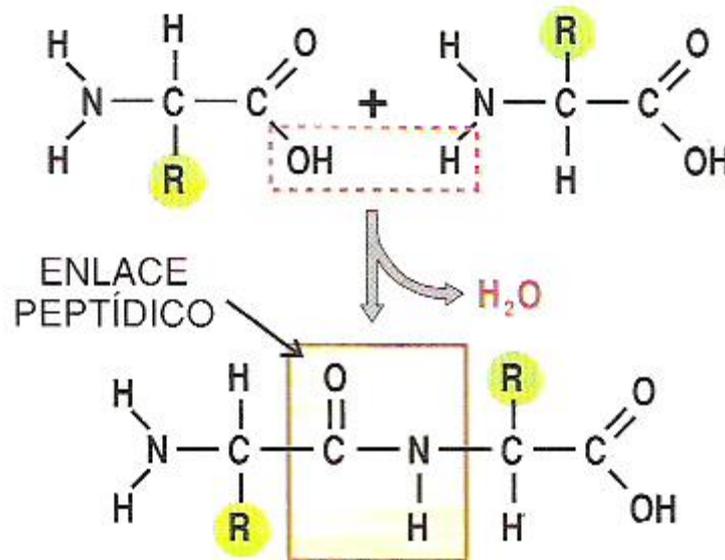
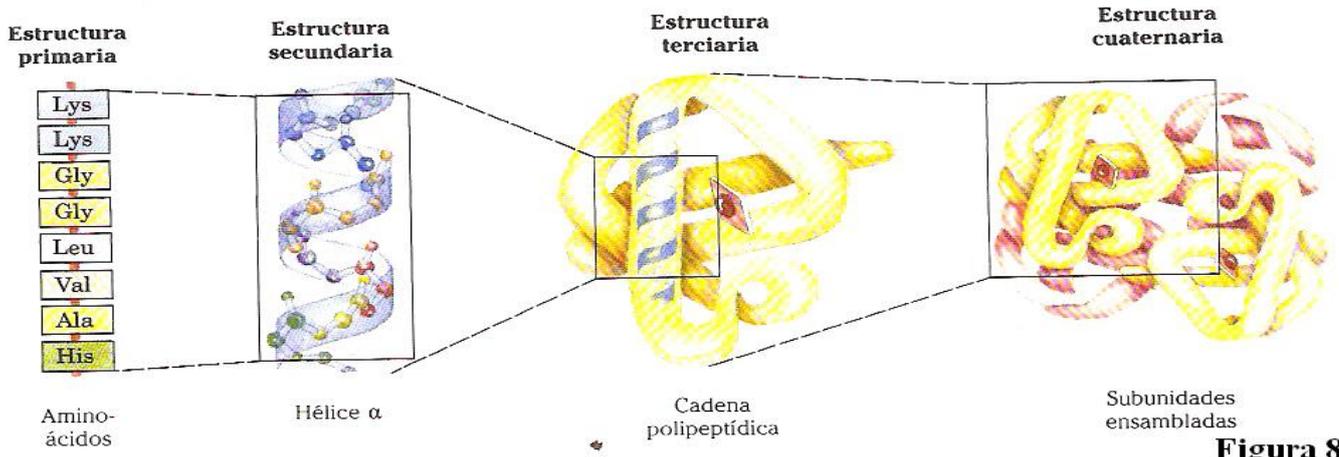


Figura 8.5

### ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

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

Cada uno de estos niveles se construye a partir del anterior.



**Figura 8.6**

# 5

## ÁCIDOS NUCLEICOS

### I. CONCEPTO

- Biomoléculas constituidas por C, H, O, N y P. Son macromoléculas formadas por la polimerización de nucleótidos. Son responsables del almacenamiento, interpretación y transmisión de la información genética. Se encuentran normalmente asociados a proteínas, formando nucleoproteínas.

### II. COMPONENTES DE LOS NUCLEÓTIDOS

#### A. Pentosas

- $\beta$ -D-ribofuranosa (ARN) y  $\beta$ -D-desoxiribofuranosa (ADN)

#### B. Bases nitrogenadas

- Compuestos heterocíclicos de C y N de carácter básico

##### 1. Bases pirimidínicas

- Citosina (2-oxi-4-aminopirimidina) (ARN y ADN)
- Uracilo (2,4-dioxipirimidina) (ARN)
- Timina (5-metil-2,4-dioxipirimidina) (ADN)

##### 2. Bases púricas

- Adenina (6-aminopurina) (ARN y ADN)
- Guanina (2-amino-6-oxipurina) (ARN y ADN)

#### C. Ácido fosfórico - ( $H_3PO_4$ )

### III. NUCLEÓSIDOS

#### A. Concepto

- Pentosa + Base nitrogenada

#### B. Enlace N-glucosídico

- Enlace N-glucosídico - C 1' de la pentosa y N 1 de las bases pirimidínicas y 9 de las púricas.

#### C. Nomenclatura

- Ribonucleósidos: Adenosina, Guanosina, Citidina y Uridina.
- Desoxirribonucleósidos: Desoxiadenosina, Desoxiguanosina, Desoxicitidina y Timidina.

### IV. NUCLEÓTIDOS

#### A. Concepto

- Nucleósido + A. ortofosfórico. Ésteres fosfóricos de los nucleósidos (suele ser en el C 5').

#### B. Nomenclatura

- Ribonucleótidos: AMP (adenosina monofosfato), GMP, CMP Y UMP.
- Desoxirribonucleótidos: dAMP (desoxiadenosina monofosfato), dGMP, dCMP Y dTMP.

#### C. Enlace fosfodiéster

- Enlace fosfodiéster 3'-5'. Es el enlace que sirve de unión entre los nucleótidos de un ácido nucleico. El mismo grupo fosfato esterifica al -OH en posición 3' de un nucleótido y al -OH en posición 5' de otro nucleótido. En una cadena polinucleotídica habrá siempre un extremo con el grupo 3' libre y el otro con el grupo 5' libre.

#### D. Otros nucleótidos de interés biológico (nucleótidos no nucleicos)

##### 1. AMP<sub>e</sub>

- Un grupo fosfato esterifica los -OH en posición 5' y 3'. Actúa como segundo mensajero, intermediario entre moléculas extracelulares (hormonas, neurotransmisores) y ciertas reacciones intracelulares que conducen a una respuesta celular.

##### 2. ATP y GTP (nucleotidos trifosfato)

- Moléculas con una elevada energía química potencial debido a los enlaces entre los grupos fosfato. Actúan como vectores energéticos en las reacciones metabólicas.

##### 3. FAD, FMN, NAD y NADP

- Coenzimas de las deshidrogenasas que intervienen en las reacciones metabólicas en las que hay transferencia de protones y electrones (reacciones de óxido-reducción). Todos ellos pueden aparecer en dos formas, una oxidada y otra reducida.
- FMN (Flavinmononucleótido) – derivado de la vitamina B2 (riboflavina)
- FAD (Flavinadeninucleótido) – derivado de la vitamina B2 (riboflavina)
- NAD (Nicotinadeninucleótido) – derivado de la niacina (factor PP)
- NADP (Nicotinadeninucleótido-fosfato) – derivado de la niacina (factor PP)

##### 4. Coenzima A

- Adenosina + difosfato + ácido pantoténico (vitamina) +  $\beta$ -aminoetanol.
- Interviene en la transferencia de grupos acilo en el metabolismo de los ácidos grasos.

### V. ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN)

#### A. Concepto

- Macromoléculas formadas por la polimerización de desoxirribonucleótidos, con desoxirribosa como pentosa y A, T, G y C como bases nitrogenadas. En el hombre pueden alcanzar 50 cm x 2 nm de anchura.

#### B. Estructura

##### 1. Estructura primaria

- Secuencia ordenada de desoxirribonucleótidos.
- La información contenida en el ADN depende de esta secuencia.

##### 2. Estructura secundaria (la doble hélice)

- R. Franklin y M.H.F. Wilkins (1950-53) – mediante experimentos de difracción de rayos X determinaron que el ADN tiene estructura helicoidal.
- E. Chargaff (1949-53) – Realizó análisis cuantitativo de las cuatro bases en muestras de ADN. Llegó a la conclusión de que la proporción de bases púricas y pirimidínicas era siempre la misma y que A/T=1, G/C=1.

- J.D. Watson y F. Crick (1953) – Elaboraron el modelo de la doble hélice del ADN:
  - Dos cadenas polinucleotídicas antiparalelas (una orientada en dirección 5'-3' y la otra 3'-5').
  - Complementarias (cada A de una cadena se une mediante dos puentes de hidrógeno a una T de la otra cadena y cada G se une mediante tres puentes de hidrógeno a una C; A=T, G≡C).
  - Arrollamiento helicoidal pleconómico (las cadenas están enrolladas alrededor de un eje imaginario y no pueden ser separadas sin desenrollarlas previamente). Paso de hélice 34 nm (10 bases).

### 3. Estructura terciaria

- ADN asociado a proteínas básicas, normalmente histonas.
- Constituye la cromatina que aparece en el núcleo de las células eucarióticas.
  - a. El collar de perlas**
    - Nucleosoma: octámero de histonas (2x H2A, H2B, H3 y H4)+ 200 pares de bases (140 alrededor del octámero). Resulta una fibra de ADN de 10 nm de grosor.
  - b. Estructura cristalina**
    - ADN asociado a protaminas que aparece en el núcleo de los espermatozoides de ciertos peces. El grado de empaquetamiento es mayor.

### 4. Empaquetamiento del ADN

- Fibra de 30 nm. Enrollamiento del collar de perlas sobre sí mismo.
- Solenoide, seis nucleosomas por vuelta. Estabilizado por las H1.
- Existen grados de empaquetamiento mucho mayores en la cromatina.

### C. Tipos de ADN

- ADN lineal bicatenario – Aparece asociado a proteínas (histonas) constituyendo la cromatina del núcleo de las células eucarióticas.
- ADN circular bicatenario – forma el nucleoide bacteriano, en el que aparece desnudo (no asociado a proteínas) y en cloroplastos y mitocondrias.
- ADN monocatenarios – aparecen en algunos virus.

### D. Función del ADN e importancia biológica

- El ADN es el portador de la información hereditaria.

#### 1. Concepto de gen

- Tradicionalmente se ha denominado gen a cada fragmento de ADN responsable de la determinación de una característica hereditaria concreta. Actualmente se considera que un gen es un fragmento de ADN que lleva la información necesaria para sintetizar una determinada cadena polipeptídica.

#### 2. Experimentos que demostraron el papel del ADN en la herencia

##### a. Experimentos de F. Griffith (1928)

- Descubrió el fenómeno de transformación en la bacteria *Streptococcus pneumoniae*. Esta bacteria presenta dos cepas diferentes: la cepa R, no virulenta, y la cepa S, que provoca neumonía. Griffith descubrió que la cepa R podía transformarse en virulenta al mezclarse con bacterias S fragmentadas.

##### b. Experimentos de Avery, MacLeod y McCarty (1943)

- Descubrieron que el ADN es el responsable de la transformación de *S. pneumoniae*.

##### c. Experimentos de Alfred D. Hershey y Martha Chase (1952)

- Demostraron, mediante marcaje radiactivo selectivo del ADN (usando <sup>35</sup>P) y de las proteínas (usando <sup>32</sup>S), que el ADN del fago T2 era la molécula que se introducía en la célula bacteriana para la reproducción viral.

### E. Duplicación del ADN

- El modelo de Watson y Crick apuntaba la posibilidad (por la complementariedad de las bases) de que las moléculas de ADN pudieran duplicarse para formar dos moléculas hijas idénticas.
- La replicación es el proceso que garantiza que cuando una célula se divide cada una de las células hijas reciba una copia exacta e íntegra de la información hereditaria de la célula madre.

#### 1. Tipos de replicación. Experimentos de Meselson y Stahl

- Cultivaron *Escherichia coli* en un medio en el que el nitrógeno presente era nitrógeno pesado (<sup>15</sup>N). Purificaron el ADN de varias generaciones de las bacterias cultivadas y lo centrifugaron en un gradiente de densidad.

#### 2. Replicación semiconservativa

- Los experimentos de Meselson y Stahl llevaron a la conclusión de que la replicación del ADN es un proceso semiconservativo en el que cada una de las moléculas hija contiene una hebra de la molécula original y otra neoformada.

#### 3. Proceso

- Requerimientos: A, G, C y T activadas (trifosforiladas en 5'); cebador (normalmente ARN; la ADN-polimerasa (ADN-polimerasa) solo es capaz de unir nucleótidos a un fragmento de ácido nucleico ya sintetizado); ADN patrón; Mg<sup>2+</sup>; enzimas que catalizan el proceso:

- Kornberg (1956) aisló en *E. coli* el enzima ADN-polimerasa capaz de provocar la replicación del ADN in vitro. Posteriormente se descubrió que en proceso de replicación intervienen distintas ADN-polimerasas.
- La ADN-polimerasa tiene varios centros activos: para la unión con la cadena molde; para la unión de los nucleótidos trifosfato; para el reconocimiento del -OH 3' del último nucleótido unido. Las ADN-polimerasas solo añaden nucleótidos en el extremo 3' (dirección 5'→3'). Las ADN polimerasas tienen también actividad exonucleasa, es decir, tienen capacidad de separar nucleótidos de los extremos de las cadenas.
- Además intervienen otros enzimas: helicasas (desespiralizan las dos cadenas); girasas y topoisomerasas (eliminan las tensiones); primasa (ARN polimerasa) para formar el cebador; y ligasa (une los fragmentos formados en la hebra de replicación discontinua).

- Etapas

- La replicación del ADN se basa en la complementariedad de las bases.
- La replicación es bidireccional: en una cadena la replicación es continua (hebra conductora), pero en la otra es discontinua (hebra retardada).
- 1ª etapa: iniciación  
La helicasa rompe los puentes de H entre las dos cadenas provocando la aparición de una burbuja de replicación. Las girasas y topoisomerasas eliminan las tensiones generadas por la separación de las cadenas y evi-

tan que éstas vuelvan a enrollarse. Puesto que el proceso es bidireccional, en cada extremo de la cadena se forma una horquilla de replicación. Las primasas sintetizan oligonucleótidos de ARN (5-30 nucleótidos) que servirán de cebadores a las ADN-polimerasa III. La ADN-polimerasa III añade el primer nucleótido (por complementariedad con la cadena molde) al extremo 3' del cebador.

▪ 2ª etapa: elongación

La ADN-polimerasa avanza un nucleótido en la dirección de síntesis, reconoce el siguiente nucleótido de la cadena molde y coloca el nucleótido complementario; ahora cataliza la formación del enlace fosfodiéster con el nuevo nucleótido obteniendo la energía necesaria de la separación de los dos grupos fosfato sobrantes (recuerda que se van uniendo nucleótidos trifosfato).

La hebra conductora es de crecimiento continuo puesto que la horquilla se va abriendo en el mismo sentido que la ADN-polimerasa III añade los nucleótidos. Sin embargo en la hebra retardada, a partir del cebador la ADN-polimerasa III sintetiza unos 1000 nucleótidos de ADN, alejándose de la horquilla de replicación, formándose el denominado fragmento de Okazaki. Según se va abriendo la horquilla se sintetizan nuevos fragmentos, por lo que podemos decir que la hebra retardada es de crecimiento discontinuo.

Después, otra ADN-polimerasa (la ADN-pol I) distinta retira los fragmentos de ARN que han hecho de cebador y rellena los huecos con nucleótidos de ADN. La ligasa se encargará de empalmar los fragmentos.

▪ 3ª etapa: terminación

La elongación finaliza en las células eucarióticas cuando la horquilla de replicación alcanza a la adyacente y en las células procariotas cuando se encuentran los dos extremos que iban creciendo en sentidos puestos.

Finalizada la elongación se eliminan los últimos cebadores y se sustituyen por nucleótidos de ADN de una forma semejante a la mencionada anteriormente.

En las células eucarióticas en este proceso de terminación tiene que intervenir un nuevo enzima, la telomerasa, que añaden a los extremos del cromosoma secuencias de ADN repetitivo no codificante (denominadas telómeros).

- Diferencias en el proceso en células procariotas y eucariotas

- En general el proceso es más complejo en células eucariotas debido a que el ADN se encuentra íntimamente asociado a las histonas.
- En la replicación del ADN en procariotas interviene tres ADN-polimerasas (I, II y III), mientras que en las eucarióticas intervienen cinco ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\epsilon$ ).
- En general, en las células eucarióticas intervienen muchas más proteínas en el proceso.
- En procariotas hay sólo un punto de origen (marcado por una secuencia específica de nucleótidos reconocido por la ADN-polimerasa), mientras que en las eucariotas existen múltiples puntos en cada cromosoma (hasta 30.000).

**VI. ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)**

**A. Concepto**

- Macromoléculas formadas por la polimerización de nucleótidos, con ribosa como pentosa y A, U, G y C como bases nitrogenadas. Son más frecuentes que en el ADN otro tipo de bases.
- Menor peso molecular que el ADN. Sus funciones están relacionadas con la interpretación del mensaje genético.

**B. ARN de Transferencia (ARNt)**

- 10% del total de ARN de la célula. 75-95 nucleótidos. Posee hasta un 10% de bases diferentes de las comunes. Aporta aminoácidos durante la síntesis de las proteínas.

**1. Estructura secundaria**

- Cada molécula posee zonas de complementariedad (brazos) y otras no apareadas (bucles).
- Cada bucle tiene una función: unión al ribosoma; reconocimiento de las aminoacil ARNt sintetazas; anticodon.

**2. Especificidad de los ARNt (anticodon)**

El anticodon es una secuencia de tres nucleótidos que determina qué aminoácido se une la ARNt. El aminoácido correspondiente se une al único brazo que no tiene bucle y que se conoce como brazo aceptor del aminoácido.

**C. ARN Mensajero (ARNm)**

- 2-5 % del total del ARN de la célula. Son moléculas lineales que se forman en el núcleo por complementariedad a partir de un gen (transcripción). Llevan una copia del mensaje genético contenido en el ADN al citoplasma, donde se encuentran los ribosomas que lo emplearán como molde en el proceso de síntesis de proteínas (traducción).

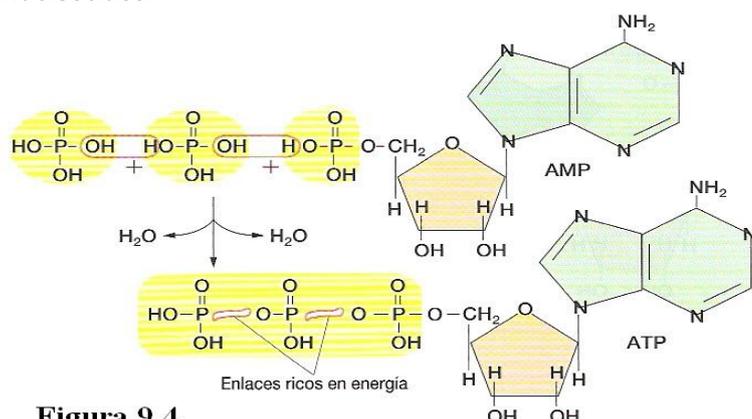
**D. ARN Ribosómico (ARNr)**

- 80-85 % del ARN celular. Tiene zonas plegadas en doble cadena. Se asocia a proteínas para constituir los ribosomas. Existen varios ARNr que se diferencian en su peso molecular (y en su coeficiente de sedimentación (Svedberg)).

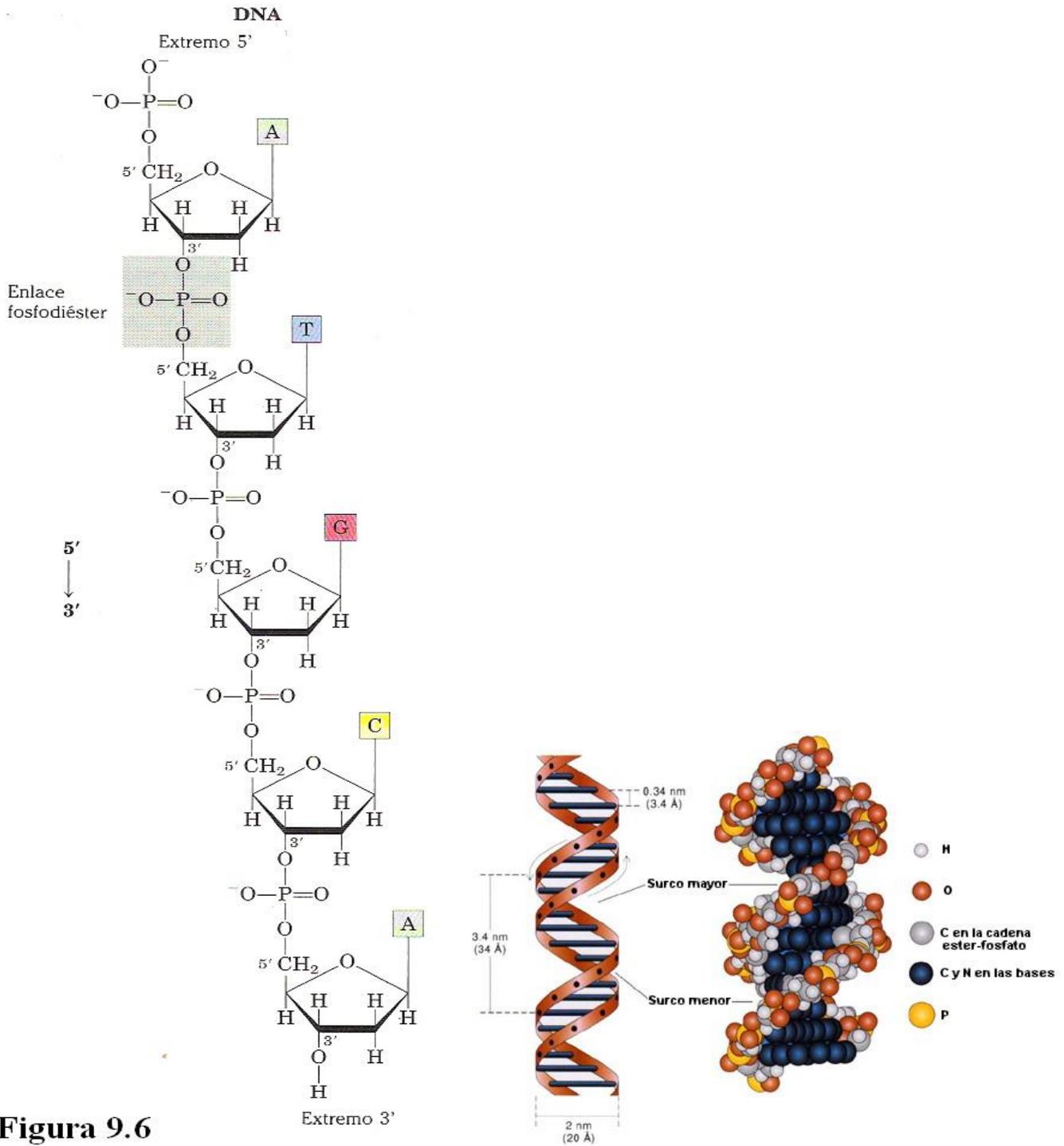
**E. ARN Nucleolar (ARNn)**

- Son moléculas precursoras de los ARN que forman los ribosomas.

**Nucleótidos:**



**Figura 9.4**



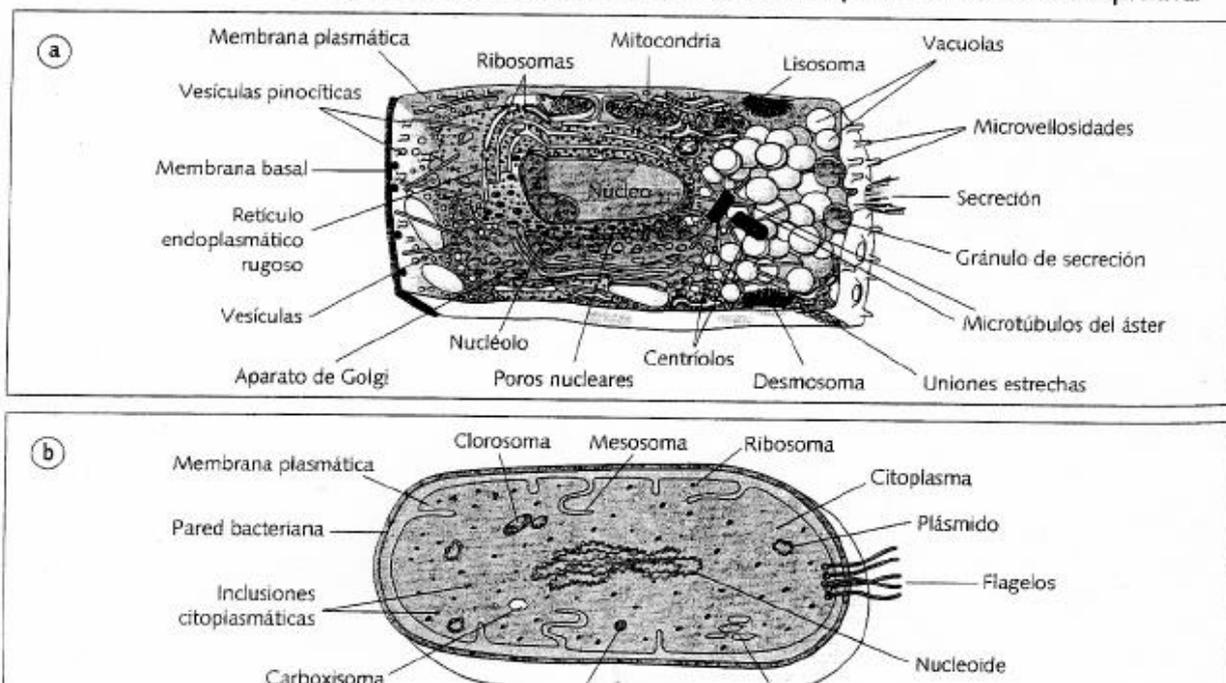
**Figura 9.6**

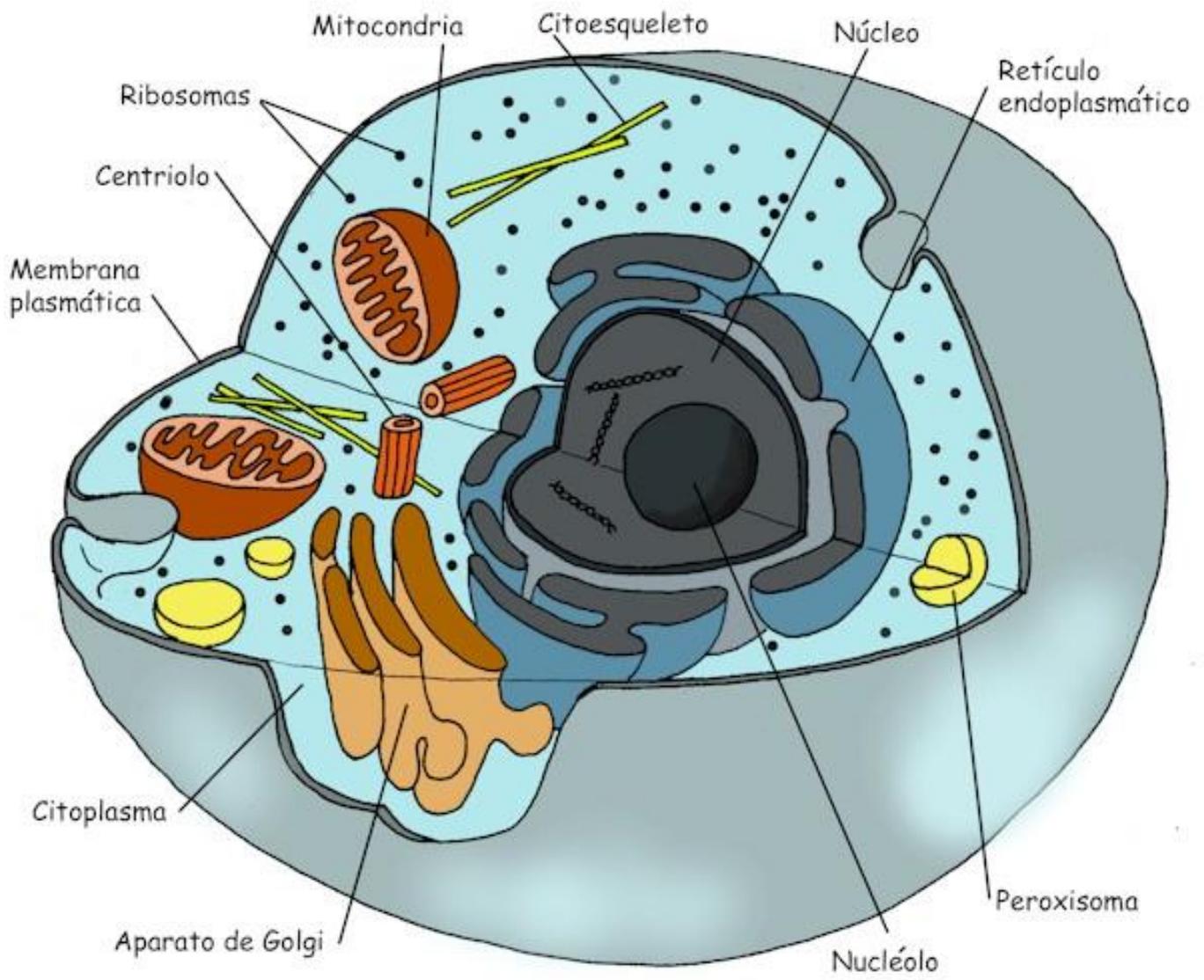
## TEMA 6: INTRODUCCIÓN A LA CÉLULA

CÉLULAS PROCARIOTAS	CÉLULAS EUCARIOTAS
Miden entre 1 y 5 micras.	Son más grandes. Muchas miden entre 20 y 50 $\mu$ , la yema del huevo de gallina 2 cm, algunas neuronas más de 1 metro, etc.
Tienen pocas formas: esféricas (cocos), de bastón (bacilos), de coma ortográfica (vibrones), o de espiral (espirilos). Siempre son unicelulares, aunque pueden formar colonias.	Tienen formas muy variadas. Pueden constituir organismos unicelulares o pluricelulares. En éstos hay células muy especializadas y, por ello, con formas muy diferentes.
Membrana de secreción gruesa y constituida de mureína. Algunas poseen además una cápsula mucosa que favorece que las células hijas se mantengan unidas formando colonias.	Las células vegetales tienen una pared gruesa de celulosa. Las células animales pueden presentar una membrana de secreción, denominada matriz extracelular, o carecer de ella.
Los orgánulos membranosos son los mesosomas. Las cianobacterias presentan, además, los tilacoides. Las membranas no poseen colesterol.	Los orgánulos membranosos son: el retículo endoplasmático, aparato de Golgi, vacuolas, lisosomas, mitocondrias, cloroplastos (sólo en algunas células) y peroxisomas.
Las estructuras no membranosas son los ribosomas, de 70 S. Algunas presentan vesículas de paredes proteicas (vesículas de gas, carboxisomas y clorosomas).	Las estructuras no membranosas son los ribosomas de 80 S, citoesqueleto y, en las animales, además centriolos.
No tienen núcleo. El ADN está condensado en una región del citoplasma denominada nucleóide. No se distinguen nucleólos.	Sí tienen núcleo y dentro de él uno o más nucleólos.
El ADN es una sola molécula circular de doble hélice que aunque puede estar asociada a proteínas, no forma nucleosomas. Este ADN equivale a un único cromosoma. Además presentan plásmidos, pequeños ADN circulares de doble hebra. El ARNm no presenta maduración. La transcripción y la traducción se realizan en el mismo lugar.	El ADN es lineal y de doble hélice y está asociado a histonas formando nucleosomas. Cada fibra de ADN al condensarse forma un cromosoma. Además hay ADN circular de doble hebra en los cloroplastos y en las mitocondrias. El preARN <sup>m</sup> experimenta maduración. La transcripción se realiza en el núcleo y la traducción en el citoplasma.
No hay mitosis. El citoplasma se divide por bipartición. La reproducción es de tipo asexual. Puede haber fenómenos de parasexualidad (intercambio de material genético).	El núcleo se divide por mitosis o por meiosis. El citoplasma se divide por bipartición, esporulación, gemación o pluripartición. La meiosis, que genera gametos o meiosporas, permite la reproducción sexual.
El catabolismo puede ser por fermentación, por respiración aeróbica o por respiración anaeróbica. Se realiza en los mesosomas.	El catabolismo siempre es por respiración aeróbica. Se realiza en las mitocondrias. Sólo ocasionalmente puede haber fermentación.
La fotosíntesis se da en algunas bacterias, es anoxigénica y se realiza en los mesosomas. En las cianobacterias es oxigénica y se da en los tilacoides.	La fotosíntesis sólo se da en algunas células vegetales, siempre es oxigénica, y se realiza en los cloroplastos de las células vegetales.
No realizan fagocitosis, ni pinocitosis, ni digestión intracelular, ni presentan corrientes citoplasmáticas.	Presentan corrientes citoplasmáticas y digestión intracelular de sustancias externas o internas. Muchos tipos de células animales presentan además fagocitosis y pinocitosis.
Algunas bacterias obtienen la energía a partir de la oxidación de compuestos inorgánicos (quimiosíntesis).	No realizan quimiosíntesis.

**CUADRO I.** Diferencias entre células procariotas y células eucariotas.

a) Célula eucariota: epitelial secretora. b) Célula procariota: bacteria Gram positiva.





# Ultraestructura de la célula animal

**Los lisosomas** son sacos que contienen elevadas concentraciones de enzimas hidrolíticas (digestivos). Estos enzimas se guardan apartados del contenido celular, ya que de lo contrario lo destruirían y se mantienen inactivos por un entorno alcalino en el interior del lisosoma. Son especialmente abundantes en células con una gran actividad fagocítica, como algunos leucocitos.

**Los ribosomas libres** son el lugar de síntesis proteica, principalmente para proteínas destinadas a uso intracelular. Puede haber 50 000 o más en una célula eucariótica típica.

**La vesícula endocítica** puede contener moléculas o estructuras demasiado grandes para cruzar la membrana por transporte activo o por difusión.

**Los microtúbulos** son tubos huecos de la proteína *tubulina*, de unos 25 nm de diámetro. Están implicados en el transporte intracelular (p. ej., el movimiento de mitocondrias), tienen un papel estructural como parte del citoesqueleto y son componentes de otras estructuras especializadas, como los centriolos y los cuerpos basales de cilios y flagelos.

**El núcleo** es el centro de regulación de las actividades celulares, ya que contiene el material hereditario, ADN, que lleva la información para la síntesis de proteínas. El ADN está unido a proteínas histonas para formar la cromatina. El núcleo contiene uno o más nucléolos, en los que se fabrican las subunidades de los ribosomas, el ARN ribosómico y el ARN transferente. El núcleo está rodeado de una membrana nuclear doble, cruzada por una serie de poros nucleares. El núcleo se continúa con el retículo endoplásmico. Generalmente, sólo hay un núcleo por célula, aunque puede haber muchos en células muy grandes como las del músculo estriado (esquelético). Estas células multinucleares se llaman cenocitos.

**La mitocondria** es el lugar de la respiración aerobia. Las mitocondrias tienen una membrana interna muy plegada en la que se encuentran las proteínas de la cadena transportadora de electrones, responsable de la síntesis de ATP por fosforilación oxidativa. La matriz mitocondrial contiene los enzimas del ciclo CAT, un importante «eje» metabólico. Estos orgánulos abundan en células que son activas físicamente (*músculo esquelético*) y metabólicamente (*hepatocitos*).

**Las microvellosidades** son extensiones de la membrana plasmática que incrementan el área superficial de la célula. Son muy comunes en células con una elevada capacidad de absorción, como las células intestinales o las células del *túbulo contorneado proximal de la nefrona*. En conjunto, las microvellosidades representan para la célula un *borde en cepillo*.

**El peroxisoma** pertenece al grupo de las vesículas conocidas como *microcuerpos*. Cada uno de éstos contiene enzimas oxidativas como la *catalasa* y son particularmente importantes en el retraso del envejecimiento celular.

**Los centriolos** son un par de estructuras, mantenidas en ángulo recto entre sí, que actúan como organizadores del huso nuclear en la preparación para la separación de cromosomas o cromátidas durante la división nuclear.

**Vesícula secretora** sufriendo exocitosis. Puede llevar un producto sintetizado por la célula (como una proteína empaquetada en el aparato de Golgi) o los productos de la degradación en lisosomas. Las vesículas secretoras son abundantes en células con una elevada actividad de síntesis, como las células de los *Isloles de Langerhans*.

**El retículo endoplásmico liso** es una serie de sacos aplanados y láminas que constituyen el lugar de síntesis de esteroides y otros lípidos.

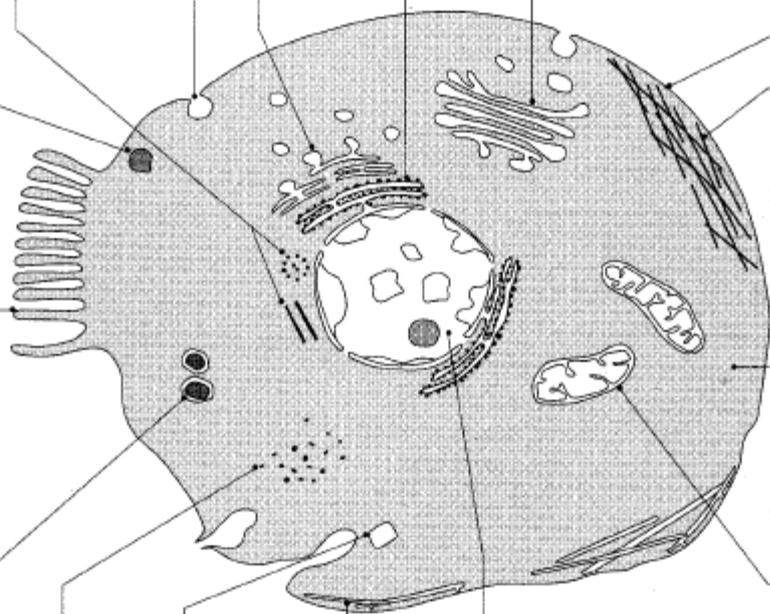
**El retículo endoplásmico rugoso** se llama así por los muchos ribosomas fijados a su superficie. Este sistema de membrana intracelular contribuye a la compartimentación celular y transporta proteínas sintetizadas en los ribosomas, hacia los cuerpos del Golgi para su empaquetamiento con fines de secreción.

**El aparato de Golgi** consiste en una pila de sacos llamados *cisternas*. Modifica una serie de productos celulares que le son entregados, encerrándolos a menudo en vesículas para secretarlos. Entre estos productos se incluyen el tripsinógeno (de las *células acinares pancreáticas*), la insulina (de las *células beta de los Isloles de Langerhans*) y la mucina (de las *células en copa de la traquea*). El Golgi está implicado también en la modificación de lípidos en células del ileon y participa en la formación de lisosomas.

**Los microfilamentos** son fibras de la proteína actina. Generalmente se sitúan en haces justo por debajo de la superficie celular y desempeñan un papel en endocitosis y exocitosis, y, posiblemente, en la motilidad celular.

**El citoplasma** es principalmente agua, con muchos solutos, incluyendo glucosa, proteínas e iones. Está penetrado por el citoesqueleto, que es el principal soporte arquitectónico de la célula.

**El plasmalema (membrana plasmática)** constituye la superficie de la célula y representa el contacto con su entorno. Tiene una permeabilidad diferencial y regula el movimiento de solutos entre la célula y su entorno. Hay muchas especializaciones de la membrana, a menudo concernientes a su contenido proteico.



# La célula vegetal típica

contiene cloroplastos y una vacuola permanente y está rodeada por una pared celular de celulosa.

**El cloroplasto** es el lugar de fotosíntesis. Es uno de los numerosos plastidios, desarrollados todos a partir de *protoplastidios*, que son orgánulos pequeños de color claro o incoloros.

Otros plastidios típicos de células complejas son los *chromoplastos*, que se pueden desarrollar a partir de cloroplastos por reorganización interna. Los cromoplastos tienen color debido a la presencia de pigmentos carotenoides y son los más abundantes en células de pétalos de flores o pieles de frutos.

**Los leucoplastos** son un tercer tipo de plastidio común en células de plantas superiores; incluyen *amiloplastos*, que sintetizan y almacenan almidón, y *oleoplastos*, que sintetizan aceites.

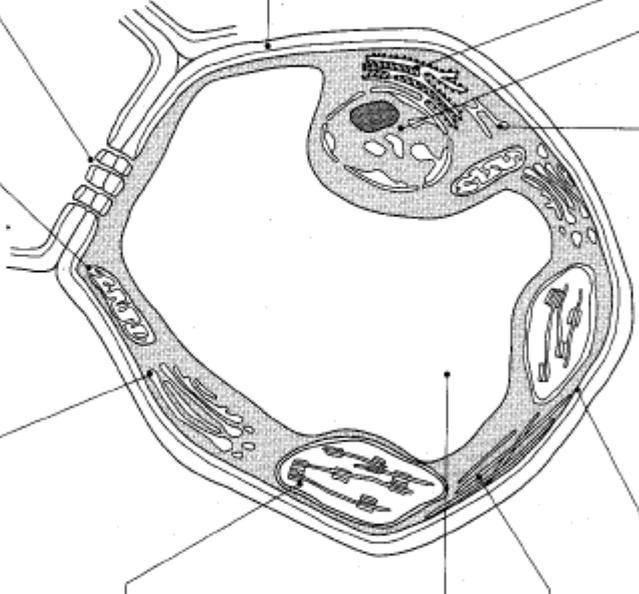
**La vacuola** puede ocupar el 90 % del volumen de una célula vegetal madura. Está llena de savia celular (una solución de sales, azúcares y ácidos orgánicos) y ayuda a mantener la presión de turgencia dentro de la célula. La vacuola contiene también antocianinas, pigmentos responsables de muchos de los colores rojo, azul y púrpura de las flores. La vacuola también contiene enzimas implicados en el reciclado de componentes celulares como los cloroplastos. La membrana de la vacuola se llama *tonoplasto*.

**Los microtúbulos** son estructuras huecas (de unos 25 nm de diámetro) compuestas por la proteína tubulina. Existen justo por debajo de la membrana plasmática, donde pueden ayudar en la adición de celulosa a la pared celular. Están implicados también en el flujo citoplasmático de orgánulos como las vesículas del Golgi y los cloroplastos, y forman los husos y placas celulares de las células en división.

**La membrana plasmática (plasmalema, membrana de la superficie celular)** es la superficie celular de permeabilidad diferencial, responsable del control de los movimientos de soluto entre la célula y su entorno. Es lo bastante flexible como para acercarse o alejarse de la pared celular según varíe el contenido de agua del citoplasma. La membrana es responsable también de la síntesis y ensamblaje de los componentes de la pared celular.

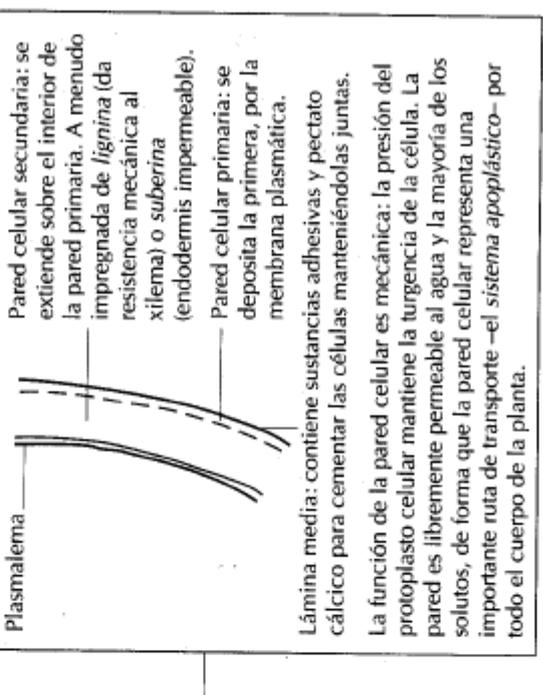
**El aparato de Golgi (dictiosoma)** sintetiza polisacáridos y los empaqueta en vesículas que migran a la membrana plasmática para su incorporación final a la pared celular.

**Las mitocondrias** contienen los sistemas enzimáticos para la síntesis de ATP por fosforilación oxidativa. Pueden ser abundantes en las células acompañantes del tubo criboso, células epidérmicas de la raíz y células meristemáticas en división.



**Los plasmodesmos** son porciones diminutas de citoplasma que pasan a través de poros de la pared celular y conectan los protoplastos de células adyacentes. Esto representa la vía *simplástica* del movimiento de agua y solutos por todo el cuerpo de la planta. Estas conexiones citoplasmáticas célula-célula son importantes en la supervivencia celular durante períodos de sequía. El retículo endoplásmico de células adyacentes está también en contacto a través de estas porciones de citoplasma.

**La pared celular** está compuesta por largas moléculas de celulosa agrupadas en haces llamados *microfibrillas* que, a su vez, se enrollan en *macrofibrillas* como cuerdas. Las microfibrillas están insertas en una matriz de *pectinas* (que son muy adhesivas) y *hemicelulosas* (que son muy fluidas). Puede existir una *pared celular secundaria*, en cuyo caso la cubierta más externa de la célula se organiza como:



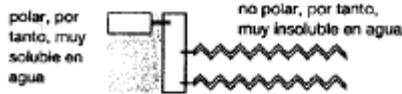
**El retículo endoplásmico rugoso** es el lugar de síntesis (en los ribosomas adheridos a él), almacenamiento y preparación de proteínas para su secreción. El retículo endoplásmico (R.E.) participa también en la compartimentación de la célula.

**El núcleo** está rodeado por la envuelta nuclear y contiene el material genético, ADN, asociado con proteínas histonas para formar la cromatina. Así, el núcleo controla la actividad de la célula mediante su regulación de la síntesis proteica. El nucleolo es el lugar de síntesis de ARN transferente, ARN ribosómico y subunidades ribosómicas.

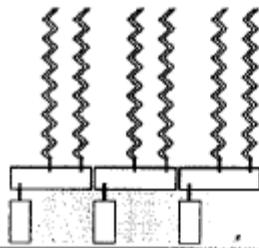
**El retículo endoplásmico liso** es el lugar de síntesis y secreción de lípidos.

# Los componentes estructurales de las membranas permiten fluidez, transporte y reconocimiento selectivos, integridad y compartimentación.

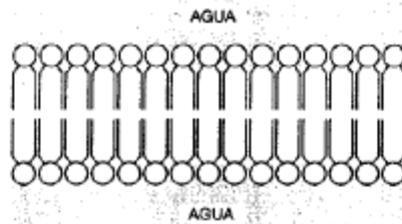
A causa de las diferentes propiedades de solubilidad de los dos extremos de las moléculas de fosfolípidos ...



... estas moléculas forman una capa en la superficie del agua



y una **bicapa de fosfolípidos** puede actuar como barrera entre dos entornos acuosos.



Las **cabezas hidrofílicas** apuntan hacia el exterior: forman puentes de hidrógeno con el agua.

Las **colas hidrofóbicas** apuntan unas hacia otras: esto maximiza las atracciones hidrofóbicas y excluye el agua.

La **composición lipídica** influye en la fluidez de la membrana: las colas de los ácidos grasos insaturados están «torcidas», limitan el empaquetamiento compacto de las colas hidrofóbicas **incrementando** así la fluidez, pero el colesterol puede interferir con el movimiento lateral de las colas hidrofóbicas y **reducir** de este modo la fluidez de la membrana.

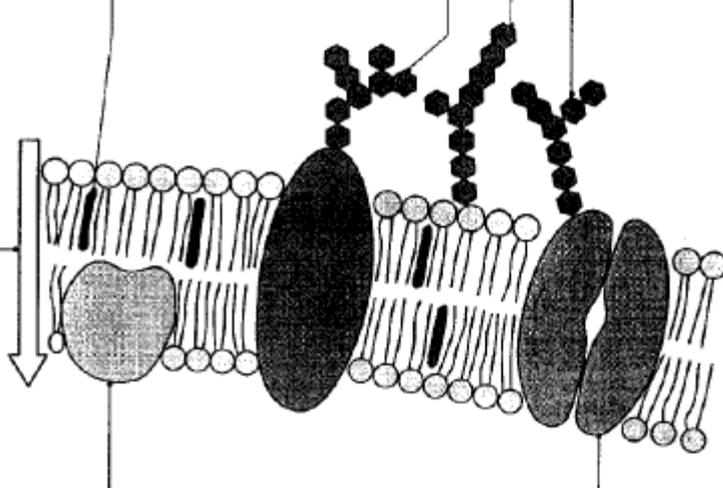
Los **hidratos de carbono de superficie** (en conjunto el **glucocálix**) son, generalmente, oligosacáridos dispuestos para ayudar en funciones de reconocimiento celular.

La **difusión a través de la bicapa lipídica** es responsable del movimiento de **moléculas pequeñas sin carga**.

Así, el  $O_2$ , el  $H_2O$ , el  $CO_2$ , la urea y el etanol cruzan rápidamente (se «cuelan entre») las cabezas polares de los fosfolípidos, disolviéndose entonces en los lípidos de una cara de la membrana y emergiendo en la otra.

Las **moléculas cargadas o grandes** no pueden cruzar la bicapa lipídica.

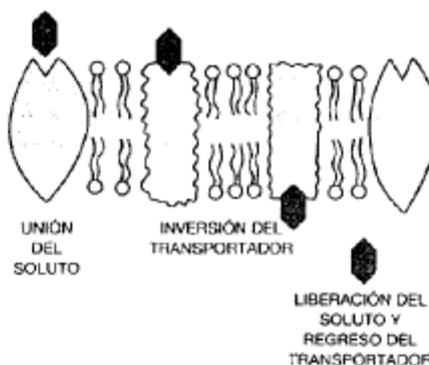
Así, el  $Na^+$ , el  $K^+$ , el  $Cl^-$ , el  $HCO_3^-$  y la glucosa no cruzan de esta forma.



El **transporte activo** utiliza una **proteína transportadora** para mover un soluto a través de una membrana, pero **se requiere energía**, ya que el transporte es **en contra de un gradiente de concentración**. Normalmente, el ATP se hidroliza y la unión del grupo fosfato al transportador cambia la conformación de la proteína de tal manera que la molécula de soluto es desplazada a través de la membrana.

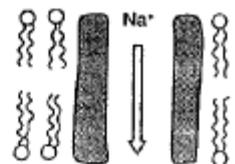
La **difusión facilitada** utiliza una **proteína transportadora** para transferir una molécula a través de una membrana **a lo largo** de su gradiente electroquímico. La unión del soluto altera la conformación del transportador, así que su posición en la membrana cambia y la molécula de soluto es descargada en la otra cara de la membrana. La captación de glucosa por los eritrocitos ocurre de esta forma.

Nota: **No se requiere ATP**, ya que **no hay consumo de energía**.



**Difusión a través de canales acuosos en proteínas de poro:**

Las proteínas transmembrana pueden tener canales acuosos, a través de los cuales puedan pasar moléculas cargadas y evitar así las colas hidrofóbicas de las moléculas de fosfolípidos.



Algunos canales están abiertos todo el tiempo, pero otros tienen una **compuerta** (se abren y cierran sólo en respuesta a un estímulo, tal como un cambio en el potencial eléctrico de membrana). Estos **canales con compuerta** son vitales para el funcionamiento de nervios y músculos, donde los movimientos de  $Na^+$ ,  $K^+$  y  $Ca^{2+}$  inician la transferencia de información.

# Los sistemas de membrana celular

son importantes en la división intracelular del trabajo. Permiten la compartimentación y por tanto la eficacia mediante ubicaciones de vías multienzimáticas.

**La pinocitosis reversa (exocitosis) libera el contenido de vesículas al medio extracelular.**

**Membrana plasmática**

**El lisosoma** contiene enzimas hidrolíticas que pueden digerir los materiales ingeridos, orgánulos sobrantes (**autofagia**) o células enteras (**autólisis**).

**El sistema trans Golgi** separa productos listos para su inclusión en vesículas secretoras o en lisosomas.

**La pila de cisternas del Golgi** «procesa» moléculas, a menudo por adición o modificación de «señales» de carbohidratos que dirigen las moléculas al compartimento celular adecuado.

**El sistema cis Golgi** recoge sacos del R.E. Cualquier molécula mal dirigida, p. ej., componentes de sistemas enzimáticos del R.E., es devuelta al retículo endoplásmico.

**Síntesis de proteínas en los ribosomas del R.E.** Las proteínas recién sintetizadas llevan una «señal» que asegura que entren en la cisterna listas para ser empaquetadas en una vesícula y llevadas al aparato de Golgi.

**El ARN mensajero** lleva el mensaje codificado para la síntesis de proteínas desde el núcleo hasta los ribosomas.

**El nucléolo** es el lugar de fabricación de las subunidades ribosómicas. Se dispersa en preparación de la división nuclear y se ensambla de nuevo al final de la telofase.

**El nucleoplasma** contiene una variedad de solutos, incluyendo nucleósidos trifosfato para síntesis de ADN y ARN y el complejo enzimático (ADN polimerasa), que regula la replicación y reparación del ADN.

**El núcleo** contiene información codificada para la síntesis de proteínas, en forma de una serie de genes en los cromosomas.

**La cromatina** es el material genético que contiene la información codificada para la síntesis de proteínas en la célula. Está compuesta por ADN unido a proteínas básicas llamadas **histonas**. El ADN y las histonas están organizados en **nucleosomas**. Durante la división nuclear, la cromatina se condensa para formar los **cromosomas**, mientras que la cromatina que contiene ADN que se está «expresando» (transcribiendo a ARNm) se hace visible como fibras enrolladas de forma más laxa llamadas **eucromatina**.

**Las vesículas exocíticas** contienen productos para exportar, p. ej., mucoproteínas de las células en copa, tripsinógeno de las células acinares pancreáticas y carbohidratos complejos para la síntesis de la pared celular vegetal.

**El retículo endoplásmico (R.E.)** tiene otras funciones muy variadas:

1. **Síntesis de lípidos**, p. ej., reensamblaje de grasas en el epitelio intestinal.
2. **Síntesis de esteroides**, p. ej., en células que segregan hormonas esteroides.
3. **Control de la concentración de Ca<sup>2+</sup>** en células de músculo esquelético.

Las funciones 1, 2 y 3 se dan en el R.E. liso.

4. **Superficie para sistemas enzimáticos**, p. ej., el sistema oxidante que detoxifica el alcohol y otras drogas en el hígado.

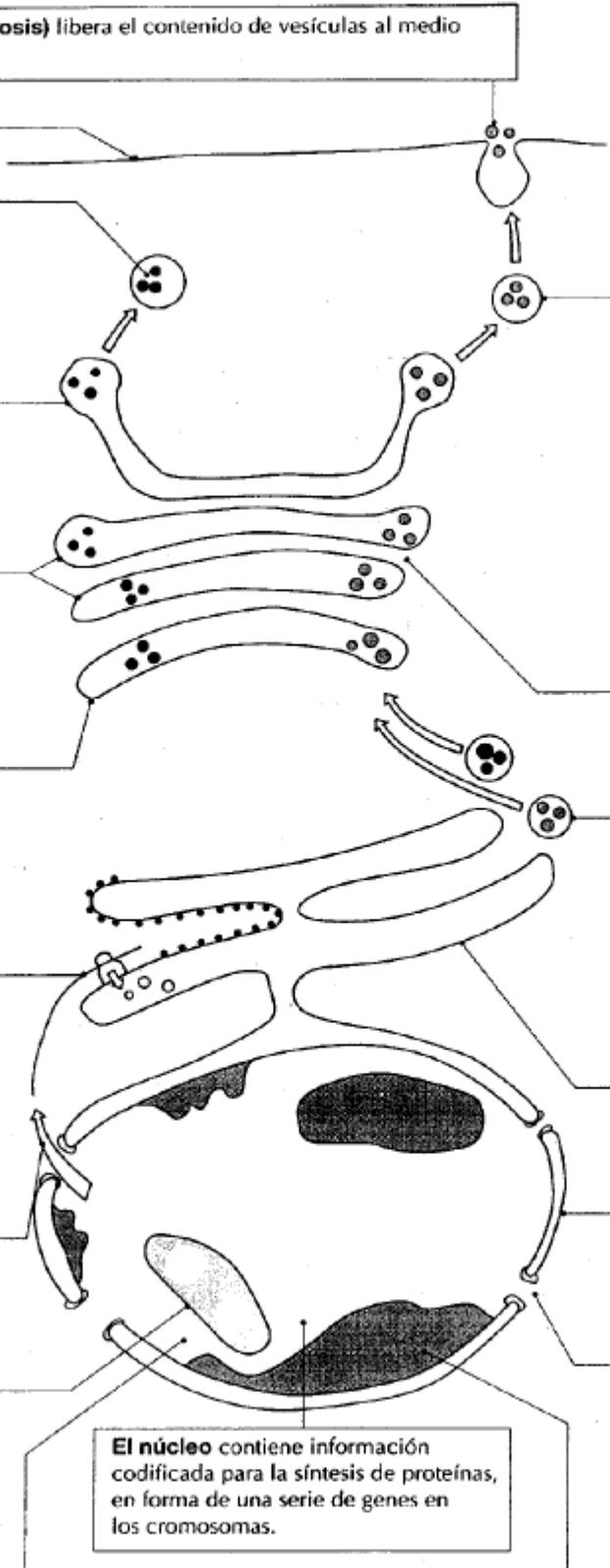
**Las moléculas de producto** se transportan a través de la pila en una secuencia definida con precisión.

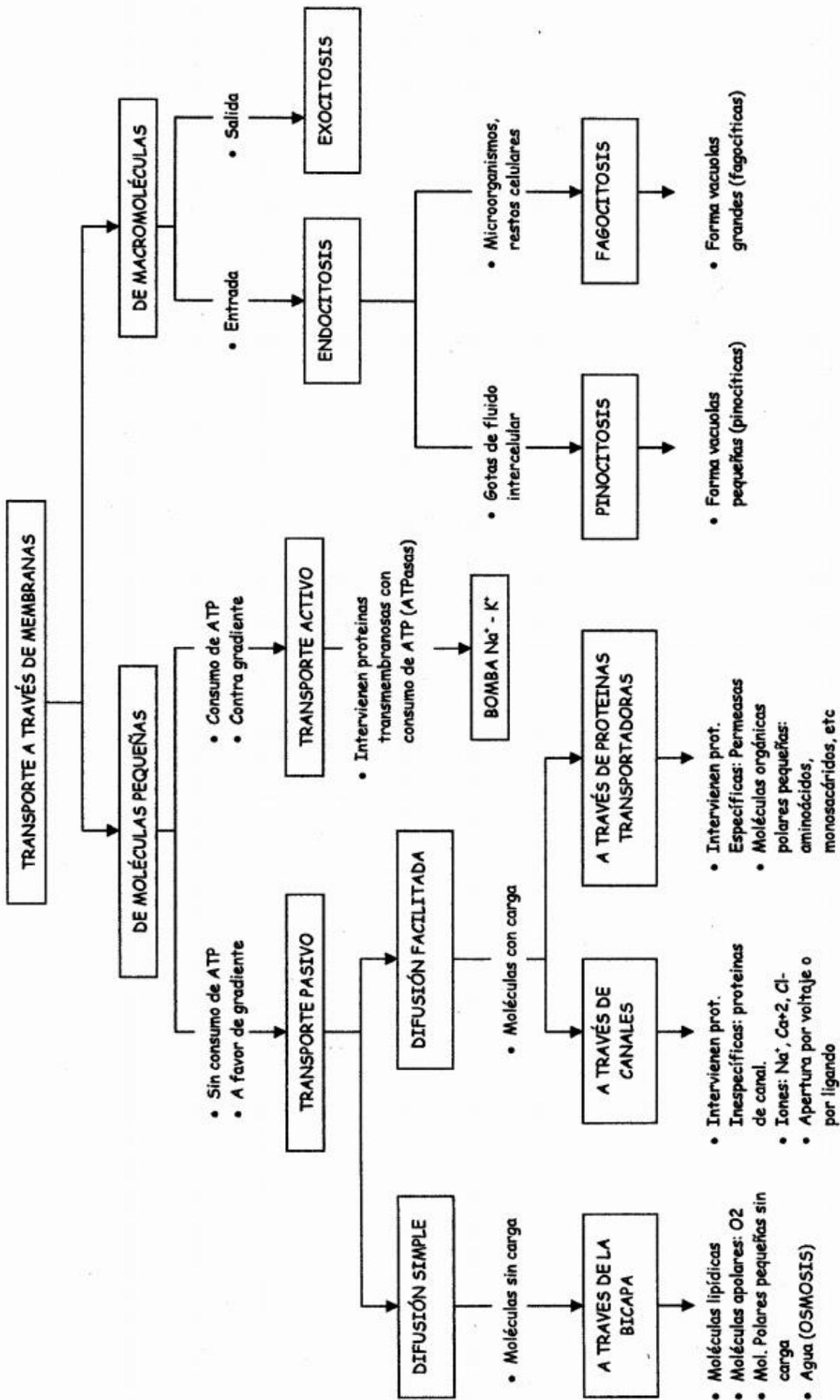
**Del retículo endoplásmico** «brotan» sacos membranosos que contienen productos de su metabolismo. Estos productos incluyen proteínas y lípidos, y pueden ser para exportar (●) o para su uso dentro de la célula (●).

**La cisterna** es un espacio encerrado entre las membranas del R.E.

**La envoltura nuclear** es una doble membrana, donde la más externa se continúa con el R.E.

**Los poros nucleares** pueden regular la entrada (p. ej., proteínas ribosómicas) y la salida (p. ej., subunidades ribosómicas, ARN mensajero) de moléculas al/del núcleo.





## LA MEMBRANA PLASMÁTICA

Es el límite entre los medios intra y extracelular. Presenta cierta permeabilidad y consigue mantener unas condiciones fisicoquímicas constantes en el interior de la célula.

### Composición

52% Proteínas.

40% Lípidos (fosfolípidos y colesterol fundamentalmente).

8% Polisacáridos, asociados a los lípidos y a las proteínas.

### Estructura microscópica (membrana unitaria)

Al M.E. aparece como una delgada lámina de 75 Å formada por dos bandas oscuras de 20 Å entre las cuales hay una banda clara de 35 Å.

### Arquitectura molecular

- Modelo de Davson y Danielli (1940)

Bicapa lipídica (con los polos hidrófobos enfrentados) recubierta interna y externamente por una capa continua de proteínas.

- Modelo del mosaico fluido (Singer y Nicolson 1972)

Bicapa lipídica con los extremos apolares enfrentados y las cabezas polares orientadas hacia el medio intra y extracelular.

Proteínas periféricas dispuestas en ambas superficies. Proteínas integrales atraviesan do total o parcialmente la bicapa (regiones hidrófilas en contacto con el medio intra o extracelular y las hidrófobas en la región hidrofóbica de la bicapa lipídica).

Polisacáridos unidos a las proteínas y a los lípidos en la superficie externa.

Los componentes de la membrana no tienen posiciones fijas, sino que pueden experimentar desplazamientos laterales.

A esta propiedad se debe el nombre que recibe este modelo de la membrana plasmática.

### Cubierta celular (glucocálix)

Las dos láminas de la membrana plasmática son diferentes en cuanto a composición química. La superficie que está en contacto con el medio extracelular posee abundantes oligosacáridos unidos a lípidos y a proteínas formando glucolípidos y glucoproteínas. Las cadenas glucídicas de las glucoproteínas, junto a las de los glucolípidos, forman la cubierta celular.

### Funciones

La membrana plasmática desempeña básicamente tres funciones: ① control del transporte de sustancias, ② reconocimiento celular, ③ recepción y transmisión de estímulos.

① Para mantener las condiciones del interior de la célula constantes, la membrana plasmática controla el intercambio de sustancias a su través. Esta capacidad de controlar las sustancias que la atraviesan se conoce como permeabilidad selectiva. Los procesos mediante los cuales pueden atravesar sustancias la membrana celular son:

- Osmosis. Entrada y salida de agua al comportarse como una membrana semipermeable.
- Difusión simple. A favor de gradiente. No hay gasto de energía. Pequeñas moléculas apolares y gases.
- Difusión facilitada. A favor de gradiente pero favorecido por proteínas transmembranosas específicas (canales y permeasas). No hay gasto de energía. Pequeñas moléculas polares: glicerina, monosacáridos, aminoácidos e iones.
- Transporte activo. En contra de gradiente. Se gasta ATP. Realizado por proteínas transportadoras. Se transportan iones y diversas moléculas.

Un ejemplo bien conocido de transporte activo es la bomba de  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ , que mantiene baja la concentración de  $\text{Na}^+$  en el interior de la célula y alta la de  $\text{K}^+$ . Las funciones de la bomba sodio-potasio son numerosas; entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Mantiene un gradiente de  $\text{Na}^+$  entre los medios intra y extracelular. Este gradiente es necesario en numerosos procesos como la transmisión del impulso nervioso o el transporte activo de ciertas moléculas hacia el interior de la célula. Este transporte activo en el que no se consume directamente ATP, sino que se aprovecha la energía proporcionada por el gradiente de concentración de sodio, se conoce como transporte activo secundario.
- Mantiene el equilibrio osmótico y controla el volumen celular.

Una idea de la importancia que posee esta bomba de transporte activo nos la proporciona el hecho de que un tercio del ATP que consume un animal en reposo se emplea en el funcionamiento de la misma.

MECANISMOS DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA			
	DIFUSIÓN SIMPLE	DIFUSIÓN FACILITADA	TRANSPORTE ACTIVO
DIRECCIÓN	A favor del gradiente de concentración	A favor del gradiente de concentración	En contra del gradiente de concentración
FUENTE DE ENERGÍA	Gradiente de concentración	Gradiente de concentración	ATP
PROTEÍNAS DE MEMBRANA	No intervienen	Si intervienen	Si intervienen
ESPECIFICIDAD	No específico	Específico	Específico

- Endocitosis. Englobamiento de partículas sólidas (fagocitosis) o líquidas (pinocitosis) por medio de prolongaciones de la membrana celular. Hay consumo de energía. En general, los procesos de endocitosis no son específicos, sin embargo, en determinados casos intervienen receptores de membrana que hacen que el proceso sea altamente selectivo; en este caso se conoce como endocitosis mediante receptor.
- Exocitosis. Salida de sustancias de la célula por fusión de una vesícula con la membrana.

② Las glucoproteínas de la cubierta celular actúan como señales de reconocimiento para otras células facilitando la adhesión de unas células con otras en los tejidos.

③ Ciertas proteínas de la superficie externa de la membrana intervienen en el reconocimiento de moléculas (como hormonas, anticuerpos y virus) que interactúan con la célula. Estas sustancias actúan como receptores específicos y reconocen moléculas que actúan como señales, provocando el desencadenamiento de una respuesta en el interior de la célula.

#### **Diferenciaciones de la membrana plasmática**

- **Microvellosidades:** expansiones digitiformes de la membrana que aumentan la superficie de absorción.
- **Invaginaciones,** también aumentan la superficie de absorción.
- **Uniones intercelulares:** uniones entre las células que forman un tejido.

**Desmosoma.** Se mantiene el espacio intercelular. Hay dos zonas densas atravesadas por numerosos tonofilamentos que van de célula a célula. Se mantiene un espacio intercelular.

**Unión estrecha.** Contacto íntimo entre las membranas. No hay espacio intercelular.

**Unión comunicante (gap).** Forman canales proteicos intercelulares para el intercambio de iones y pequeñas moléculas.

#### **Biogénesis**

La membrana está sometida a un continuo desgaste y se renueva constantemente.

Los lípidos son fabricados en el REL, las proteínas periféricas externas y las integrales en el RER y las proteínas periféricas internas en los ribosomas. El aparato de Golgi añade la parte glucídica a los glucolípidos y a las glucoproteínas que formarán la superficie externa de la membrana.

## **CITOPLASMA**

Citoplasma: espacio comprendido entre las membranas celular y nuclear.

Hialoplasma o citosol: medio líquido en el que están dispuestos los orgánulos.

#### **Estructura microscópica**

Al microscopio electrónico se observa como un medio homogéneo en el que no se puede distinguir ninguna estructura.

Composición: 85% de agua, proteínas (enzimáticas y estructurales), ARNm y ARNt, iones, precursores de macromoléculas y metabolitos.

#### **Funciones**

Almacén de sustancias de reserva (gotas lipídicas y partículas de glucógeno).

Medio en el que se producen algunas reacciones metabólicas (glucólisis, fermentaciones, biosíntesis de proteínas, etc.).

## **CITOESQUELETO**

Citoesqueleto: compleja red de filamentos proteicos que recorre el citoplasma.

#### **Componentes**

- **Microtúbulos (25 nm)**

Composición: tubulinas  $\alpha$  y  $\beta$  (globulares) unidas formando dímeros. Estructura: los dímeros forman protofilamentos; 13 (9 - 14) protofilamentos se unen para formar un microtúbulo. Son estructuras dinámicas que pueden montarse y desmontarse rápidamente permitiendo cambiar la forma de la célula.

Funciones: mecánica (mantienen la forma de las células y la distribución del contenido celular);  
transporte intracelular de sustancias;  
forman el huso acromático durante la mitosis.

- **Filamentos intermedios (8 - 12 nm)**

Aunque existen al menos cinco tipos de filamentos intermedios, todos ellos están formados por proteínas de la familia de las queratinas. Los más abundantes son los denominados tonofilamentos (queratina).

Funciones: mantienen la forma de las células y la distribución del contenido celular;  
proporcionan resistencia a la tracción;  
forman los desmosomas.

- **Microfilamentos (7 nm)**

Están formados por dos hebras de moléculas de actina trenzadas formando una doble hélice. Estos filamentos pueden ensamblarse o desmontarse fácilmente según las necesidades de la célula.

Funciones: permiten la contracción de la célula o de una parte de la misma (asociados a los filamentos de miosina son responsables de la contracción de las fibras musculares);  
mantienen la forma de la célula;  
intervienen en procesos de la motilidad celular (ciclosis, pseudópodos...), citocinesis, endocitosis

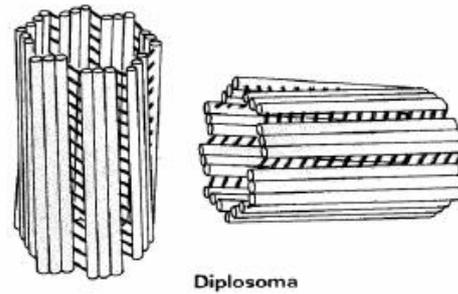
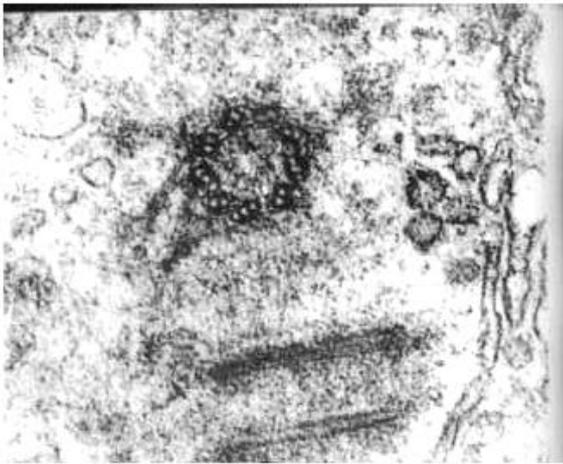
## **ORGÁNULOS MICROTUBULARES**

#### **Centriolos (0,5 x 0,15 $\mu$ )**

Aparecen en todas las células eucarióticas excepto en las de las plantas superiores y algunos protistas.

Composición y estructura: nueve grupos de tres microtúbulos formando una estructura cilíndrica, unidos entre sí por puentes proteicos.

En cada célula suele haber dos dispuestos perpendicularmente constituyendo el diplosoma, situado en las proximidades del núcleo.



Funciones: formación del huso acromático;  
formación de cilios y flagelos (cinetosoma o corpúsculo basal).

### Cilios y Flagelos

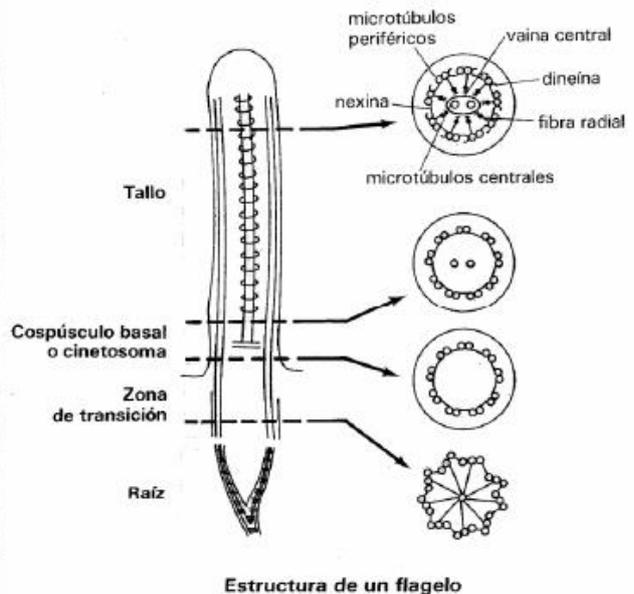
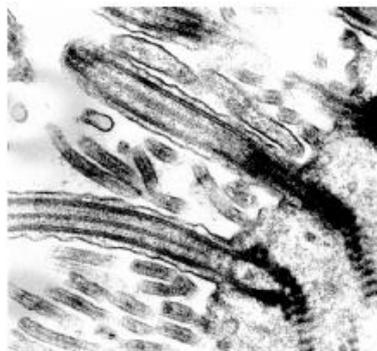
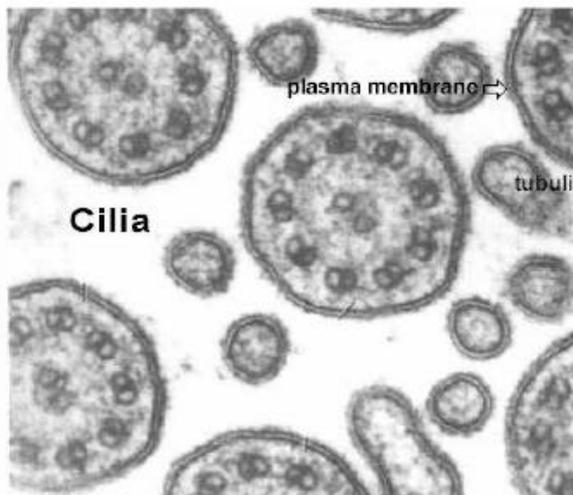
Cilios y flagelos: digitaciones móviles de la superficie celular. Los cilios son cortos (2 - 10 $\mu$ ) y numerosos; los flagelos son largos (200  $\mu$ ) y escasos. El diámetro es de 0,2  $\mu$ .

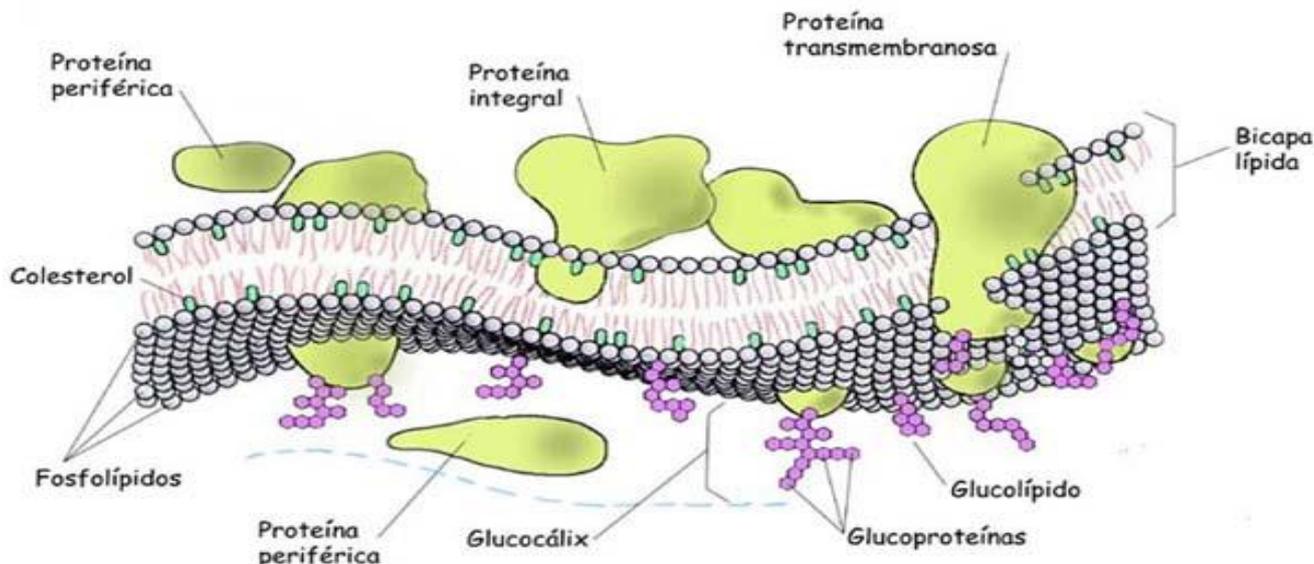
Composición: tubulinas  $\alpha$  y  $\beta$ , dineína, con actividad ATP-ásica, ...

Estructura:

Cinetosoma o corpúsculo basal, estructura semejante al centriolo, pero la zona proximal tiene un eje tubular central.

Axonema (9 + 2) 2  $\mu$ túbulos centrales rodeados por 9 pares de  $\mu$ túbulos periféricos con dineína. Rodeado por la membrana celular.





## TRANSPORTE SIN DEFORMACIÓN DE LA MEMBRANA

Las moléculas pequeñas o los iones pueden atravesar la membrana sin necesidad de que ésta sufra alteraciones en su estructura. Este proceso puede ser un **transporte pasivo** (sin consumo de energía) o **activo** (requiere energía).

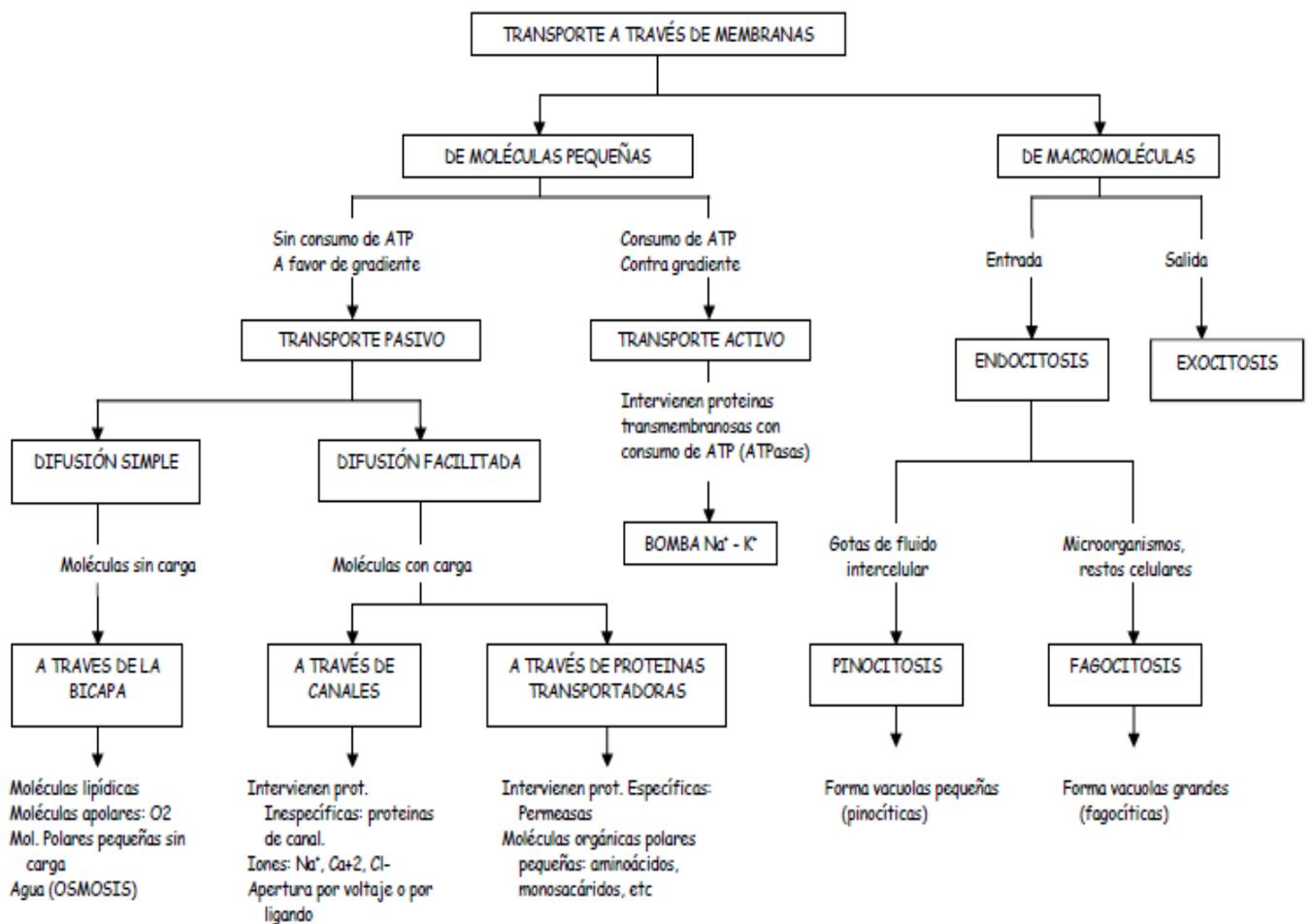
1. **TRANSPORTE PASIVO**: Se produce a favor de gradiente de concentración. Las moléculas atravesarán la membrana de la parte más concentrada a la menos concentrada.
  - a. **Difusión simple**: Cualquier molécula bien hidrófoba, bien pequeña, o bien pequeña y sin carga puede atravesar la membrana. Pasan así sustancias lipídicas como las hormonas esteroideas, los fármacos liposolubles y los anestésicos, como el éter. También sustancias apolares como el  $O_2$  y el  $N_2$  atmosférico y algunas moléculas polares muy pequeñas como el agua, el  $CO_2$ , el etanol y la glicerina.
  - b. **Difusión facilitada**: Las moléculas grandes o los iones necesitan la ayuda de proteínas transmembrana.
    - i. **Proteínas transportadoras, permeasas o Carriers**: Transportan glúcidos, aminoácidos y nucleósidos. Se unen en un lado de la membrana a la molécula que deben transportar, sufren un cambio conformacional y liberan la molécula al otro lado. Se trata de un transporte selectivo, ya que los centros de unión de cada transportador son específicos para una molécula concreta.
    - ii. **Proteínas canal**: Forman un canal a través de la membrana. Pasan así ciertos iones, como el  $Na^+$ , el  $K^+$  y el  $Ca^{2+}$ . Es un mecanismo rápido pero menos selectivo que el anterior.

2. **TRANSPORTE ACTIVO:** Transporte en contra del gradiente de concentración. Las células lo utilizan para mantener su composición. Requiere energía que es proporcionada por una reacción acoplada (hidrólisis de ATP). Lo realizan proteínas transmembrana, gracias a cambios conformacionales controlados por la hidrólisis de ATP, que pasan sustancias del lado menos concentrado al más concentrado. Este tipo de proteínas reciben el nombre de “**bombas**”. Las más conocidas son la bomba de glucosa (impulsada por  $2\text{Na}^+$ ), la bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , la bomba de  $\text{Ca}^{2+}$ , y la bomba de  $\text{H}^+$ . Las bombas iónicas mantienen el gradiente iónico a través de la membrana plasmática (potencial de membrana).

## **TRANSPORTE CON DEFORMACIÓN DE LA MEMBRANA**

La entrada y salida de macromoléculas, partículas e incluso otras células o partes de ellas sólo es posible mediante mecanismos que implican que la membrana se deforme, ya que su gran tamaño impide el paso a través de la bicapa lipídica por los mecanismos citados anteriormente.

1. **ENDOCITOSIS:** Entrada de materiales en la célula rodeados por una porción de membrana plasmática. Este tipo de transporte puede ser de gran importancia en ciertas células, como por ejemplo, en los macrófagos y en las amebas. Distinguiremos dos tipos de endocitosis: la fagocitosis y la pinocitosis.
  - a. **Fagocitosis:** Es la ingestión de grandes partículas sólidas (bacterias, restos celulares) por medio de pseudópodos. Los pseudópodos son grandes evaginaciones de la membrana plasmática que envuelven a la partícula. Ésta pasa al citoplasma de la célula en forma de vesícula fagocítica. Las vesículas fagocíticas se fusionan con lisosomas que contienen enzimas capaces de digerir su contenido. La fagocitosis es la forma de alimentación de muchos microorganismos o de defensa contra agentes patógenos.
  - b. **Pinocitosis:** Es la ingestión de sustancias disueltas en forma de pequeñas gotitas líquidas que atraviesan la membrana al invaginarse ésta. Se forman así pequeñas vesículas pinocíticas que pueden reunirse formando vesículas de mayor tamaño. Proceso común en las células eucariotas.
2. **EXOCITOSIS:** Salida de materiales de la célula envueltos por una porción de membrana plasmática. Permite expulsar materiales de gran tamaño que se envuelven en vesículas en el Aparato de Golgi. Las vesículas se fusionan con la membrana plasmática y vierten su contenido al exterior.
3. **TRANSCITOSIS:** Sistema de transporte a través del citoplasma. Las vesículas formadas por endocitosis atraviesan el citoplasma y liberan su contenido al otro lado de la célula por exocitosis. Mecanismo típico de células endoteliales (entrada y salida de sustancias en los capilares sanguíneos)

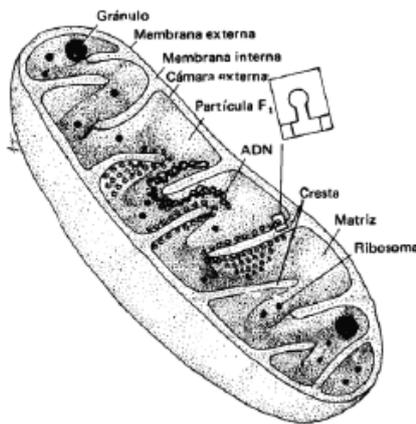


# 9 LOS ORGÁNULOS ENERGÉTICOS

## MITOCONDRIAS

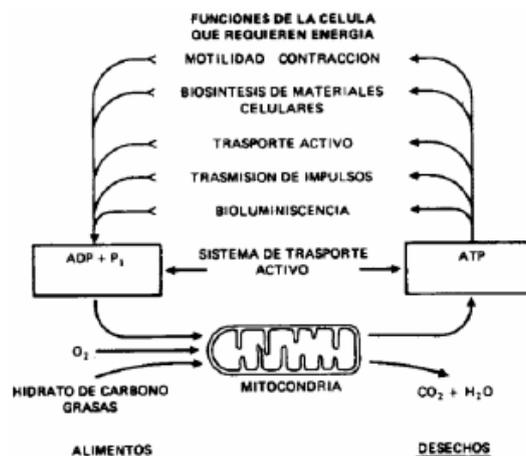
Son orgánulos celulares delimitados por una doble membrana encargados de producir la mayor parte del ATP de la célula. Aparecen tanto en células animales como vegetales. Su distribución es en general uniforme, aunque existen numerosas excepciones. Puede haber entre 1000 y 300000 según el tipo de célula.

### Estructura



- La forma es variable. Frecuentemente son cilíndricos, teniendo 0,5 – 1  $\mu\text{m}$  de diámetro y hasta 7 de longitud.
- Membrana externa lisa. Constituida por un 40% de lípidos y un 60% de proteínas. Estructura unitaria (60 Å). Es permeable al agua, los electrolitos y, en general, a las moléculas de pm inferior a 100.000 D. Impermeable a los iones. Posee enzimas como transferasas y quinasas (activan a los ácidos grasos para su posterior oxidación en el interior de la mitocondria).
- Espacio intermembranoso. Contiene un líquido de composición semejante al hialoplasma.
- Membrana interna. Formada por un 80% de proteínas (enzimas de la cadena respiratoria, permeasas y partículas F1). Es altamente impermeable, presenta transportadores específicos.
- Crestas mitocondriales: repliegues hacia el interior que aumentan la superficie de la membrana interna. Su número varía dependiendo de la capacidad oxidativa de la célula.
- Partículas F1. Recubren la superficie interna de las crestas mitocondriales. Cada partícula es un complejo ATPsintetasa y está formada por una cabeza esférica o factor F1, un pedúnculo o factor F0 y una base hidrófoba embutida en la membrana.
- Matriz mitocondrial. Líquido fundamentalmente proteico que contiene:
  - Mitorribosomas, diferentes del resto de los ribosomas de la célula.
  - ADN mitocondrial, generalmente circular.
  - Gránulos de diversas sustancias. Enzimas, iones calcio, fosfato y ribonucleoproteínas.

### Funciones



- Oxidaciones respiratorias: ciclo de Krebs y  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos (matriz), cadena respiratoria y fosforilación oxidativa (crestas).
- Síntesis de precursores del anabolismo

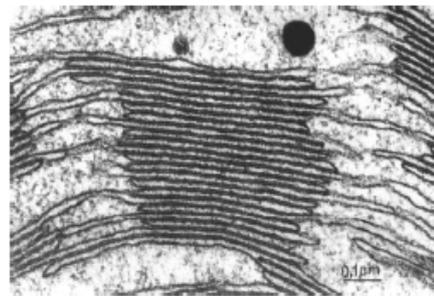
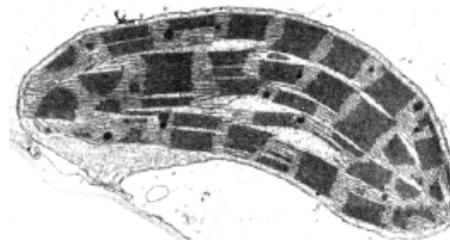
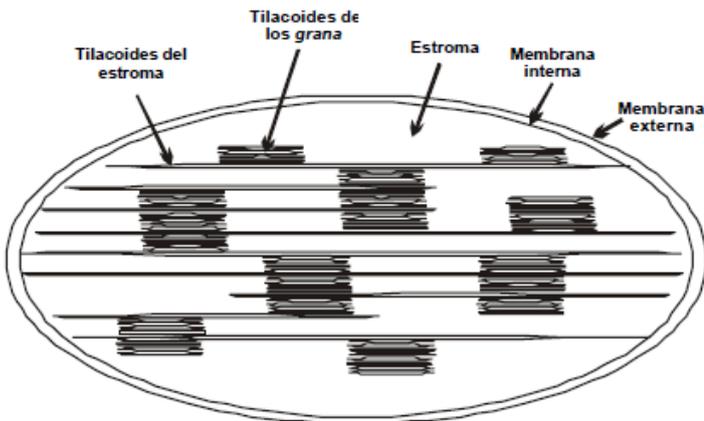
### Biogénesis

Las mitocondrias se forman por división y crecimiento de otras preexistentes.

## CLOROPLASTOS

Son un tipo de plastos. Los plastos son orgánulos característicos y exclusivos de las células vegetales. Existen varios tipos: amiloplastos, cromoplastos ... Los cloroplastos son plastos de color verde, por la presencia de clorofila, capaces de captar la energía de la luz y transformarla en energía química.

### Estructura



- Generalmente son de forma lenticular, aunque pueden presentar otras formas, y miden 2 – 4  $\mu\text{m}$  de altura y 5 - 10  $\mu\text{m}$  de diámetro. Como las mitocondrias presentan una doble envoltura membranosa.
- Envoltura. Está formada por dos membranas de estructura unitaria de 60 Å de espesor separadas por un espacio intermembranoso. Formadas por un 40% de proteínas y un 60% de lípidos. La membrana externa es más permeable a los iones y a las grandes moléculas que la membrana interna.
- Tilacoides. Son sacos aplanados que se orientan según el eje mayor del cloroplasto y forman una red membranosa dentro del cloroplasto.  
Los tilacoides tienen forma de discos aplanados y se apilan formando los grana. Entre los tilacoides de los grana, conectándolos entre sí, se disponen los tilacoides del estroma. En su composición hay un 50% de proteínas, un 38% de lípidos y un 12% de pigmentos (2% carotenoides -caroteno y xantofila- y 10% clorofilas a y b). Las proteínas son de tres tipos: proteínas que se asocian a los pigmentos para formar los fotosistemas I y II, proteínas transportadoras de  $e^-$  y el complejo ATP- sintetasa.
- Partículas  $CF_1$ . Tienen la misma estructura y función que las partículas  $F_1$  de las mitocondrias. Aparecen en las superficies estromáticas no apiladas de los tilacoides.
- Partículas esféricas y partículas oblongas. Constituyen los fotosistemas I y II respectivamente. Están formados por la asociación de los pigmentos con proteínas intrínsecas.
- Espacio intratilacoidal. Es importante en la fotofosforilación.
- Estroma. Líquido proteico que rellena el cloroplasto. En su composición aparecen: ADN circular bicatenario, enzimas (ribulosa-1,5-difosfatocarboxilasa (rubisco)), iones, fosfatos, nucleótidos, azúcares, ... También hay gránulos de almidón y gotas lipídicas y plastorribosomas (70 S). Muy semejantes a los ribosomas bacterianos.

### Función

Las reacciones de la fotosíntesis dependientes de la luz se realizan en los tilacoides y las reacciones oscuras (fijación del carbono y síntesis de principios inmediatos; asimilación reductora de N y S) en el estroma.

### Biogénesis

Se originan por división de otros preexistentes o por diferenciación de unos orgánulos precursores denominados proplastos.

# 10 EL NÚCLEO Y LA DIVISIÓN CELULAR

La constancia del núcleo como una estructura celular fue establecida por Brown en 1830. En la actualidad hay que añadir que esto es así sólo en las células eucarióticas.

## EL NÚCLEO INTERFÁSICO

### Forma, número y tamaño

Su forma es variable dependiendo del tipo celular y del momento de su ciclo.

Puede tener entre 5 y 25  $\mu\text{m}$  de diámetro. Su tamaño varía durante el ciclo celular, siendo mayor antes de la división.

Aunque el tamaño del núcleo varíe, la relación entre el volumen nuclear y el volumen citoplasmático permanece bastante constante. Cuando se altera esta relación, es que la célula va a comenzar una nueva división. No obstante, durante la embriogénesis se eleva la relación nucleoplasmática.

El número también es variable. Normalmente existe un núcleo por célula, aunque existen células binucleadas y plurinucleadas, como los plasmodios (originados por división del núcleo y no del citoplasma) y los sincitios (fusión de células).

Su posición es también variable aunque característica de cada tipo celular.

### Envoltura nuclear

La envoltura nuclear es una doble membrana que aparece, durante la interfase, en todas las células eucarióticas separando el material genético del citoplasma. Deriva del retículo endoplasmático.

#### Estructura y composición.

La membrana externa se continua en ocasiones con el RE y puede presentar ribosomas adosados en su cara citosólica.

Entre las dos membranas existe un espacio perinuclear (normalmente 10-15 nm)

La membrana interna, en su cara nucleoplásmica, está asociada a un material electrodenso de naturaleza proteica que recibe el nombre de lámina fibrosa o corteza nuclear.

#### Poros nucleares

En algunas zonas las membranas se fusionan formando poros nucleares (40-100 nm). Asociados a los poros aparecen una serie de subunidades proteicas constituyendo el complejo de poro. Los complejos de poro controlan el intercambio de sustancias entre el núcleo y el citoplasma

### Carioplasma o nucleoplasma.

Líquido semejante al hialoplasma que rellena el interior del núcleo.

Contiene gran cantidad de nucleótidos y enzimas que intervienen en la replicación del ADN y en la transcripción de los ARNm.

Inmersa en esta matriz existe una red proteica tridimensional que sirve de lugar de anclaje a la cromatina y al nucléolo.

### La cromatina

La cromatina es un complejo de nucleoproteínas que se encuentra disperso en el carióplasma y contiene toda la información genética de las células eucarióticas. Al microscopio óptico presenta una estructura granular, aparentemente amorfa. Recibe este nombre por su gran capacidad de fijar colorantes básicos.

Está constituida por ADN y proteínas. Las proteínas son de dos tipos: histonas (H1, H2A, H2B, H3 y H4) y proteínas no histónicas (actina, tubulinas y miosina) que tienen importancia en la condensación de la cromatina y en el movimiento de los cromosomas.

El nucleosoma está formado por un octámero de histonas (dos copias de cada una de las H2A, H2B, H3 y H4) y 200 pares de bases de ADN (140 rodeando el octámero y 60 forman el ADN ligador). La sucesión de nucleosomas constituye el denominado collar de perlas.

El collar de perlas sufre un mayor grado de enrollamiento formando la fibra de 30 nm en la que la histona H1 sirve de unión entre los nucleosomas próximos (solenóide).

En el núcleo interfásico se distinguen dos tipos de cromatina:

La eucromatina es la forma más abundante en la interfase. Se trata de cromatina en estado laxo en la cual se produce la replicación del ADN y la transcripción de los genes (se forman ARN mensajeros).

La heterocromatina presenta el mayor grado de empaquetamiento, con el fin de que su ADN no se transcriba; es inactiva. Presenta dos modalidades:

Heterocromatina constitutiva, que aparece condensada en todas las células del organismo por lo que no se transcribe nunca.

Heterocromatina facultativa, que comprende zonas distintas en las diferentes células. Representa el conjunto de genes que se inactivan específicamente durante la diferenciación celular.

### El nucléolo.

Es el lugar donde se efectúa la síntesis de los ARNr y el empaquetamiento de las subunidades ribosomales.

Durante la mitosis desaparece, pero al finalizar se reorganizan junto a los organizadores nucleolares (regiones específicas de ciertos cromosomas).

Cuando la célula va a dividirse, el núcleo sufre una serie de transformaciones muy llamativas: la membrana nuclear desaparece, se desorganizan los nucléolos y la cromatina se condensa formando los cromosomas.

**Número**

El número de cromosomas es constante para cada especie. Todas las células de un organismo, excepto las reproductoras en algunos casos, tienen el mismo número de cromosomas.

Habitualmente, en los organismos que se reproducen sexualmente, cada individuo posee dos juegos de cromosomas semejantes, recibidos de cada uno de sus progenitores. Debido a esto, los cromosomas pueden asociarse por parejas que poseen la misma secuencia de genes –aunque no la misma información hereditaria– denominados cromosomas homólogos.

Las células u organismos que poseen dos juegos completos de cromosomas se denominan diploides. Si poseen un solo juego de cromosomas son haploides y poliploides si tienen más de dos juegos (triploides, tetraploides,...). Frecuentemente las células somáticas de un organismo son diploides y los gametos haploides.

El conjunto de las características morfológicas externas de los cromosomas de una especie se conoce como cariotipo. La representación gráfica de las parejas de cromosomas homólogos dispuestas ordenadamente recibe el nombre de idiograma.

Los cromosomas pueden ser somáticos (autosomas) o sexuales (heterocromosomas).

**Estructura de un cromosoma metafásico**

El cromosoma está formado por un esqueleto de proteínas no histónicas al cual se adhieren las fibras de cromatina de 30 nm formando bucles.

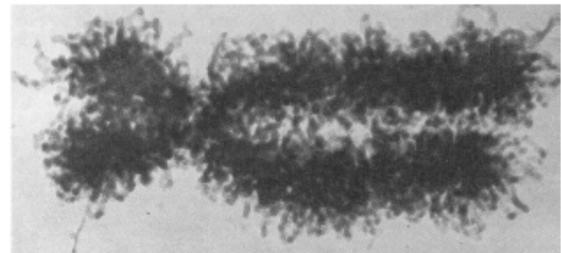
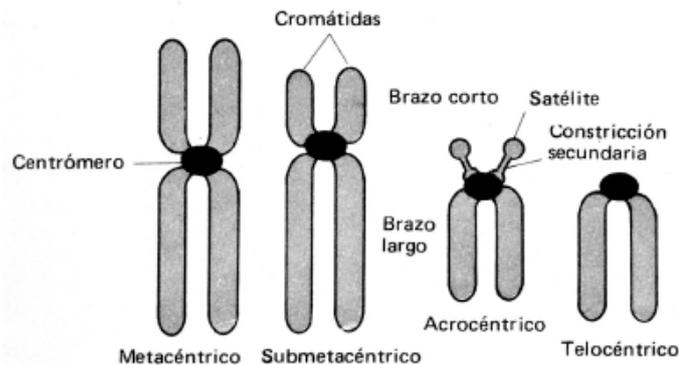
Cada cromosoma está constituido por dos estructuras simétricas, formada cada una de ellas por una sola molécula de ADN, denominadas cromátidas.

Las dos cromátidas de un cromosoma son idénticas entre sí y se unen en una zona adelgazada (constricción primaria) denominada centrómero.

En el centrómero existe una estructura denominada cinetocoro que sirve de anclaje a las fibras del huso mitótico.

Cada uno de los brazos en que quedan divididas las cromátidas puede presentar otras constricciones secundarias, a veces relacionadas con los organizadores nucleolares.

La zona terminal de cada cromátida se denomina telómero y posee una secuencia especializada de ADN necesaria para la replicación y estabilidad del cromosoma.



**Morfología**

Según la posición del centrómero los cromosomas se clasifican en: Metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos.

**EL CICLO CELULAR**

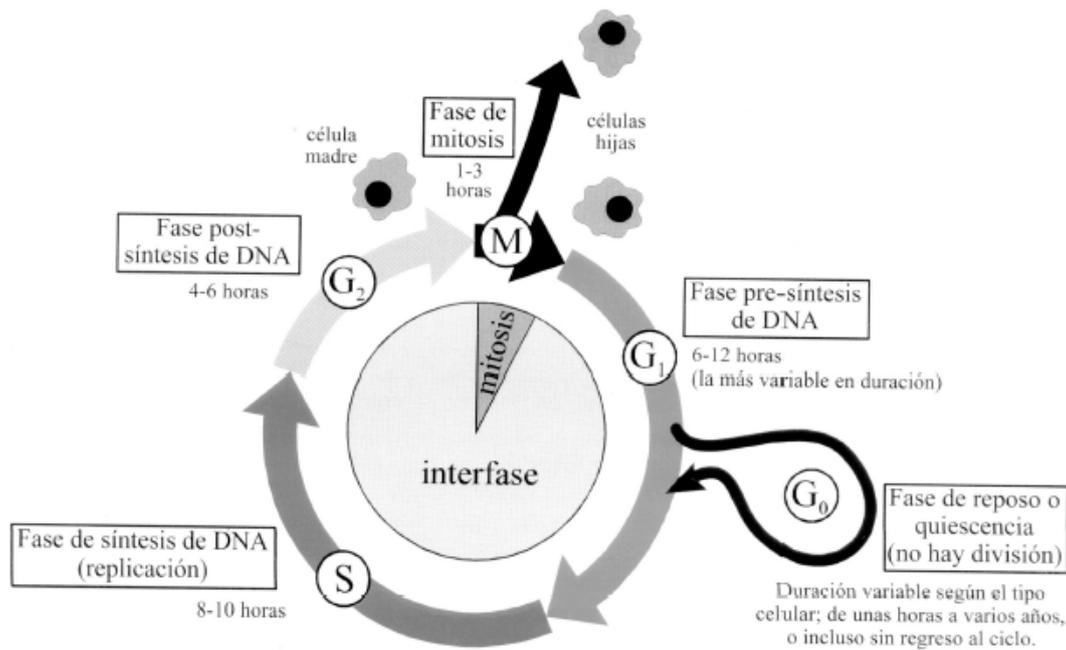
En el ciclo vital de una célula se pueden distinguir básicamente dos periodos: la interfase (periodo de no división) y la mitosis (división celular). La duración de este ciclo varía mucho de un tipo celular a otro. Los tiempos que figuran a continuación corresponden a células de mamífero en cultivo, con un periodo generacional de 16 horas.

**Interfase (15 H)**

Es un periodo de crecimiento celular y duplicación del ADN. Se subdivide en:

**Periodo G<sub>1</sub>** (5 h): periodo comprendido entre el final de la mitosis y el comienzo de la síntesis del ADN. Cuando una célula deja de dividirse, se detiene en un punto específico de G<sub>1</sub> y sale del ciclo en el periodo llamado G<sub>0</sub>, superado este punto la célula se divide irremisiblemente. Algunas células quedarán permanentemente en el periodo G<sub>0</sub>, otras, en cambio, pueden salir de este punto y volver a dividirse.

- **Periodo S** (7 h): periodo de duplicación del ADN. En este periodo no hay transcripción.
- **Periodo G<sub>2</sub>** (3 h): periodo comprendido entre el final de la síntesis del ADN y el comienzo de la mitosis. Durante esta fase se sintetizan las proteínas y otros componentes necesarios para la mitosis, así como los factores que determinan la condensación de la cromatina.



**Mitosis (1 h)**

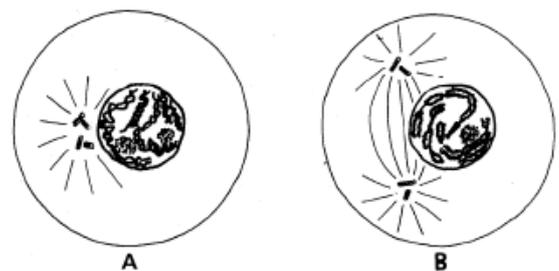
Es un proceso complejo que garantiza la separación del material genético y el resto de los componentes celulares en dos partes iguales. La mitosis incluye dos procesos: la cariocinesis (división del núcleo) y citocinesis (división del citoplasma), que ocurre cuando se ha completado la primera.

Aunque se trata de un proceso continuo, para facilitar su estudio se divide en las siguientes etapas:

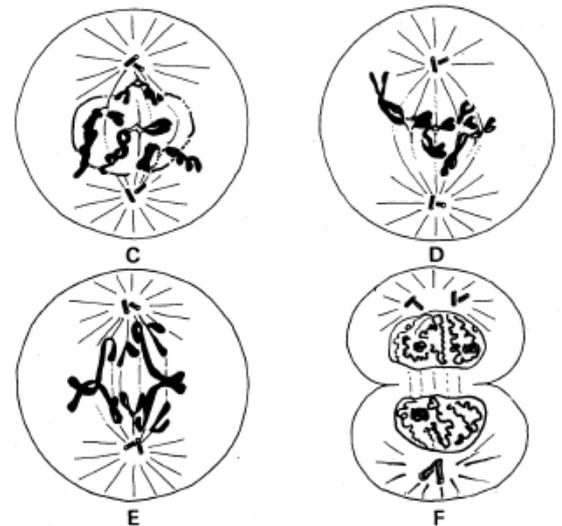
- **Profase:** Los filamentos (fibras de ADN) que forman la cromatina del núcleo van acortándose a la vez que engrosan por lo que los cromosomas se van haciendo cada vez más patentes pudiendo observarse cada uno formado por dos cromátidas. En el citoplasma los dos pares de centriolos empiezan a separarse y entre ellos se forman las fibras que constituirán el huso acromático. El desarrollo del huso coincide con la desaparición de los nucléolos y de la membrana nuclear. En las células vegetales, al no existir centriolos, el huso se forma independientemente de ellos y la mitosis se denomina anastral (por carecer de áster, estructura formada por los centriolos y las fibras del huso que los rodean).
- **Metafase:** El huso acromático está totalmente formado y los cromosomas, ya perfectamente individualizados, se sitúan en la zona central de la célula constituyendo la placa ecuatorial. Algunas fibras del huso se encuentran unidas al centrómero de los cromosomas por una estructura denominada cinetocoro.
- **Anafase:** Las fibras del huso se acortan y tiran de los cromosomas hacia los extremos de la célula, de tal manera que cada uno se divide en sus dos cromátidas dirigiéndose cada una, precedida por el centrómero, hacia un polo de la célula.
- **Telofase:** Cuando los cromosomas alcanzan los polos de la célula se inicia un proceso semejante a la profase pero en sentido inverso. Los cromosomas empiezan a desenrollarse y cada masa de cromatina resultante se rodea de segmentos discontinuos de envoltura nuclear que posteriormente se fusionarán. Los nucléolos aparecen en las fases finales a nivel de los organizadores nucleolares. Simultáneamente se produce la citocinesis, es decir, la separación del citoplasma en dos partes iguales. En las células animales la citocinesis ocurre por una constricción en la zona ecuatorial. En las células vegetales, debido a la existencia de la pared celular, el proceso es más complejo y se produce a partir de una estructura denominada fragmoplasto que comprende microtúbulos del huso y algunas vesículas derivadas del aparato de Golgi.

**Esquema general de la mitosis**

- Profase**, que muestra a los cromosomas como delgados filamentos y a los nucléolos, mientras que en el citoplasma se encuentra el áster con los pares de centriolos.
- Una etapa más avanzada de la profase, en la que los cromosomas se han acortado y muestran la constricción primaria con el centrómero, y en el citoplasma la formación del huso entre los ásteres.



- C. Profase tardía o **prometafase** en la que se desintegra la envoltura nuclear y los cromosomas quedan adheridos a las fibras del huso.
- D. **Metafase**, con los cromosomas dispuestos en el plano ecuatorial.
- E. **Anafase**: los cromosomas hijos se mueven hacia los polos precedidos por los centrómeros.
- F. **Telofase**: los núcleos hijos se encuentran en el proceso de reconstitución y ha comenzado la citocinesis.



### Meiosis y ciclos biológicos

La meiosis es un proceso de división celular que tiene por objeto formar células con la mitad de cromosomas que la célula madre. Tiene lugar en todos los ciclos biológicos de los organismos con reproducción sexual, de forma que se consigue mantener constante el número de cromosomas de generación en generación.

La meiosis consta de dos divisiones consecutivas. En la primera división meiótica una célula diploide forma dos células haploides, cada una de las cuales formará otras dos células haploides en la segunda división meiótica. En cada una de estas dos divisiones se suceden las mismas fases: profase, metafase, anafase y telofase.

La **primera división meiótica** es larga, y en ella suceden los dos procesos básicos de la meiosis: la **recombinación del material hereditario** y la **reducción cromosómica**. En la profase I suelen distinguirse cinco subfases: leptotene, Zigotene, paquitene, diplotene y diacinesis.

En el estadio de leptotene los cromosomas se hacen visibles. Los filamentos de ADN, previamente duplicados, comienzan a condensarse, lo que da lugar a cromosomas formados por dos cromátidas.

La fase de zigotene se inicia con el emparejamiento de los cromosomas homólogos. Cada cromosoma se apareja longitudinalmente, gen a gen, con su homólogo correspondiente. Este proceso se conoce como sinapsis, y los elementos resultantes, formados por cuatro cromátidas se denominan tétradas.

En la paquitene los filamentos cromosómicos se acortan, haciéndose mas gruesos. Las cromátidas homólogas se unen íntimamente en algunos puntos, formando quiasmas. A nivel de los quiasmas la cromátidas se rompen y se produce un intercambio de fragmentos de ADN entre los cromosomas homólogos. Este fenómeno recibe el nombre de **sobrecruzamiento**; como consecuencia del mismo, se produce una **recombinación genética** del material hereditario.

En el estadio de diplotene los cromosomas homólogos inician su separación, permaneciendo unidos por los quiasmas. Durante la diacinesis se produce una contracción acentuada de los cromosomas y los puntos de unión entre las cromátidas se desplazan hacia los extremos de los cromosomas.

En la metafase I los pares de cromosomas homólogos emigran al plano ecuatorial del huso, lo que da lugar a la placa metafásica, formada por pares de cromosomas homólogos (denominados bivalentes).

En la anafase I se separan los cromosomas homólogos, yendo cada uno a un polo de la célula. De este modo, en la telofase I se forman los núcleos de las dos células hijas, habiendo recibido cada una de ellas un juego completo de cromosomas homólogos con sus dos cromátidas.

La **segunda división meiótica**, que es similar a la mitosis, tiene como misión separar las cromátidas de cada cromosoma. Al final del proceso resultan cuatro células haploides cada una de las cuales tiene un juego completo de cromosomas con una sola cromátida.

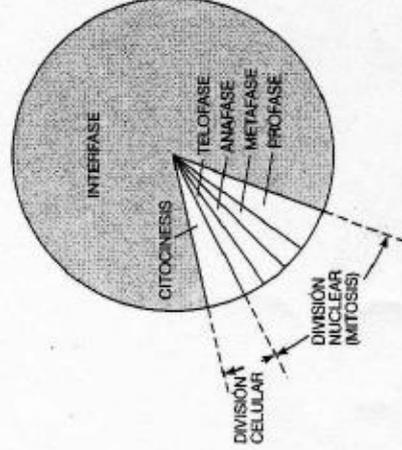
En función del instante en que se produce la meiosis, se distinguen tres tipos de **ciclos biológicos**:

- En el ciclo haplonte, la meiosis se produce inmediatamente después de la fecundación (meiosis zigótica). Cada una de las cuatro células haploides resultantes dará lugar a un individuo adulto haploide. En el adulto se formarán gametos por mitosis que, al unirse con los de otro individuo, formarán un cigoto diploide, comenzando de nuevo el ciclo. Este ciclo se da en algunas algas y hongos.
- El ciclo diplonte se da en los animales y, excepcionalmente, en algunas plantas. La meiosis tiene lugar al formarse los gametos (meiosis gametogénica). Tras la fecundación, el cigoto diploide origina un adulto diploide. En este ciclo, sólo los gametos presentan una dotación cromosómica haploide.
- Por último el ciclo haplodiplonte se da en los vegetales superiores. La meiosis tiene lugar al formarse las esporas (meiosis esporogénica). Una forma adulta de planta diploide, denominada esporofito, desarrolla unos esporangios, donde células diploides producen por meiosis esporas haploides (meiosporas). Estas esporas, al germinar, dan lugar a una forma adulta haploide, denominada gametofito, en la que se forman los gametos haploides. Tras la fecundación, el cigoto diploide da lugar a una nueva fase esporofítica diploide.

### Importancia de la mitosis

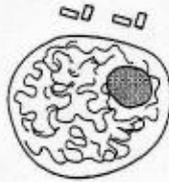
- Es el proceso que proporciona las células necesarias para el **crecimiento** de un cigoto hasta un organismo multicelular funcional. Esto requiere un aumento en el número de células desde 1 hasta  $6 \times 10^{13}$  en los seres humanos.
- Suministra las células para **reparar** tejidos gastados o dañados. En los seres humanos, la reposición de la piel, del epitelio intestinal y pulmonar y de las células sanguíneas requiere unas  $10^{11}$  células al día.
- Mantiene el número cromosómico. Las células hijas tienen dotaciones cromosómicas idénticas y, por tanto, funcionan en armonía como parte del tejido, órgano u organismo.
- La **reproducción asexual** proporciona una descendencia que es genéticamente idéntica al individuo parental (ideal al establecer rápidamente una población). La mitosis proporciona las células que reponen los fragmentos del cuerpo parental perdidos durante esta forma de reproducción.

**El ciclo celular** dura normalmente de 8 a 24 horas en los seres humanos; la división nuclear (mitosis) ocupa cerca del 10 % de este tiempo.



### Interfase

ADN visible sólo como una masa difusa de  **cromatina**. Nucléolo y membrana nuclear todavía intactos. Los centriolos se encuentran uno cerca del otro.

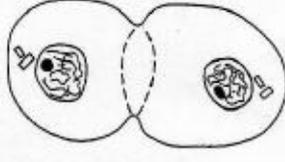


## Mitosis y crecimiento

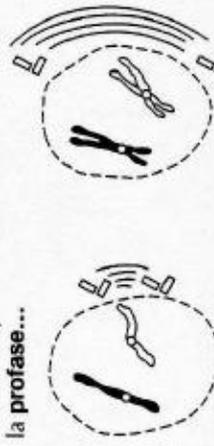
La trascendencia de la mitosis radica en que implica la distribución idéntica del material genético, previamente duplicado entre cada una de las dos células « hijas » : **la variación es mínima.**

4n  
CONTENIDO CELULAR DE ADN  
2n

Durante la **citocinesis**, la célula tetraploide (4n) se «estrangula» en dos «células hijas». Cada producto tiene un **contenido de ADN igual al otro y a la célula parental**. En las células animales la separación la efectúan dos proteínas contráctiles que forman un **surco de división**; en las células vegetales se extiende una **placa celular** y se recubre de celulosa para formar una **pared celular** separadora.



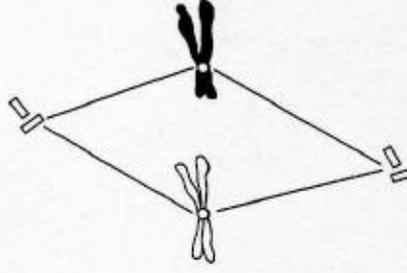
A medida que la **interfase** avanza hacia la **profase...**



...el ADN se **espiraliza y replica**. Cada cromosoma tiene ahora **dos cromátidas idénticas**, que se mantienen unidas por el centrómero. El nucléolo y la membrana nuclear se desintegran. Los **centriolos** se desplazan a los polos opuestos, formando un **huso de microtúbulos**.

La tasa de replicación puede ser extremadamente elevada: en los seres humanos se producen  $10^{11}$ m de ADN al día (esto supone ¡más de 1000 km por segundo!).

En **metafase**:



Los cromosomas están ahora ligados al huso por el **cinetocoro** del centrómero. Los cromosomas se disponen de tal forma que una cromátida de cada par se sitúa a cada lado del **ecuador**.

La **anafase** precede a la **telofase**:

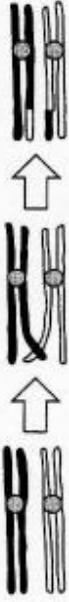


El **centrómero** se divide y las fibras del huso se contraen para tirar de las **cromátidas** hacia los polos opuestos. La separación inicial de las cromátidas constituye la **anafase** y la separación es total (de forma que las cromátidas son ahora **cromosomas**) cuando el huso se desintegra y la membrana nuclear se reconstruye en la **telofase**.

# Meiosis y variación

La meiosis separa los cromosomas, reduciendo a la mitad el número diploide, e introduce variación en los productos haploides.

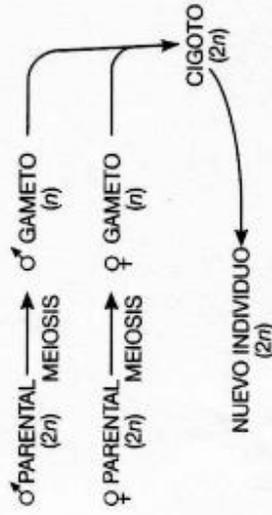
Durante la **profase I** cada cromosoma replicado (que comprende dos cromátidas) se aparea con su **compañero homólogo**, es decir, el número diploide de cromosomas produce el número haploide de pares homólogos.



El **entrecruzamiento** ocurre cuando las cuatro cromátidas están en **sinapsis** (exactamente alineadas); las cromátidas no hermanas se pueden romper, entrecruzar y volver a unir, de forma que las combinaciones génicas **parentales** son reemplazadas por las **recombinantes**. Esto constituye una fuente fundamental de **variación genética**.

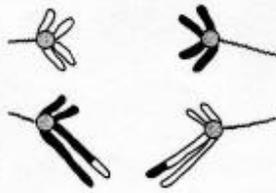
## Importancia de la meiosis

1. Debe producirse en organismos sexualmente reproductores o el número de cromosomas se duplicaría en la fecundación.



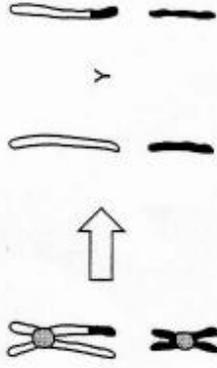
2. El entrecruzamiento, la recombinación independiente y la fecundación aleatoria inducen **variación genética**. Esto proporciona nuevo material sobre el que puede trabajar la selección natural durante la evolución.

En **anafase I** y **telofase I** hay separación de **todos los cromosomas** (es decir, de **pares** de cromátidas).



Los productos de la meiosis I contienen ahora el número **haploide (n)** de cromosomas, aunque cada cromosoma comprende dos cromátidas.

Durante la **segunda división meiótica** (profase II, metafase II, anafase II y telofase II), hay una mitosis modificada que **separa las dos cromátidas hermanas de cada cromosoma**.



CONTENIDO CELULAR DE ADN

4n

2n

n

Al final de telofase II, la **citocinesis** produce núcleos hijo que tienen **la mitad del número de cromosomas de la célula parental**.

Es decir: **DIPLOIDE (2n) → GAMETOS HAPLOIDES (n)**  
Además, los cromosomas desapareados de los gametos pueden contener **nuevas combinaciones génicas**, como resultado del **entrecruzamiento** y la **distribución independiente**.

Hay también **variación genética** adicional como resultado de la **combinación aleatoria de gametos en la fecundación**, esto es, cualquier gameto masculino se puede fusionar con cualquier gameto femenino.

Tras la profase I, la **distribución independiente** puede alinear los cromosomas de diferentes maneras sobre la placa de **metafase**.



El número de posibles combinaciones de cromosomas es grande, a saber  $2^n$ , donde  $n$  es el número de pares homólogos. Esto constituye una segunda fuente fundamental de **variación genética** resultante de la división meiótica.

# 11

## INTRODUCCIÓN AL METABOLISMO CELULAR

### METABOLISMO CELULAR

Se conoce como metabolismo al conjunto de reacciones altamente organizadas que ocurren en el interior de las células, mediante las cuales la célula:

- Obtiene energía a partir de los materiales captados del medio.
- Fabrica moléculas de recambio para sustituir las gastadas.
- Sintetiza otras moléculas necesarias para el crecimiento o para realizar cualquier otra función celular.

### TIPOS DE NUTRICIÓN

Los organismos pueden dividirse en dos grandes grupos según la fuente de carbono que utilizan en su nutrición: son los autótrofos, que utilizan materia inorgánica como fuente de carbono, y los heterótrofos, que lo obtienen de la materia orgánica.

Por otra parte, pueden dividirse en función de la fuente de energía que utilizan en fotótrofos (luz) o quimiótrofos (reacciones de oxidación-reducción).

### PAPEL DEL ATP Y DEL NADPH EN EL METABOLISMO CELULAR

La estrategia básica del metabolismo es formar ATP, NADPH y precursores macromoleculares. La energía química de las sustancias alimenticias está en las diversas uniones covalentes entre los átomos de una molécula. Dentro de la célula va, esta gran cantidad de energía no puede ser desprendida de golpe, pues la célula no la podría utilizar de una manera eficaz. Por eso, la célula degrada las moléculas poco a poco, de manera gradual y controlada mediante la intervención de enzimas.

Las reacciones catabólicas provocan la oxidación de los sustratos, por deshidrogenación, y los enzimas que catalizan estas reacciones son deshidrogenasas ligadas a los coenzimas NAD, NADP y FAD, principalmente. Los electrones desprendidos en estas reacciones de oxidación son captados por otras moléculas transportadoras de electrones que se encuentran organizadas de tal manera que la oxidación de un transportador libera más energía de la necesaria para reducir al siguiente. Si el excedente de energía es suficiente se utiliza para fosforilar el ADP y formar ATP.

Pero no toda la energía desprendida se utiliza para formar ATP. Un segundo camino para transportar la energía de las reacciones de oxidorreducción del catabolismo es en forma de NADPH, coenzima que transporta dos electrones de alto potencial y sirve como dador de hidrógeno y electrones en las biosíntesis reductoras (anabolismo).

Así el NADPH actúa como transportador de electrones ricos en energía, desde las reacciones catabólicas hasta las anabólicas que los necesitan, de la misma manera que el ATP es un transportador de grupos fosfato ricos en energía desde las reacciones del catabolismo a las reacciones del anabolismo.

### CATABOLISMO Y ANABOLISMO

El metabolismo se produce en dos fases principales: catabolismo y anabolismo. El catabolismo es la fase degradativa del metabolismo, en la cual moléculas nutritivas complejas y relativamente grandes (glúcidos, lípidos y proteínas) que provienen o bien del entorno o bien de sus propios depósitos de reserva, se degradan para producir moléculas más sencillas como el ácido láctico, ácido acético, CO<sub>2</sub>, amoníaco o urea. El catabolismo va acompañado de la liberación de energía química inherente a la estructura de las moléculas orgánicas nutritivas y a su conservación en forma de moléculas de adenósín trifosfato (ATP).

El anabolismo constituye la fase constructiva o biosintética del metabolismo, en la cual tiene lugar la biosíntesis enzimática de los componentes moleculares de las células tales como los ácidos nucleicos, las proteínas, los polisacáridos y los lípidos a partir de sus precursores sencillos. La biosíntesis de las moléculas orgánicas a partir de éstos, precisa el consumo de energía química aportada por el ATP generado durante el catabolismo. El catabolismo y el anabolismo se desarrollan simultáneamente y de modo concurrente en las células, pero son regulados independientemente.

## 1 El metabolismo.

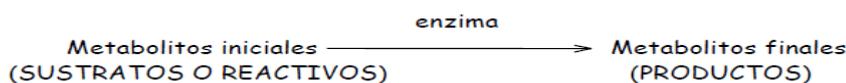
### 1.1 Concepto de metabolismo

**Metabolismo:** Conjunto de reacciones químicas que se producen en el interior de las células y que conducen a la transformación de unas biomoléculas en otras.

**Rutas o vías metabólicas:** Secuencias de reacciones químicas ligadas entre sí, de forma que el producto de una de ellas constituye el sustrato de otra. Son muy semejantes en todos los seres vivos.

**Metabolitos:** Moléculas que intervienen en las rutas metabólicas.

**Enzimas:** proteínas reguladoras de las reacciones químicas metabólicas.



### 1.2 Fases: Catabolismo y anabolismo.

#### 1.2.1 Catabolismo

Degradación de moléculas orgánicas complejas en otras más sencillas. Se libera ATP



### 1.2.2 Anabolismo

Síntesis de moléculas orgánicas complejas a partir de otras biomoléculas sencillas. Se necesita ATP.

Biomoléculas sencillas + ATP  $\longrightarrow$  Biomoléculas orgánicas complejas

Características de las dos fases del metabolismo:

REAC. CATABÓLICAS	REAC. ANABÓLICAS
Reacciones de degradación.	Reacciones de síntesis.
Reacciones de oxidación.	Reacciones de reducción.
Desprenden energía	Precisan energía.
Generalmente convergentes: a partir de sustratos diferentes acaban dando casi siempre los mismos productos (ácido pirúvico, etanol, CO <sub>2</sub> y poco más)	Generalmente divergentes: a partir de unos pocos productos pueden dar lugar a muchas sustancias diferentes.

### 1.3 Tipos de metabolismo

Los organismos necesitan para sus procesos vitales dos recursos imprescindibles:

**Carbono**, necesario para formar los compuestos orgánicos de que están hechos, y **energía**, necesaria para el metabolismo. Los organismos obtienen carbono de dos fuentes principales: C inorgánico, en forma de CO<sub>2</sub> atmosférico, y C orgánico, en forma de compuestos orgánicos que forman parte de otros seres vivos. Los primeros son los organismos **autótrofos**, y los segundos son los **heterótrofos**. Por otra parte, los organismos obtienen energía también de dos fuentes principales: los **fotótrofos** la obtienen de la energía acumulada en la radiación solar, y los **quimiotrofos** la obtienen de la energía acumulada en los enlaces de ciertos compuestos químicos.

Aunque en la naturaleza se da cualquier combinación entre las fuentes de carbono y las fuentes de energía, las más comunes son:

- ♦ Organismos **fotoautótrofos**: Utilizan C inorgánico para fabricar sus propias moléculas orgánicas, utilizando la energía que proporciona la luz solar. Es el caso de los vegetales, y el proceso se llama fotosíntesis.
- ♦ Organismos **quimioheterótrofos**: Obtienen C y energía a partir de la descomposición de moléculas orgánicas. Es el caso de los animales y los hongos. Puesto que los únicos organismos capaces de fabricar materia orgánica son los autótrofos, en general podríamos decir que los heterótrofos son parásitos de los autótrofos.

Tipos de metabolismo:

Tipos de organismos según su metabolismo	Origen de la energía	Origen del carbono	Ejemplos
Fotoautótrofos (o Fotolitótrofos)	Luz	CO <sub>2</sub>	Plantas superiores, algas, cianobacterias, bacterias púrpuras del azufre y bacterias verdes del azufre.
Fotoheterótrofos (o Fotoorganótrofos)	Luz	Orgánico	Bacterias púrpuras no sulfúreas
Quimioautótrofos (o Quimiolitótrofos)	Reacciones químicas	CO <sub>2</sub>	Bacterias nitrificantes, bacterias incoloras del azufre
Quimioheterótrofos (o quimioorganótrofos)	Reacciones químicas	Orgánico	Animales, hongos, protozoos y muchas bacterias

### 3 El trasiego de energía en el metabolismo.

Las reacciones catabólicas son **exergónicas** porque desprenden energía y las anabólicas son **endergónicas** porque precisan energía.

El transporte de esta energía se puede llevar a cabo en forma de **ATP**, que transporta grupos fosfato, o en forma de coenzimas transportadoras de electrones. Ambas son moléculas ricoenergéticas.

#### 3.1 El ATP

En los seres vivos existe una molécula que actúa como “moneda energética” y está presente en todos los procesos de intercambio energético: el adenosín trifosfato o ATP. Es un nucleótido formado por adenina, ribosa y tres fosfatos; los enlaces que unen a estos grupos fosfato entre sí necesitan mucha energía para formarse, por lo que al sintetizar ATP a partir de ADP + P (adenosín difosfato) es capaz de almacenar esta energía, y de liberarla de nuevo al descomponer el ATP en ADP + P. El acoplamiento de estas reacciones con otras de síntesis o ruptura de otras moléculas permite aprovechar la energía desprendida de unas reacciones en otras en que es necesaria.

En las reacciones endergónicas (anabólicas) el ATP se hidroliza en ADP y fosfato inorgánico (Pi), liberando unas 7 kcal/mol.

Existe una ruta alternativa para la hidrólisis del ATP que proporciona el doble de energía que el anterior. En este caso se rompen los dos enlaces de alta energía y el ATP se escinde en AMP (adenosín monofosfato) y pirofosfato (Pi – Pi). Este último se hidroliza posteriormente liberando dos moléculas de Pi. En este proceso se desprenden unas 14 kcal/mol.

La energía liberada es la que se utiliza para la síntesis de biomoléculas, el transporte activo a través de las membranas y la generación de fuerza y movimiento.

En las reacciones exergónicas (catabólicas), productoras de energía, el ADP se une a un grupo fosfato (Pi) y forma ATP.

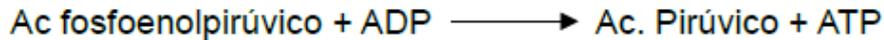
##### 3.1.1 Síntesis de ATP

Puede realizarse a través de tres vías:

### 3.1.1.1 Fosforilación a nivel de sustrato

Síntesis de ATP gracias a la energía que se libera de una biomolécula (sustrato) al hidrolizarse alguno de sus enlaces ricos en E, como ocurre en ciertas reacciones de la glucólisis y del ciclo de Krebs. Las enzimas que regulan estos procesos se denominan quinasas.

Ejemplo 1: En la glucólisis:



Ejemplo 2: En el ciclo de Krebs:



### 3.1.1.2 Fosforilación oxidativa

Síntesis de ATP a partir de la E liberada por los electrones que pasan a través de la cadena respiratoria de las crestas mitocondriales. El resultado del transporte de  $e^-$  da lugar a un bombeo continuo de protones ( $H^+$ ) desde la matriz mitocondrial hasta el espacio intermembranoso, generando un gradiente electroquímico que impulsa los  $H^+$  de regreso a la matriz, atravesando las ATP-sintetasas o partículas F (teoría quimiosmótica de Mitchell, 1961). La E liberada por el flujo de  $H^+$  a favor de gradiente permite la unión de ADP y  $P_i$ , formándose ATP.

### 3.1.1.3 Fotofosforilación

Síntesis de ATP de forma similar al proceso anterior, pero llevada a cabo en la membrana tilacoidal del cloroplasto. Como consecuencia de la fotólisis del agua, se liberan  $e^-$  que son captados por las cadenas transportadoras de los fotosistemas I y II (fase luminosa de la fotosíntesis), y los  $H^+$  son bombeados hacia el espacio tilacoidal. Estos  $H^+$  generan un gradiente electroquímico como en las mitocondrias, siendo impulsados hasta el estroma a través de las ATP-sintetasas, liberando la energía necesaria para la unión de ADP y  $P_i$ , formándose ATP.

## 3.2 Los transportadores de electrones.

En ciertas reacciones exergónicas, como algunas del metabolismo de la glucosa o de la fotosíntesis, la E es transportada mediante electrones (libres o formando parte de átomos de H), que son captados por moléculas transportadoras para donarlos, junto con su E, a otras moléculas (aceptoras). Podemos distinguir dos tipos:

### 3.2.1 Transportadores de H

Moléculas captadoras de átomos de H desprendidos en las reacciones de oxidación, que finalmente son transferidos a moléculas aceptoras, las cuales se reducen.

Los más frecuentes son (forma oxidada):	Se presentan en:
NAD <sup>+</sup> (nicotinamida-adenín-dinucleótido)	Glucólisis, ciclo de Krebs, fermentaciones
NADP <sup>+</sup> (nicotinamida-adenín-dinucleótido-fosfato)	Fases luminosa y oscura de la fotosíntesis
FAD (flavín- adenín-dinucleótido)	Ciclo de Krebs, oxidación, fase luminosa

## 4 Los biocatalizadores: Las enzimas.

### 4.1 Biocatalizadores

Sustancias que regulan las reacciones químicas de los seres vivos. Propiedades:

- ♦ Disminuyen la energía de activación., energía inicial requerida para que tenga lugar cualquier tipo de reacción.
- ♦ Aumentan la velocidad de la reacción que catalizan.
- ♦ Se combinan con los reactivos para producir un estado de transición con menor energía libre que en el caso de las reacciones no catalizadas.
- ♦ No se consumen durante el proceso.

Los biocatalizadores más frecuentes son las enzimas, pero también actúan como tales las hormonas, las vitaminas y los oligoelementos.

### 4.2 Enzimas.

La energía que se libera en las reacciones exergónicas no puede ser liberada de golpe, porque no sería aprovechable, y además las temperaturas alcanzadas serían incompatibles con la vida (recordemos que las proteínas se desnaturalizan a unos 70 °C). Para ello, las reacciones ocurren en etapas sucesivas, y cada una de ellas está controlada por enzimas. Aunque en una reacción el balance energético sea de desprendimiento neto de ésta, es necesaria una cierta energía llamada energía de activación, sin la cual no es posible que se produzca. A menudo esta energía de activación es tan elevada que en la práctica impide que la reacción se produzca en las condiciones que se dan en las células; los enzimas se encargan de minimizar esta energía de activación permitiendo que se produzca, y regulando así la velocidad de la reacción. Los enzimas son biocatalizadores: moléculas proteicas que reaccionan específicamente con uno o más reactivos (llamado sustrato), se unen a éste a través de una zona llamada centro activo, formando un compuesto temporal llamado complejo enzima - sustrato, facilitan la reacción del sustrato y después se separan quedando libres para catalizar la reacción con una nueva molécula de sustrato.



Como vemos, el enzima no se consume en la reacción, por lo que se necesitan muy pequeñas cantidades de éstos. Por otra parte, puesto que el ADN controla la síntesis de proteínas de la célula, indirectamente es capaz de controlar mediante la fabricación o no de enzimas todo el metabolismo celular. Existen mecanismos capaces de desactivar los enzimas cuando ya no es necesario que se produzca la reacción química (o cadena de reacciones); por ejemplo, el producto final de una cadena de reacciones puede inhibir la síntesis de un enzima que cataliza una de las primeras etapas de la cadena.

# 12 CATABOLISMO

## I. CONCEPTO Y TIPOS DE CATABOLISMO

Catabolismo: fase destructiva del metabolismo en la cual se obtienen moléculas sencillas, que servirán para construir las propias biomoléculas, y energía para la realización de otras funciones celulares.

Son procesos oxidativos en los que los  $e^-$  procedentes de moléculas orgánicas complejas van descendiendo progresivamente de nivel energético.

Tipos de catabolismo:

**A. Catabolismo aerobio:** el aceptor final de los  $e^-$  es el  $O_2$ . Genera gran cantidad de energía.

**B. Catabolismo anaerobio**

1. **Fermentación:** el aceptor final de  $e^-$  es orgánico (generalmente etanol o un ácido orgánico).

La oxidación del compuesto orgánico es parcial y libera poca energía.

La fosforilación del ADP se realiza sólo a nivel de sustrato.

2. **Respiración anaeróbica:** actúa la cadena respiratoria, pero el aceptor final de  $e^-$  es un compuesto inorgánico diferente del  $O_2$ . Se da sólo en algunas bacterias.

## II. CATABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

**A. Ruptura de polímeros.** En el hígado el glucógeno es escindido en moléculas de glucosa-1-P por acción de la fosforilasa. La glucosa-1-P es posteriormente convertida en glucosa-6-P por la fosfoglucomutasa. La fosforólisis del almidón en las células vegetales es semejante.

**B. Glucólisis** Se produce en el citoplasma de casi todas las células.

1. Conversión de la glucosa en fructosa-1,6-difosfato.

Activación de la glucosa. Se consumen dos ATP excepto si la glucosa procede del almidón o el glucógeno.

2. Ruptura de la fructosa-1,6-diP en dos moléculas 3C.

Por cada molécula de fructosa-1,6-diP se obtienen dos moléculas de gliceraldehído-3-P.

Este es oxidado y fosforilado para formar el 3-fosfogliceril-P, que posee un alto contenido energético.

3. Formación de ácido pirúvico

**C. Degradación anaeróbica del ácido pirúvico: Fermentaciones**

En las fermentaciones el ácido pirúvico se utiliza para regenerar el NADP.

Se produce en ciertas bacterias y levaduras y, en determinadas condiciones, también en células de eucariotas pluricelulares.

La oxidación del compuesto orgánico es parcial. El aceptor final de electrones es orgánico.

Se produce una pequeña cantidad de energía. Algunas fermentaciones tienen interés comercial.

1. **Fermentación alcohólica**

Proceso semejante a la glucólisis. Después el piruvato se descarboxila y se convierte en acetaldehído que posteriormente se reduce a etanol.

2. **Fermentación láctica**

El piruvato se reduce a lactato. Si el producto final es solo lactato, la fermentación se denomina homoláctica. Si se producen además otros compuestos, como el etanol, la fermentación es heteroláctica.

3. **Balance energético de las fermentaciones.**

Se producen 2 ATPs ( $14,6 \text{ Kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) lo que supone un rendimiento del 31%.

**D. Descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico**

Ocurre en la matriz mitocondrial. Catalizada por el complejo piruvato deshidrogenasa. A partir del ácido pirúvico se forma un  $\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$ , un NADH y se desprende una molécula de  $\text{CO}_2$ .

**E. Ciclo de Krebs (ciclo de los ácidos tricarboxílicos o del ácido cítrico)**

Los enzimas implicados en el proceso también se encuentran en la matriz mitocondrial.

Es la vía final común para la oxidación de los combustibles metabólicos.

1. **Degradación completa de acetil-CoA.**

Por cada molécula de acetil-CoA que se incorpora al ciclo se forman 3 NADH, 1 FADH y 1 GTP, y se desprenden dos moléculas de  $\text{CO}_2$ .

2. **Obtención de precursores del anabolismo.**

El ciclo de Krebs es un proceso anfibólico.

**F. Cadena respiratoria**

Para que el proceso pueda seguir funcionando, los coenzimas reducidos deben reoxidarse.

Los  $e^-$  de alta energía de los coenzimas son transferidos, a través de una cadena de transportadores situada en la membrana mitocondrial interna, hasta el  $O_2$ . La energía liberada se utiliza para fosforilar ADP.

1. **Transporte de electrones**

El FMN y el CoQ transportan hidrógeno, los citocromos transportan sólo electrones.

El potencial de oxidorreducción de los transportadores de la cadena es progresivamente decreciente.

## 2. Fosforilación oxidativa (hipótesis quimiosmótica de Mitchell)

La energía liberada en el transporte de  $e^-$  impulsa el bombeo de  $H^+$  hacia el espacio intermembrana.

La membrana mitocondrial interna es impermeable a los  $H^+$ , por lo que se crea un gradiente electroquímico.

Los protones regresan a la matriz atravesando la ATPasa. Acoplado a este paso se produce la fosforilación del ADP.

### G. Balance energético de la respiración de una molécula de glucosa

Se producen 38 ATPs ( $277 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) lo que supone un rendimiento del 40,4%.

En la cadena respiratoria se producen 3 ATPs por cada NADH y 2 por cada FADH.

Los NADH producidos en la glucólisis a veces rinden solamente 2 ATPs debido al gasto que supone su entrada en la mitocondria. Esto depende del modo como penetren en las mitocondrias los  $e^-$  del NADH extra-mitocondrial introducción en la mitocondria. En este caso el rendimiento total es de 36 ATPs

## III. CATABOLISMO DE LOS LÍPIDOS

### A. Degradación de las macromoléculas

Hidrólisis de los triglicéridos por acción de las lipasas.

La glicerina se incorpora a la glucólisis tras su oxidación y fosforilación. Los ácidos grasos sufren la  $\beta$ -oxidación en la matriz mitocondrial.

### B. Activación de los ácidos grasos

El enzima acil-CoA sintetasa cataliza la unión del ácido graso al CoA con gasto de un ATP.

El acil-CoA es transportado al interior de la mitocondria por la camitina.

### C. $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos (hélice de Lynen)

El ácido graso se va rompiendo en fragmentos de dos carbonos por el extremo carboxílico.

Cuatro etapas: oxidación ligada al FAD, hidratación, oxidación ligada al NAD y tiolisis por acción de una nueva molécula de CoA.

Los ácidos grasos insaturados rinden un FADH menos por cada insaturación, debido a que no es necesaria la acción de la deshidrogenasa del acil-CoA.

### D. Ciclo de Krebs

### E. Cadena respiratoria

### F. Balance energético de la oxidación de los ácidos grasos

La oxidación completa del ácido palmítico (saturado de 16C) genera 129 ATPs ( $942 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) lo que supone un rendimiento del 40,2%.

## IV. CATABOLISMO DE PROTEÍNAS

La degradación de las macromoléculas (proteólisis) es realizada por las proteasas en el medio extracelular.

El exceso de aminoácidos no puede ser almacenado ni excretado, por lo que es utilizado como combustible metabólico.

### A. Transaminación

Las transaminasas catalizan la transferencia del grupo amino desde un aa hasta un  $\alpha$ -cetoácido

La glutamato-transaminasa cataliza la transferencia al  $\alpha$ -cetoglutárico formando glutámico.

La alanina-transaminasa cataliza la transferencia al pirúvico formando alanina. Esta alanina transfiere luego su grupo amino al  $\alpha$ -cetoglutárico que formará glutámico.

### B. Desaminación oxidativa

El glutámico formado será desaminado oxidativamente por la glutamato-deshidrogenasa, ligada al NAD, y se formará  $\alpha$ -cetoglutárico, amonio y NADH.

Los  $\alpha$ -cetoácidos resultantes de la transaminación pueden ser: pirúvico,  $\alpha$ -cetoglutárico, succinil-CoA, fumárico u oxalacético. Unos pocos aminoácidos son degradados a acetil-CoA.

Estos compuestos siguen la vía del ciclo de krebs hasta ser totalmente oxidados.

### C. Eliminación del amonio

Una parte del amonio es utilizado en la síntesis de aminoácidos. El resto es excretado.

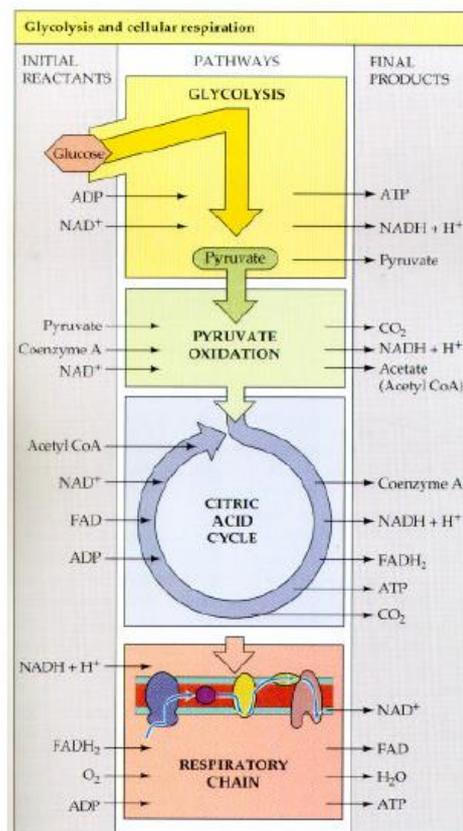
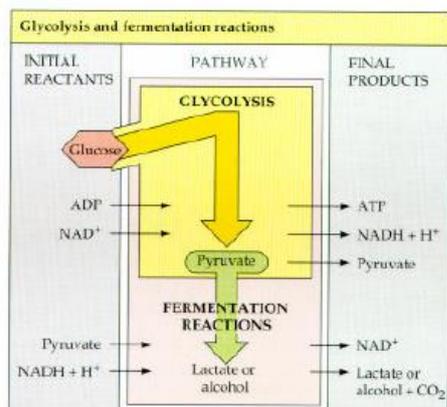
**Organismos ureotélicos** (anfibios, quelonios, mamíferos y elasmobranquios): transforman amoniaco en urea mediante el ciclo de la urea, que ocurre en la matriz mitocondrial.

**Organismos uricotélicos** (insectos, aves y reptiles terrestres): excretan ácido úrico.

**Organismos amoniotélicos** (insectos acuáticos y peces): excretan directamente amonio.

## METABOLISMO ENERGÉTICO

Las reacciones del metabolismo energético pueden agruparse en cinco rutas: la glucólisis, la oxidación del piruvato, el ciclo de Krebs, la cadena respiratoria y la fermentación. Las tres de en medio ocurren sólo en presencia de oxígeno y se conocen en conjunto como **respiración celular**



### 1.3. La fotosíntesis.

Conversión de energía luminosa en energía química en forma de ATP. Este ATP se utiliza para sintetizar otras moléculas orgánicas. Este proceso es posible porque una molécula especial, un pigmento fotosintético, es capaz de excitarse con los fotones luminosos hasta perder un electrón y quedarse ionizado (oxidado). El electrón será repuesto por un dador de electrones, que se oxida a su vez. Los electrones que pierde el pigmento son captados por un aceptor de electrones, que se reduce, y luego a otros, en una cadena de aceptores que se reducen y oxidan sucesivamente. En este proceso se libera energía, que aprovechan las ATP-sintetasas para sintetizar ATP.

Los pigmentos pueden ser de dos tipos:

- ♦ Pigmentos antena, que captan energía luminosa y la pasan a otros pigmentos.
- ♦ Pigmentos diana, que reciben toda la energía captada por los anteriores y ceden el electrón al primer aceptor de electrones.

El aparato fotosintetizador está formado por:

- ♦ **Fotosistemas**, en que los pigmentos están asociados a proteínas de membrana. Un fotosistema está formado por una antena y un centro de reacción. La antena tiene 200-400 moléculas de pigmentos antena y no tiene pigmentos diana; el centro de reacción tiene una molécula de pigmento diana, el primer aceptor y el primer dador de electrones, y muy pocas moléculas antena. En las plantas superiores, algas y cianobacterias el dador de electrones es el agua, y al descomponerse ésta, se desprende oxígeno. Por eso se llama **fotosíntesis oxigénica**. En algunas bacterias el dador de electrones suele ser el H<sub>2</sub>S, y no se desprende oxígeno, sino azufre. Se llama **fotosíntesis anoxigénica**.
- ♦ **Cadena de transporte de e<sup>-</sup>**. Es un conjunto de moléculas que se oxidan y reducen sucesivamente. Al hacerlo se produce un bombeo de protones hacia el espacio interno tilacoidal que crea un gradiente electroquímico. (Teoría quimiosmótica de Mitchell)
- ♦ **ATP-sintetasas**. Son proteínas transmembranosas a través de las cuales los H<sup>+</sup> regresan al estroma a favor de gradiente; en este proceso se sintetiza ATP.

#### 1.4. Fotosíntesis oxigénica.



Convierte materia inorgánica (dióxido de carbono y agua) en materia orgánica (glucosa u otras moléculas) utilizando como energía la luz solar. Durante el proceso se desprende oxígeno como sustancia de desecho. La materia orgánica formada, entre otras cosas, formará nuevos tejidos y hará crecer a la planta.

##### a) Fase luminosa acíclica.-

Ocurre en presencia de la luz. Intervienen moléculas de clorofila. Se produce en los tilacoides de los cloroplastos. Se forman ATP (energía) y NADPH (poder reductor), que se utilizarán en la fase siguiente.

Se produce la fotoexcitación de los pigmentos fotosintéticos; ésta hace que los electrones alcancen orbitales de mayor energía. Algunas moléculas (P-680 o P-700) reciben la energía suficiente para expulsar el electrón fuera de la molécula, y otra molécula, el **aceptor primario de electrones**, lo recoge y se reduce, a la vez que la molécula de clorofila se oxida (pierde electrones). El electrón desprendido será transportado de molécula en molécula a lo largo de la **cadena de transportadores de electrones**. La energía desprendida en este proceso es utilizada para la síntesis de moléculas de ATP. La última molécula de la cadena es el NADPH (poder reductor), que cederá los electrones al **aceptor último de electrones** en la siguiente fase. El **donador primario de electrones** es el  $\text{H}_2\text{O}$ , que repone los electrones perdidos por la clorofila; la ruptura (fotólisis) del agua también produce  $\text{H}^+$  y  $\text{O}_2$ , que se libera como desecho. Intervienen los dos fotosistemas, PSII y PSI.

##### c) Fase oscura

- ♦ Se utilizan los ATP y NADPH obtenidos en la fase anterior para sintetizar materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas.
- ♦ Ciclo de Calvin. Cadena de reacciones metabólicas que ocurre en el estroma del cloroplasto.

Pueden distinguirse tres etapas:

- Fijación del  $\text{CO}_2$ .
- Reducción del  $\text{CO}_2$  fijado.
- Regeneración de la Ribulosa 1,5 difosfato.

##### d) Balance de la fotosíntesis.-

- ♦ Para sintetizar 1 molécula de glucosa hacen falta 6  $\text{CO}_2$  y 12  $\text{H}_2\text{O}$ .
- ♦ 12  $\text{H}_2\text{O}$ : 6  $\text{O}_2$  se liberan a la atmósfera, y de los 24 H, 12 se incorporan a la glucosa, y otros 12 se unen al  $\text{O}_2$  del  $\text{CO}_2$  para formar agua.
- ♦ Los 24 H suponen 24 e<sup>-</sup> y 24 H<sup>+</sup>; cada electrón necesita el impacto de 2 fotones, uno en cada fotosistema (en total, 48 fotones).
- ♦ En la fase luminosa acíclica, por cada 3 H<sup>+</sup> se sintetiza 1 ATP; como por una molécula de agua se introducen en el tilacoide 4 H<sup>+</sup> (dos del agua y dos de la plastoquinona reducida), por cada molécula de agua hidrolizada se sintetizan 1,33 ATP. Como se gastan 12  $\text{H}_2\text{O}$ , se producen 15,96 ATP.
- ♦ En la fase oscura (ciclo de Calvin) se necesita, por cada  $\text{CO}_2$  incorporado, 2 NADPH y 3 ATP. Para una glucosa son necesarios, pues, 12 NADPH y 18 ATP.
- ♦ No hay suficiente ATP con la fase luminosa acíclica; la diferencia se supone que se obtiene de la fase luminosa cíclica

# 13

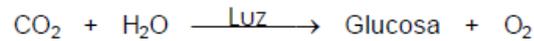
## ANABOLISMO, FOTOSÍNTESIS Y QUIMIOSÍNTESIS

### I. FOTOSÍNTESIS

#### A. Concepto e importancia biológica

Proceso mediante el cual ciertos organismos son capaces de transformar la energía de la luz solar en energía química (ATP y NADPH) y utilizarla para sintetizar compuestos orgánicos a partir de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Reacción global:



Las plantas, algas y cianobacterias poseen clorofila como principal pigmento fotosintético y oxidan agua durante el proceso fotosintético liberando oxígeno molecular; realizan una fotosíntesis oxigénica.

En cambio, las bacterias fotosintéticas verdes y púrpuras tienen bacterioclorofila como principal pigmento y no oxidan el  $\text{H}_2\text{O}$ , sino hidrógeno gaseoso o sulfuro de hidrógeno, por lo que no liberan oxígeno; realizan una fotosíntesis anoxigénica.

#### B. Fase luminosa o de Blackman (captación de energía)

Pigmentos fotosintéticos. Espectros de absorción. Fotosistemas.

Fotosistema I (P700). Predomina la clorofila a. No asociado a la producción de  $\text{O}_2$ .

Fotosistema II (P680). Asociado a la producción de  $\text{O}_2$ .

Los pigmentos, transportadores y enzimas implicados en el proceso se encuentran en la membrana de los tilacoides.

##### 1. Captación de energía por los fotosistemas

Antena y centro de reacción

##### 2. Reducción del NADP

##### 3. Transporte de electrones y fotofosforilación

Proceso quimiosmótico de fosforilación.

##### 4. Oxidación del agua

##### 5. Fotofosforilación cíclica

#### C. Fase oscura

A pesar de su nombre, algunos de los sistemas enzimáticos implicados en el proceso requieren ser estimulados por la luz.

##### 1. Ciclo de Calvin

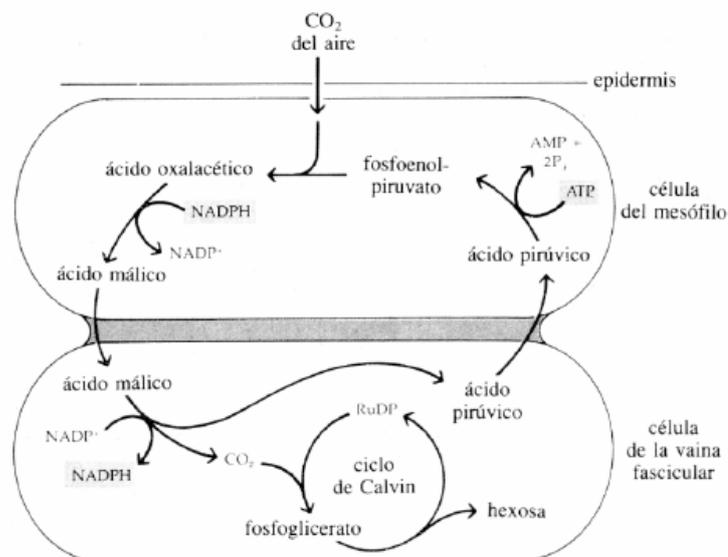
Descubierto por M. Calvin utilizando al alga unicelular *Chlorella* a la que se le suministraba  $\text{CO}_2$  marcado con  $^{14}\text{C}$ .

El proceso ocurre en el estroma de los cloroplastos. Se pueden distinguir tres fases:

- Fijación del  $\text{CO}_2$  a la ribulosa-1,5-difosfato.
- Reducción del ácido 3-fosfoglicérico.
- Formación de glucosa y regeneración de la ribulosa-1,5-difosfato.

##### 2. Ruta de Hatch-Slack (plantas $\text{C}_4$ )

Se da en muchas plantas de climas calurosos y secos.



La PEP-carboxilasa presenta más afinidad por el  $\text{CO}_2$  que la RuDP-carboxilasa. Al fijar el  $\text{CO}_2$  con más rapidez, aumenta el gradiente de  $[\text{CO}_2]$  entre las células y el aire exterior.

La RuDP-carboxilasa presenta también actividad oxidasa por lo que se produce el fenómeno de la fotorrespiración, que resta eficacia al proceso fotosintético. En las plantas  $\text{C}_4$  la RuDP-carboxilasa está en cierto modo protegida del  $\text{O}_2$  atmosférico.

## II. QUIMIOSÍNTESIS

### A. Concepto e importancia biológica

La quimiosíntesis es una forma de nutrición autótrofa en la que la energía necesaria para la elaboración de compuestos orgánicos se obtiene de la oxidación de ciertas sustancias del medio. Aunque este proceso es exclusivo de algunos grupos de bacterias tiene una gran importancia biológica ya que de esta manera se reciclan los compuestos totalmente reducidos ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ) y se cierran los ciclos de la materia en los ecosistemas.

Igual que en la fotosíntesis se pueden distinguir dos fases: en la primera se obtiene energía y poder reductor por oxidación de compuestos muy reducidos como el metano, el ácido sulfhídrico, etc.; la segunda fase es semejante a la que ocurre en la fotosíntesis y en ella se asimila y reduce el dióxido de carbono.

### B. Organismos quimiosintéticos

#### 1. Bacterias del hidrógeno

Estas bacterias pueden activar el hidrógeno molecular con ayuda de hidrogenasas y utilizarlo para obtener energía. Frecuentemente las bacterias de este tipo son autótrofas facultativas y pueden nutrirse también de compuestos orgánicos.

#### 2. Sulfbacterias

Las bacterias del género *Thiobacillus* son capaces de obtener energía por oxidación de compuestos reducidos de azufre. La mayoría de las bacterias de este género son capaces de oxidar diversos compuestos de azufre y forman sulfato como producto final.

#### 3. Ferrobacterias

Algunas bacterias viven en aguas ricas en compuestos de hierro ferroso, absorben estas sustancias y las oxidan a hierro férrico, que forma hidróxido férrico muy insoluble y precipita. Esta reacción produce poca energía por lo que deben oxidar grandes cantidades de hierro para poder vivir.

#### 4. Bacterias nitrificantes

Oxidán compuestos reducidos del nitrógeno presentes en el suelo. Las bacterias nitrosificantes, como las del género *Nitrosomonas*, oxidan el amoníaco y lo convierten en nitritos. Las bacterias nitrificantes, como *Nitrobacter*, oxidan los nitritos a nitratos. Estas bacterias existen en todos los suelos, salvo en los tropicales, que son pobres en oxígeno.

## III. OTROS PROCESOS ANABÓLICOS

### A. Anabolismo de los glúcidos

#### 1. Gluconeogénesis

Síntesis de glucosa a partir de precursores que no son glúcidos. El precursor es el oxalacetato que se forma en la matriz mitocondrial. Como la membrana mitocondrial interna es impermeable al oxalacetato, éste es primero reducido a malato que sí puede atravesarla y salir al hialoplasma donde será oxidado de nuevo a oxalacetato. El oxalacetato es posteriormente carboxilado y fosforilado a fosfoenolpiruvato (PEP). Dos moléculas de PEP se utilizarán para sintetizar una molécula de glucosa en una serie de reacciones algunas de las cuales son inversas de la glucólisis y otras exclusivas de la gluconeogénesis.

#### 2. Glucogenogénesis

Este proceso se realiza especialmente en las células del hígado y en los músculos. Consiste en la síntesis de glucógeno realizada en el hialoplasma a partir de moléculas de glucosa activadas en forma de UDP-glucosa.

La síntesis de almidón en las células vegetales es similar, aunque el activador es el ATP.

### B. Anabolismo de los lípidos

Los fosfolípidos, colesterol y derivados se sintetizan en el retículo endoplasmático. Los triglicéridos en el hialoplasma.

SÍNTESIS DE GLICERINA: Se realiza en el hialoplasma a partir de la dihidroxiacetona-3P.

SÍNTESIS DE ACIDOS GRASOS: Condensaciones sucesivas de fragmentos de 2C ocurrida también en el hialoplasma. El complejo enzimático que cataliza el proceso no es capaz de añadir moléculas de 2C en forma de acetil-CoA, sino en forma de malonil-CoA.

### C. Anabolismo de los aminoácidos

Algunos aminoácidos no pueden ser sintetizados (aminoácidos esenciales). En el hombre son: lisina, triptófano, treonina, metionina, fenilalanina, leucina, valina e isoleucina.

Se produce en el hialoplasma. El grupo amino suele provenir del ácido glutámico.

Los principales precursores son:  $\alpha$ -cetogluárico (glutámico), 3-fosfoglicérico (serina), pirúvico (alanina), oxalacético (aspártico y asparagina) y el propio glutámico (prolina y glutamina).

La biosíntesis de proteínas se realiza en los ribosomas y será estudiada con más detalle en el Tema 14.

### D. Anabolismo de los nucleótidos

Es un proceso complejo. Los productos de su degradación son utilizados en la síntesis.

Los ácidos nucleicos son sintetizados en el núcleo.

# 1. Las mitocondrias. La respiración celular.

## 1.1. Las mitocondrias.

Orgánulos encargados de la obtención de energía mediante la respiración celular. En el proceso se sintetiza ATP gracias a la intervención de ATP-sintetasas. Están en todas las células eucariotas. Se cree que se han formado por un proceso de endosimbiosis a partir de células procariotas especializadas. Tienen ADN propio, distinto del nuclear, y pueden sintetizar sus propias proteínas. Son orgánulos redondeados o alargados, de 1-4  $\mu$ m de longitud por 0,3-0,8  $\mu$ m de anchura, formados por una doble membrana: la externa lisa, que pertenece a la célula, y la interna con pliegues transversales formando láminas, que pertenece al orgánulo. Sobre la superficie de ambas membranas se encuentran cuerpos redondeados llamados **oxisomas**, que contienen las ATP-sintetasas. El espacio delimitado por la membrana interna está ocupado por la **matriz**; los pliegues se llaman **crestas**, y el espacio existente entre las dos membranas es el **espacio intermembranoso**.

Su función consiste en realizar las reacciones bioquímicas de la respiración celular: combustión de compuestos orgánicos para obtener la energía necesaria para que la célula realice otras funciones. Los oxisomas contienen transportadores de electrones.

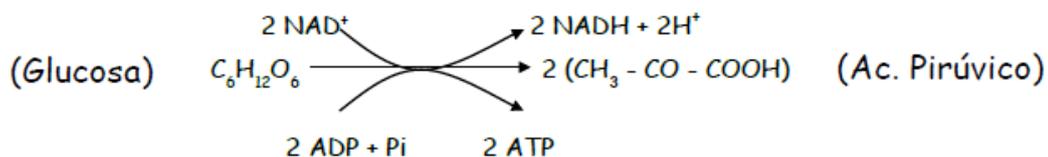
## 1.2. El catabolismo de los glúcidos: la respiración.

### a) Hidrólisis de polisacáridos.

Los polisacáridos de la dieta de los animales son hidrolizados en el tubo digestivo hasta monosacáridos, que penetran en las células; también los polisacáridos de reserva (glucógeno en animales y almidón en vegetales) son hidrolizados en el citoplasma de las células hasta monosacáridos. La degradación total de la glucosa tiene dos fases: Glucólisis y ciclo de Krebs.

### b) Glucólisis.

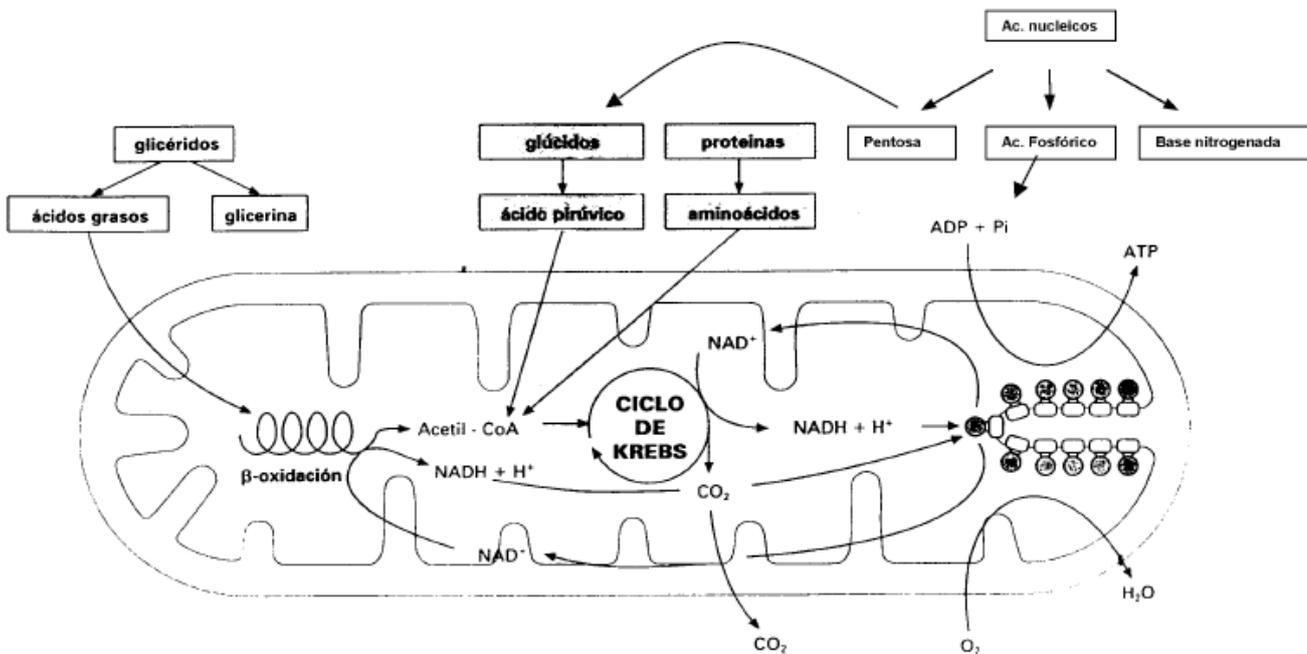
Rotura de la glucosa en dos moléculas de piruvato (anión más frecuente del ácido pirúvico). El proceso es anaerobio (sin oxígeno) y ocurre en el citosol. Es una secuencia de 10 reacciones catalizadas por otras tantas enzimas. A partir de una molécula de glucosa se forman dos de ácido pirúvico, y se sintetizan 2 NADH + 2 H<sup>+</sup> y 2 ATP.



### c) Respiración: Sistema piruvato-deshidrogenasa y ciclo de Krebs.

En condiciones aerobias, el piruvato atraviesa la doble membrana de las mitocondrias por transporte facilitado y en la matriz se convierte en acetil-Co A por oxidación y descarboxilación (con intervención de un sistema enzimático llamado **piruvato-deshidrogenasa**), y entra a formar parte de la siguiente fase, el ciclo de Krebs.

## 1.6. Resumen del catabolismo.



## 1.7. Las fermentaciones

El aceptor final de electrones es un compuesto orgánico. El resultado es una oxidación incompleta del alimento. No interviene la cadena respiratoria, por lo que es un proceso anaerobio. No hay síntesis de ATP en las ATP - sintetetas: sólo en el sustrato. Por eso tienen un rendimiento energético bajo. Por ejemplo, una molécula de glucosa produce 38 ATP por respiración, frente a 2 ATP por fermentación.

Las fermentaciones son propias de microorganismos, aunque algunas pueden producirse en el tejido muscular de animales cuando no hay suficiente oxígeno en las células.

- ♦ Fermentación alcohólica: Vino, cerveza, pan.



- ♦ Fermentación láctica: Queso, yogur, agujetas.



- ♦ Fermentación butírica
- ♦ Fermentación pútrida

## CATABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS

### GLUCÓLISIS

En el citoplasma: cada molécula de GLUCOSA (6C) es descompuesta en dos moléculas de ÁCIDO PIRÚVICO (3C). Se forman 2 ATP y 2 NADH + H<sup>+</sup> por molécula de glucosa.

#### EN CONDICIONES ANAEROBIAS

### FERMENTACIONES

En el citoplasma: el ÁCIDO PIRÚVICO es reducido a ETANOL (FERMENTACIÓN ETÍLICA) o ÁCIDO LÁCTICO (FERMENTACIÓN LÁCTICA) para regenerar el NAD y que la glucólisis no se detenga.

### BALANCE ENERGÉTICO DE LAS FERMENTACIONES

El rendimiento neto es de 2 ATP por molécula de glucosa.

#### EN CONDICIONES AEROBIAS (RESPIRACIÓN CELULAR)

### DECARBOXILACIÓN OXIDATIVA DEL ÁCIDO PIRÚVICO

En la matriz mitocondrial: cada molécula de ÁCIDO PIRÚVICO (3C) es decarboxilada y oxidada (formándose una molécula de NADH) para dar lugar a un grupo acetil que se une al coenzima A formando ACETIL-CoA.

### CICLO DE KREBS

En la matriz mitocondrial: el grupo ACETIL (2C) transportado por el CoA se une al ácido oxalacético (4C) formando ácido cítrico (6C) y es oxidado completamente hasta formar CO<sub>2</sub>, generando 3 NADH + H<sup>+</sup>, 1 FADH<sub>2</sub> y 1 GTP por cada grupo acetil oxidado completamente. Al final del proceso se regenera el ácido oxalacético.

### CADENA RESPIRATORIA Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

En la membrana de las crestas mitocondriales: el NADH + H<sup>+</sup> y el FADH<sub>2</sub> formados en las etapas anteriores transfieren sus electrones a una cadena de transportadores, denominada cadena respiratoria, en la que el receptor final es el O<sub>2</sub> que, junto a un par de protones, forma agua.

Por cada NADH + H<sup>+</sup> se obtienen 3 ATP en la cadena respiratoria y por cada FADH<sub>2</sub> 2.

### BALANCE ENERGÉTICO DE LA RESPIRACIÓN

Por cada molécula de glucosa oxidada completamente en condiciones aerobias se obtienen 38 ATP.

## CATABOLISMO DE LAS GRASAS

### HIDRÓLISIS DE LOS TRIGLICÉRIDOS

En el citoplasma las lipasas descomponen las grasas en GLICERINA y ÁCIDOS GRASOS.

### DEGRADACIÓN DE LA GLICERINA

En el citoplasma, la GLICERINA, tras su oxidación y fosforilación, se convierte en DIHIDROXIACETONA-FOSFATO que se degradará por vía glucolítica.

### $\beta$ - OXIDACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS

En la matriz mitocondrial los ÁCIDOS GRASOS sufren un proceso degradativo "en espiral" en el que son progresivamente escindidos en fragmentos de dos carbonos. Cada fragmento de dos carbonos es un grupo acetil que se une al coenzima A formando ACETIL-CoA

### CICLO DE KREBS

En la matriz mitocondrial: el grupo ACETIL (2C) transportado por el CoA se une al ácido oxalacético (4C) formando ácido cítrico (6C) y es oxidado completamente hasta formar  $\text{CO}_2$ , generando 3  $\text{NADH} + \text{H}^+$ , 1  $\text{FADH}_2$  y 1 GTP por cada grupo acetil oxidado completamente. Al final del proceso se regenera el ácido oxalacético.

### CADENA RESPIRATORIA Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

En la membrana de las crestas mitocondriales: el  $\text{NADH} + \text{H}^+$  y el  $\text{FADH}_2$  formados en las etapas anteriores transfieren sus electrones a una cadena de transportadores, denominada cadena respiratoria, en la que el receptor final es el  $\text{O}_2$  que, junto a un par de protones, forma agua.  
Por cada  $\text{NADH} + \text{H}^+$  se obtienen 3 ATP en la cadena respiratoria y por cada  $\text{FADH}_2$  2.

### BALANCE ENERGÉTICO DE LA RESPIRACIÓN

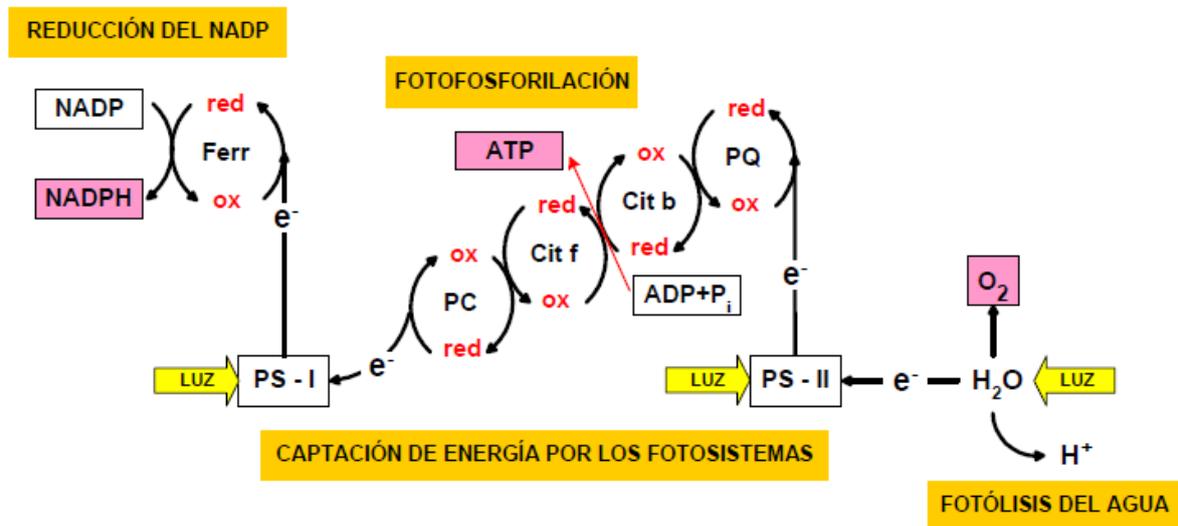
El rendimiento neto del proceso depende del número de carbonos del ácido graso y del número de insaturaciones.

P.e.: la oxidación completa del ácido palmítico (saturado de 16C) genera 129 ATP.

## COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS CATABÓLICOS

	Respiración aerobia	Respiración anaerobia	Fermentación
Condiciones de crecimiento	Aeróbicas	Anaeróbicas	Anaeróbicas
Cadena transportadora de electrones	Sí	Sí	No
Aceptor final de hidrógeno (electrones)	Oxígeno libre (O <sub>2</sub> )	Normalmente una sustancia inorgánica (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> o CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , pero nunca O <sub>2</sub> )	Una molécula orgánica, como el piruvato
Tipo de fosforilación utilizada para generar ATP	Principalmente oxidativa; algo a nivel de sustrato	Principalmente oxidativa; algo a nivel de sustrato	A nivel de sustrato

### FASE LUMINOSA



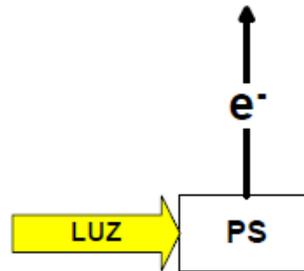
### FASE OSCURA (balance neto)



# FASE LUMINOSA

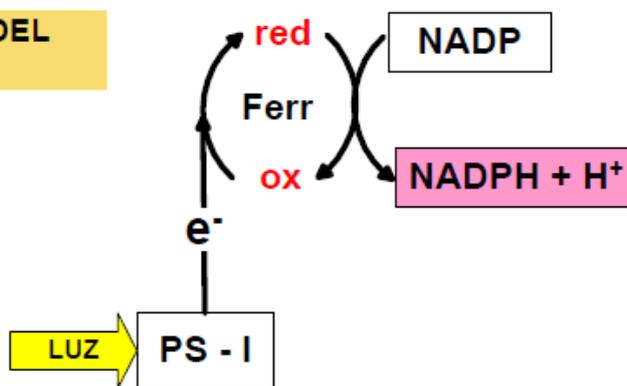
Los pigmentos fotosintéticos se encuentran en la membrana de los tilacoides asociados a proteínas constituyendo los **fotosistemas I y II (PS - I y II)**

## CAPTACIÓN DE ENERGÍA POR LOS FOTOSISTEMAS



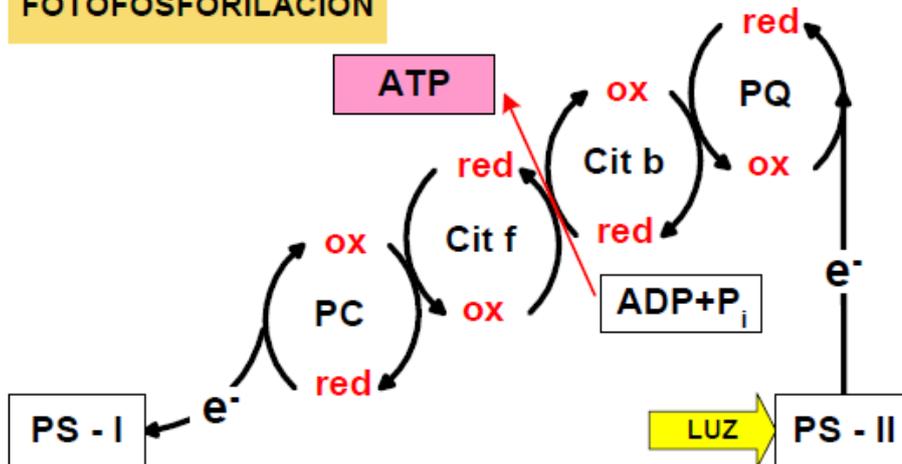
Al incidir la luz sobre los pigmentos fotosintéticos se desprenden electrones que pasan a niveles energéticos superiores

## REDUCCIÓN DEL NADP



Los electrones desprendidos por el fotosistema I son captados por la ferredoxina que los transfiere al NADP, formando **NADPH + H<sup>+</sup>**

## FOTOFOSFORILACIÓN

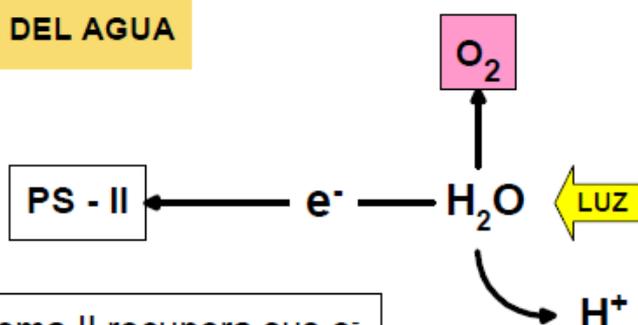


Los electrones desprendidos por el fotosistema II atraviesan una cadena de transportadores de e<sup>-</sup> en la que van cayendo de nivel energético

La energía desprendida en cada paso se acumula y será utilizada para fosforilar una molécula de ADP y formar **ATP**

El fotosistema I recupera sus e<sup>-</sup>

## FOTÓLISIS DEL AGUA



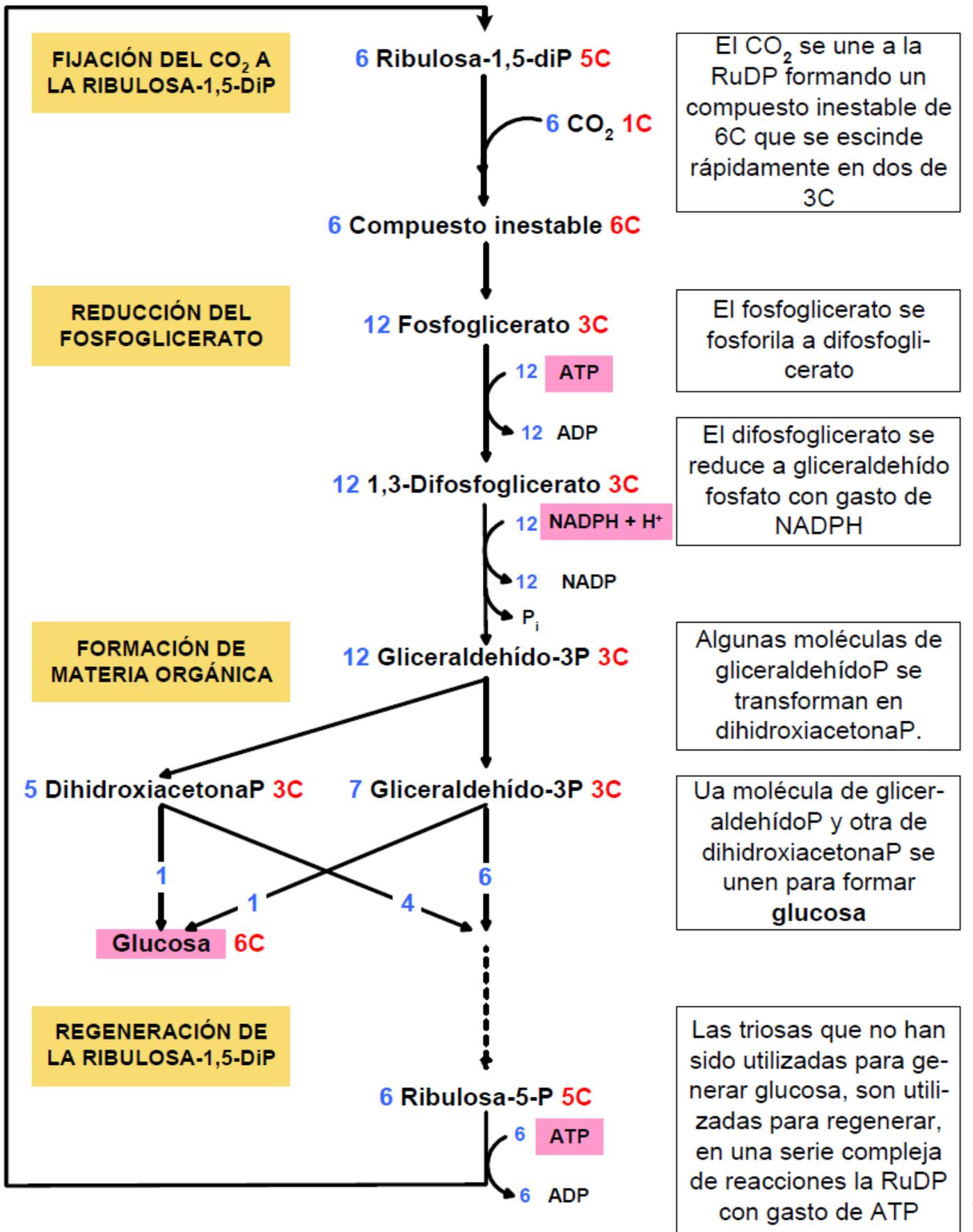
La descomposición de una molécula de H<sub>2</sub>O por la acción de la luz genera los e<sup>-</sup> que requiere el PS - II

El fotosistema II recupera sus e<sup>-</sup>

Se desprende O<sub>2</sub> a la atmósfera

# FASE OSCURA

La ribulosa-1,5-difosfato es la molécula responsable de la fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico a la materia orgánica



El CO<sub>2</sub> se une a la RuDP formando un compuesto inestable de 6C que se escinde rápidamente en dos de 3C

El fosfoglicerato se fosforila a difosfoglicerato

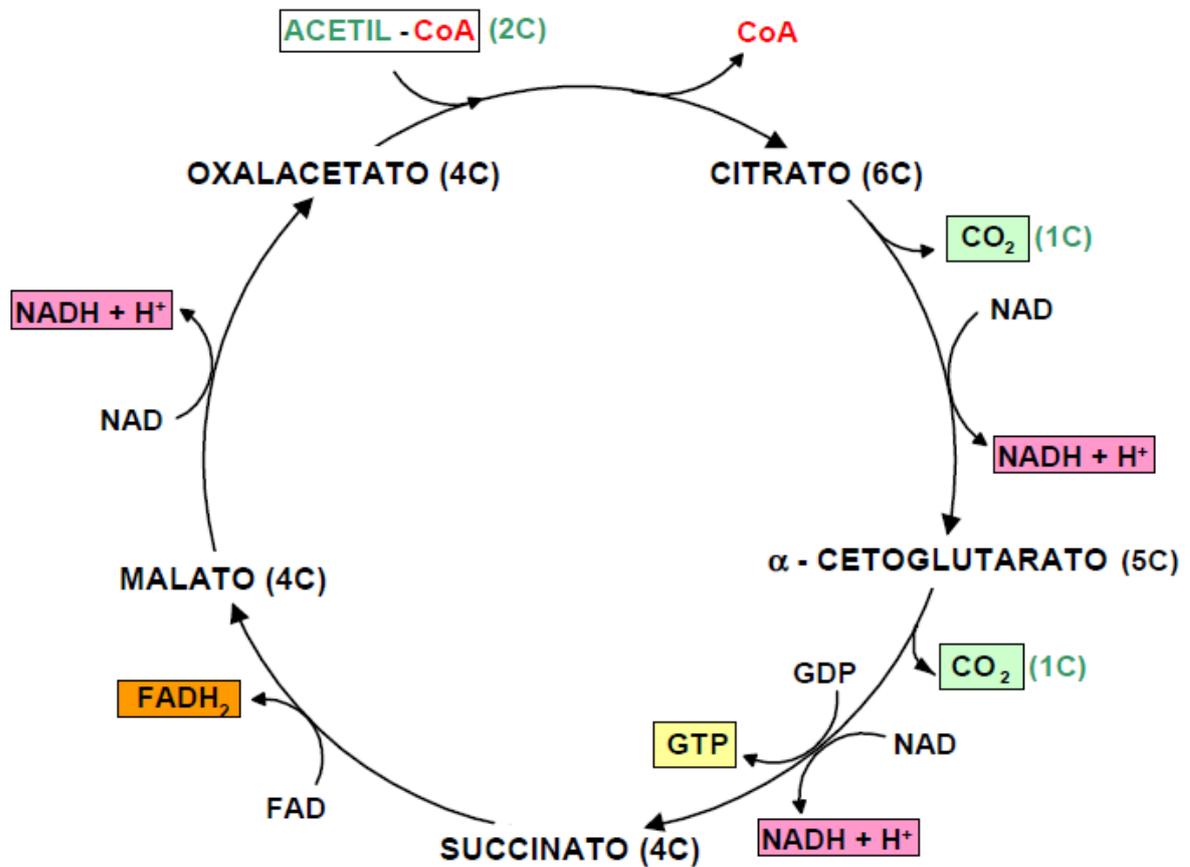
El difosfoglicerato se reduce a gliceraldehído fosfato con gasto de NADPH

Algunas moléculas de gliceraldehídoP se transforman en dihidroxiacetonaP.

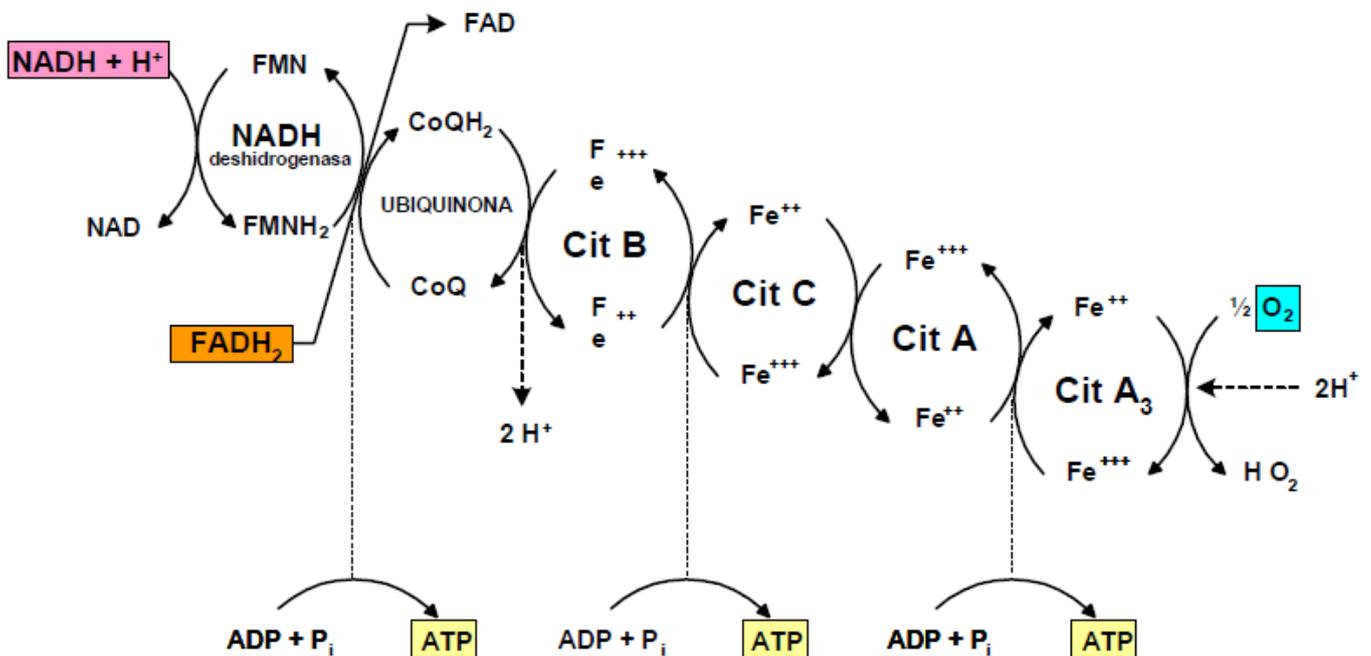
Una molécula de gliceraldehídoP y otra de dihidroxiacetonaP se unen para formar glucosa

Las triosas que no han sido utilizadas para generar glucosa, son utilizadas para regenerar, en una serie compleja de reacciones la RuDP con gasto de ATP

## RESUMEN DEL CICLO DE KREBS



## CADENA RESPIRATORIA Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA



### RUTAS METABÓLICAS

RUTA	REACTIVO INICIAL	PRODUCTO FINAL	LOCALIZACIÓN CELULAR	TIPO DE CÉLULA Y FINALIDAD
<b>CATABOLISMO</b>				
GLUCÓLISIS	Glucosa	Piruvato	Citoplasma	Todo tipo de células (Procariotas y eucariotas, animales o vegetales). Es el procedimiento básico de obtención de energía.
FERMENTACIONES <sup>(1)</sup>	Piruvato	Etanol o lactato	Citoplasma	Bacterias y levaduras. También en células eucariotas cuando no disponen de oxígeno para realizar la respiración celular. Regenera el NAD empleado en la glucólisis para que este proceso no se detenga.
DECARBOXILACIÓN OXIDATIVA <sup>(2)</sup>	Piruvato	Acetil-CoA	Matriz mitocondrial	Todas las células eucariotas y las procariotas que tengan capacidad de realizar un metabolismo aerobio. El acetil-CoA es la molécula en la que converge la degradación de muchas biomoléculas antes de incorporarse al ciclo de Krebs.
CICLO DE KREBS <sup>(2)</sup>	Oxalacetato	Oxalacetato	Matriz mitocondrial	Todas las células eucariotas y las procariotas que tengan capacidad de realizar un metabolismo aerobio. Es la ruta final de degradación de los combustibles metabólicos y sus intermediarios sirven de precursores en el anabolismo. Oxida completamente el grupo acetil hasta CO <sub>2</sub> .
CADENA RESPIRATORIA <sup>(2)</sup>	NADH + H <sup>+</sup> FADH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	NAD FAD H <sub>2</sub> O	Crestas mitocondriales	Todas las células eucariotas y las procariotas que tengan capacidad de realizar un metabolismo aerobio. Se transfieren los electrones de alto nivel energético de los agentes reductores hasta el oxígeno molecular a través de una cadena de transportadores.
FOSFORILACIÓN OXIDATIVA <sup>(2)</sup>	ADP + P <sub>i</sub>	ATP	Crestas mitocondriales	Todas las células eucariotas y las procariotas que tengan capacidad de realizar un metabolismo aerobio. Regenera las formas oxidadas (NAD, FAD) de los agentes reductores y aprovecha la energía de los electrones desprendidos para fosforilar ADP y formar ATP.
β-OXIDACIÓN	Ácidos grasos	Acetil-CoA	Matriz mitocondrial	Todas las células eucariotas y las procariotas que tengan capacidad de realizar un metabolismo aerobio. El acetil-CoA es la molécula en la que converge la degradación de muchas biomoléculas antes de incorporarse al ciclo de Krebs.
<b>FOTOSÍNTESIS</b>				
FASE LUMINOSA <sup>(3)</sup>	Pigmentos fotosintéticos, H <sub>2</sub> O, NADP, ADP, P <sub>i</sub>	Pigmentos fotosintéticos, O <sub>2</sub> , NADPH + H <sup>+</sup> , ATP	Membrana de los tilacoides	Células fotoautótrofas (vegetales, algas, cianobacterias, bacterias fotosintéticas). La energía de la luz se transforma en energía química en forma de ATP y agente reductor (NADPH + H <sup>+</sup> )
FASE OSCURA <sup>(4)</sup>	Ribulosa-1,5-diP, CO <sub>2</sub>	Ribulosa-1,5-diP, Glucosa	Estroma de los cloroplastos	Células fotoautótrofas (vegetales, algas, cianobacterias, bacterias fotosintéticas). Bacterias quimioautótrofas. Se emplea la energía química obtenida en la fase luminosa para fijar el CO <sub>2</sub> atmosférico y sintetizar materia orgánica.
<b>OTROS PROCESOS METABÓLICOS</b>				
GLUCOGENÓLISIS	Glucógeno	Glucosa	Citoplasma	Células animales (especialmente hepáticas y musculares). Obtención de glucosa.
GLUCONEOGENESIS	Lactato Piruvato Glicerina Algunos aa ...	Glucosa	Mitocondria / Citoplasma	Células animales. Síntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos de 3 y 4 carbonos en órganos que requieren un continuo aporte de glucosa.
GLUCOGENOGENESIS	Glucosa	Glucógeno	Citoplasma	Células animales (especialmente hepáticas y de la corteza renal). Formación de glucógeno cuando hay exceso de glucosa.

<sup>(1)</sup> Destino del piruvato en condiciones anaerobias.

<sup>(2)</sup> Constituyen la respiración celular. Destino del ácido pirúvico en condiciones aerobias.

<sup>(3)</sup> Absorción y conversión de la energía luminosa

<sup>(4)</sup> Fijación del CO<sub>2</sub> y biosíntesis de fotoasimilados

## CONCEPTOS DE GENÉTICA

**GENÉTICA** Es la ciencia que estudia la herencia biológica, es decir, la transmisión de caracteres morfológicos y fisiológicos de un individuo a su descendencia.

**GEN** Fragmento de ADN que lleva la información para un carácter.

**CARÁCTER** Cada una de las particularidades morfológicas o fisiológicas de un ser vivo.

**ALELO** Cada una de las formas alternativas que puede presentar un gen.

**GENOTIPO** Conjunto de los genes presentes en un organismo.

**FENOTIPO** Conjunto de caracteres observables en un organismo y que se deben a la interacción entre el genotipo y el ambiente.

**HOMOCIGOTO (Raza pura)** Individuo que posee los alelos correspondientes a un carácter iguales.

**HETEROCIGOTO (Híbrido)** Individuo que posee alelos diferentes para un carácter.

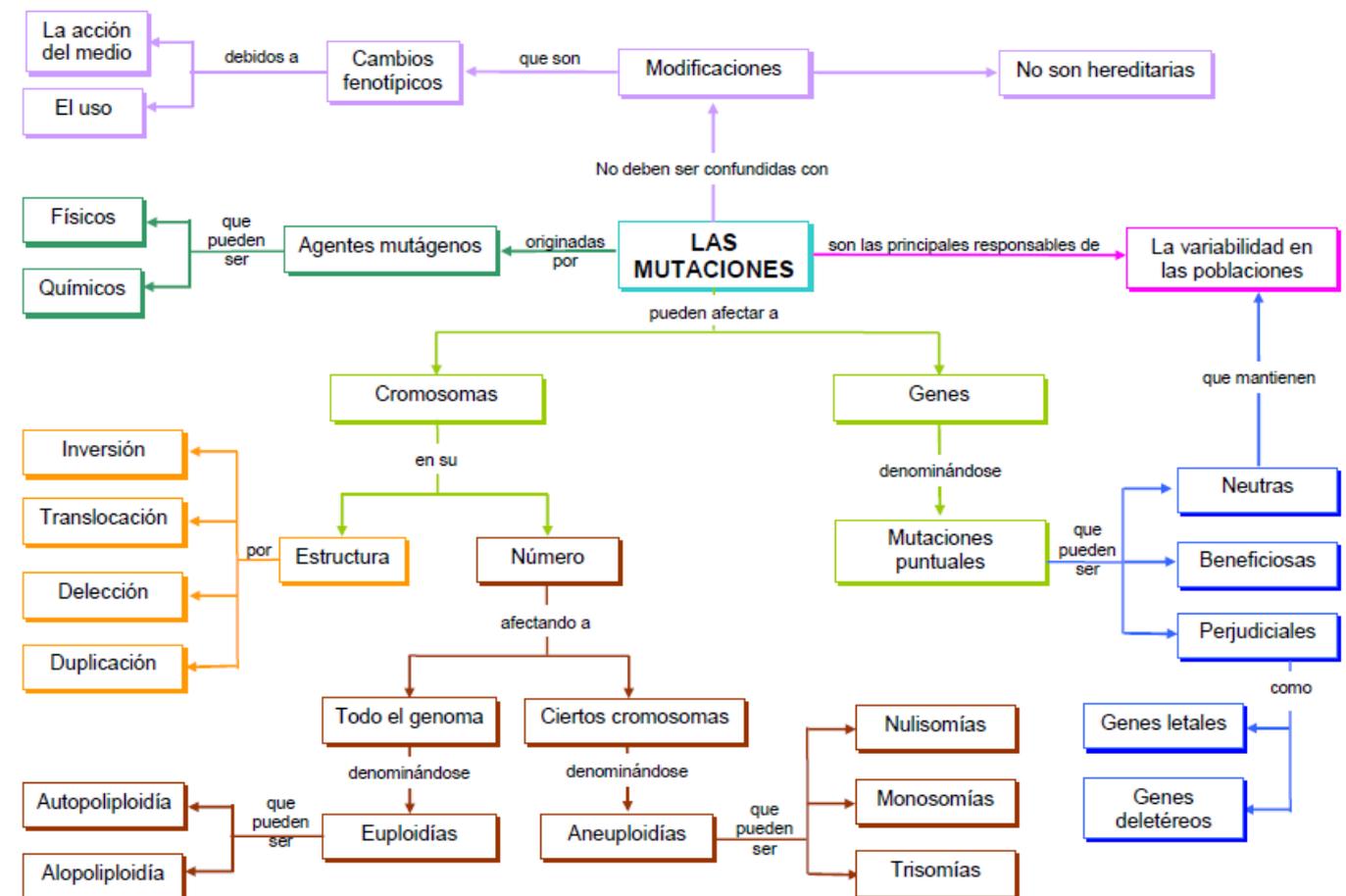
**DOMINANTE** Se llama dominante al alelo que se manifiesta en un heterocigoto.

**RECESIVO** Es recesivo el alelo que no se manifiesta en un heterocigoto.

**CODOMINANCIA** Cuando en un heterocigoto el fenotipo no corresponde a ninguno de los alelos sino que es una mezcla de ambos, se dice que los alelos son codominantes.

**DIHÍBRIDO (Doble heterocigoto)** Individuo heterocigoto para dos caracteres.

**RETROCRUZAMIENTO (Cruce prueba)** Cruzamiento de un individuo que manifiesta el fenotipo dominante con un homocigoto recesivo para distinguir (dependiendo de las proporciones fenotípicas en la descendencia) si se trata de una raza pura o de un híbrido.



## PREGUNTAS RESUELTAS

**CUESTIONARIO DE BIOLOGIA  
ELABORADO POR  
DRA. ORLIDIA ESPEJO**

1. ¿Qué estudia la biología?

R: Es la ciencia que se encarga del estudio de la vida.

2. ¿En qué contribuyó Aristóteles en el desarrollo histórico de la biología?

R: Grecia había personas muy importantes, entre ellos, Aristóteles: Clasificó los organismos principalmente en plantas y animales y en los que tenían y no tenían sangre.

3. ¿El microscopio, qué parte lo constituyen? (describe brevemente cada una).

R: El MICROSCOPIO es un instrumento óptico de ampliación, que está compuesto de un:  
-SISTEMA ÓPTICO, constituido por Ocular, Objetivo, Tomillos Macro y Micrométricos.  
-SISTEMA MECÁNICO, constituido por el Brazo, Platina y el Pie.  
-SISTEMA LUMÍNICO, constituido por el Espejo, Condensador y Diafragma.

4. ¿Qué es una célula?

R: Es la unidad básica, anatómica, fisiológica, de estructura, de protección y de origen de todos los seres vivos.

5. ¿Qué es el ciclo celular?

R: Es el periodo que transcurre desde el comienzo de una división hasta el inicio de la siguiente, esto varía de una célula a otra, pueden encontrarse en etapa de no división o interfase y etapa de división por mitosis o meiosis.

6. ¿Qué es la Mitosis?

R: La Mitosis solo se realiza en células Somáticas o formadoras de cuerpo, a partir de una célula Madre Diploide que se simboliza  $2n$  se originan 2 células hijas Diploides, es decir, cada una de ellas contiene la misma cantidad de ADN o juego cromosómico que la célula madre. La mitosis es llevada a cabo por todas las células, simplemente para multiplicarse, es decir, una sola célula crece (célula madre), replica todo su contenido (si tenía 3 mitocondrias, ahora tendrá 6) de modo que cuando se divide, la célula hija sea completamente idéntica a la célula madre. Ambas con el mismo contenido genético (23 pares de cromosomas) y cantidad de organelos.

7. ¿Qué es la Meiosis?

R: Es una división de tipo Sexual, ya que interviene los Gametos o células reproductoras sexuadas, a partir de una célula madre Diploide ( $2n$ ) se originan 4 Células hijas Haploides que se simboliza  $n$ , cada una de ellas contiene la mitad de la cantidad de ADN o juego cromosómico que la célula madre. Esto ocurre en la Meiosis porque en la Profase I hay reducción del nº de cromosomas Diploides a Haploides, es decir, cada célula germinal (espermatozoide y Óvulo) posee 23 Cromosomas de los cuales 22 son Autosomas o cromosomas somáticos destinados a la formación del Soma o Cuerpo del nuevo individuo y un PAR DE CROMOSOMAS SEXUADOS que son los que determinan el Sexo del nuevo individuo (XX en la hembra y XY en el macho). La meiosis se lleva a cabo únicamente por células sexuales (ovocitos y espermatozoides). El resultado de la meiosis es que el contenido genético se reduce a la mitad. Esto sucede

para que cuando se una el óvulo con el espermatozoide, el nuevo ser, tenga 23 pares de cromosomas y no el doble.

8. ¿Cuáles son las diferencias entre mitosis y meiosis?

R: La diferencia es que:

- En la meiosis la reproducción de las células es sexual.
- En la de mitosis la reproducción de la célula es asexual, son las del resto del organismo cuerpo.
- La meiosis siempre termina con la mitad de los cromosomas, que tiene una célula normal.
  
- La mitosis es un proceso por el cual una célula madre crece hasta el doble de su tamaño y después se divide en dos células hijas iguales.
- La meiosis es igual salvo por un detalle, en lugar de tener toda la información genética de la original, solo tienen la mitad. Solamente los óvulos y los espermatozoides se hacen así, porque como cada uno tiene la mitad de los genes, al unirse crean un organismo que es la mitad de cada uno de sus progenitores. Es decir, en la meiosis son células sexuales para que se tengan la mitad de genes de la madre y la mitad de genes del padre.

9. ¿Cuántas fases tiene la meiosis?

R: La meiosis tiene 2 fases:

- a) La primera fase es de reducción, es cuando cada célula tiene ahora la mitad del contenido genético.
- b) La segunda fase es una mitosis nada más, ya que se refiere a la proliferación de las células sexuales.

10. ¿Que mecanismos utiliza la célula para excretar sustancias?

R: La célula utiliza la exocitosis y la pinocitosis para excretar sustancias de desechos hacia el medio externo, la exocitosis es el transporte de sustancias sólidas y la pinocitosis es el transporte de sustancias líquidas. Las encargadas de realizar este proceso son las vesículas que salen del Aparato de Golgi, se desprenden de las cisternas del mismo y viajan por el citoplasma hasta fusionarse con la membrana plasmática. De esta manera se eliminan las sustancias de desecho de la célula.

11. ¿Cual es la finalidad de la Traducción; de la transcripción y de la replicación?

- R:
- La replicación del ADN se hace con los fines de crear una nueva molécula de ADN que tenga la misma información que la molécula molde. La copia se hace exacta, y sirve para mantener casi igual las características de un organismo. Por ejemplo debido a esta replicación todos los humanos tenemos la misma cantidad de brazos, dedos, piernas entre otras.
  - La transcripción se produce cuando se inicia la síntesis de proteínas, se copia una secuencia de ADN que determina para un aminoácido en el ARN, y este hace de conexión entre el ADN y los ribosomas (estructuras que se encargan de la síntesis de proteínas). Esto se debe a que el ADN no puede salir de la envoltura nuclear hacia el citoplasma, lugar en donde se encuentran los ribosomas.
  - En la traducción del ARN se produce la decodificación del ADN en lenguajes de una proteína, se unen los aminoácidos que vienen con esa secuencia de ARN y se forma la proteína.

12. Cite las fases en que se dividen la mitosis

R: Las fases son: Profase, Metafase, Anafase, Telofase.

13. ¿Cuáles son las funciones de la Mitosis?

R: Duplicar las Células para fines de Crecimiento o creación de nuevo Organismos.

14. Defina Cromosoma.

R: Son largos y delgados filamentos que luego se forman cortos y gruesos y se hacen visibles en la Profase.

15. ¿Cuántos cromosomas tiene el ser humano?

R: 23 pares

16. ¿Qué orgánulo celular contiene el material genético?

- a. El retículo endoplásmico
- b. Los ribosomas
- R: c. El núcleo

17. Cuáles de estas moléculas son componentes esenciales de la membrana plasmática:

- R: a. Lípidos y proteínas  
b. ADN  
c. Enzimas

18. ¿Cual es el resultado de la mitosis?

R: La formación de dos células, idénticas e iguales de actividad y forma.

19. ¿Qué es meiosis?

R: Consiste en dos divisiones Celulares una detrás de otra, esto sucede en organismos que se reproducen sexualmente,

20. ¿Cuáles son las fases de la meiosis?

R: Las fases son Profase I-II, Metafase I-II, Anafase I-II, Telofase I-II.

21. Defina números haploide y diploide de cromosomas. Diga como se representan.

R: Números haploide es la mita del diploide que en los seres humanos son 23, las haploide se representan (N) y las diploide (2N)

22. ¿Cuál es el numero diploide para los seres humano? ¿Cuál es el haploide?

R: El diploide es de 46 cromosomas y 23 haploides.

23. ¿Cuáles son los resultados de la Meiosis?

R: Se encarga de que cada gameto tenga 23 cromosomas y al unirse tendrían 46 restableciendo la fórmula cromosómica de la especie.

24. Defina reproducción sexual y asexual.

R:

- En la reproducción sexual: Necesita de dos individuos uno con un aparato progenitor femenino y otro masculino. Participan dos progenitores.
- En la reproducción asexual: Un solo organismo es capaz de originar otros individuos nuevos, que son copias de él mismo desde el punto de vista genético. Un claro ejemplo de reproducción asexual es la división de las bacterias en dos células hijas, que son genéticamente idénticas. En general, es la formación de un nuevo individuo a partir de células paternas. No existe meiosis. No hay intercambio de material genético (ADN). En esta reproducción las únicas células que participan son las haploides.

25. ¿Qué organismos se reproducen asexualmente?

R: Algunas especies de Sapos, lombrices, las bacterias, algunos peces y las aves.

26. En la mitosis la formación de las fibras del huso acromático empieza en la:

- a. Anafase
- b. Metafase
- R: c. Profase

27. ¿Pueden las células del cuerpo humano reproducirse asexualmente?

R: Las células se reproducen por mitosis la cual es asexual ya que no implica ninguna otra célula, pero las células sexuales humanas no pueden hacer tales cosas, ya que se necesita de un óvulo y un espermatozoide para realizar una fecundación.

28. ¿Qué dice la teoría cromosómica de la herencia?

R: Dice que los factores hereditarios llamados genes se encuentran en los cromosomas, estructuras que están localizadas en el núcleo de la célula en un lugar llamado locus.

29. Defina Cariotipo.

R: Es la composición cromosómica de un individuo se puede encontrar en las células de la sangre, médula ósea, o piel. El cariotipo de una persona normal tiene 46 cromosomas en pares 23, 22 autosomas y 1 par sexuales ya sean XX hembra o XY varón.

30. Describa brevemente en qué consiste el Síndrome de Down.

R: El síndrome de Down consiste en el par de cromosomas 21 en vez de ser pares son trisomas.

31. El ATP es:

- a. Un monosacárido que almacena energía en sus enlaces fosfato

b. Un azúcar deoxirribosa que forma parte del ADN

R: c. Un nucleótido que participa en las reacciones de transferencia de energía entre catabolismo y anabolismo

32. ¿Qué es la amniocentesis?

R: Consiste en una técnica de diagnóstico tomando muestras del líquido amniótico del feto para estudiar las células del feto, determinando así si tiene alteraciones en el cariotipo.

33. Escribe las bases correspondientes en el DNA

R: Adenina

Guanina

Citosina

Timina

34. Escribe las bases correspondientes en el RNA.

R: Adenina

Citosina

Guanina

Uracilo

35. ¿Qué son y dónde están localizados los genes?

R: Están localizados en el cromosoma. Son segmentos sucesivos de la cadena DNA.

36. ¿Cuál es la secuencia correcta que corresponde al proceso de expresión de la información genética?

R: a. ADN →ARN → proteínas

b. ARN →ADN →proteínas

c. ADN →proteínas →ARN

37. En el proceso de difusión pasiva a través de la membrana de la célula, las moléculas:

a. Pasan de una zona de menor concentración a otra de mayor concentración

b. Atraviesan la membrana con ayuda de una proteína transportadora

R: c. Pasan de una zona de mayor concentración a otra de menor concentración

38. ¿En qué orgánulo celular tiene lugar la síntesis de proteínas?

a. Núcleo

R: b. Ribosoma

c. Retículo endoplásmico liso

39. 17- Señalar la respuesta falsa:

a. El resultado final de la segunda división meiótica son cuatro células hijas con n cromátides cada una de ellas

b. En la meiosis se produce la recombinación génica entre los cromosomas homólogos

c. El resultado de la primera división meiótica son dos células hijas con 2n cromátidas cada una de ellas

R: TODAS SON CORRECTA

40. Una comunidad biológica, en términos ecológicos, es:

a. El conjunto de todos los seres vivos y el medio ambiente de un área geográfica

- R: b. El conjunto de las poblaciones biológicas que ocupan un hábitat  
c. El número total de individuos por unidad de superficie

41. El conjunto de todas las reacciones químicas celulares de síntesis y degradación se denomina:

- R: a. Metabolismo  
b. Anabolismo  
c. Catabolismo

42. Los cuatro tipos fundamentales de moléculas que forman los seres vivos son:

- R: a. Carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos  
b. Ácidos grasos, fosfolípidos, monosacáridos y polisacáridos  
c. Adenina, timina, guanina y citosina

43. El transporte activo de moléculas a través de las membranas:

- a. Sólo ocurre para el agua y moléculas pequeñas  
b. Resulta cuando existe un equilibrio iónico entre el exterior y el interior celular  
R: c. Requiere energía y actúa en contra de un gradiente de concentración.

44. La replicación es un proceso en que:

- a. Un ARN es copiado para formar ADN  
b. Una cadena de ADN se copia a otra de ARN  
R: c. Se sintetiza ADN, tomando como molde un ADN preexistente

45. El catabolismo:

- a. Tiene lugar con un elevado consumo de ATP  
R: b. Es un conjunto de reacciones químicas de rotura o degradación de moléculas de alto peso molecular en otras más pequeñas, con liberación de energía  
c. Es un conjunto de reacciones químicas de síntesis de moléculas de alto peso molecular a partir de otras más pequeñas con consumo de energía

46. ¿Cuáles de estas moléculas forman parte esencial de las membranas celulares?

- a. Colágeno y celulosa  
R: b. Fosfolípidos  
c. Ácidos nucleicos

47. En el transporte por difusión facilitada a través de la membrana se requiere:

- a. Proteínas transportadoras  
b. Un gradiente de concentración favorable  
R: c. Que se cumplan a y b

48. Elija la respuesta falsa:

- a. La doble hélice de ADN está formada por dos largas cadenas de nucleótidos enlazados por los grupos fosfato  
b. Las dos cadenas de la doble hélice de ADN se mantienen unidas por enlaces de hidrógeno que se establecen

entre las bases nitrogenadas complementarias

R: c. Las bases nitrogenadas complementarias en la molécula de ADN son: A-G, T-C.

49. La meiosis es un proceso de división imprescindible para los seres con reproducción sexual porque forma:

a. Células somáticas

b. Células huevo

R: c. Células haploides

50. La Interfase es un periodo de vital importancia en el ciclo celular debido a que:

a. Se produce la estrangulación

R: b. Se replica el ADN

c. Los cromosomas se dividen en cromátidas

51. Decimos que un gen se expresa cuando:

R: a. Se transcribe y se traduce a una proteína

b. Se replica a una proteína

c. Se duplica su DNA

**SELECCIÓN****74 ÍTEMES**

- 1) Analice los siguientes textos que identifican algunos constituyentes químicos de la célula:

- |   |
|---|
| <p>I. Además de servir como medio de almacenamiento de energía, algunos de ellos acojinan y protegen los órganos internos, mientras que otros forman una capa situada por debajo de la piel de los mamíferos.</p> <p>II. Dos de ellos son las pentosas ribosa y desoxirribosa, de gran importancia biológica como componentes del ácido ribonucleico y del ácido desoxirribonucleico.</p> <p>III. Son moléculas gigantes, constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno, principalmente. Algunas también poseen azufre y fósforo.</p> |
|---|

Los textos que se refieren a lípidos se encuentran identificados con:

- A) II solamente.
- B) I solamente.
- C) II y III.
- D) I y III.

- 2) Lea las siguientes expresiones referidas a los constituyentes químicos de la célula:

- |  |
|--|
| <p>I. Constituidas por moléculas de átomos de C, H y O únicamente, son ejemplos las pentosas que forman parte de la estructura de los nucleótidos.</p> <p>II. Están compuestas básicamente por C, H, O y N; algunas sirven de transporte como la hemoglobina.</p> <p>III. Son macromoléculas formadas por aminoácidos.</p> |
|--|

¿Cuáles expresiones se refieren a la composición química de las proteínas?

- A) III solamente.
- B) I solamente.
- C) II y III.
- D) I y II.

3) Analice las siguientes afirmaciones relacionadas con algunos constituyentes químicos:

- I. El glucógeno (en animales) y el almidón (en los vegetales), son moléculas energéticas que se movilizan rápidamente para generar glucosa, cuando se requiera.
- II. Su principal función es suministrar energía primaria al cuerpo, especialmente al cerebro y al sistema nervioso.
- III. Las ceras constan de un solo alcohol muy complejo, unido a un ácido graso de cadena larga.

¿Cuáles números identifican a los carbohidratos?

- A) III solamente
- B) I solamente.
- C) II y III.
- D) I y II.

4) Considere la siguiente descripción que se refiere a una sustancia esencial:

Se le conoce también como ácido ascórbico. Es necesaria para la síntesis de colágeno y la cicatrización de heridas. También es importante en el crecimiento, reparación de las encías, vasos capilares, huesos, dientes y para la metabolización de las grasas, por lo que se le atribuye el poder de reducir el colesterol.

La descripción anterior se refiere a la sustancia esencial denominada:

- A) Vitamina C.
- B) Vitamina A.
- C) Metionina.
- D) Hierro.

5) Las siguientes afirmaciones se refieren a una sustancia esencial:

- Se requiere para aumentar la absorción del hierro presente en los alimentos, para producir colágeno y actuar como antioxidante.
- Su carencia en la dieta puede causar el escorbuto y heridas que cicatrizan con lentitud.

Las afirmaciones anteriores, corresponden a la sustancia esencial denominada:

- A) Ácido glutámico
- B) Ácido aspártico
- C) Vitamina C
- D) Vitamina E

6) La siguiente información identifica una sustancia esencial:

<b>Fuentes</b>	De origen animal, se le encuentra en el hígado de cerdo, vegetales de hojas verdes como el repollo y las espinacas.
<b>Efecto de su deficiencia</b>	El tiempo de coagulación sanguínea es más prolongado, lo que provoca sangrado y hemorragias internas.
<b>Función</b>	Es un agente de coagulación sanguínea.

La información anterior se refiere a la vitamina

- A) K
- B) D
- C) C
- D) A

7) Al observar al microscopio dos muestras de células, se puede determinar lo siguiente:

La muestra I, contiene células que presentan fragmentos circulares de ADN, con información genética y dispersos por el citoplasma.

En la muestra II, se observan células con numerosas fibras de origen proteico que conectan las diferentes partes de la célula. Además una membrana delimita la región central que es el lugar donde se concentra la información genética.

Las muestras de células identificadas con I y II, corresponden respectivamente a células

- A) Procariótica y procariótica
- B) Procariótica y eucariótica
- C) Eucariótica y procariótica
- D) Eucariótica y eucariótica

8) Considere los siguientes textos que se refieren a tipos de células:

I. Sus células se distinguen por presentar orgánulos con forma de saco, denominadas vacuolas. Almacenan sustancias como agua y sustancias de desecho. Es característico encontrar una sola vacuola de gran tamaño desplazando al núcleo hacia un lado.

II. Las bacterias se caracterizan por carecer de núcleo definido; no poseen clorofila, aunque algunas pueden tener otros pigmentos similares como bacterioclorina, bacterioclorofila y bacteriopurpúrina.

Los textos anteriores ¿a cuáles tipos de células se refieren?

- A) I procariótica y II eucariótica animal.
- B) I eucariótica animal y II procariótica.
- C) I eucariótica vegetal y II procariótica.
- D) I eucariótica vegetal y II eucariótica animal.

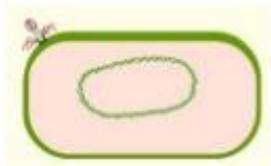
9) Lea los siguientes textos referentes a tipos de células:

- I. Las células de los hongos presentan organelas rodeadas de membranas y pueden tener varios núcleos. Cuando crecen, sus paredes celulares dejan espacios y el citoplasma puede circular de célula en célula.
- II. Contienen organelas que actúan como punto central, desde el cual irradian fibras a base de proteínas en el proceso de la mitosis, responsable de guiar a los cromosomas en sus movimientos mitóticos.

Los textos anteriores corresponden a células

- A) Eucarióticas ambas  
B) Procarióticas ambas  
C) I eucariótica y II procariótica  
D) I Procariótica y II eucariótica

10) Considere la siguiente representación de una etapa de un ciclo viral:

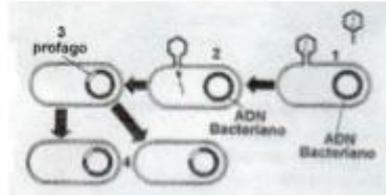


El virus inserta en la bacteria su material genético

¿A cuál etapa corresponde?

- A) Fijación.  
B) Duplicación.  
C) Penetración.  
D) Multiplicación.

11) La siguiente representación identifica eventos del ciclo lisogénico:



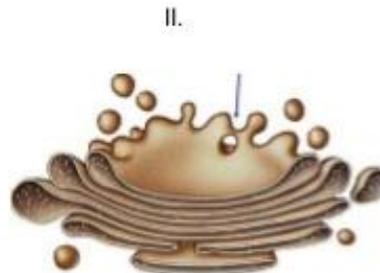
La etapa denominada integración, ¿con cuál número se identifica?

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.

12) Considere la siguiente información referida a organelas que forman parte del sistema de membranas de la célula:



Participa en la síntesis de lípidos

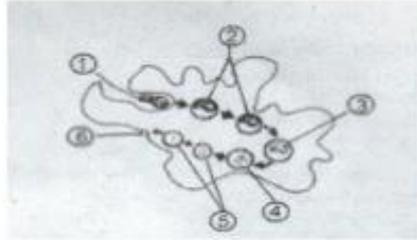


Una de sus funciones es la síntesis de polisacáridos.

¿Cuál es el nombre de dichas organelas?

- A) I vacuola y II complejo de Golgi.
- B) I Lisosoma y II complejo de Golgi.
- C) I retículo endoplasmático liso y II complejo de Golgi.
- D) I retículo endoplasmático rugoso y II retículo endoplasmático liso.

13) La siguiente información se relaciona con tipos de transporte a través de la membrana:



1. La ameba empieza a englobar un microorganismo.
2. Este organismo queda contenido en una vacuola digestiva de la ameba.
3. Las enzimas pasan del citoplasma al interior de la vacuola.
4. Las enzimas desintegran al organismo y las moléculas que resultan de la digestión pasan al citoplasma.
5. Los materiales no digeribles permanecen en la vacuola, que se hace más pequeña.
6. La vacuola se fusiona con la membrana celular, se rompe y los desechos se liberan.

¿Con cuál tipo de transporte se relacionan los pasos 1 y 6, respectivamente?

- A) Fagocitosis y exocitosis.
- B) Pinocitodis y exocitosis.
- C) Exocitosis y pinocitosis.
- D) Fagocitosis y difusión.

14) Analice las siguientes expresiones relacionadas con eventos de la nutrición autótrofa:

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Producción de dióxido de carbono.</li> <li>II. Utilización de ATP y NADPH<sub>2</sub></li> <li>III. Descomposición del agua</li> <li>IV. Excitación de la clorofila</li> </ol> |
|--|

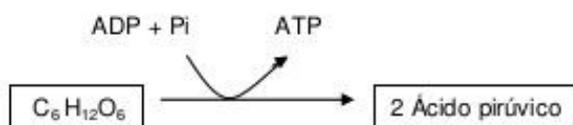
¿Cuáles corresponden al proceso denominado captura de luz?

- A) I y III
- B) I y IV
- C) II y III
- D) III y IV

---

Lic. Marco Antonio Cubillo Murray

15) Considere el siguiente esquema sobre un proceso biológico:



El esquema anterior, ¿a cuál proceso biológico corresponde?

- A) Glucólisis.
- B) Fotosíntesis.
- C) Ciclo de Krebs.
- D) Cadena respiratoria.

16) Considere la siguiente información sobre la función de un ácido nucleico:

- A partir de la molécula de ADN, se sintetiza la molécula de ARNm por acción de la enzima ARN polimerasa.
- Cada vez que la enzima establece contacto con una base específica en la cadena de ADN, se adiciona la base complementaria hasta formar una nueva cadena de ARNm.

¿Qué nombre recibe la función descrita del ácido nucleico?

- A) Traducción del ARN.
- B) Duplicación del ADN.
- C) Síntesis de proteínas.
- D) Transcripción de ADN.

17) Considere el siguiente texto sobre mutaciones:

Los individuos que manifiestan el síndrome de Turner, son de estatura corta y en algunos casos retraso mental ligero. Los ovarios se degeneran en las últimas fases de la vida embrionaria, lo cual ocasiona la aparición de características sexuales rudimentarias.

¿A cuál aspecto de las mutaciones se refiere la información anterior?

- A) Causa.
- B) Prevención.
- C) Importancia.
- D) Consecuencia.

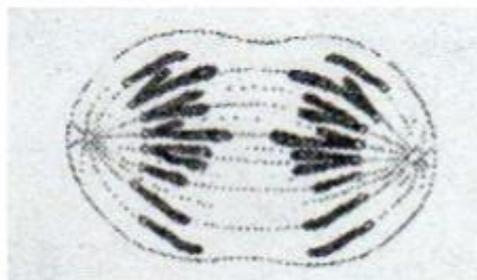
18) La siguiente información se relaciona con tipos de mutaciones :

I.	<p>Cromosoma normal <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H I J K</span> ● <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">L M N O</span></p> <p>Cromosoma Mutado <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H K</span> ● <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">L M N O</span></p> <p>H,I,J,K,L,M,N,O= Corresponde a los segmentos del cromosoma</p>
II.	Algunas alteraciones genéticas son consecuencia de una mutación en un solo gen, éstas se traducen en la ausencia o alteración de una proteína correspondiente.

La información anterior, permite clasificar las mutaciones como:

- A) I y II genómicas.
- B) I genética y II genómica.
- C) I genética y II cromosómica.
- D) I cromosómica y II génicas.

19) La siguiente representación corresponde a una fase de la mitosis:



La fase representada se denomina:

- A) Metafase.
- B) Telofase.
- C) Anafase.
- D) Profase.

20) ¿Cuál es la fase de la meiosis donde los cromosomas homólogos pueden intercambiar segmentos de ADN?

- A) Profase I.
- B) Profase II.
- C) Anafase II.
- D) Metafase I.

34) Considere la siguiente información sobre un tipo de manipulación de la herencia:

Algunas variedades de maíz portan un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, utilizando para sintetizar una toxina que causa la muerte de insectos dañinos. Con esta estrategia se pretende disminuir el uso de insecticidas y obtener mejores rendimientos en las cosechas.

La información anterior se refiere a la manipulación de la herencia que da origen a:

- A) Un organismo transgénico.
- B) Una fecundación in vitro.
- C) Una mutación inducida.
- D) Un organismo clonado.

35) Considere el siguiente texto referente a una técnica de manipulación de la herencia:

En *Agrobacterium* se ha ensayado un marcador inusual: el gen de la enzima luciferasa, de las luciérnagas. El sustrato de esta enzima es una proteína llamada luciferina, que con ATP y oxígeno desprende luz. Plásmidos Ti con este marcador, se transfirieron a células de tabaco, con las que se formaron nuevas plantas. Las nuevas plantas obtenidas se regaron en la oscuridad con agua y luciferina disuelta. El resultado fue sorprendente: las plantas se iluminaron como si fuesen unas bombillas de poca potencia o un dibujo de un anuncio fluorescente.

El plásmido es una molécula circular de ADN

La información anterior se refiere a:

- A) Organismo transgénico.
- B) Fertilización in vitro.
- C) Selección artificial.
- D) Mutación inducida.

**SOLUCIONARIO**

ÍTEM	RESPUESTA	ÍTEM	RESPUESTA	ÍTEM	RESPUESTA	ÍTEM	RESPUESTA
1.	D	21.	B	41.	A	61.	C
2.	C	22.	C	42.	A	62.	D
3.	D	23.	A	43.	B	63.	B
4.	A	24.	A	44.	C	64.	A
5.	C	25.	C	45.	C	65.	D
6.	A	26.	D	46.	A	66.	D
7.	B	27.	B	47.	B	67.	A
8.	C	28.	B	48.	A	68.	C
9.	A	29.	D	49.	C	69.	C
10.	C	30.	C	50.	B	70.	B
11.	C	31.	D	51.	D	71.	D
12.	C	32.	D	52.	B	72.	B
13.	A	33.	B	53.	D	73.	C
14.	D	34.	A	54.	A	74.	D
15.	A	35.	A	55.	C		
16.	D	36.	D	56.	A		
17.	D	37.	A	57.	D		
18.	D	38.	C	58.	B		
19.	C	39.	D	59.	C		
20.	A	40.	A	60.	C		



## REPASO CON PREGUNTAS DE LOS EXÁMENES

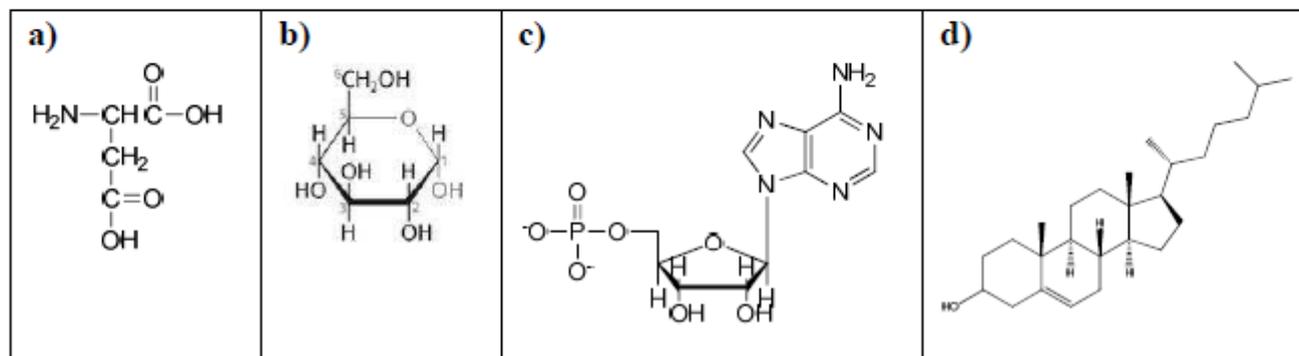
---



El último examen del 2017:

**INSTRUCCIONES:** Se deberá responder a un máximo de cinco preguntas entre las ocho propuestas. Cada pregunta se puntuará con un máximo de dos puntos.

**PRIMERA CUESTIÓN:** ¿Qué tipos de biomoléculas están representadas? ¿En qué proceso/s están implicadas? (0.5 puntos por respuesta correcta).



**SEGUNDA CUESTIÓN:**

Señala las diferencias estructurales entre una célula eucariota y una procariota (1 punto).  
Señala las diferencias estructurales entre una célula animal y una vegetal (1 punto).

**TERCERA CUESTIÓN:**

En relación al transporte de macromoléculas y de partículas a través de la membrana, explique los procesos de endocitosis y exocitosis (1 punto). Diferencias entre transporte activo y transporte pasivo (1 punto).

**CUARTA CUESTIÓN:**

Contesta las siguientes preguntas relacionadas con el metabolismo (0,4 puntos por respuesta):

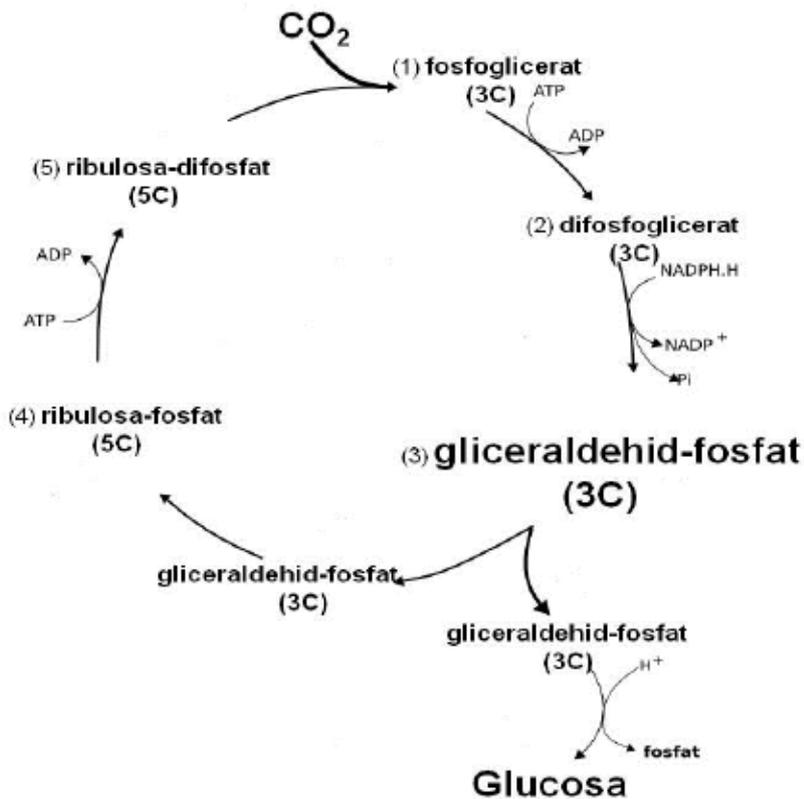
- ¿Qué diferencia existe entre anabolismo y catabolismo?
- ¿Existen formas de catabolismo anaeróbico?, ¿cuál, por ejemplo?
- ¿Cómo se llama la ruta que degrada en el citoplasma, sin presencia de oxígeno, una molécula de glucosa en dos de ácido pirúvico?
- ¿Cuál es la molécula energética por excelencia en las células? ¿Qué tipo de moléculas dan a la célula aún mayor cantidad de energía que los glúcidos en la mitocondria?

**QUINTA CUESTIÓN:**

Explique brevemente el concepto de fermentación y sus tipos (1 punto). ¿Qué es una levadura? (0,5 puntos). Cita dos procesos industriales en los que participe (0,5 puntos).

### SEXTA CUESTIÓN:

Señala qué ruta metabólica representa la imagen y qué organismos la realizan (1 punto).  
Razona si se trata de una ruta anabólica o catabólica (1 punto).



1. *fosfoglicerato*
2. *difosfoglicerato*
3. *gliceraldehído fosfato*
4. *ribulosa fosfato*
5. *ribulosa difosfato*

### SÉPTIMA CUESTIÓN:

Explica en que consiste el ciclo celular (1 punto). Enumera todas sus fases (0,5 puntos).  
¿En cuál de las fases se produce la duplicación de DNA? (0,5 puntos).

### OCTAVA CUESTIÓN:

Define mutación (1 punto). Explica el papel de la variabilidad genética en la selección natural (1 punto).

**Proves d'Accés per a Majors de 25 i 45 anys**  
**Pruebas de Acceso para mayores de 25 y 45 años**

Convocatoria:  
Convocatoria:  
**2016**

**Assignatura: BIOLOGIA**  
**Asignatura: BIOLOGÍA**

### PRIMERA CUESTIÓN:

Indica la naturaleza química y la función principal de las siguientes macromoléculas:

- a) RNA mensajero
- b) Celulosa
- c) Actina
- d) Colesterol

(0,5 puntos por apartado)

#### a) RNA mensajero

El RNA es el ácido ribonucleico (RNA o ARN), luego dentro de las biomoléculas orgánicas es un ácido nucleico, que es un polímero lineal de ribonucleótidos de A, G, C y U, en los que la pentosa es la ribosa.

Su función es transferir el código genético ("comunica la información genética") procedente del ADN del núcleo celular a un ribosoma en el citoplasma, es decir, el que determina el orden en que se unirán los aminoácidos de una proteína y actúa como plantilla o patrón para la síntesis de dicha proteína.

### b) Celulosa

Es un glúcido o hidrato de carbono. Es un polisacárido vegetal, con función estructural, al ser el constituyente principal de las paredes celulares de las células vegetales. Químicamente, es un polímero de glucosa pero con enlace distinto al del almidón o glucógeno.

-Químicamente, también es un polímero de glucosa.

### c) Actina

Es una proteína formada por aminoácidos. Su función es estructural.

Es una familia de proteínas globulares que forman los microfilamentos, uno de los tres componentes fundamentales del citoesqueleto de las células de los organismos eucariotas. Es una proteína contráctil que se encuentra en la mayoría de las células que presentan fenómenos de contracción, como en los músculos.

### d) Colesterol

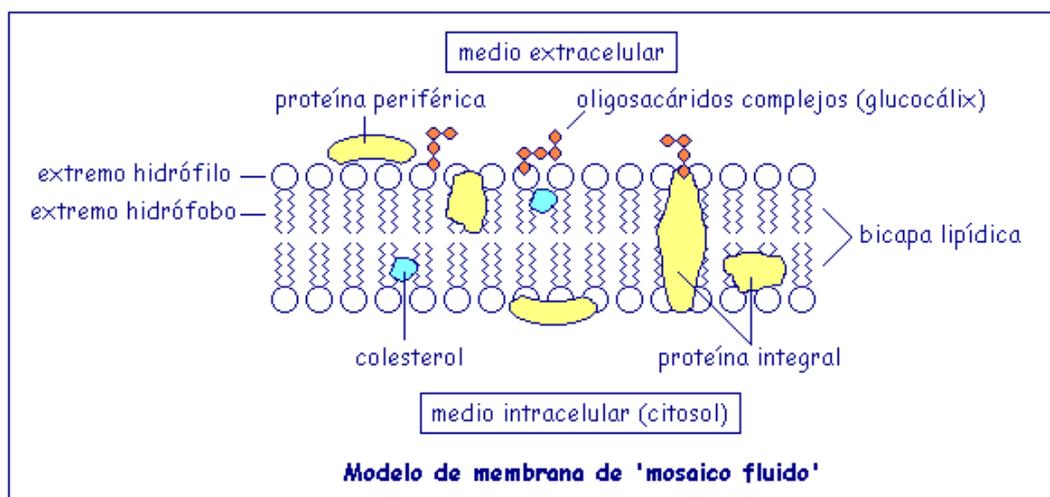
Es un lípido o grasa. Es un esteroide que forma parte de las membranas plasmáticas de células animales a las que confiere fluidez y estabilidad; también forma parte de algunas lipoproteínas del plasma sanguíneo. Sirve, fundamentalmente, para la formación de las membranas de las células de nuestros órganos y como "materia prima" para la síntesis de hormonas sexuales y las de origen suprarrenal; también es precursor de los ácidos biliares, que son sustancias que forman parte de la bilis y que facilitan la digestión de los alimentos grasos.

## SEGUNDA CUESTIÓN:

Indica la estructura u orgánulo celular al que hace referencia cada una de las siguientes frases (0,4 puntos por apartado):

- Está constituida por una bicapa lipídica asociada con moléculas de proteínas, formando la estructura de mosaico fluido.
- Estructura formada por dos centriolos dispuestos perpendicularmente entre sí.
- Su función consiste en ser el orgánulo lector del RNA mensajero, con órdenes de ensamblar los aminoácidos que formarán la proteína.
- Formado por una estructura de sacos aplanados o cisternas (dictiosoma) acompañados de vesículas de secreción.
- Orgánulo celular que se encarga de la obtención de la energía mediante la respiración celular, proceso de oxidación en el que intervienen las ATP sintasas.

a) La **membrana plasmática** es un mosaico de diferentes tipos de proteínas insertadas en una bicapa de fosfolípidos. El conjunto se mueve en el plano de la membrana como si fuera un fluido, de ahí el nombre que recibe este modelo de estructura: mosaico fluido.



b)

## Centrosoma



Orgánulo formado por dos estructuras cilíndricas denominadas centríolos, dispuestos perpendicularmente entre sí.

Lleva a cabo las siguientes funciones:

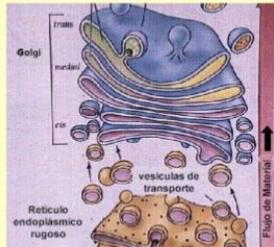
- Control del reparto del material genético durante las divisiones celulares
- Regulación del movimiento de los orgánulos vibrátiles de la célula: cilios y flagelos.

El **centrosoma** o centro celular es exclusivo de células animales. Está próximo al núcleo y es considerado como un centro organizador de microtúbulos. La estructura consta de una zona interior donde aparece el diplosoma, formado por dos centriolos dispuestos perpendicularmente entre sí. Este diplosoma está inmerso en un material pericentriolar que es el centro organizador de microtúbulos. Así en él se disponen microtúbulos que parten radialmente y que se llaman aster. Cada centriolo consta de 9 grupos de 3 microtúbulos que forman un cilindro. Este cilindro se mantiene gracias a unas proteínas que unen los tripletes. Su función es organizar los microtúbulos. De él se derivan estructuras de movimiento como cilios y flagelos y forma el

huso acromático que facilita la separación de las cromátidas en la mitosis.

## Aparato de Golgi

- El aparato de **Golgi** forma parte del sistema membranoso celular. Está formado por una **estructura** de sacos aplanados o cisternas (dictiosoma) acompañados de vesículas de secreción.
- Las **funciones** del Ap. De Golgi son diversas: participa en el transporte, maduración, clasificación y distribución de proteínas, termina la glucosilación de lípidos y proteínas y sintetiza sustancias de la matriz extracelular de células animales y la pared de las vegetales.



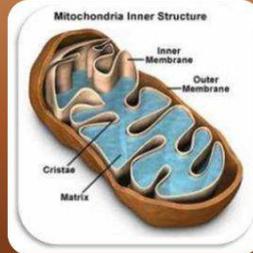
c) **Los ribosomas** son estructuras globulares, carentes de membrana. Están formados químicamente por varias proteínas asociadas a ARN ribosómico procedente del nucléolo. Pueden encontrarse libres en el citoplasma o adheridos a las membranas del retículo endoplasmático. Su función consiste únicamente en ser el orgánulo lector del ARN mensajero, con órdenes de ensamblar los aminoácidos que formarán la proteína. Son orgánulos sintetizadores de proteínas.

d) El **aparato de Golgi** es un orgánulo presente en todas las células eucariotas. Perteneció al sistema de endomembranas. Está formado por unos 80

dictiosomas y estos dictiosomas están compuestos por 40 o 60 sáculos (cisternas) aplanados y rodeados de membrana que se encuentran apilados unos encima de otros, y cuya función es completar la fabricación de algunas proteínas. Funciona como una planta empaquetadora, modificando vesículas del retículo endoplasmático rugoso. El material nuevo de las membranas se forma en varias cisternas del aparato de Golgi. Dentro de las funciones que posee el aparato de Golgi se encuentran la glicosilación de proteínas, selección, destinación, glicosilación de lípidos, almacenamiento y distribución de lisosomas, al igual que los peroxisomas, que son vesículas de secreción de sustancias.

## MITOCONDRIA

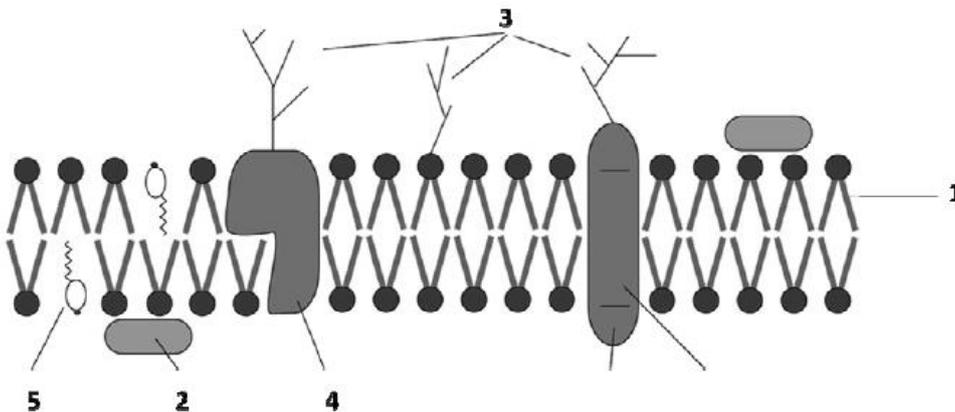
- Son organelos celulares que se encargan de la obtención de la energía mediante la respiración celular, proceso de oxidación en el que intervienen las ATP sintetasas.
- La energía obtenida se guarda en forma de ATP.
- Es un orgánulo común a células animales y vegetales.
- **Funciones:** realizan la respiración celular o mitocondrial; en la matriz se efectúa el ciclo de Krebs, la oxidación de los ácidos grasos, la biosíntesis de proteínas en los ribosomas y la duplicación del ADN mitocondrial.



e) **Las mitocondrias** son orgánulos celulares que se encargan de la obtención de la energía mediante la respiración celular, proceso de oxidación en el que intervienen las ATP sintetasas. La energía obtenida se guarda en forma de ATP. Es un orgánulo común a células animales y vegetales. Las mitocondrias son orgánulos celulares que se encargan de la obtención de la energía mediante la respiración celular, proceso de oxidación en el que intervienen las ATP sintetasas.

## TERCERA CUESTIÓN:

Nombra las moléculas de la membrana señaladas por números (1 punto). Cita cuatro funciones de las proteínas de membrana (1 punto).



- 1: Fosfolípidos
- 2: Proteína periférica
- 3: Glicoproteínas
- 4: Proteína integral
- 5: Proteína transmembranosa

## Funciones de las proteínas de membrana

Son de dos tipos:

**Proteínas integrales:** son aquellas que cruzan la membrana y aparecen a ambos lados de la capa de fosfolípidos.  
**Proteínas periféricas:** no se extienden a lo ancho de la bicapa sino que están unidas a las superficies interna o externa de la misma y se separan fácilmente de la misma.

La naturaleza de las proteínas de membrana determina su función:

**Canales:** proteínas integrales (generalmente glicoproteínas) que actúan como poros por los que determinadas sustancias pueden entrar o salir de la célula

**Transportadoras:** son proteínas que cambian de forma para dar paso a determinados productos

**Receptores:** Son proteínas integrales que reconocen determinadas moléculas a las que se unen o fijan. Estas proteínas pueden identificar una hormona, un neurotransmisor o un nutriente que sea importante para la función celular.

**Enzimas:** pueden ser integrales o periféricas y sirven para catalizar reacciones a en la superficie de la membrana

**Anclajes del citoesqueleto:** son proteínas periféricas que se encuentran en la parte del citosol de la membrana y que sirven para fijar los filamentos del citoesqueleto.

**Marcadores de la identidad de la célula:** son glicoproteínas y glicolípidos características de cada individuo y que permiten identificar las células provenientes de otro organismo. Por ejemplo, las células sanguíneas tienen unos marcadores ABO que hacen que en una transfusión sólo sean compatibles sangres del mismo tipo.

---

#### CUARTA CUESTIÓN:

Cita al menos cuatro propiedades de las enzimas (1 punto). ¿Qué es una coenzima y qué es un cofactor? (1 punto).

Las **enzimas** son catalizadores muy potentes y eficaces que aceleran la velocidad de las reacciones que catalizan. Químicamente suelen ser proteínas (aunque hay excepciones), si bien pueden necesitar complementos orgánicos o inorgánicos para hacer su función.

Las enzimas actúan en concentraciones muy bajas, requiriéndose cantidades muy pequeñas de los mismos.

No se consumen durante la catálisis recuperándose indefinidamente.

Son muy específicos.

No alteran el sentido de los equilibrios químicos (cuando una reacción es reversible y catalizada por el mismo enzima, el enzima acelera por igual la ida y la vuelta, con lo que el equilibrio de la reacción se mantiene).

Aceleran la velocidad de las reacciones en condiciones fisiológicas suaves, al reducir la energía de activación (\*) de las mismas, haciéndolas a veces casi instantáneas.

Algunas enzimas no poseen en su centro activo todos los componentes químicos necesarios para catalizar la reacción, por ese motivo necesitan la ayuda de determinadas sustancias no proteicas para actuar.

A la parte no proteica de la enzima se le llama **cofactor**, a la parte proteica se la denomina Apoenzima, y al conjunto se le denomina Holoenzima. Muchos cofactores son iones (iones metálicos), o moléculas inorgánicas.

En otros casos los cofactores son moléculas orgánicas (por ejemplo: vitaminas), y en tal caso se denominan **coenzimas**.

---

#### QUINTA CUESTIÓN:

Diferencias entre respiración aerobia y fermentación (1 punto). ¿Cuál de los dos procesos anteriores produciría mayor energía a partir de una molécula de glucosa? Explícalo razonadamente (1 punto).

**La respiración aerobia** es un proceso catabólico cuyo objetivo es la obtención de energía aprovechable por la célula (ATP). Se da en organismos aerobios (que requieren oxígeno para vivir), y se da a nivel de la mitocondria en células eucariotas. Es un proceso catabólico que consiste en una "oxidación completa" de los compuestos orgánicos hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , los electrones generados en este proceso de oxidación se transferirían a través de una serie de compuestos intermediarios de oxido-reducción (cadena de transporte electrónico), hasta el aceptor final inorgánico de electrones: el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) (que se reduciría a agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )). El transporte electrónico también estaría acoplado a un sistema para la síntesis de ATP (fosforilación oxidativa).

Usa  $\text{O}_2$  molecular.

Degrada la glucosa a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$

Exergónica.

Recupera cerca del 50% de energía química

Presente en la mayoría de los organismos.

Utiliza enzimas localizadas en las mitocondrias.

La vía aerobia incluye todas aquellas rutas metabólicas (catabólicas), que precisan oxígeno para realizarse. En esta vía, los compuestos orgánicos sencillos que se han producido durante la vía anaerobia (productos de la glucólisis, ácidos grasos, aminoácidos, ácidos nucleicos), resultarían oxidados totalmente hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ : mediante el ciclo de krebs.

**La fermentación** fue descubierta por Louis Pasteur, quien la describió como la vie sans l'air (la vida sin el aire). La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico. Según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación. La fermentación celular es un proceso muy importante para las células. Es un proceso que se da siempre en condiciones anaerobias, y comparte junto con la

respiración celular, la función de degradar productos o moléculas complejas en otras más sencillas para la obtención de energía.

La clave diferencial de estos dos procesos es si interviene o no la cadena de transporte de electrones.

Respiración: Sí

Fermentación: No

Desde el punto de vista energético, las fermentaciones son muy poco rentables si se comparan con la respiración aerobia, ya que a partir de una molécula de glucosa solo se obtienen dos moléculas de ATP, mientras que en la respiración se producen de 36 a 38. Esto se debe a la oxidación del NADH que, en lugar de penetrar en la cadena respiratoria, cede sus electrones a compuestos orgánicos con poco poder oxidante.

---

### SEXTA CUESTIÓN:

Explica brevemente en qué consiste la fase luminosa de la fotosíntesis (1 punto).

Explica los motivos por los que la fotosíntesis es importante para los seres vivos (1 punto).

La fotosíntesis es un proceso en el que una serie de reacciones, activadas por medio de la energía luminosa, conducen a la obtención de moléculas orgánicas a partir de CO<sub>2</sub>, energía química (ATP) y poder reductor (NADPH).

La fotosíntesis tiene lugar en los cloroplastos de las células. Se produce gracias a la presencia de la clorofila, que es capaz de absorber energía luminosa y transformarla en energía química de enlace (ATP).

Como proceso anabólico es un proceso reductor, y requiere una fuente dadora de electrones y protones para llevar a cabo esa reducción.



Las reacciones de la fotosíntesis pueden agruparse en dos grandes bloques: la **fase luminosa**, en la que la energía de la luz capturada por los pigmentos fotosintéticos se transforma en energía química del *ATP* y *NADPH*, y la **fase oscura**, en la que la energía acumulada en estos dos compuestos es utilizada para transformar el dióxido de carbono y las sales minerales en materia orgánica.

**La fase luminosa** consiste en un transporte de electrones a través de una cadena transportadora ubicada en la membrana de los cloroplastos. Este transporte electrónico "cuesta arriba" es un proceso endergónico, y no tendría lugar si no se le suministra energía. Aquí es donde interviene la energía luminosa captada por los pigmentos fotosintéticos: es utilizada para impulsar los electrones desde el agua hasta el *NADP+*, que se reduce entonces para dar *NADPH*.

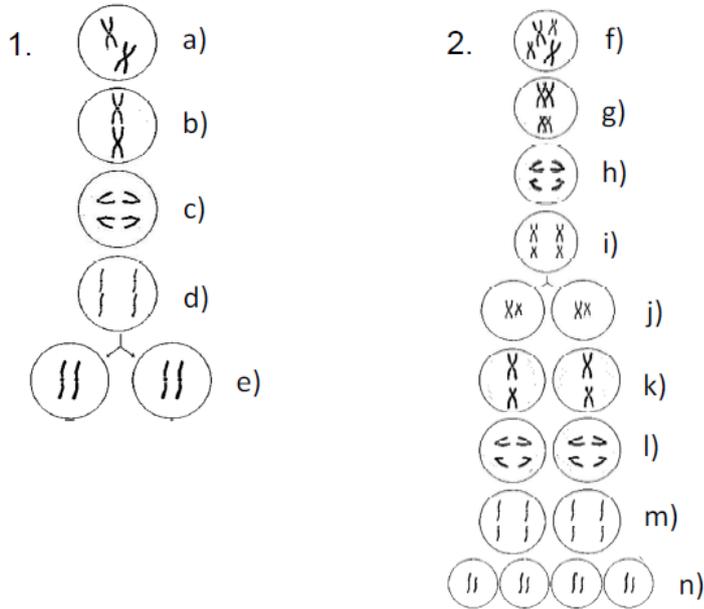
Sin el proceso de la fotosíntesis no sería posible la presencia del oxígeno en la atmósfera. Son muchos los seres vivos que dependen del oxígeno que se libera durante la fotosíntesis. Y no solo del oxígeno desprendido sino que la mayor parte de estructuras de los seres vivos para su desarrollo necesitan los productos orgánicos formados durante la fotosíntesis junto a materia inorgánica del propio medio ambiente.

Gracias a la luz, las plantas son capaces de captar dióxido de carbono y expulsar oxígeno a lo largo del día, mientras que por las noches sucede al revés: absorben oxígeno y liberan dióxido de carbono. Las reacciones dependientes de la luz, ocasionan que la planta expulse el doble de oxígeno en el día, comparado con la cantidad de dióxido de carbono que suelta cuando no hay luz. Esto permite que haya vida en la Tierra.

---

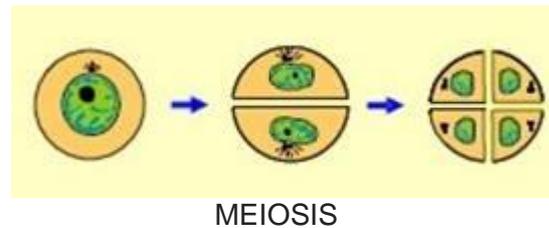
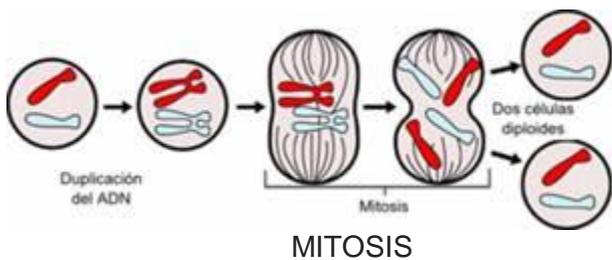
**SÉPTIMA CUESTIÓN:**

Identifica los tipos de división celular que ves en la imagen y nombra las distintas fases (1,5 puntos). Indica el grado de ploidía ( $n$ ,  $2n$ , etc.) en cada una de las fases (0 puntos).

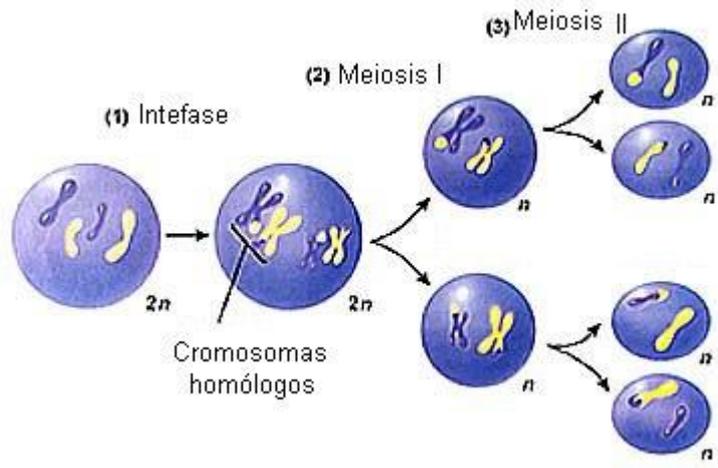


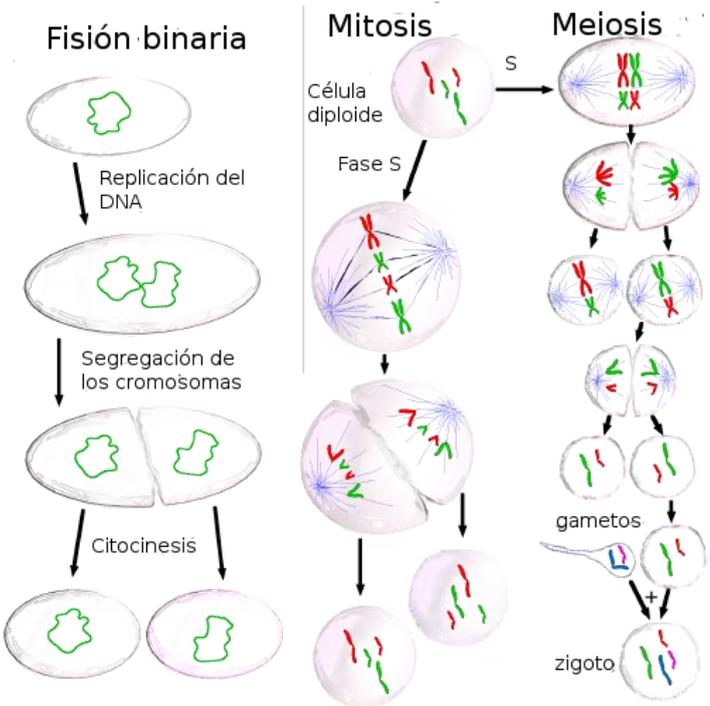
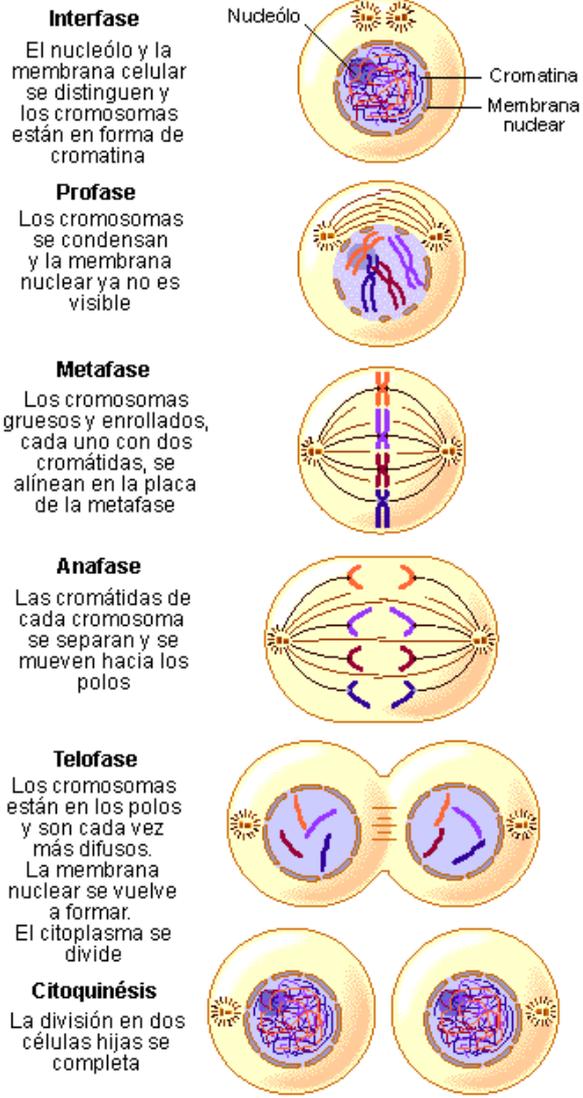
El **ciclo celular** es un conjunto ordenado de sucesos que conducen al crecimiento de la célula y la división en dos células hijas. Todas las células se originan únicamente de otra existente con anterioridad.<sup>2</sup> El ciclo celular se inicia en el instante en que aparece una nueva célula, descendiente de otra que se divide, y termina en el momento en que dicha célula, por división subsiguiente, origina dos nuevas células hijas

Mientras que la **mitosis** siempre da lugar a células con el mismo número de cromosomas, y además, idénticos a los de las células madre, en el caso de la **meiosis**, el número de cromosomas es la mitad que en las células madre y, además, son diferentes, ya que se ha producido la recombinación genética. Otra diferencia importante es que la mitosis da lugar a dos células hijas y la meiosis a cuatro.



Características	Mitosis	Meiosis
<b>División</b>	De una célula madre salen 2 hijas	De una célula salen 4 hijas
<b>Se dan en</b>	Organismos eucarióticos	Organismos desarrollados
<b>Fases</b>	Profase, Metafase, Anafase, Telofase	Meiosis I, Meiosis II
<b>Complejidad</b>	Simple	Compleja
<b>ADN</b>	Si	Si
<b>Proceso</b>	Reparto equitativo ADN	División celular reductora
<b>Objetivo</b>	Reproducción asexual	Reproducción sexual





Representación esquemática de la mitosis

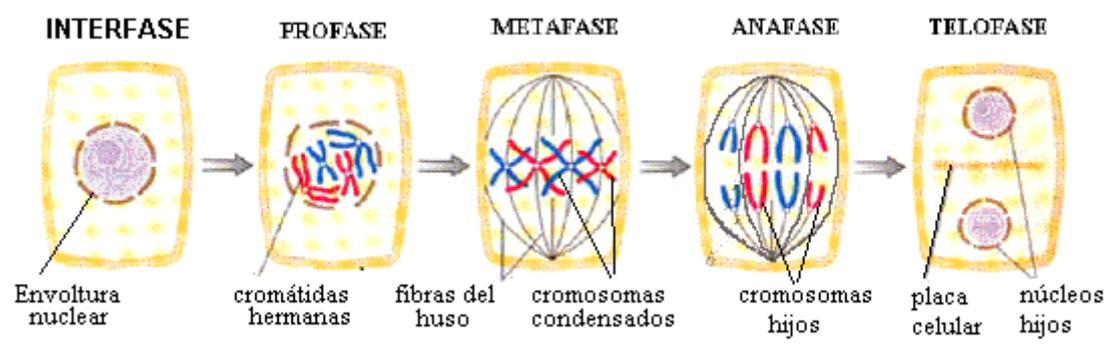


Imagen tomada de [Berg](#) (1997)

**Ploidía**

Ploidía es un término referido al número de grupos o "juegos" de cromosomas en una célula. Haploide y diploide son términos referidos al número de "juegos" de cromosomas en una célula. Gregor Mendel determinó que sus arvejas tenía dos "juegos" de alelos, uno por cada progenitor. Los organismos diploides, como lo indica su prefijo, son aquellos que tienen dos "juegos" de alelos, uno por cada progenitor. Los seres humanos (excepto sus gametos), la mayor parte de los animales y muchas plantas son diploides. Diploide se abrevia como **2n**. Los organismos y las células haploides tienen un solo grupo de cromosomas, que se abrevia como **n**.

Los organismos con más de dos grupos de cromosomas se denominan **poliploides**.

Los cromosomas que llevan el mismo tipo de genes se denominan **cromosomas homólogos**.

Los **alelos** en los cromosomas homólogos pueden ser diferentes, en ese caso se dice que el individuo es **heterocigoto**. En general los organismos reciben un grupo de cromosomas de cada progenitor.

La **meiosis** es un tipo especial de división nuclear que segrega una copia de cada cromosoma homólogo en un nuevo "**gameto**".

En la mitosis se mantiene la ploidia original de la célula:

Una célula diploide (2n) origina dos células diploides

Una célula haploide (n) origina dos células haploides

Por otra parte la Meiosis, reduce a la mitad los "sets" de cromosomas, por lo tanto al producirse la unión de los gametos (fecundación) se restablece la ploidía original.

La mayor parte de las células del cuerpo humano se dividen por mitosis. Estas células se denominan **células de la línea somática** (o células vegetativas).

A las células que se convierten en **gametos** se las considera **células pertenecientes a la línea germinal**.

La gran mayoría de las divisiones celulares en el cuerpo humano se realizan por mitosis, **estando la meiosis restringida a las gonadas**.

---

### OCTAVA CUESTIÓN:

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es la transcripción y dónde tiene lugar? (0,5 puntos)
- ¿A qué llamamos traducción? ¿En qué lugar de la célula se produce? (0,5 puntos).
- ¿Qué moléculas y estructuras celulares están implicadas en el proceso de la traducción? (1 punto).

**a) La transcripción del ADN** es el primer proceso de la **expresión génica**, mediante el cual se transfiere la información contenida en la secuencia del ADN hacia la secuencia de **proteína** utilizando diversos **ARN** como intermediarios. Durante la transcripción genética, las secuencias de **ADN** son copiadas a ARN mediante una **enzima** llamada **ARN polimerasa** la cual sintetiza un **ARN mensajero** que mantiene la información de la secuencia del ADN. De esta manera, la transcripción del ADN también podría llamarse síntesis del ARN mensajero.

La transcripción es el paso de una secuencia de ADN a una secuencia de ARN (ya sea ARNm, ARNr o ARNt).

La TRANSCRIPCIÓN es el proceso de copia de un gen o fragmento de ADN utilizando ribonucleótidos y originándose diferentes tipos de ARN.

**b) La traducción** es el proceso de síntesis de proteínas llevado a cabo en los ribosomas, a partir de la información aportada por el ARN mensajero que es, a su vez, una copia de un gen.

**c) En el proceso de traducción** intervienen de forma fundamental los tres TIPOS DE ARN, cada uno con una función complementaria para llevar a cabo de forma conjunta el proceso:

ARN-mensajero (ARNm): es el encargado de transportar la información genética desde el núcleo hasta los ribosomas con el fin de que pueda ser expresada en forma de proteínas.

ARN-ribosómico (ARNr): forma parte esencial de las dos subunidades que constituyen los ribosomas.

ARN-transferente (ARNt): juega un papel fundamental transportando a los aminoácidos hasta los ribosomas en el orden correcto en que deben unirse para formar una proteína determinada, según la información genética.

---

**Assignatura: BIOLOGIA**

**Asignatura: BIOLOGÍA**

**PRIMERA CUESTION:**

Indica la naturaleza química y la función principal de las siguientes macromoléculas:

- a) Celulosa
- b) Glucógeno
- c) DNA
- d) Histonas
- e) Colesterol

**(0.4 punts per apartado)**

**a) Celulosa**

Es un glúcido o hidrato de carbono. Es un polisacárido vegetal, con función estructural, al ser el constituyente principal de las paredes celulares de las células vegetales.

**b) Glucógeno**

Es un glúcido o hidrato de carbono. Polisacárido homólogo del almidón que se encuentra como material de reserva energética en animales (células musculares y hepáticas). Químicamente es un polímero de glucosa.

**c) DNA**

Es uno de los ácidos nucleicos. Polímero lineal de nucleótido. Contiene la información genética que determina el desarrollo del individuo y sus características, en todas las especies salvo en los virus-ARN.

En eucariotas, el ADN se encuentra en el núcleo y una pequeña cantidad en mitocondrias y cloroplastos.

**d) Histonas**

Es una proteína. Las **histonas** son proteínas básicas, de baja masa molecular, muy conservadas evolutivamente entre los eucariotas y en algunos procariontes. Forman la cromatina junto con el ADN, sobre la base de unas unidades conocidas como nucleosomas. Las histonas son unas proteínas que envuelven el ADN como un collar de perlas y realizan dos funciones: lo empaquetan para que quepa en el núcleo de las células y reprimen la expresión de los genes. Son parte de la estructura del cromosoma.

**e) Colesterol**

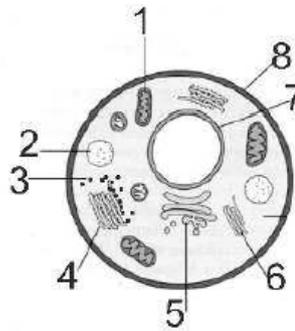
Es un lípido o grasa. Es un esteroide. Forma parte de las membranas plasmáticas de células animales a las que confiere fluidez y estabilidad; también forma parte de algunas lipoproteínas del plasma sanguíneo.

El colesterol es uno de los lípidos o grasas más importantes que se encuentran en nuestro cuerpo. Sirve, fundamentalmente, para la formación de las membranas de las células de nuestros órganos y como "materia prima" para la síntesis de hormonas sexuales y las de origen suprarrenal; también es precursor de los ácidos biliares, que son sustancias que forman parte de la bilis y que facilitan la digestión de los alimentos grasos.

(0,4 puntos por apartado)

**SEGUNDA CUESTION:**

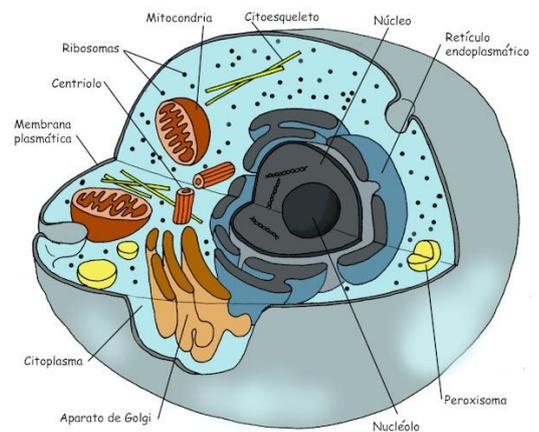
- b) Relaciona estructura de la imagen (números arábigos) con el orgánulo celular (números romanos) y con su función (letras) (1,6 puntos).  
b) ¿Se trata de una célula animal o vegetal? Razona la respuesta (0,4 puntos).



- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| IX. núcleo                        | a. endocitosis                          |
| X. mitocondria                    | b. síntesis de proteínas                |
| XI. ribosomas                     | c. síntesis de mRNA                     |
| XII. retículo endoplásmico rugoso | d. respiración celular                  |
| XIII. retículo endoplásmico liso  | e. comienzo glicosilación proteínas     |
| XIV. aparato de Golgi             | f. digestión celular                    |
| XV. lisosomas                     | g. síntesis de lípidos                  |
| XVI. membrana plasmática          | h. modificación estructura de proteínas |

- 1 II d  
2 VII f  
3 III b  
4 V g  
5 VI h  
6 IV e  
7 I c  
8 VIII a

Es una célula animal



**TERCERA CUESTION:**

- a) Explica la diferencia entre transporte pasivo y activo (1 punto).  
b) ¿En qué consiste el fenómeno de la ósmosis? (0,5 puntos).  
c) Indica que les ocurriría a las células de un alga de agua dulce si la introducimos en agua salada (0,5 puntos).

**a)**  
**TRANSPORTE PASIVO**

El transporte pasivo es el intercambio simple de moléculas a través de la membrana plasmática, durante el cual la célula no gasta energía, debido a que va a favor del gradiente de concentración o a favor de gradiente de carga eléctrica, es decir, de un lugar donde hay una gran concentración a uno donde hay menor. El proceso celular pasivo se realiza por difusión. En sí, es el cambio de un medio de mayor concentración (medio hipertónico) a otro de menor concentración (un medio hipotónico).

**TRANSPORTE ACTIVO:**

El transporte activo requiere un gasto de energía para transportar la molécula de un lado al otro de la membrana, pero el transporte activo es el único que puede transportar moléculas **contra un gradiente de concentración**, el transporte activo está limitado por el número de proteínas transportadoras presentes. Son de interés dos grandes categorías de transporte activo, primario y secundario.

**b) Ósmosis :**

La ósmosis es un tipo especial de transporte pasivo en el cual sólo las moléculas de agua son transportadas a través de la membrana. El movimiento de agua se realiza desde un punto en que hay mayor concentración a uno de menor

para igualar concentraciones. La función de la osmosis es mantener hidratada a la membrana celular. Dicho proceso no requiere gasto de energía. En otras palabras la ósmosis u osmosis es un fenómeno consistente en el paso del solvente de una disolución desde una zona de baja concentración de soluto a una de alta concentración del soluto, separadas por una membrana semipermeable.

c) Si introducimos una especie de agua dulce en agua salada –el medio externo es ahora hipertónico respecto al medio interno–, las células tienden a perder agua por ósmosis y se arrugan; este Fenómeno es conocido como plasmólisis, pudiendo conducir a la muerte de la especie.

**CUARTA CUESTION:**

En relación con el esquema adjunto, contesta las siguientes cuestiones:

- a) ¿Cómo se denominan los procesos bioquímicos A, B, C y D? (1 punto).
- b) En ciertas condiciones, determinadas células humanas llevan a cabo el proceso C. Explica en qué condiciones se produce y en qué consiste dicho proceso (1 punto).

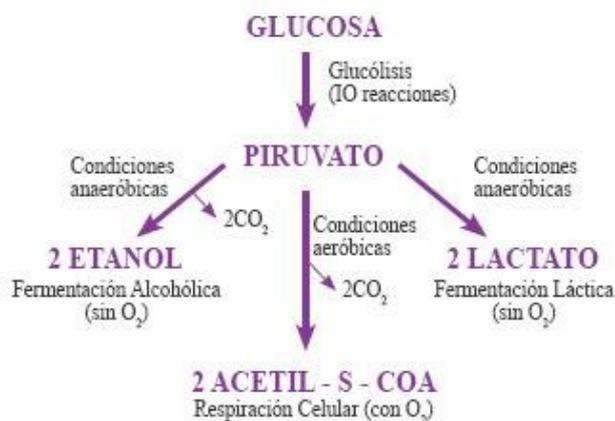
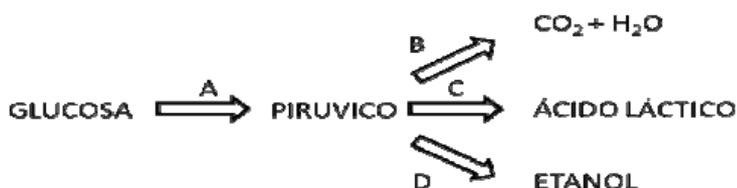
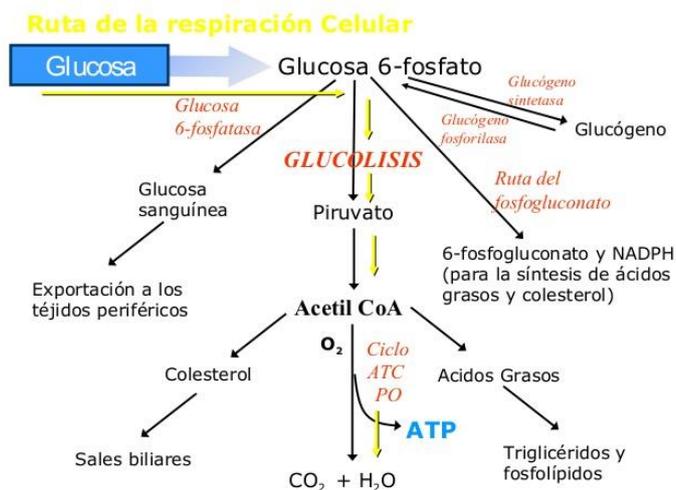


Figura 2. Rutas del piruvato: en células animales el piruvato puede pasar a lactato o a acetil CoA



**A)** La **glucólisis** (del griego *glycos*, azúcar y *lysis*, ruptura), es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo.

Luego de que una molécula de glucosa se transforme en 2 moléculas de piruvato, las condiciones del medio en que se encuentre determinarán la vía metabólica a seguir.

- B)** Oxidación completa, en condiciones aerobias, con O2.
- C)** Fermentación láctica, en condiciones anaerobias.
- D)** Fermentación alcohólica, en condiciones anaerobias.

La degradación de la glucosa por la vía glucolítica produce piruvato.

Éste en condiciones anaeróbicas puede seguir una fermentación y produce: etanol, lactato, etc... y en condiciones aerobias se produciría una oxidación completa (B), degradándose hasta CO2 (acetil-CoA)

**FERMENTACIONES (C y D)**

En el tejido muscular, en anaerobiosis, el piruvato se reduce a lactato.

Los micro-organismos que degradan glucosa en anaerobiosis son fermentativos y pueden generar etanol, lactato, etc.

O sea el piruvato formado en la GLUCOLISIS sigue una de las vías:

ANAEROBIA: Fermentación (C, D)

AEROBIA: Respiración celular (B)

En organismos aeróbicos, el piruvato seguirá oxidándose por la enzima piruvato deshidrogenasa y el ciclo de Krebs, creando intermediarios como NADH y FADH<sub>2</sub>. Estos intermediarios no pueden cruzar la membrana mitocondrial, y por lo tanto, utilizan sistemas de intercambio con otros compuestos llamados **lanzaderas** (en inglés, **shuttles**). De esta manera, se puede obtener hasta 30 moles de ATP a partir de 1 mol de glucosa como ganancia neta.

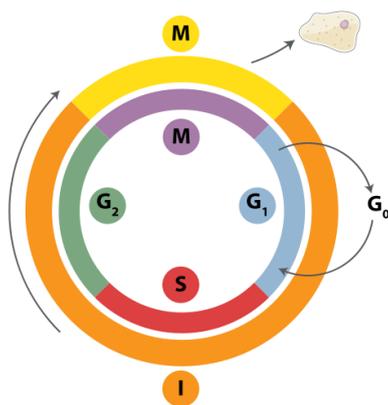
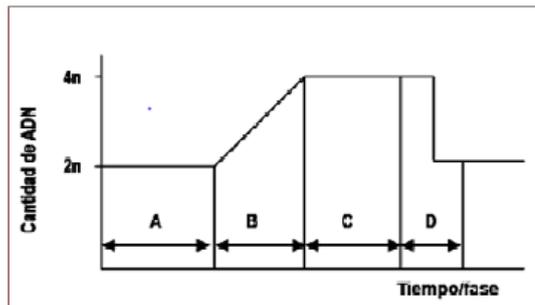
Sin embargo, cuando las células no posean mitocondrias (ej: eritrocito) o cuando requieran de grandes cantidades de ATP (ej.: el músculo al ejercitarse), el piruvato sufre fermentación que permite obtener 2 moles de ATP por cada mol de glucosa, por lo que esta vía es poco eficiente respecto a la fase aeróbica de la glucólisis.

El tipo de fermentación varía respecto al tipo de organismos: en levaduras, se produce fermentación alcohólica, produciendo etanol y CO<sub>2</sub> como productos finales, mientras que en músculo, eritrocitos y algunos microorganismos se produce fermentación láctica, que da como resultado ácido láctico o lactato.

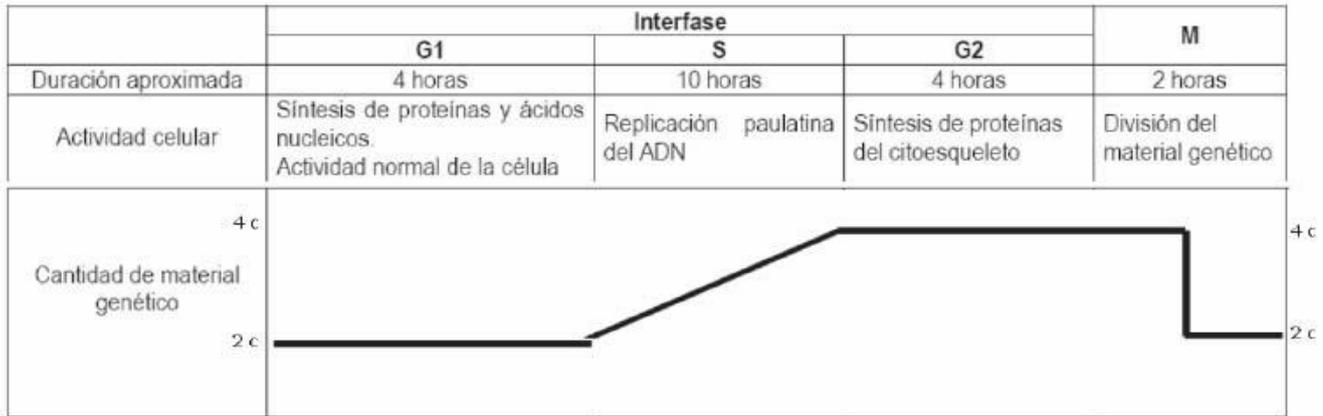
**Fermentación láctica (C).** La **fermentación láctica** es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en la matriz citoplásmica de la célula, en la cual se fermenta la glucosa (se oxida parcialmente) para obtener energía metabólica y un producto de desecho que principalmente es el ácido láctico (fermentación homoláctica), además de otros ácidos (fermentación heteroláctica). Se trata de un proceso biológico en el que los azúcares presentes en el medio (generalmente azúcares de seis carbonos como son la glucosa, galactosa y fructosa) se transforman en ácido láctico. La presencia de ácido láctico como metabolito en los alimentos provoca la desactivación de los procesos de descomposición, y por lo tanto la fermentación láctica es tradicionalmente empleada como un método de conserva de alimentos. Las bacterias capaces de promover este proceso biológico se denominan bacterias lácticas.<sup>3</sup>

#### QUINTA CUESTION:

- a) Cita y define brevemente las fases del ciclo celular (1 punto),  
b) La gráfica adjunta representa la variación de la cantidad de DNA de una célula que ha experimentado un ciclo celular completo. Identifica las fases representadas con las letras A, B, C y D (1 punto).



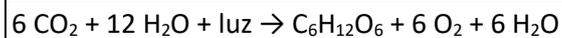
- a) El **ciclo celular** es un conjunto ordenado de sucesos que conducen al crecimiento de la célula y la división en dos células hijas. Las etapas, son G<sub>1</sub>-S-G<sub>2</sub> y M. El estado G<sub>1</sub> quiere decir «GAP 1» (Intervalo 1). El estado S representa la «síntesis», en el que ocurre la replicación del ADN. El estado G<sub>2</sub> representa «GAP 2» (Intervalo 2). El estado M representa «la fase M», y agrupa a la mitosis o meiosis (reparto de material genético nuclear) y la citocinesis (división del citoplasma). Las células que se encuentran en el ciclo celular se denominan «proliferantes» y las que se encuentran en fase G<sub>0</sub> se llaman células «quiescentes». Todas las células se originan únicamente de otra existente con anterioridad. El ciclo celular se inicia en el instante en que aparece una nueva célula, descendiente de otra que se divide, y termina en el momento en que dicha célula, por división subsiguiente, origina dos nuevas células hijas.



### SEXTA CUESTION:

Indica qué productos se obtienen en la fase luminosa de la fotosíntesis (1 punto) y cómo se utilizan en la fase oscura (1 punto).

La reacción general de la fotosíntesis puede resumirse de la siguiente manera:



En la fotosíntesis podemos encontrar reacciones que dependen de la energía de la luz y otras que no dependen de la luz. Las reacciones químicas que dependen de la energía luminosa forman la fase luminosa. Las reacciones químicas que no dependen de la luz constituyen la fase oscura.

En la fase luminosa se obtiene: ATP, NADPH y Oxígeno.

En la segunda etapa (fase oscura), que ocurrirá en el estroma de los cloroplastos, es donde se utilizan esos productos para la reducción del  $\text{CO}_2$ .

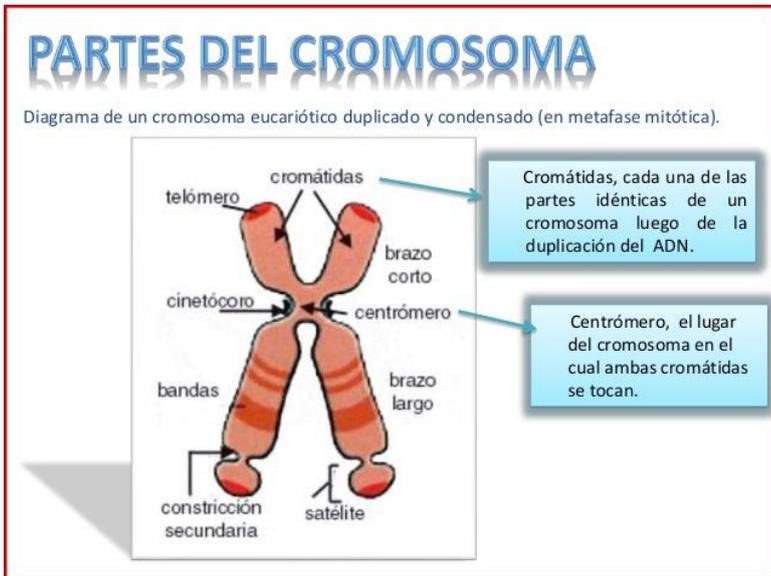
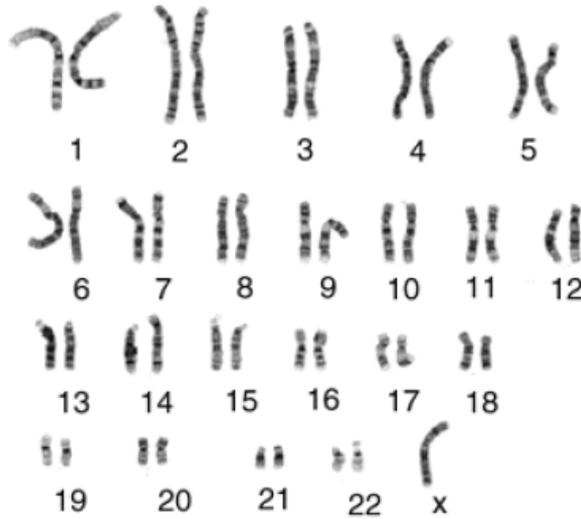
La fase oscura de la fotosíntesis, es un conjunto de reacciones independientes de la luz que convierten el dióxido de carbono, el oxígeno y el Hidrógeno en glucosa. Estas reacciones a diferencia de las reacciones lumínicas, no requieren la luz para producirse. Estas reacciones toman los productos generados de la fase luminosa (principalmente el ATP y NADPH) y realizan más procesos químicos sobre ellos.

En la fase oscura se obtiene: gliceraldehido-3-fosfato y agua. El gliceraldehido-3-fosfato se emplea entre otras cosas para la síntesis de glucosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , pero también sirve para la síntesis de otros glúcidos, de lípidos, nucleótidos y proteínas.

Tened en cuenta que en la actualidad los términos "fase luminosa" y "fase oscura" no son correctos, puesto que se ha demostrado que muchos procesos de la "fase oscura" son regulados por la presencia de luz.

### SÉPTIMA CUESTION:

- a) Realiza un esquema de un cromosoma e indica cada una de sus partes (1 punto).  
b) ¿Por qué decimos que las células somáticas son diploides? (0,5 puntos).  
c) El siguiente cariotipo corresponde a una persona con el síndrome de Turner. Basándonos en el cariotipo, ¿qué anomalía presente en el cariotipo es la responsable de este síndrome? (0,5 puntos).



a)

b) Las **células somáticas** son aquellas que conforman el crecimiento de los tejidos y órganos de un ser vivo pluricelular, las cuales proceden de células madre originadas durante el desarrollo embrionario y que sufren un proceso de proliferación celular y apoptosis. Son las que constituyen la mayoría de las células del cuerpo de un organismo pluricelular. Las células somáticas representan la totalidad de las células del organismo excepto las células germinales y las células embrionarias, que son el origen de los gametos. Por lo tanto, se encuentran en los huesos, la piel, los tejidos, los órganos o la sangre. Se componen de 23 pares de cromosomas. Las células somáticas pueden mutar sin transmitir sus modificaciones a los futuros descendientes. Las células somáticas que mutan pueden, sin embargo, ser la causa de cánceres, entre ellos el cáncer de colon.

Las células somáticas en el ser humano son diploides, es decir, tienen 2 series de cromosomas ( $2n$ ), siendo  $n$  el número de tipos de cromosomas, en concreto  $2n = 46$  porque contiene 23 tipos ( $n$ ) de cromosomas (numerados del 1 al 22, más el tipo gonadal X o Y). La mitosis asegura que cuando una célula somática se divide en dos células hijas, cada célula sigue siendo  $2n$ , o sea, siga teniendo los 46 cromosomas propios de la especie humana.

c) El **síndrome de Turner** o monosomía X, es una afección genética rara, que afecta únicamente a las mujeres, provocada por la ausencia total o parcial de un cromosoma X.

La cantidad normal de cromosomas en los seres humanos es 46. Dos de estos cromosomas, determinan el sexo (los cromosomas sexuales). Las mujeres normalmente tienen dos de los mismos cromosomas sexuales (XX), mientras que

los hombres presentan un cromosoma X y un cromosoma Y (XY). En las mujeres con síndrome de Turner, a las células les falta todo o parte de un cromosoma X. Lo más común es que la paciente tenga sólo un cromosoma X; otras, pueden tener dos cromosomas X, pero uno de ellos está incompleto. Esta afección se genera prácticamente en el momento de la concepción y no es prevenible.

---

### **OCTAVA CUESTION:**

Cita dos aplicaciones prácticas de la ingeniería genética en agricultura (1 punto), y dos en ciencia animal (1 punto).

Durante la última década, se han realizado enormes progresos en el área de **aplicaciones de la ingeniería genética a la agricultura y a la ciencia animal**.

La ingeniería genética en la agricultura tiene el potencial de mejorar los rendimientos de los cultivos y permitir la agricultura incluso en lugares con condiciones climáticas extremas.

La aplicación de la ingeniería genética en el campo de la agricultura es la siguiente:

#### **La creación de variedades de resistencia de las plantas**

La transferencia de genes específicos de una especie a otra puede ser de gran importancia en la erradicación de enfermedades y resistencia a plagas de forma más eficiente. Varios genes responsables de la resistencia a las enfermedades se han identificado, clonado e incorporado o manipulado en otra especie.

#### **Bio-fertilización**

El nitrógeno molecular en la atmósfera se convierte en una forma biológicamente utilizable gracias a la actuación de microorganismos fijadores de nitrógeno como el Rhizobium. El enfoque más sofisticado para la bio-fertilización es crear plantas que poseen la capacidad genética para la fijación de nitrógeno.

#### **Aumentar el contenido de proteínas**

Una de la principal fuente de proteínas para el consumo humano y animal está en las semillas de muchas especies de plantas. Los cereales y las legumbres, que son las principales fuentes de proteínas de reserva, contienen una cantidad limitada de ciertos aminoácidos que son esenciales para los seres humanos. Las mayorías de estos cereales son deficientes en lisina mientras que las legumbres son deficientes en aminoácidos azufrados. Los genes que codifican para estos aminoácidos pueden clonarse e introducirse en los cereales para solventar estas deficiencias.

#### **Creación de animales transgénicos**

Los animales que tienen genes extraños insertados en su ADN se llaman transgénicos. Dependiendo de si esté ADN está en línea germinal o no, pueden transmitirse o no.

De entre las aportaciones y aplicaciones de las técnicas de manipulación genética en animales, se destacan los siguientes:

La clonación de ganado más productivo, por ejemplo, las vacas que producen más leche y de mejor calidad o las ovejas que producen más lana. Obtiene, si, por tanto, mayor crecimiento, con menor consumo de energía.

Conservación de especies en peligro de extinción mediante el almacenamiento de semen congelado y embriones. Es importante destacar que este proceso es muy complicado y costoso y no garantiza el futuro de todas las especies que se pretendían salvar.

Clonación de animales extintos, un tema controvertido y aún hoy discutido.

Realización del trasplante de órganos animales para los seres humanos. En la actualidad se está probando el trasplante corazones de cerdos inmuno-compatibles con el ser humano para los monos. Se debe tener en cuenta la alta probabilidad de transmisión de patógenos humanos para los seres humanos.

Producción de medicamentos (insulina, hormona del crecimiento y de factor de coagulación), que puede obtenerse a partir de leche de vacas, cabras y ovejas o transgénicos. Los aumentos en cantidad y variedad modificada por animales con características deseadas, haciendo posible obtener los mejores individuos para probar tratamientos sobre enfermedades humanas.

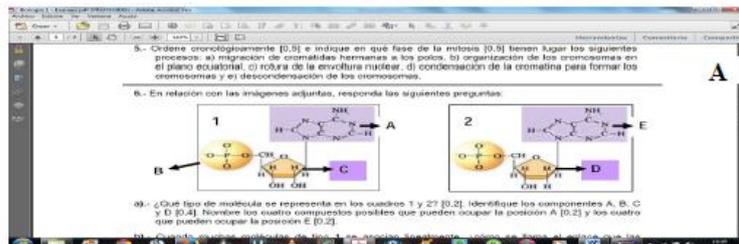
Ayuda en la comprensión de los mecanismos de proliferación y diferenciación celular. Producción de proteínas con interés terapéutico e industrial. Reducción del número de animales utilizados en experimentos de laboratorio. Posibilidad de utilizar los animales más pequeños genéticamente modificados para reemplazar las especies genéticamente más cercanos a los seres humanos. Riesgos de la manipulación genética en animales.

Assignatura: BIOLOGIA

Asignatura: BIOLOGÍA

### PRIMERA QÜESTIÓ:

En relació amb la imatge adjunta, responeu a les preguntes següents:



Quin nom general reben les molècules que apareixen en els requadres 1 i 2? (0,5 punts). Identifiqueu els components A, B, C i D que formen part d'aquestes molècules (0,5 punts). Quina funció exerceixen en la cèl·lula les macromolècules formades per molècules de tipus 1 i de tipus 2? (1 punt).

**Son nucleòtids que formen els àcids nucleics.**

Químicament, els àcids nucleics son **polímers lineals de nucleòtids**, i hay dos tipus: ADN y ARN.

A y E: Son bases nitrogenadas. Parece la adenina.

B: Es una molècula de àcid fosfòric

C y D: Son monosacàridos: pentosa. C es la ribosa y D es la desoxirribosa.

Estos nucleòtids (1 y 2) forman los ácidos nucleicos.

### FUNCIONES DE LOS NUCLEÓTIDOS

Además de ser los sillares estructurales de los ácidos nucleicos, los nucleòtids desempeñan en las células otras funciones no menos importantes.

**Nucleòtids rics en energia.** Esto les permite actuar como **transportadores de energia**.

**Coenzimas:** Por otra parte, algunos nucleòtids o sus derivados pueden actuar como *coenzimas* (sustancias orgánicas no proteicas que resultan imprescindibles para la acción de muchos enzimas).

**Mediadores:** Otros nucleòtids actúan como mediadores en determinados procesos hormonales, transmitiendo al citoplasma celular señales químicas procedentes del exterior.

## SEGONA QÜESTIÓ:

Relacioneu cada orgànul o estructura de la columna esquerra amb una funció de la columna dreta (0,2 punts per relació correcta):

- |                                 |   |                                |
|---------------------------------|---|--------------------------------|
| (1) Aparell de Golgi            | (a) Síntesi d'RNA                       | 1. d                           |
| (2) Membrana plasmàtica         | (b) Síntesi de lípids                   | 2. j                           |
| (3) Reticle endoplasmàtic llis  | (c) Síntesi de proteïnes                | 3. b                           |
| (4) Reticle endoplasmàtic rugós | (d) Modificació de molècules            | 4. c                           |
| (5) Peroxisoma                  | (e) Digestió cel·lular                  | 5. h                           |
| (6) Vacúol                      | (f) Respiració cel·lular                | 6. i                           |
| (7) Lisosoma                    | (g) Fotosíntesi                         | 7. e                           |
| (8) Mitocondri                  | (h) Oxidació de compostos               | 8. f                           |
| (9) Cloroplast                  | (i) Magatzem d'aigua i altres compostos | 9. En las células vegetales. g |
| (10) Nucli                      | (j) Barrera semipermeable               | 10. a                          |

---

## TERCERA QÜESTIÓ:

Si inhibirem la producció d'ATP, què ocurriria amb el transport passiu, a través de la membrana?, (1 punt) i amb l'actiu? (1 punt). Raoneu la resposta.

### TRANSPORTE SIN DEFORMACIÓN DE LA MEMBRANA

Las moléculas pequeñas o los iones pueden atravesar la membrana sin necesidad de que ésta sufra alteraciones en su estructura. Este proceso puede ser un **transporte pasivo** (sin consumo de energía) o **activo** (requiere energía).

**TRANSPORTE PASIVO:** Se produce a favor de gradiente de concentración. Las moléculas atravesarán la membrana de la parte más concentrada a la menos concentrada.

**TRANSPORTE ACTIVO:** Transporte en contra del gradiente de concentración. Las células lo utilizan para mantener su composición. Requiere energía que es proporcionada por una reacción acoplada (hidrólisis de ATP). Lo realizan proteínas transmembrana, gracias a cambios conformacionales controlados por la hidrólisis de ATP, que pasan sustancias del lado menos concentrado al más concentrado. Este tipo de proteínas reciben el nombre de "**bombas**".

Con el transporte pasivo no ocurriría nada porque no necesita la energía que aporta el ATP. Pero el transporte activo no ocurriría sin esa energía.

---

## QUARTA QÜESTIÓ:

Expliqueu els conceptes d'anabolisme i catabolisme (1,5 punts). Citeu un exemple de catabolisme i un exemple d'anabolisme (0,5 punts).

La nutrición de las células supone una serie de complejos procesos químicos catalizados por enzimas que tienen como finalidad la obtención de materiales y/o energía. Este conjunto de procesos recibe el nombre de metabolismo.

El metabolismo va a poder descomponerse en dos series de reacciones:

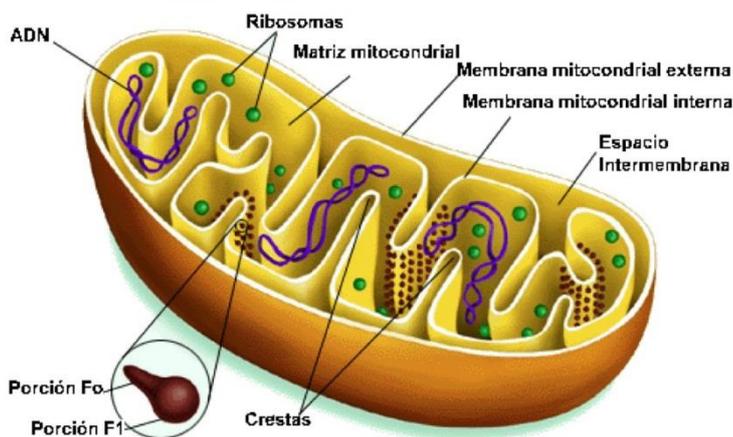
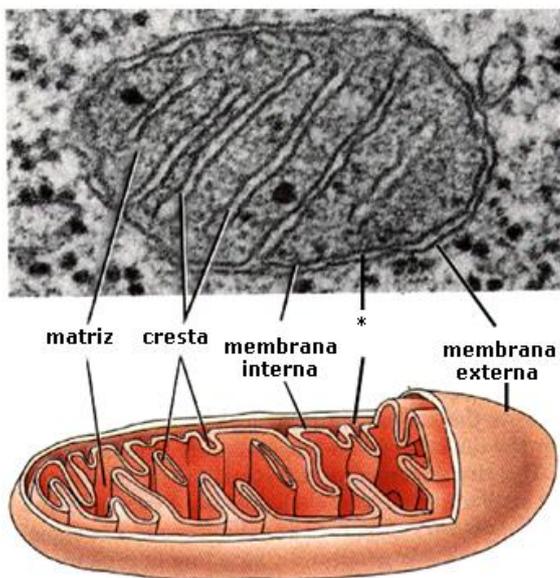
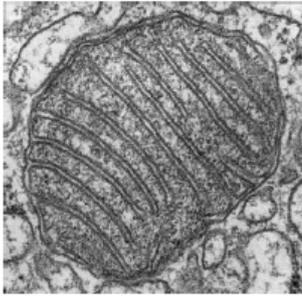
Anabolismo. Son aquellos procesos químicos que se producen en la célula y que tienen como finalidad la obtención de sustancias orgánicas complejas a partir de sustancias más simples con un consumo energía (procesos endergónicos). Son anabólicos, por ejemplo, la fotosíntesis, la síntesis de proteínas o la replicación del ADN. La construcción de biomoléculas orgánicas altamente hidrogenadas requiere electrones para reducir a sus precursores relativamente oxidados. En resumen, el anabolismo es un proceso **constructivo, reductor y endergónico**.

Catabolismo. En estos procesos las moléculas complejas son degradadas formándose moléculas más simples. Se trata de procesos destructivos generadores de energía (procesos exergónicos); como por ejemplo: la glucólisis. Muchas reacciones del catabolismo suponen una oxidación, es decir, una pérdida de electrones, de los sustratos orgánicos que se degradan. En resumen, el catabolismo es un proceso **degradativo, oxidante y exergónico**.

---

### CINQUENA QÜESTIÓ:

Ajudant-vos d'aquesta micrografia electrònica que representa un mitocondri, feu-ne un dibuix assenyalant-ne les parts (1 punt). Indiqueu la localització cel·lular del cicle dels àcids tiocarboxílics i de la cadena de transport d'electrons (1 punt).



Las mitocondrias son orgánulos celulares que se encargan de producir la mayor parte de la energía que la célula consume.

Las células de la mayoría de eucariotas contienen orgánulos intracelulares conocidos con el nombre de mitocondrias que producen ATP. Las fuentes de energía como la glucosa son inicialmente metabolizados en el citoplasma y los productos obtenidos son llevados al interior de la mitocondria donde se continua el catabolismo usando rutas metabólicas que incluyen el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, la beta oxidación de los ácidos grasos y la oxidación de los aminoácidos.

El resultado final de estas rutas es la producción de dos donadores de electrones: NADH y FADH<sub>2</sub>. Los electrones de estos dos donadores son pasados a través de la cadena de electrones hasta el oxígeno, el cual se reduce para formar

agua. Esto es un proceso de múltiples pasos que ocurren en la membrana mitocondrial interna. Las enzimas que catalizan estas reacciones tienen la notable capacidad de crear simultáneamente un gradiente de protones a través de la membrana, produciendo un estado altamente energético con el potencial de generar trabajo. Mientras el transporte de electrones ocurre con una alta eficiencia, un pequeño porcentaje de electrones son prematuramente extraídos del oxígeno, resultando en la formación de un radical libre tóxico: el superóxido. En los últimos años se ha descubierto que los complejos de la cadena de transporte de electrones suelen juntarse unas con otras formando estructuras proteínicas mayores que se nombran supercomplejos respiratorios.

La **cadena de transporte de electrones** es una serie de mecanismos de electrones que se encuentran en la membrana plasmática de bacterias, en la membrana interna mitocondrial o en las membranas tilacoidales, que mediante reacciones bioquímicas producen trifosfato de adenosina (ATP), que es el compuesto energético que utilizan los seres vivos. Sólo dos fuentes de energía son utilizadas por los organismos vivos: reacciones de reducción-oxidación y la luz solar (fotosíntesis).

**SISENA QÜESTIÓ:** Quin paper exerceixen l'ATP i el NADPH en la fotosíntesi? (1 punt). Expliqueu la importància de la fotosíntesi per als éssers vius (1 punt).

La fotosíntesis es un proceso en el que una serie de reacciones, activadas por medio de la energía luminosa, conducen a la obtención de moléculas orgánicas a partir de CO<sub>2</sub>, energía química (ATP) y poder reductor (NADPH).

La fotosíntesis tiene lugar en los cloroplastos de las células eucariotas y en los mesosomas de las procariotas. Se produce gracias a la presencia de la clorofila, que es capaz de absorber energía luminosa y transformarla en energía química de enlace (ATP).

La energía (ATP) y el poder reductor (NADPH) producidos en la fase lumínica se emplean para reducir y asimilar el carbono que se encuentra en la naturaleza en un estado altamente oxidado (CO<sub>2</sub>).

La importancia biológica del proceso fotosintético reside en que es la forma en la que se produce la conversión de productos inorgánicos (CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O), en compuestos orgánicos aprovechables por los organismos heterótrofos. Paralelamente, la liberación de O<sub>2</sub> como residuo del proceso resulta esencial en el mantenimiento de nuestra atmósfera respirable.

**SETENA QÜESTIÓ:**

a) És idèntic el material genètic de dos cromosomes homòlegs? Raoneu la resposta (0,5 punts).

b) Relacioneu els nombres del dibuix amb les parts del cromosoma metafàsic (1,5 punts).

a . Telòmer

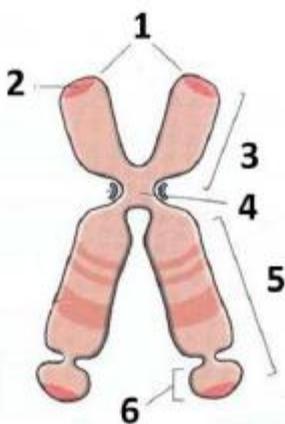
b. Braç curt

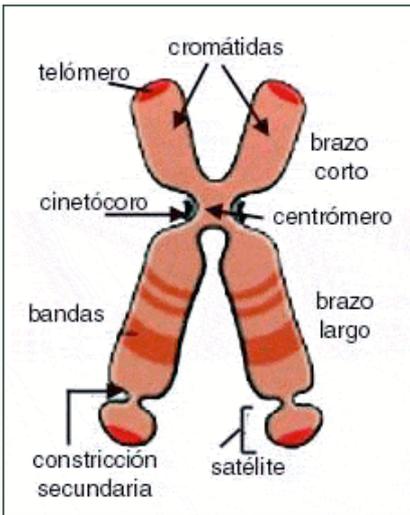
c. Satèl·lit

d. Cromàtides

e. Centròmer

f. Braç llarg

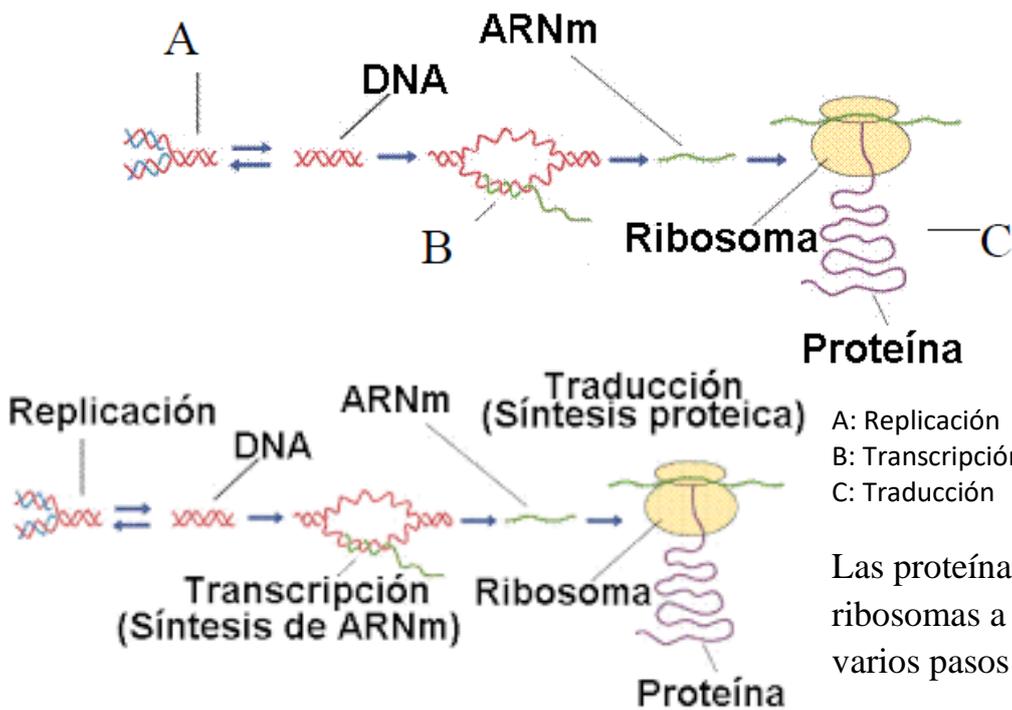




Entre cromosomes homòlegs el material té el mateix nombre i tipus de gens, encara que poden contenir diferent informació (alel·les), per tant, té que ser diferent ja que un se hereta de la mare i l'altre del pare durant la fecundació.

En cromàtides germanes el material genètic és idèntic a menys que hi hagi hagut algun error durant la replicació d'aquest durant la fase S del cicle cel·lular. Durant la mitosi una cèl·lula que té cromosomes amb dos cromàtides es divideix per donar origen a una cèl·lula amb un sol cromàtide.

**VUITENA QÜESTIÓ.** Esmenteu els processos indicats amb lletres i indiqueu en quin part de la cèl·lula eucariota es du a terme cadascun (1,5 punts). Expliqueu breument un d'aquests processos (0,5 punts).



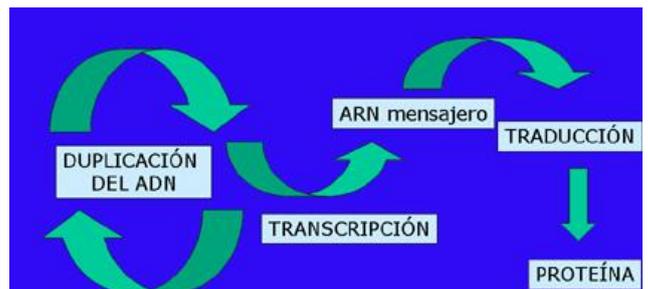
Las proteínas se sintetizan en los ribosomas a partir del ADN y consta de varios pasos



**Duplicación del ADN**

El dogma central de la genética molecular es que la información fluye del ADN al ARN y a través de este a la proteína.

La replicación del ADN es una propiedad esencial del material genético. Es la única molécula capaz de hacer copias idénticas de ella misma y ocurre una vez en cada ciclo celular durante la fase S previa a la mitosis o meiosis, mientras que la transcripción y traducción ocurren repetidamente durante toda la interfase.



La duplicación del ADN es un proceso notablemente rápido, a razón de 50 nucleótidos por segundo. Este proceso comienza cuando unas enzimas conocidas como helicasas rompen uniones entre las bases nitrogenadas de las dos cadenas de nucleótidos que conforman la molécula de ADN, de esta manera se abre la doble hélice.

Una vez que las dos cadenas se separan, proteínas adicionales, conocidas como proteínas de unión a cadena simple, se unen a las cadenas individuales, manteniéndolas separadas y evitando que se retuerzan. Esto posibilita el siguiente paso, la síntesis real de las nuevas cadenas, catalizadas por enzimas conocidas como **ADN polimerasas**. Además es necesaria otra enzima, la ARN polimerasa. Una vez que se han sintetizado las cadenas nuevas, actúa otro grupo de enzimas, las ADN ligasas que une las cadenas.

Como se podrá apreciar en la animación, es un proceso muy complejo.

### **Transcripción del ADN**

Las instrucciones para fabricar una proteína están en la molécula de ADN, pero esta no la puede fabricar, para ello es necesario el ARN. El ARN se sintetiza a partir de la molécula de ADN mediante el proceso conocido como **transcripción**.

La transcripción comienza cuando la enzima ARN polimerasa, toma contacto con el ADN y lo abre y, a medida que la enzima se mueve a lo largo de la molécula de ADN, se separan las dos cadenas de la molécula. Los nucleótidos que constituyen los bloques estructurales, se ensamblan en el ARN, siendo esta última cadena complementaria a la del ADN que tomo como molde (Fig. 3)

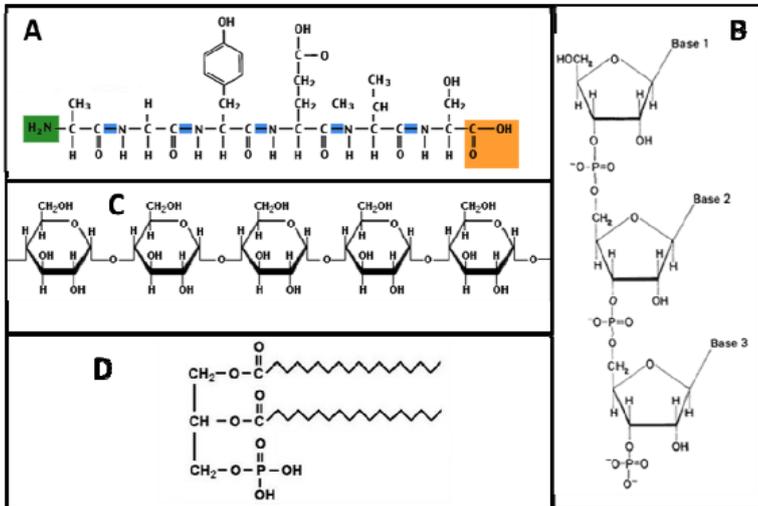
La molécula de ARNm formada abandona el núcleo y se dirige hacia los ribosomas que se hallan en el citoplasma libres o adheridos al retículo endoplasmático.

### **Traducción**

La traducción ocurre en varias etapas:

Primero está la **iniciación**. Esta comienza cuando la molécula de ARNm se une a la subunidad ribosómica más pequeña. La primera molécula de ARNt, que lleva el aminoácido se acopla con el codón iniciador AUG de la molécula de ARNm. Luego se acopla la subunidad ribosómica más grande. Un segundo ARNt, con su aminoácido unido, se coloca en el sitio A y su anticodón se acopla con el ARNm. Se forma un enlace peptídico entre los dos aminoácidos reunidos en el ribosoma. Al mismo tiempo, se rompe el enlace entre el primer aminoácido y su ARNt (Fig. 4).

**PRIMERA QÜESTIÓ.** Observeu les molècules presentades i indiqueu de forma justificada (en funció de les seues característiques) a quin grup pertanyen (1 punt). Indiqueu el paper biològic que exerceix cadascuna d'elles (1 punt).



A. Es una proteína. Unión de aminoácidos con enlace peptídico.

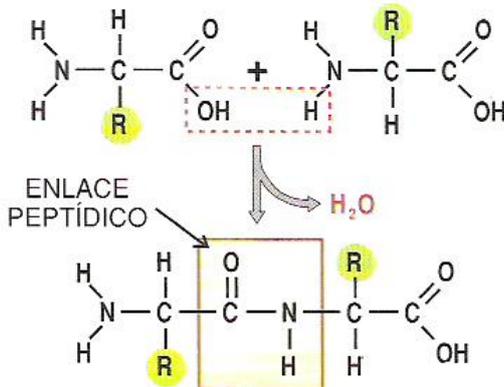


Figura 8.5

FUNCIÓN	EJEMPLOS
ESTRUCTURAL	<p><b>Glucoproteínas</b> forman parte de las membranas celulares, actúan como receptores o facilitan el transporte de sustancias.</p> <p><b>Histonas</b>, forman parte de los cromosomas.</p> <p><b>Colágeno</b> del tejido conjuntivo fibroso.</p> <p><b>Elastina</b> del tejido conjuntivo elástico.</p> <p><b>Queratina</b> de uñas y pelo.</p> <p><b>Fibroína</b> de las telarañas o los capullos de seda.</p>
ENZIMÁTICA	Las proteínas con función enzimática son las más numerosas y especializadas. Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas del metabolismo celular.
HORMONAL	<p><b>Insulina y glucagón</b> (que regulan los niveles de glucosa en sangre)</p> <p>Hormonas segregadas por la hipófisis como la del <b>crecimiento</b> o la <b>adrenocorticotrópica</b> (que regula la síntesis de corticosteroides) o la <b>calcitonina</b> (que regula el metabolismo del calcio).</p>
REGULADORA	Algunas proteínas regulan la expresión de ciertos genes y otras regulan la división celular (como la <b>ciclina</b> ).

HOMEOSTÁTICA	Algunas mantienen el equilibrio osmótico y actúan junto con otros sistemas amortiguadores para mantener constante el pH del medio interno.
DEFENSIVA	Las <b>inmunoglobulinas</b> actúan como anticuerpos frente a posibles antígenos. La <b>trombina</b> y el <b>fibrinógeno</b> contribuyen a la formación de coágulos sanguíneos para evitar hemorragias. Las <b>mucinas</b> tienen efecto germicida y protegen a las mucosas. Algunas <b>toxinas bacterianas</b> , como la del botulismo, o <b>venenos de serpientes</b> .
TRANSPORTE	La <b>hemoglobina</b> transporta oxígeno en la sangre de los vertebrados. La <b>hemocianina</b> transporta oxígeno en la sangre de los invertebrados. La <b>mioglobina</b> transporta oxígeno en los músculos. Las <b>lipoproteínas</b> transportan lípidos por la sangre. Los <b>citocromos</b> transportan electrones.
CONTRÁCTIL	La <b>actina</b> y la <b>miosina</b> constituyen las miofibrillas responsables de la contracción muscular. La <b>dineína</b> está relacionada con el movimiento de cilios y flagelos.
DE RESERVA	La <b>ovoalbúmina</b> de la clara de huevo, la <b>gliadina</b> del grano de trigo y la <b>hordeína</b> de la cebada, constituyen la reserva de aminoácidos para el desarrollo del embrión. La <b>caseína</b> de la leche.

## B. Es un ácido nucleico

Químicamente, los ácidos nucleicos son **polímeros lineales de nucleótidos**, y hay dos tipos: ADN y ARN.

### **Nucleótidos**

Constituyen la unidad monomérica de los ácidos nucleicos, y tienen tres componentes básicos:

- Una base nitrogenada, derivada de la purina (A, G) o de la pirimidina (C, T, U).
- Un monosacárido pentosa, que puede ser la ribosa o la desoxirribosa.
- Ácido fosfórico: una, dos o tres moléculas, según se trata de nucleótidos mono-P, di-P o tri-P.

### **Ácido desoxirribonucleico (ADN)**

Contiene la información genética que determina el desarrollo del individuo y sus características, en todas las especies salvo en los virus-ARN.

En eucariotas, el ADN se encuentra en el núcleo y una pequeña cantidad en mitocondrias y cloroplastos.

### **Ácido Ribonucleico (ARN)**

Es un **polímero de ribonucleótidos** de A, G, C y U, en los que la pentosa es la ribosa.

Con la excepción de los reovirus donde el ARN es bicatenario y constituye su material genético, los ARN son monocatenarios, aunque algunos pueden presentar regiones de apareamiento o complementariedad intracatenarias. Los ARN se forman por transcripción de una cadena de la doble hélice de ADN, mediante la complementariedad de bases. Así se sintetizan los llamados **transcritos primarios**, que deben sufrir un proceso de **maduración diferencial** para originar los distintos tipos de ARN. (En procariontes no se produce este proceso de maduración en el caso del ARNm).

## C. Es un polisacárido (Glúcidos o hidratos de carbono). Puede ser la celulosa. Es un polímero de la glucosa.

Es un polisacárido vegetal, con función estructural, al ser el constituyente principal de las paredes celulares de las células vegetales

## D. Glicerofosfolípido (Lípidos o grasas)

Ambos constituyen la mayoría de los llamados **lípidos de membrana** porque, por sus características, son los principales constituyentes de las membranas biológicas.

Los **glicerofosfolípidos**, como su nombre indica, son el resultado de la **esterificación** de **2 ácidos grasos** con la **glicerina**, quedando el tercer grupo alcohol de la glicerina unido a un **grupo fosfato** (de ahí su denominación como glicerofosfolípido o fosfoglicerido), al cual se le uniría otro alcohol secundario **polar** (hidrofílico), que formaría la **cabeza polar del fosfolípido**. El resto de la estructura, sería **apolar o hidrofóbica**.

Constituyen las principales **reservas energéticas en células vegetales y animales**.

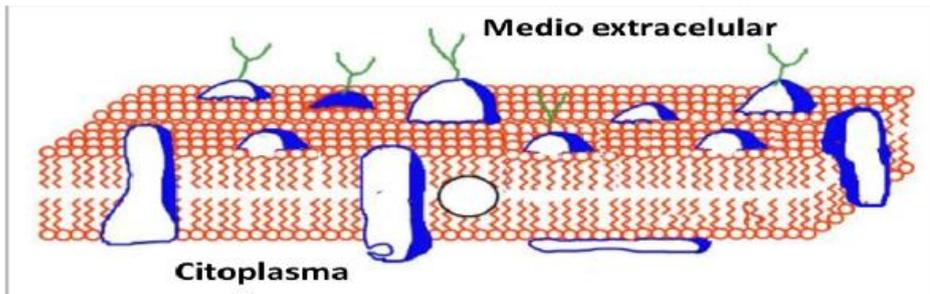
**SEGUNDA CUESTIÓN.-** Relacione los siguientes orgánulos o estructuras celulares con su función (2 puntos):

1. Centrosoma	A. Glucosilación de proteínas
2. Cromosoma	B. Síntesis de proteínas
3. Aparato de Golgi	C. Digestión celular
4. Lisosoma	D. Empaquetamiento de ADN
5. Ribosoma	E. Formación del huso mitótico

1 E    2 D    3 A    4 C    5 B

**TERCERA CUESTIÓN.-**

a) Defina membrana plasmática. Comente brevemente cuáles son sus componentes ayudándose de la figura adjunta (1.5 puntos).



La **membrana plasmática** fue definida en 1967 por Palade como *un complejo molecular que delimita un territorio celular determinado*. Durante mucho tiempo sólo se pudo intuir su existencia ya que es una estructura tan delgada que escapaba a la observación mediante el microscopio óptico. Hoy sabemos que la membrana plasmática es una envoltura continua que rodea la célula estando una de sus caras en contacto con el medio extracelular y la otra con el citoplasma. La observación al microscopio electrónico revela una estructura de unos **7 nm de grosor** en la que se aprecian dos bandas oscuras separadas por una banda más clara.

**COMPOSICIÓN**

La casi totalidad de la masa de la membrana plasmática está constituida por proteínas y lípidos anfipáticos; contiene además pequeñas cantidades de glúcidos en forma de oligosacáridos unidos covalentemente a las proteínas o a los lípidos (glicoproteínas y glucolípidos). A veces aparecen en gran cantidad en la cara externa de la membrana formando el glucocálix. En la mayor parte de los casos la masa total de proteínas supera a la de lípidos. Las membranas que constituyen el sistema membranario interno característico de la célula eucariota presentan una composición y estructura muy similares a las de la membrana plasmática.

**LOS LÍPIDOS** que aparecen formando parte de las membranas biológicas son fosfoglicéridos, esfingolípidos y colesterol (u otros esteroides afines). Todos ellos tienen en común su carácter marcadamente anfipático que los hace idóneos para este cometido.

**LAS PROTEÍNAS** de membranas biológicas de orígenes diferentes varía aún más ampliamente que su composición lipídica, lo que refleja que estas proteínas deben estar especializadas en determinadas funciones que son diferentes según el tipo de célula. Como regla general, una membrana biológica posee varios centenares de proteínas diferentes, la mayoría de las cuales están especializadas en el transporte de solutos específicos a su través.

**QUARTA QÜESTIÓ.** Definiu el concepte d'enzim i comenteu breument les seues propietats (1,5 punts). Indiqueu com participen cofactors i coenzims en l'activitat enzimàtica (0,5 punts).

Los enzimas son moléculas de elevado PM y naturaleza proteica con actividad catalítica (biocatalizadores). La **catálisis** se define como la aceleración de una reacción química por efecto de una sustancia o catalizador.

En una reacción enzimática, las moléculas que reaccionan reciben el nombre de **sustratos**, y las sustancias formadas se denominan **productos**.

Los enzimas poseen las mismas propiedades que las proteínas (solubilidad, capacidad amortiguadora, desnaturalización y especificidad) y además las siguientes:

**Gran actividad catalítica:** Aceleran la reacción entre  $10^6$  y  $10^{14}$  veces.

**Especificidad de sustrato:** Actúan sobre uno o pocos sustratos catalizando un tipo de transformación concreto.

Actúan en condiciones de **pH y temperaturas suaves**.

**Cofactores y Coenzimas:**

Algunas enzimas no poseen en su centro activo todos los componentes químicos necesarios para catalizar la reacción, por ese motivo **necesitan la ayuda de determinadas sustancias no proteicas para actuar**.

A la parte **no proteica del enzima** se la denomina **cofactor**, a la **parte proteica** se la denomina **Apoenzima**, y al conjunto se le denomina **Holoenzima**.

Muchos **cofactores son iones (iones metálicos), o moléculas inorgánicas**, que normalmente se unen por **enlaces no covalentes**, la unión entre ambos sería reversible pudiéndose encontrar al holoenzima completo (enzima funcional), o bien al apoenzima por separado (enzima no funcional), según el caso.

En otros casos los **cofactores son moléculas orgánicas** (por ejemplo: vitaminas), y en tal caso se denominan **coenzimas**. Tanto la apoenzima como el cofactor son inactivas por si mismas, han de estar unidas para que la enzima (holoenzima) sea activa. El apoenzima determina la especificidad de la reacción, es decir determina el sustrato sobre el que puede actuar, mientras que el cofactor presenta los grupos que permiten la transformación del sustrato. Un mismo cofactor puede ser constituyente de diferentes holoenzimas.

**QUINTA CUESTIÓN.-** Indique las diferencias entre la vía metabólica aerobia y la vía metabólica anaerobia (1.0 punto). Cite un ejemplo de cada una y explique uno de ellos (1.0 punto).

**Vías metabólicas**

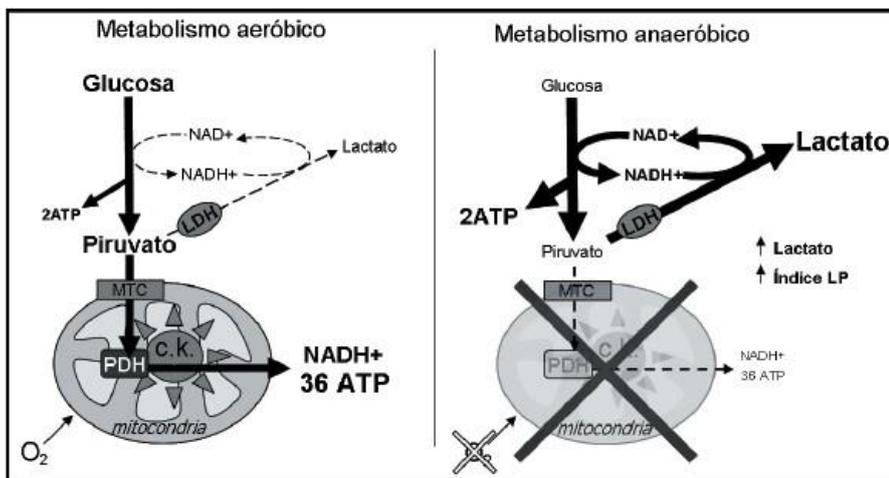
**Catabolismo:**

El catabolismo es la rotura (degradación) de moléculas complejas ricas en energía, como las proteínas, los carbohidratos y las grasas, dando lugar a otras más simples, la energía liberada es capturada como trifosfato de adenosina ( ATP ) y almacenada para ser utilizada en reacciones sintéticas , anabólicas.

**Anabolismo:**

El anabolismo es la síntesis de moléculas complejas a partir de otras más simples, por ejemplo las proteínas a partir de aminoácidos y glucógeno de la glucosa. Las reacciones sintéticas requieren energía que proviene de hidrólisis de ATP.

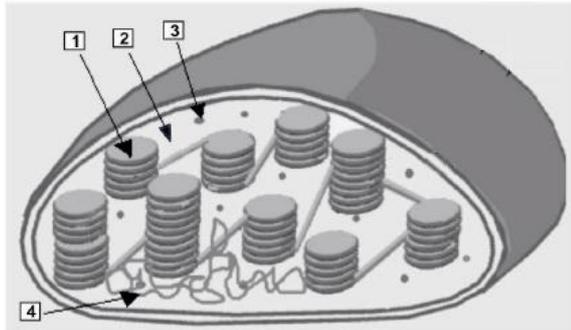
Ejemplos de las vías catabólicas y anabólicas	
Vías catabólicas los nombres terminan en lisis que significa romper.	Vías anabólicas Los nombres terminan en génesis que significa crear.
Glucogenólisis: degradación del glucógeno. Proteólisis: degradación de las proteínas. Lipólisis: degradación de ácidos grasos. Glucólisis: degradación de la glucosa	Glucogénesis: síntesis de glucógeno. Síntesis de proteínas. Lipgénesis: síntesis de ácidos grasos. Gluconeogénesis: síntesis de glucosa



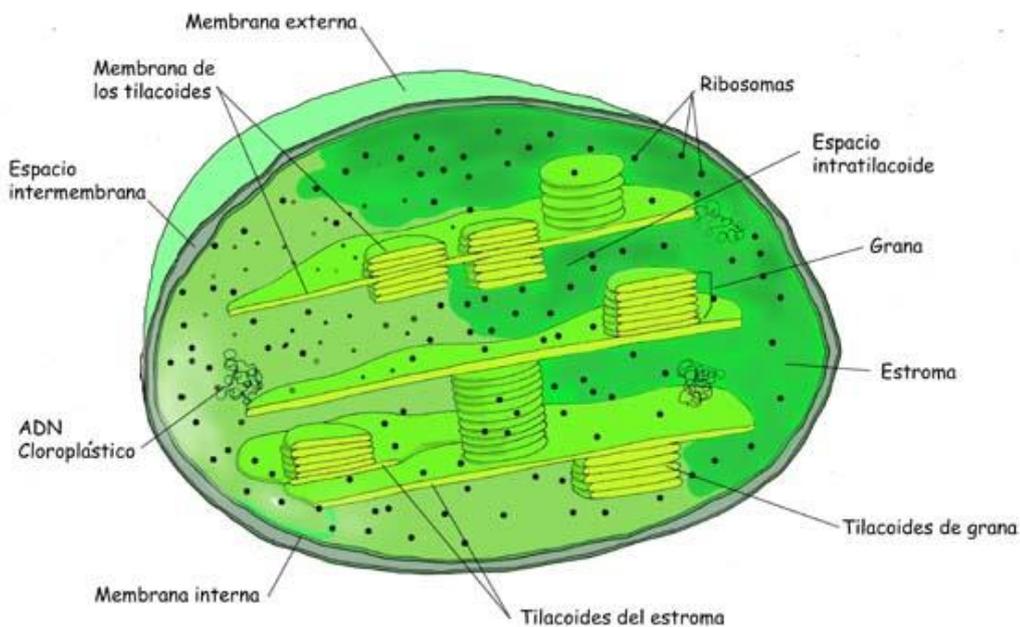
El metabolismo aeróbico requiere oxígeno y el metabolismo anaeróbico se produce sin oxígeno. Estos dos procesos no son aislados sino que suelen trabajar en concurrencia.

**VER UN EXAMEN ANTERIOR**

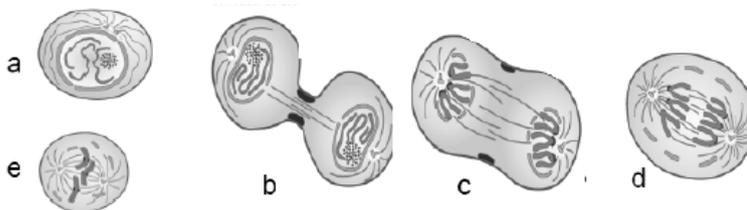
**SEXTA CUESTIÓN.-** Observe el siguiente dibujo e indique de qué orgánulo se trata y en qué tipo celular puede encontrarse (0.8 puntos). Defina su función e identifique los componentes que se indican en el dibujo (1.2 puntos).



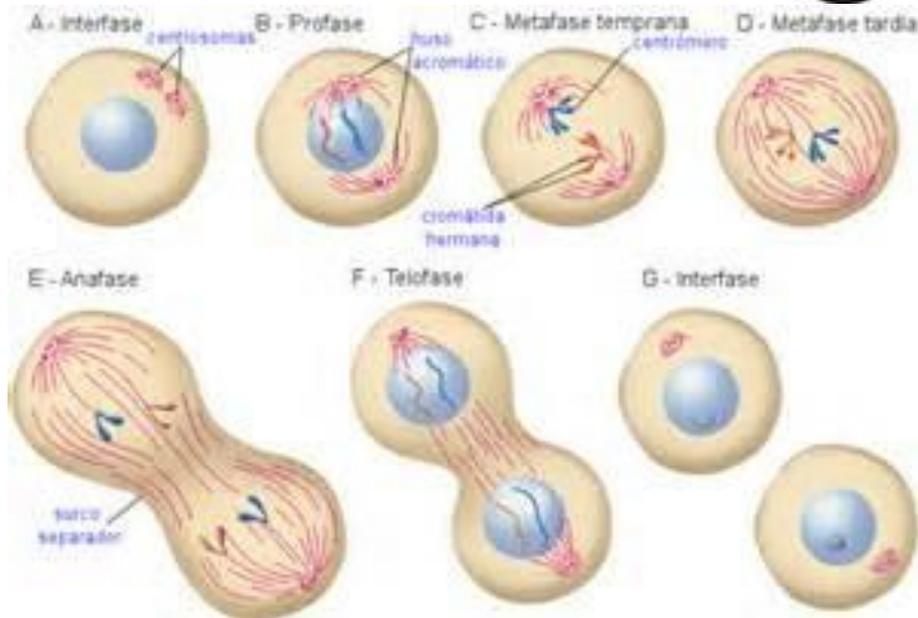
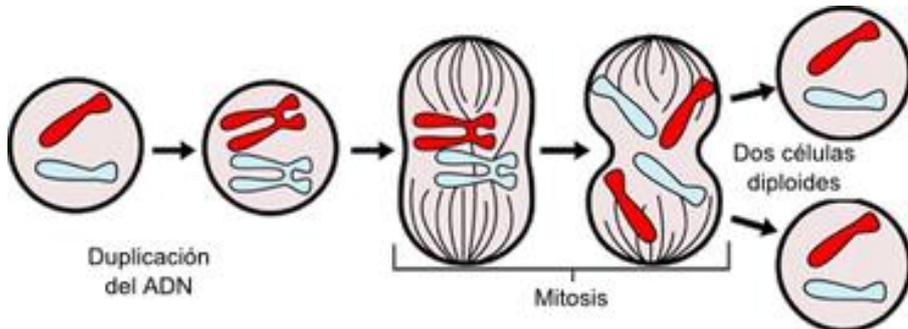
Son los cloroplastos de las células vegetales, son los plastos de mayor importancia biológica; ya que por medio de la fotosíntesis, en ellos se transforma la energía lumínica en energía química, que puede ser aprovechada por los vegetales.



**SÉPTIMA CUESTIÓN.-** Identifique cada una de las fases del proceso representado en las imágenes y ordénelas temporalmente (1.0 punto). Explique con detalle las fases indicadas con las letras c y d (1.0 punto).



**MITOSIS**



**Interfase**

El nucleólo y la membrana celular se distinguen y los cromosomas están en forma de cromatina

**Profase**

Los cromosomas se condensan y la membrana nuclear ya no es visible

**Metafase**

Los cromosomas gruesos y enrollados, cada uno con dos cromátidas, se alinean en la placa de la metafase

**Anafase**

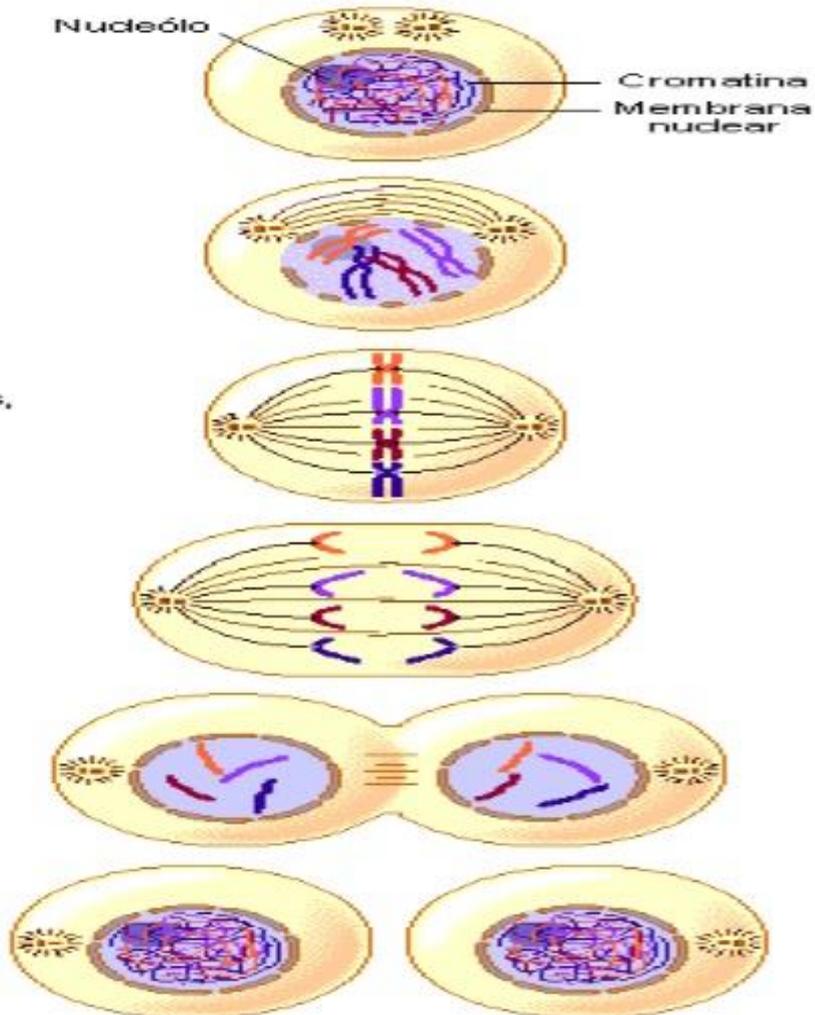
Las cromátidas de cada cromosoma se separan y se mueven hacia los polos

**Telofase**

Los cromosomas están en los polos y son cada vez más difusos. La membrana nuclear se vuelve a formar. El citoplasma se divide

**Citoquinésis**

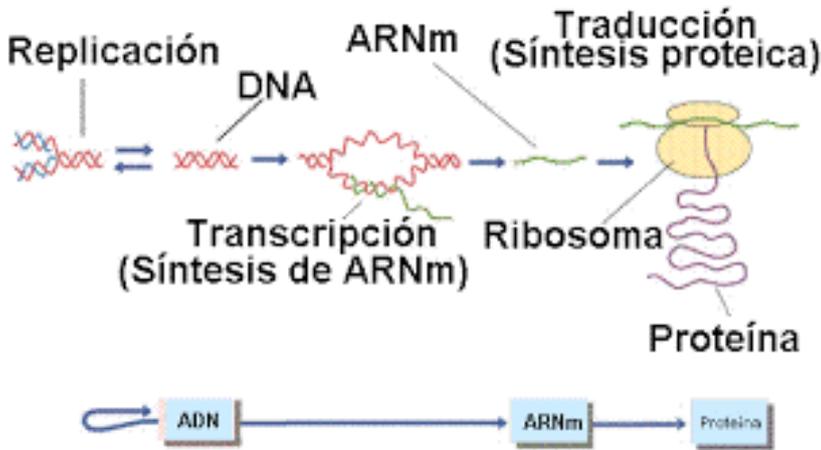
La división en dos células hijas se completa



**OCTAVA CUESTIÓN.-**

a) Defina los procesos de replicación, transcripción y traducción e indique en qué parte de la célula eucariótica se produce cada uno de ellos (1.2 puntos):

b) Indique la función del ARNm y el ARNt en la síntesis de proteínas (0.8 puntos).



El “dogma central de la biología”, definido en 1957 por Francis Crick, establece que la información genética fluye en el siguiente sentido: ADN → ARN → proteínas. Esto es verdad en la mayoría de los casos; sin embargo, el material genético de algunos virus está formado por RNA que luego es usado como molde para producir ADN.

La replicación es el modo de perpetuar la información genética, y asegurar una copia fiel de la información en cada una de las células

producidas por división. En lo referente a la transmisión de la información dentro de la célula, los pasos fundamentales son dos.

El primer paso, la transcripción, consiste en la copia exacta de una de las hebras de ADN a ARN; la secuencia de ARN será exactamente igual a la del ADN copiado, excepto por la presencia de uracilo (U) en vez de timina (T).

El segundo paso, la traducción, implica la síntesis de proteínas haciendo uso del código

Estos son los tres procesos fundamentales de la Genética Molecular:



genético, que identifica aminoácidos específicos a partir de un conjunto de tres bases.

Los tres procesos mencionados son procesos de polimerización, que pueden dividirse en tres etapas: Iniciación, elongación y terminación, definidas en cada caso por eventos concretos.

Entre la transcripción y la traducción, hay en ciertos casos un procesamiento de los transcritos a fin de obtener ARN mensajero (ARNm) maduro. Los productos de la traducción también son procesados. En cada caso hay en juego elementos de señalización en la molécula que porta la información (ADN, ARN o proteína) para dar lugar a un copiado o procesamiento correcto.

Existen principalmente 3 tipos de RNA (ARN, ácido ribonucleico), cada uno de ellos sintetizados a partir de secuencias de DNA concretas, y con una función específica:

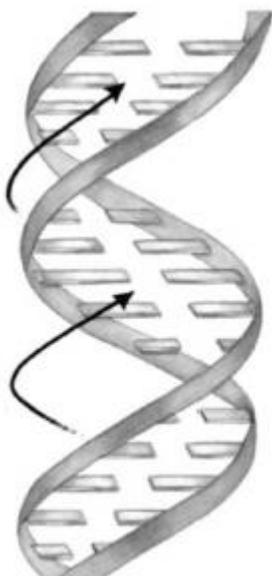
mRNA: RNA mensajero, es el encargado de transmitir la información genética desde el DNA hasta los ribosomas. El código de bases nitrogenadas de nuestro RNA pasará en los ribosomas a una secuencia de aminoácidos concreta.

tRNA. RNA transferente, encargado de buscar los aminoácidos específicos en el citosol y llevarlos al ribosoma para proceder a la síntesis de proteínas.

A nivel funcional, el RNA juega un papel importante, ya que si el DNA contiene la información genética, el RNA hace posible que esta se exprese en términos de "síntesis de proteínas".

# PREGUNTAS DE LAS PAU DE 2015 Y 2016

1. En relación a la siguiente figura, indica:



- ¿Qué macromolécula representa y por qué monómeros está formada? (2 puntos).
- ¿Cuáles son los componentes de estos monómeros? (2 puntos).
- ¿Cuáles son sus características estructurales más importantes? (3 puntos).
- ¿Cuál es la función de esta macromolécula? (1 punto).

a) Explicar que la macromolécula de la figura representa el DNA. Cada cadena del DNA está formada por la unión de desoxirribonucleótidos.

b) Un desoxirribonucleótido está formado por la pentosa desoxirribosa, un grupo fosfato y una base nitrogenada que puede ser adenina, guanina, citosina o timina.

c) Las características más importantes de la estructura en doble hélice son: El DNA está formado por dos cadenas polinucleotídicas antiparalelas enrolladas helicoidalmente. Las bases nitrogenadas quedan en el interior de la doble hélice, mientras que el esqueleto azúcar-fosfato queda en la parte externa. La unión entre las cadenas se produce mediante interacciones entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas, formándose siempre los pares adenina-timina y guanina-citosina.

d) La función más importante es que el DNA contiene la información genética.

1. Explica la diferencia entre: a) Endocitosis y exocitosis. b) Pinocitosis y fagocitosis (4 puntos).

La diferencia entre endocitosis y exocitosis es que la endocitosis es la formación de vesículas por invaginación de la membrana plasmática para la incorporación de moléculas al interior de la célula, mientras que la exocitosis es la fusión de vesículas con la membrana plasmática para la secreción. La diferencia entre pinocitosis y fagocitosis es que la pinocitosis es la ingestión de líquidos o pequeñas moléculas, mientras que la fagocitosis es la ingestión de grandes partículas.

2. Indica, justificando la respuesta, si es verdadera o falsa la frase: “Si se incluyen células sanguíneas en una disolución de concentración salina mucho más baja que la del suero fisiológico se desintegran las membranas plasmáticas.” (2 puntos).

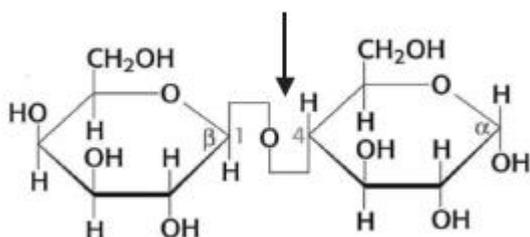
Es verdadera porque cuando una célula está en un medio hipotónico entra agua en la célula y ésta aumenta su volumen pudiendo llegar a desintegrarse la membrana.

3. Relaciona los procesos metabólicos de la columna de la izquierda con las estructuras celulares en las que tienen lugar y que se indican en la columna de la derecha (4 puntos).

- Ensamblaje de RNA ribosómico y proteínas ribosomales
- Glucólisis
- Eliminación de peróxido de hidrógeno
- Reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico
- Glucosilación de proteínas
- Fosforilación oxidativa
- Ciclo de Krebs
- Replicación del DNA

- Nucleoplasma
- Membrana interna mitocondrial
- Estroma del cloroplasto
- Citosol
- Matriz mitocondrial
- Nucleolo
- Peroxisoma
- Aparato de Golgi

Relacionar las columnas como sigue: 1f, 2d, 3g, 4c, 5h, 6b, 7e, 8a.



1. En la siguiente figura se muestra la estructura de un disacárido:

- ¿Cómo se denomina el enlace marcado por la flecha? (1 punto).
- ¿Se trata de un azúcar reductor? ¿Por qué? (1 punto).
- Nombra dos disacáridos y señala dónde se encuentran en la naturaleza (2 puntos).

a) El enlace se denomina O-glicosídico.

b) La figura es un disacárido reductor porque posee un carbono anomérico libre.

c) Se podrá nombrar como ejemplos de disacáridos: la lactosa (leche), la maltosa (cebada), la sacarosa (azúcar de caña).

**1. Cita las diferencias estructurales entre células procariotas y células eucariotas (3 puntos).**

*Citar, al menos, que las células procariotas carecen de orgánulos con membrana, que el DNA es circular y se encuentra en el citosol y que los ribosomas son de menor tamaño que en las células eucariotas*

**3. Indica las funciones de vacuolas, lisosomas, peroxisomas y glioxisomas (4 puntos).**

*El alumno deberá indicar las funciones de los orgánulos requeridos:*

*vacuolas: almacén, turgencia, crecimiento celular, digestión celular;*

*lisosoma: digestión celular;*

*peroxisoma: detoxificación celular, eliminación de especies reactivas del O<sub>2</sub>, oxidación de ácidos grasos; y*

*glioxisoma: es un peroxisoma especial que participa en el ciclo del glioxilato.*

**2. Explica en qué consiste la fermentación. Cita dos tipos de fermentación de interés en la producción de alimentos e indica el organismo responsable (4 puntos).**

*Explicar que la fermentación es un proceso catabólico para obtener energía en el citoplasma en condiciones anaerobias.*

*Ejemplos: fermentación láctica por Lactobacillus para producir yogurt y fermentación alcohólica por Saccharomyces cerevisiae para producir cerveza.*

**3. Cita y explica, al menos, cuatro funciones del agua en los seres vivos (4 puntos).**

*El alumno deberá explicar cuatro funciones del agua en los seres vivos; por ejemplo: a) disolvente de sustancias (establece enlaces de hidrógeno con otras moléculas, etc.); b) transporte (facilita el aporte de nutrientes y eliminación de sustancias de desecho); c) estructural (elevada cohesión de las moléculas que favorece la turgencia en plantas, etc.); d) termorreguladora (el alto calor específico mantiene constante la temperatura interna de los seres vivos...), etc.*

**1. Explica los mecanismos de transporte que permiten el paso de pequeñas moléculas a través de la membrana (5 puntos).**

*El alumno contestará que el transporte de moléculas de bajo peso molecular a través de la membrana es a favor o en contra de gradiente electroquímico, distinguiendo así entre dos tipos principales de transporte: transporte pasivo y transporte activo.*

*El transporte pasivo: es a favor de gradiente electroquímico y no requiere aporte de energía. Se realiza mediante difusión simple o difusión facilitada.*

*- Difusión simple: hay determinados solutos que atraviesan la membrana a través de la bicapa lipídica. Suelen ser gases o moléculas sin carga o moléculas liposolubles.*

*- Difusión facilitada: se realiza mediante proteínas transportadoras llamadas permeasas, que funcionan mediante un cambio de configuración, o mediante canales, que son selectivos y responden a estímulos químicos o eléctricos.*

*- El transporte activo es un mecanismo que permite, mediante proteínas transportadoras, el paso de sustancias a través de las membranas celulares en contra de gradiente electroquímico, por lo que es un proceso que requiere aporte energético.*

**2. Contesta a las siguientes preguntas sobre orgánulos y estructuras celulares (5 puntos):**

**a) Cita las funciones del retículo endoplasmático.**

**b) ¿Qué es un dictiosoma?**

**c) ¿El retículo endoplasmático y el aparato de Golgi son independientes entre sí? Razona la respuesta.**

**d) ¿Están los ribosomas presentes en todo tipo de células? Razona la respuesta.**

**e) ¿Qué son los lisosomas?**

*El alumno contestará que:*

*a) La función del retículo endoplasmático rugoso es la síntesis y glicosilación de proteínas y la del retículo endoplasmático liso está relacionada con la síntesis, almacenamiento y transporte de lípidos y con los procesos de detoxificación.*

*b) Un dictiosoma es una agrupación de sáculos en pilas de 5 a 10 unidades que forman parte del aparato de Golgi.*

*c) El aparato de Golgi se relaciona funcionalmente con el retículo endoplasmático y los lisosomas formando el complejo GERL.*

*d) Los ribosomas están presentes en todo tipo de células porque todas las células sintetizan proteínas.*

*e) Los lisosomas son vesículas procedentes del aparato de Golgi que contienen enzimas hidrolíticas e intervienen en la digestión celular.*

**1. Observa el esquema y responde a las siguientes cuestiones:**



- a) ¿Cómo se denomina cada una de las etapas numeradas en el mismo? (2 puntos).  
 b) Indica dos diferencias de la transcripción de eucariotas y procariotas (2 puntos).  
 c) ¿Qué es un intrón? y ¿un codón? (2 puntos).

El alumno contestará:

- a) 1: replicación, 2: transcripción, 3: retrotranscripción o transcripción inversa y 4: traducción.  
 b) La transcripción en eucariotas se produce en el núcleo y los RNAs precisan de un proceso de maduración.  
 c) El intrón es la secuencia de nucleótidos que se transcribe, pero no se traduce y, por tanto, no tiene información para formar una cadena peptídica. Un codón es un triplete de nucleótidos del mRNA que codifica un aminoácido.

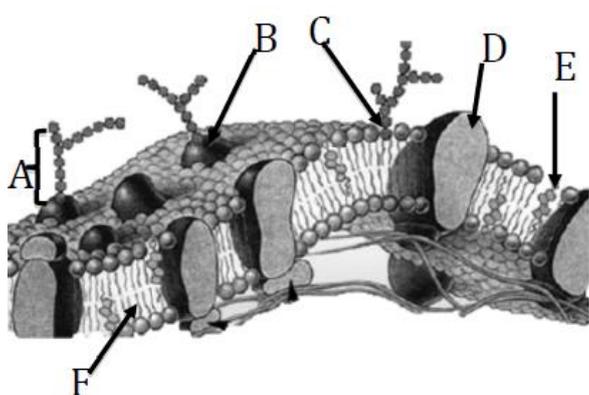
**1. Nombra la clase o clases de lípidos que realizan cada una de estas funciones (3 puntos):**

- a) Estructural, indicando la estructura de la que forma parte.  
 b) Hormonal, poniendo un ejemplo e indicando el proceso que regula.  
 c) Energética o de reserva, indicando su lugar de almacenamiento.  
 a) Fosfoglicéridos y esfingolípidos, son componentes de las membranas celulares.  
 b) Hormonas esteroideas, como las hormonas sexuales o corticoides. Por ejemplo, las hormonas sexuales incluyen la progesterona, que regula el ciclo reproductor femenino y los andrógenos y los estrógenos, que influyen en el desarrollo de las características sexuales secundarias en varones y hembras respectivamente.  
 c) Triacilglicéridos o grasas. Se almacenan en las semillas de muchos tipos de plantas como reserva energética o proporcionando precursores biosintéticos durante la germinación. En vertebrados se acumulan en células especializadas, adipocitos, que forman el tejido adiposo.

**2. ¿Qué son las coenzimas y cuál es su función? Cita 2 ejemplos (3 puntos).**

El alumno contestará que las coenzimas son compuestos de naturaleza orgánica que se unen a una enzima y son esenciales para la actividad de ésta, ya que actúan como aceptores o dadores de grupos químicos. Son ejemplos de coenzimas el NADH, NADPH, FADH<sub>2</sub>, ATP, acetil Co-A.

**1. Observa el dibujo y responde:**



- a) Identifica las biomoléculas señaladas con las letras A, B, C, D, E y F (3 puntos).  
 b) Explica el significado de la frase "la membrana es asimétrica" (2 puntos).

El alumno responderá que:

- a) Las biomoléculas señaladas con letras en la figura son las siguientes: A) oligosacáridos; B) glucoproteína; C) glucolípidos; D) proteína integral o intrínseca; E) colesterol; F) fosfolípido.  
 b) Las membranas son estructuras asimétricas, puesto que la composición lipídica, proteica y glucídica de sus dos caras es diferente, así como sus funciones.

**2. En el siguiente cuadro se relacionan diez procesos metabólicos. Indica, para cada uno de ellos, el orgánulo donde se realizan y, al menos, uno de los productos que se obtienen (5 puntos):**

Proceso metabólico	Localización subcelular	Productos que se obtienen
1.Fase luminosa de la fotosíntesis	Cloroplasto / membranas tilacoides	O <sub>2</sub> , ATP y NADPH
2.β-oxidación	Mitocondria / matriz	Acetil-CoA
3.Fermentación alcohólica	Citosol	Etanol y CO <sub>2</sub>
4.Fosforilación oxidativa	Mitocondria / Membrana interna	ATP
5.Glicólisis	Citosol	Piruvato
6.Replicación	Núcleo	DNA
7.Ciclo de Calvin	Cloroplasto / estroma	Azúcares sencillos
8.Ciclo de Krebs	Mitocondria / matriz mitocondrial	CO <sub>2</sub> , NADH, FADH <sub>2</sub> y GTP (ATP)
9.Traducción	Ribosomas / RER	Proteínas
10.Gluconeogénesis	Citosol	Glucosa

**1. Explica las diferencias químicas y estructurales entre el DNA y el RNA (6 puntos).**

El alumno explicará que en el *DNA* encontramos desoxirribosa y timina (T), mientras que en el *RNA* el azúcar es la ribosa y la base nitrogenada uracilo (U) sustituye a la T. El *DNA* es mucho más largo que el *RNA* y se organiza en una hebra doble que sufre diferentes procesos tridimensionales de empaquetamiento, mientras que el *RNA* es una hebra simple.

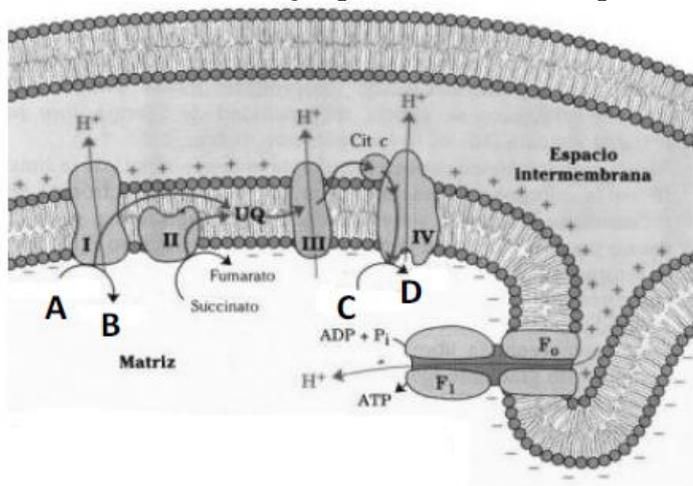
**2. Nombra cuatro polisacáridos de interés biológico, indicando su función en los seres vivos y de qué estructuras forman parte (4 puntos).**

El alumno podrá nombrar, entre otros polisacáridos, el almidón (almacén de reserva energética en células vegetales de semillas y tubérculos), el glucógeno (almacén de energía en células animales en hígado y músculo), la celulosa (protección y rigidez en células vegetales en la pared celular), y quitina (protección y rigidez en exoesqueleto de artrópodos).

**1. Cita tres orgánulos celulares delimitados por una doble membrana y tres orgánulos rodeados por una membrana simple, señalando en cada caso su función (6 puntos).**

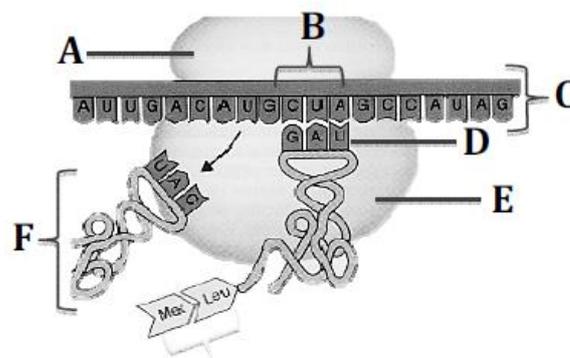
El alumno podrá citar, en el caso de orgánulos de doble membrana: Núcleo, almacenamiento del material genético; Cloroplastos, fotosíntesis; Mitocondrias, respiración aerobia, etc  
Y en el caso de orgánulos delimitados por una membrana simple: Aparato de Golgi, secreción y modificación química de moléculas; Retículo endoplasmático, síntesis de proteínas y lípidos; Lisosomas, digestión celular; Peroxisomas: detoxificación celular; Vacuolas, mantenimiento de turgencia, etc.

**2. En relación a la imagen: a) ¿Qué procesos representa? b) ¿En qué orgánulo celular se producen? c) ¿En qué condiciones se dan? d) ¿A qué sustancias corresponden las letras A, B, C y D? (4 puntos).**



El alumno responderá que:  
a) Se trata de la cadena de transporte de electrones y la fosforilación oxidativa.  
b y c) Se produce en la mitocondria en presencia de oxígeno.  
d) La letra A corresponde a NADH, B corresponde a NAD+, C es oxígeno molecular y D agua.

**1. Observa la imagen y contesta a las siguientes preguntas:**



a)

**¿Qué proceso biológico representa este esquema? (2 puntos).**

**b) Identifica las estructuras y moléculas que aparecen en el esquema (3 puntos).**

**c) Cita las fases de este proceso y defínelas brevemente (5 puntos).**

El alumno responderá:

- a) Traducción del *mRNA* o síntesis de proteínas.
- b) A subunidad menor ribosómica; B codón; C *mRNA*; D anticodón; E subunidad mayor ribosómica; F *tRNA*.
- c) Se hará referencia a:
  - fase de iniciación, en la que se forma el complejo de iniciación y comienza la síntesis.
  - fase de elongación, cuando se alarga el péptido por la adición sucesiva de aminoácidos mediante enlace peptídico.
  - fase de terminación, cuando se llega al codón de terminación se libera el péptido y se separan los componentes del complejo.

**2. Cita los bioelementos primarios que pueden encontrarse en cada uno de los cuatro grupos principales de biomoléculas orgánicas (3 puntos).**

El alumno contestará que en los hidratos de carbono y los lípidos encontramos C, O e H, mientras que en las proteínas, además hay N y S y en los ácidos nucleicos los encontramos todos menos el S y además hay P.

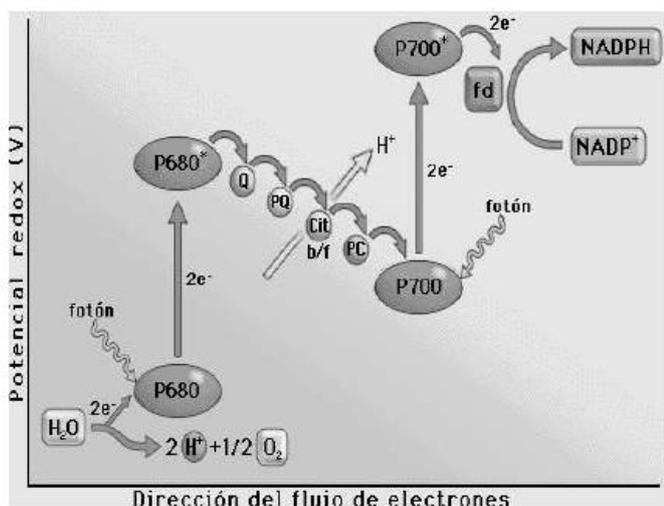
**3. ¿Qué dos bioelementos son los más abundantes en la biosfera? Explica este hecho (3 puntos).**

El alumno dirá que los bioelementos más abundantes son el H y el O y explicará que esto es debido a que forman parte del H<sub>2</sub>O, la cual está presente, en un porcentaje muy elevado, en los seres vivos.

**1. Define anabolismo y catabolismo citando un ejemplo de cada uno. ¿Cómo se clasifican los organismos según su forma de obtener carbono y la fuente de energía que utilizan? (4 puntos).**

El alumno definirá anabolismo como procesos de biosíntesis que requieren energía (por ejemplo gluconeogénesis, ciclo de Calvin, etc.) y catabolismo como procesos de degradación que liberan energía (glucólisis, β-oxidación, etc.).

Los organismos pueden ser autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos utilizan como fuente de materia sustancias inorgánicas para construir biomoléculas orgánicas. Según la fuente de energía, los autótrofos son: fotosintéticos (fuente de energía la luz solar y fuente de carbono el CO<sub>2</sub>) o quimiosintéticos (fuente de energía la materia inorgánica). Los seres vivos heterótrofos utilizan como fuente de materia sustancias orgánicas que contienen la energía disponible en sus enlaces.



**2. En relación a la imagen:**

- a) ¿Qué proceso representa? (1 punto)
- b) ¿Cómo se genera ATP en este proceso? (3 puntos)
- c) ¿Qué destino tienen el NADPH y el ATP sintetizados? (2 puntos)

El alumno responderá que:

- a) Se trata de la fase luminosa de la fotosíntesis.
- b) La energía que se libera en el transporte de electrones se utiliza para bombear protones en contra de gradiente desde el estroma al espacio tilacoidal del cloroplasto. Los protones vuelven al estroma a favor de gradiente a través de la ATP-sintasa y la energía que se libera se usa para sintetizar ATP.
- c) NADPH y ATP se usan en la fase oscura de la fotosíntesis para sintetizar hidratos de carbono.

**2. En relación a la meiosis, responde a las siguientes preguntas (4 puntos):**

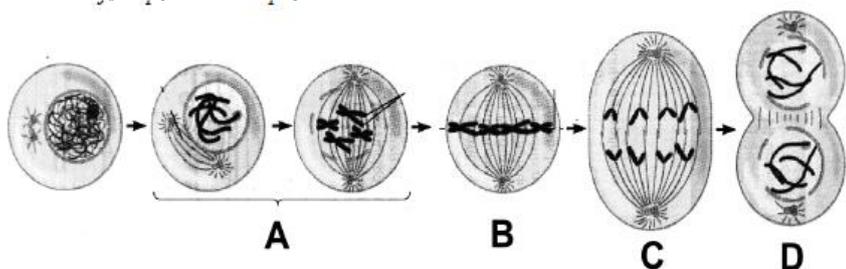
- a) ¿De qué fases consta la profase I de la primera división meiótica?
- b) Explica por qué la meiosis está vinculada a la reproducción sexual y a la variabilidad genética.

El alumno responderá:

- a) La primera profase meiótica se divide en cinco subfases: leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis.
- b) La meiosis es un tipo de división celular cuyo objetivo es producir células haploides (gametos), es decir, con la mitad del contenido de DNA y distintas entre sí y a la célula madre en cuanto a contenido genético. Esto permite una gran variabilidad genética debido a la recombinación. Los gametos, al fusionarse, recuperan la dotación cromosómica de la especie....

- 1. Cita las principales funciones de la membrana plasmática (4 puntos).
- 2. Indica los orgánulos celulares en los que se realizan las siguientes funciones (4 puntos):  
a) digestión celular; b) síntesis de lípidos; c) síntesis de rRNA; d) ciclo de Krebs.
- 3. Explica la diferencia entre fotosíntesis y quimiosíntesis (2 puntos).

1. El dibujo representa un proceso de división celular:



- a) ¿Qué proceso es? ¿En qué tipo de células tiene lugar? Cita las fases del proceso de la figura e identifícalas con las letras del dibujo (2 puntos).
- b) En el proceso de la figura, ¿son idénticos los cromosomas de las células hijas a los de la madre? ¿Por qué? (2 puntos)

c) *¿Qué diferencia existe entre cariocinesis y citocinesis? (2 puntos)*

d) *¿Podría realizarse la meiosis en células haploides? ¿Por qué? (2 punto*

# BIOLOGÍA AU

Muchas de las preguntas de los exámenes están sacadas de estas páginas:

<http://biologiacampmorvedre.blogspot.com.es/>

## BLOQUE I

### Bioelementos. Sales minerales. Agua. Ósmosis.

#### 2. Define oligoelementos y cita tres ejemplos

Los oligoelementos son bioelementos presentes en pequeñas cantidades (menos de un 0,05%) en los seres vivos y tanto su ausencia como su exceso puede ser perjudicial para el organismo, llegando a ser hepatotóxicos. COBALTO :La función de este mineral está estrechamente ligado a la vitamina B12.

COBRE : Dentro de las funciones principales de este oligoelemento está su participación en los citocromos, moléculas encargadas del transporte de electrones en la cadena transportadora de electrones (fosforilación oxidativa).

FLÚOR: Una de las funciones del flúor es endurecer el esmalte dental, reforzando de este modo su resistencia a las caries. También inhibe la acumulación de bacterias en la cavidad bucal, impidiendo la destrucción de los dientes.

Otras

son:

Magnesio, componente esencial de la clorofila.

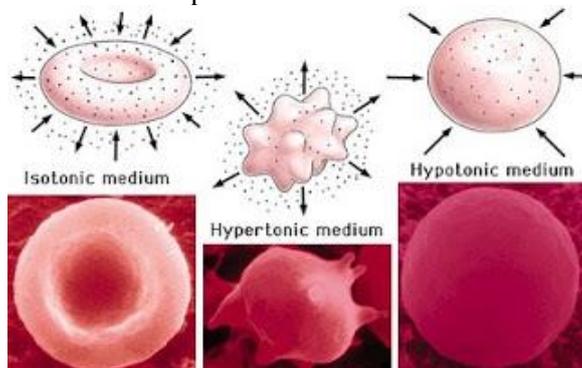
Manganeso, forma parte de los enzimas encargados de la fotólisis del agua en la fotosíntesis.

Zinc, importante en muchos cofactores enzimáticos.

#### 5. Explica el comportamiento de una célula animal y de una célula vegetal en una solución hipotónica y en una solución hipertónica.

Cuando el medio extracelular es hipertónico respecto al medio interno, el agua sale de la célula por ósmosis, entonces:

- Disminuye el volumen celular (deshidratación celular). Se observa en el caso de las células animales.
- Aumenta la presión osmótica al interior de la célula.

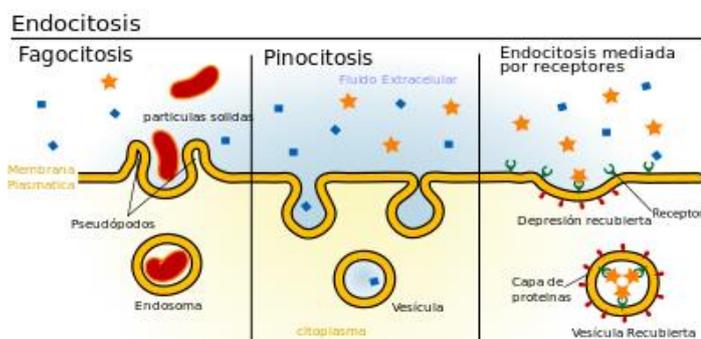


En el caso de las células vegetales este hecho provoca la plasmólisis en la que la membrana plasmática se desprende de la pared celular. Cuando el medio exterior es hipotónico respecto al medio interno, se produce una entrada de agua hacia el interior de la célula, lo que ocasiona:

- Aumento del volumen celular.
- Disminución de la presión osmótica al interior de la célula.

En el caso de las células animales puede producirse un estallido de la célula (lisis celular). En el caso de las células bacterianas y vegetales, que presentan paredes rígidas se produce un aumento de la turgescencia celular.

#### 6. Explica en qué consisten los procesos de pinocitosis y fagocitosis.



En el proceso de la endocitosis una extensión de la membrana rodea progresivamente al material que será introducido, después se produce una invaginación de la membrana y finalmente ésta se separa de la membrana formando una vesícula endocítica. Posteriormente el material incorporado es digerido por los lisosomas. Tanto la fagocitosis como la pinocitosis son procesos de transporte de sustancias a través de la membrana que derivan de la endocitosis.

Fagocitosis: Implica la ingestión de partículas de gran tamaño, como microorganismos, restos celulares, restos de otras células, mediante la formación de vesículas llamadas fagosomas. Los fagosomas suelen presentar grandes dimensiones.

Pinocitosis: Es la incorporación de fluido y de partículas disueltas en él por medio de pequeñas vesículas llamadas pinocíticas. Es un proceso inespecífico y la velocidad de ingestión es muy elevada. El tamaño de estas vesículas es mucho menor que el de los fagosomas.

## 12. Definición de ósmosis.

La ósmosis es un proceso normal de toda célula, según el cual un líquido pasa de una región de alta concentración acuosa a través de una membrana semi-permeable a una región de baja concentración con el objetivo de igualar las concentraciones de ambos solutos.

Las membranas son capas muy delgadas que permiten que algunas sustancias las atraviesen y otras no. Las membranas celulares dan paso a las moléculas pequeñas de oxígeno, agua, dióxido de carbono, aminoácidos, glucosa, etc.. En cambio, no permiten que penetren las moléculas grandes de sacarosa, almidón y proteínas, entre otras.

Dependiendo de la concentración de sales que posea el medio en que se encuentre la célula se le llama:

Hipertónico: Cuando la concentración iónica del medio es superior a la del interior de la célula.

Hipotónico: Medio de concentración iónica menor que el interior de la célula.

Isotónico: medio de semejante concentración iónica a la del interior de la célula.

## 17. De las siguientes afirmaciones, indica cuáles son ciertas y cuáles falsas justificando la respuesta (5 puntos):

a) La molécula de agua tiene carácter dipolar

b) La molécula de agua puede formar enlaces de hidrógeno con moléculas polares pero no con otras moléculas de agua

c) Todas las biomoléculas son solubles en agua

d) El calor específico del agua es bajo, por ello cuando se aplica poco calor, aumenta mucho la temperatura del agua

e) El hielo tiene menor densidad que el agua líquida

a) Cierta, debido a la diferencia de electronegatividad del átomo de H y del átomo de O y a la geometría angular de la molécula de agua, hay una asimetría eléctrica en la molécula;

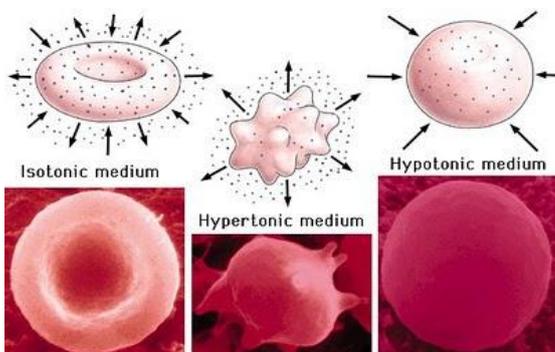
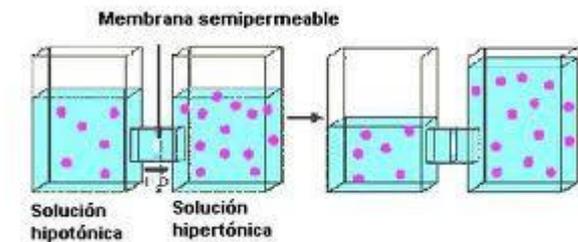
b) Falso, puede formar enlaces de hidrógeno con otras moléculas polares, incluidas otras moléculas de agua debido a su propia polaridad;

c) Falso, los lípidos apolares no son solubles en disoluciones acuosas;

d) Falso, el calor específico del agua es elevado y esto hace que soporte importantes cambios de calor con escasa modificación de la temperatura;

e) Cierto, la red de enlaces de hidrógeno que se establece en el agua en estado sólido hace que ocupe más volumen y por tanto su densidad sea menor.

## 4.- Se introducen células animales en tres tubos de ensayo: el tubo A tiene una solución hipertónica, el B una hipotónica y el C una isotónica. Exponga razonadamente lo que les ocurrirá a las células en cada uno de los tubos.



En el tubo A la solución contiene mas soluto entonces la célula expulsa el agua arrugándose y llegando incluso a morir.

En el tubo B la solución contiene menos soluto, en la célula entra el agua hinchándose, se produce la plasmólisis.

Y en el tubo C no sucede nada porque tanto la solución como la célula tienen sus concentraciones igualadas.

## 6.- El contenido salino interno de los glóbulos rojos presentes en la sangre es del 0,9%. ¿Qué le pasaría a un organismo, si se le inyectara en la sangre una solución salina que hiciera que la concentración final de sales en sangre fuese del 2,2%? ¿Y si la concentración final fuese del 0,01%? Razone las respuestas.

-Si la concentración final de sales en sangre fuese de 2,2%, los glóbulos rojos del organismo se encontrarían en un medio hipertónico, las células se deshidratarían y arrugarían hasta llegar a la muerte celular, es decir, se produciría plasmólisis.

-Si la concentración final de sales en sangre fuese del 0,01%, ocurriría todo lo contrario, los glóbulos rojos se encontrarían en un medio hipotónico y las células se hincharían aumentando de volumen.

Esto se debe a la ósmosis, proceso explicado en la pregunta numero 4

## BLOQUE I.

### Glúcidos. Monosacáridos. Disacáridos. Polisacáridos.

Nombra cuatro polisacáridos de interés biológico, indicando su función en los seres vivos y de qué estructuras forman parte

El alumno podrá nombrar, entre otros polisacáridos, el almidón (almacén de reserva energética en células vegetales de semillas y tubérculos), el glucógeno (almacén de energía en células animales en hígado y músculo), la celulosa (protección y rigidez en células vegetales en la pared celular), y quitina (protección y rigidez en exoesqueleto de artrópodos).

### **5. Algunos polisacáridos tienen función energética y otros estructural. Pon un ejemplo de cada caso en animales y vegetales y señala sus características.**

Encontramos homopolisacáridos con función estructural como el caso de la celulosa o la quitina, y con función de reserva como el almidón y el glucógeno.

La función de los homopolisacáridos estructurales es proporcionar soporte y protección a diversas estructuras y microorganismos. En cuanto a la celulosa, es un polímero lineal de moléculas B-D-glucosa con enlaces B(1>4). Entre las moléculas de glucosa de una misma cadena se establecen enlaces de hidrógeno intracatenarios y también puentes de hidrógenos intercatenarios ya que las cadenas lineales se colocan de forma paralela. La unión de 60 o 70 cadenas de celulosa forma la micela de celulosa. La unión de 20 o 30 micelas da lugar a la microfibrila, que se puede unir con otras y formar las fibras, que formarán a su vez capas o láminas y así conformar la pared celular. La celulosa es insoluble en agua y sólo puede ser hidrolizada totalmente a glucosa por enzimas producidas por microorganismos como las bacterias de la flora intestinal de los animales herbívoros o como los protozoos.

La quitina es un polímero lineal de N-acetil-B-D-glucosamina con enlaces B(1>4). Forma parte del exoesqueleto de los artrópodos y de las paredes de los hongos, aportándoles resistencia y dureza.

En cuanto a los homopolisacáridos de reserva, son utilizados por los seres vivos que los almacenan como reserva energética. Encontramos el almidón, homopolisacárido de reserva de las células vegetales, formado por amilosa, cadenas no ramificadas de alfa-D-glucosa y la amilopectina muy ramificada. El almidón se encuentra en los plastidios de células vegetales, y es abundante en los órganos de reserva de las plantas, tubérculos o raíces, y en las semillas. El almidón es muy abundante en la dieta de numerosos seres vivos, y constituye la base de la dieta de la mayor parte de la humanidad (trigo, maíz, patatas, legumbres, etc).

En cuanto al glucógeno, es el homopolisacárido de las células animales. Su constitución es parecida a la de las cadenas de amilopectina, aunque presenta más ramificaciones. Se almacena en forma de gránulos en el hígado y en el músculo esquelético, donde se hidroliza fácilmente y rinde una gran cantidad de glucosa cuando se requiere.

### **8. Explica la función de los oligosacáridos en la membrana plasmática.**

Los oligosacáridos tienen gran importancia en las funciones de reconocimiento en superficie, ya que son parte integrante de los glicolípidos y glicoproteínas que se encuentran en la membrana plasmática.

Los oligosacáridos unidos a lípidos o a proteínas de la superficie celular son señales (receptores) de reconocimiento celular. Determinan muchas veces la individualidad anti-génica tanto del tipo de tejido como del propio individuo. Así, las sustancias que determinan la especificidad del grupo sanguíneo de la superficie son oligosacáridos complejos. Muchos antígenos tumorales son oligosacáridos de la superficie celular.

### **5.- Ejemplos de disacáridos de interés biológico (sin fórmulas)**

Los disacáridos están formados por la unión de dos monosacáridos, que pueden ser iguales o distintos. Algunos libros utilizan el término homodisacárido cuando son iguales, y heterodisacárido, si son distintos. El disacárido podrá tener o no propiedades reductoras, según que presente o no carbono anomérico libre, respectivamente.

Los disacáridos más importantes tienen nombres específicos. Para aclarar su constitución es conveniente indicar el nombre de los monosacáridos y precisar el tipo de enlace. Ejemplos:

- Maltosa o azúcar de malta:  $\alpha$ -D-glucosa (1  $\rightarrow$  4)  $\alpha$ -D-glucosa. De modo abreviado: G(1 $\alpha$   $\rightarrow$  4)G. Es un azúcar reductor puesto que tiene un carbono anomérico libre. Este disacárido se encuentra libre en el grano germinado de la cebada y de otras semillas. Se forma al hidrolizarse polisacáridos como el glucógeno y el almidón.
- Celobiosa:  $\beta$ -D-glucosa (1  $\rightarrow$  4)  $\beta$ -D-glucosa. De modo abreviado: G(1 $\beta$   $\rightarrow$  4)G. Es un azúcar reductor puesto que tiene un carbono anomérico libre. Este disacárido no se encuentra libre en la naturaleza y sólo se forma cuando se hidroliza la celulosa
- Lactosa:  $\beta$ -D-galactosa (1  $\rightarrow$  4)  $\alpha$ -D-glucosa. De modo abreviado: Ga(1 $\beta$   $\rightarrow$  4)G. Es reductor puesto que tiene un carbono anomérico libre. Este disacárido se encuentra como tal en la leche de los mamíferos.
- Sacarosa:  $\alpha$ -D-glucosa (1  $\rightarrow$  2)  $\beta$ -D-fructosa. En forma abreviada: G(1 $\alpha$   $\leftarrow$  2 $\beta$ )F. Se trata del azúcar común, esto es, el que consumimos habitualmente. Es un disacárido no reductor puesto que no presenta carbono anomérico libre. La sacarosa se halla en los vegetales y abunda, especialmente, en la caña de azúcar y en la remolacha azucarera.

### **20.- Características del glucógeno.**

El glucógeno constituye una reserva transitoria de glucosa en las células animales. En los mamíferos abunda sobre todo en las células del hígado y del músculo estriado.

El glucógeno es un homopolisacárido formado por unas 30.000 glucosas unidas mediante enlaces  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4), pero cada diez residuos, poco más o menos, la cadena se ramifica mediante la formación de enlaces  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  6).

Las numerosas ramificaciones que presenta la molécula de glucógeno supone una ventaja adaptativa para los animales, dado que en las células la hidrólisis enzimática comienza por el final de cada ramificación (extremos no reductores), por lo que cuanto más ramificado esté más rápida será la disponibilidad de glucosa para los procesos energéticos.

### 22.- Características del almidón.

El almidón es una mezcla de amilosa (30%) y amilopectina (70%). Ambos polímeros están formados por numerosas unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranosas. El almidón es la reserva de glucosa de las células vegetales y, en ocasiones, forma enormes depósitos en semillas y tubérculos.

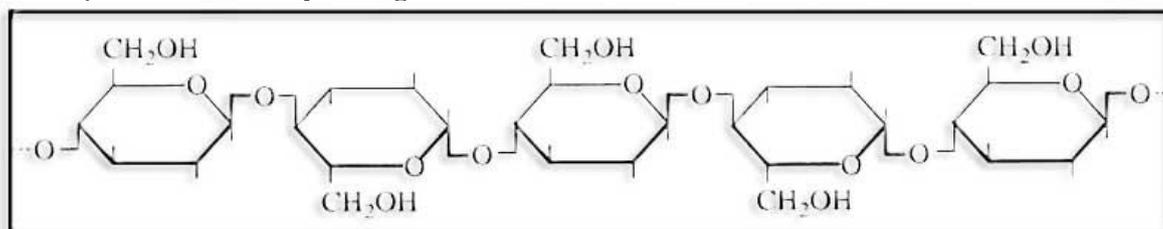
La amilosa es un polímero lineal formado por glucosas unidas mediante enlace  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4). El conjunto adopta una disposición helicoidal, con 6 glucosas en cada vuelta.

La amilopectina es un polímero ramificado constituido por glucosas unidas con enlace  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4) y, en los puntos de ramificación,  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  6). Es similar al glucógeno, pero con ramificaciones menos frecuentes y más largas.

### 30.- Características de la celulosa.

La celulosa es el principal constituyente estructural de las paredes de las células vegetales. Tiene aplicaciones industriales como materia prima para la fabricación de tejidos y papel. El algodón es celulosa casi pura. La celulosa y la lignina son los componentes fundamentales de la madera.

Estructuralmente es un polímero formado por unas 10.000 unidades de D-glucopiranosas unidas por enlaces glucosídicos  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4). La disposición de estos enlaces determina que las glucosas queden alineadas, estando cada una girada 180° con respecto a la anterior y a la siguiente.



Estas cadenas lineales dan lugar a la formación de microfibrillas, que se asocian en haces paralelos formando fibrillas, las cuales, en las paredes celulares, se hallan aglutinadas por una matriz de otros tres materiales polímeros: hemicelulosa, pectina y extensina.

La molécula de celulosa presenta regiones cristalinas alternadas con zonas amorfas. La insolubilidad de la celulosa y su alta resistencia mecánica se debe a la presencia de numerosísimos puentes de hidrógeno inter e intracatenarios.

La celulosa es la biomolécula más abundante de la biosfera, característica de los vegetales, si bien la pared del cuerpo de las ascidias, animales marinos del grupo de los urocordados (tunicados), segrega un polisacárido muy parecido a la celulosa.

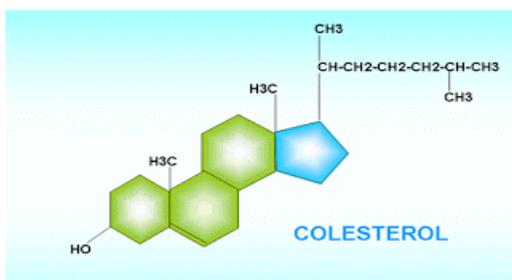
### 35.- ¿Qué es la quitina?

• La quitina es un homopolisacárido estructural formado por numerosas unidades de N-acetilglucosamina, con enlace O-glucosídico  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4). Se halla en la pared celular de los hongos y en el exoesqueleto de los artrópodos.

• La quitina es un polímero lineal sin ramificar (como la celulosa). En el esquema se observa que cada monómero está girado 180° con respecto al anterior y al siguiente.

## BLOQUE I.

### Lípidos. Ácidos grasos.

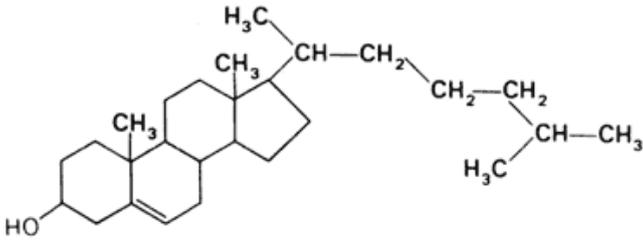


#### 1. ¿Qué es el colesterol y cuál es su papel biológico en las membranas?

El colesterol es uno de los esteroides más importantes dentro del grupo de esteroides. El colesterol es uno de los de mayor interés biológico. Su papel en las membranas está relacionado con su fluidez, también afecta a la permeabilidad de las bicapas lipídicas disminuyéndolas frente a moléculas como el agua.

#### 9. Explica el papel del colesterol en las membranas biológicas.

Es un esteroide, en concreto un tipo de esteroide por tener un grupo OH en posición 3 y una cadena hidrocarbonada en posición 17.



Forma parte de las membranas plasmáticas de las células animales. La fluidez de la membrana está condicionada por las variaciones de temperatura del medio y el grado de insaturación de los ácidos grasos que intervienen en la bicapa lipídica. La presencia de colesterol en la membrana aumenta su rigidez. También afecta a la permeabilidad de las bicapas lipídicas, reduciéndola frente a pequeñas moléculas solubles

como el agua.

Se encuentra también unido a proteínas del plasma sanguíneo.

### 11. Cita tres derivados esteroideos y explica su función biológica

El alumno citará por ejemplo, el colesterol como integrante de las membranas celulares y regulador de la fluidez de las mismas, los ácidos biliares para emulsionar la grasa en el intestino y las vitaminas del grupo D para regular el metabolismo del calcio,...

## BLOQUE I

### Proteínas. Aminoácidos. Funciones. Enzimas, función.

#### 1. Explica las funciones biológicas de las proteínas.

- Función de reserva – almacenamiento de sustancias de reserva : ovoalbuminas (clara de huevo).
- Función de transporte – citocromos: transporte de electrones. Hemoglobina transporte de oxígeno en sangre.
- Función contractil -actina y miosina :contracción muscular.
- Función protectora – trombina : evita la pérdida de sangre.
- Transducción de señales -rodopsina : interviene en el impulso nervioso del proceso de la visión.
- Función hormonal – insulina y glucagón: regulan el nivel de glucosa en sangre.
- Función estructural - queratina : endurecer la epidermis (estrato córneo).
- Función enzimática – hidrolasas, liasas: llevar a cabo procesos catalíticos en el interior de la célula.
- Función homeostática – mantiene el pH: presión osmótica.
- Función de reconocimiento de señales químicas – reconocer anticuerpos y virus.

#### 5. Haz una clasificación de las proteínas atendiendo a su función en los organismos. Cita un ejemplo de cada caso.

Holoproteínas: formadas exclusivamente por aminoácidos. Se clasifican en:

Proteínas fibrosas: más sencillas; presentan enrollamiento en una sola dirección. Son insolubles en agua y tienen función estructural. Entre ellas se encuentran: el colágeno, la miosina, la queratina, la fibrina.

Proteínas globulares: son más complejas; están totalmente plegadas . Son solubles en agua y son responsables de las actividades biológicas de las células. Entre ellas están: la actina, las albúminas, globulinas e histonas.

Heteroproteínas: presentan una parte proteica formada por aminoácidos y otra no proteica llamada grupo prostético. Según la naturaleza química de este grupo se clasifican en:

Cromoproteínas: sustancias coloreadas como las porfirínicas y no porfirínicas.

Nucleoproteínas: proteínas asociadas a ácidos nucleicos como protaminas e histonas.

Glicoproteínas: el grupo prostético es un glúcido como las inmunoglobulinas, fibrinógeno.

Fosfoproteínas: el grupo prostético es un ácido fosfórico como la caseína, vitelina.

Lipoproteínas: el grupo prostético es un lípido como las LDL (deposita en las paredes de los vasos sanguíneos), HDL (limpia las paredes de los vasos sanguíneos).

#### 8. Define el concepto de enzima e indica su naturaleza química.

Los enzimas son generalmente proteínas que catalizan de forma específica determinadas reacciones bioquímicas y se unen a la molécula o metabolito que se transformará en sustrato. La región del enzima donde se acomoda el sustrato es el centro activo. La unión de enzima y sustrato implica un reconocimiento estereoespacial y se unen de forma específica, por eso hay una gran variedad de enzimas a causa de su especificidad

Los enzimas disminuyen la energía de activación y aceleran las reacciones bioquímicas, no cambian el signo ni la cantidad de la variación de la energía libre, no modifican el equilibrio y cuando acaba la reacción, quedan libres para funcionar otras veces

Sus características son::

- Disminuyen la energía de activación del proceso en que intervienen, es decir, aceleran las reacciones bioquímicas.
- No cambian el signo ni la cantidad de la variación de la energía libre, sólo aumentan la velocidad.

- No modifican el equilibrio de una reacción, sino que aceleran la llegada a este equilibrio.
- Cuando acaba la reacción, quedan libres y sin alterarse como cualquier otro catalizador y pueden funcionar otras veces.
- Son enormemente específicos. Los enzimas sólo se unen a un tipo de sustrato. El modelo de unión es el de mano-guante. La conformación del centro activo del enzima se adapta a la estructura del sustrato que reconoce.

### 11. Define coenzima. Tipos

Una coenzima es una pequeña molécula orgánica compleja que se une a una enzima débilmente, y que es esencial para su actividad, pero que no se modifica al término del proceso catalítico. La mayor parte de las coenzimas derivan de las vitaminas y cada tipo de coenzima tiene una función bioquímica concreta.

NAD<sup>+</sup> y NADP<sup>+</sup> deshidrogenasas, intervienen en procesos de óxido-reducción.

Coenzima A, transportador de grupos acil R-CO-. Un derivado de este coenzima el acetil-CoA es de gran importancia en el metabolismo celular.

FMN y FAD deshidrogenasas, intervienen en procesos de óxido-reducción.

### 20. Indica las semejanzas y diferencias estructurales que existen entre estos pares de moléculas

#### a) Hemoglobina y colágeno

#### b) Glucosa y lactosa

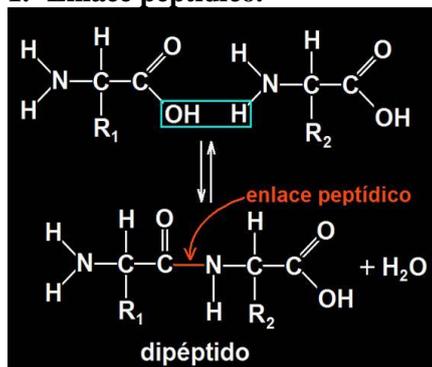
#### c) Nucleótido y nucleósido

a) Ambas son proteínas formadas por la unión de aminoácidos mediante enlace peptídico, pero la hemoglobina es una proteína globular y el colágeno es una proteína fibrosa.

b) Ambos son azúcares o glúcidos, formados por C, H y O, pero la glucosa es un monosacárido y la lactosa es un disacárido formado por la unión de galactosa y glucosa.

c) Ambos están formados por una pentosa (ribosa o desoxirribosa) que tiene unido en el carbono 1' una base nitrogenada pero el nucleótido tiene unido un grupo fosfato en el carbono 5' de la pentosa.

### 1.- Enlace peptídico.



Los aminoácidos de una proteína están enlazados mediante uniones amida, llamadas enlaces peptídicos. Por convenio, el primer aminoácido de la cadena es el que presenta el grupo amino libre (-NH<sub>2</sub>).

El enlace peptídico consiste en un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el amino de otro, liberándose una molécula de agua. Al unirse dos aminoácidos resulta un dipéptido:

### 16.- Breve comentario sobre la insulina.

La insulina fue primer péptido que se secuenció, descubrimiento realizado por el bioquímico inglés F. Sanger (Nobel de Química en 1958). Está formada por dos cadenas peptídicas, la A con 21 aminoácidos y la B con 30, en suma, 51

aminoácidos. Ambas cadenas están unidas por puentes disulfuro.

La insulina es una hormona que se produce en el páncreas, concretamente en las células beta de los islotes de Langerhans. Su acción es hipoglucemiante, puesto que facilita la entrada de glucosa en las células. Su déficit causa "diabetes mellitus", que se caracteriza por hiperglucemia y glucosuria (presencia de glucosa en la orina).

## BLOQUE I.

### Ácidos nucleicos. Componentes. Estructura ADN. Tipos de ARN. Funciones.

#### 1. Nombra los tipos de ARN e indica brevemente la función de cada uno en la síntesis de proteínas.

ARN mensajero: Tiene la función de copiar la información genética del ADN (transcripción) y llevarla hasta los ribosomas, orgánulos encargados de la síntesis de las proteínas. Cada ARNm se sintetiza utilizando como molde una de las dos cadenas del ADN (cadena molde). La secuencia de bases será traducida y se sintetizará una cadena polipeptídica.

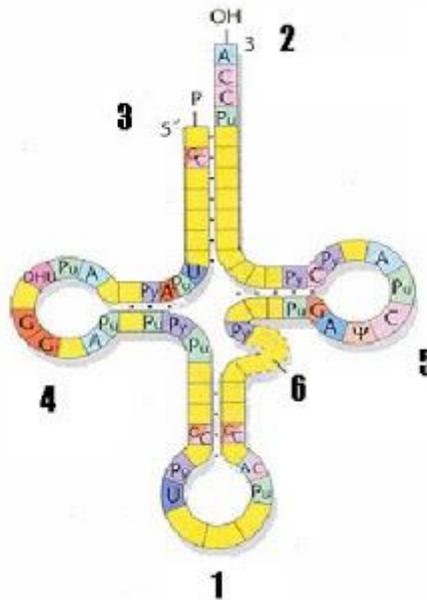
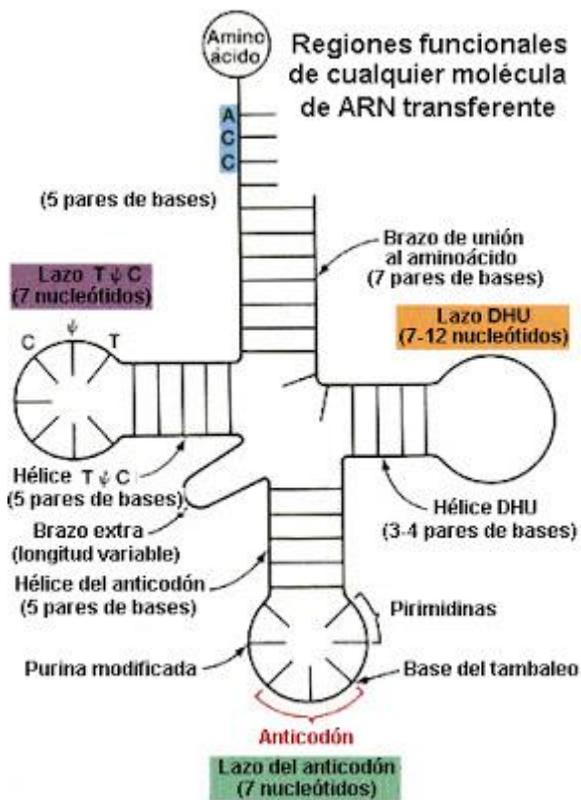
ARN ribosómico: Forma parte de los ribosomas. Orgánulos encargados de la síntesis de proteínas.

ARN de transferencia: Su función es transportar los aminoácidos desde el citosol hasta los ribosomas para que se unan mediante el enlace peptídico y sintetizen las proteínas.

ARN nucleolar: Se forma a partir de los genes situados en diferentes moléculas de ADN en la porción nucleolar del núcleo. Da lugar a los diferentes tipos de ARN ribosómico.

Otros tipos de ARN son: riboenzimas (función catalítica)

#### 4.¿Qué molécula está representada en la siguiente figura?. ¿En qué proceso interviene?. Identifica las partes de la misma.



La molécula representada es un ARN de transferencia, que interviene en la traducción, que es el paso de ARN mensajero a proteínas, es decir, la conversión de una secuencia polirribonucleotídica (ARNm) a otra polipeptídica (proteína).

El extremo 5' (3) hay un triplete de bases nitrogenadas y presentan un ácido fosfórico libre.

El extremo 3' (2) hay un triplete de bases nitrogenadas CCA sin aparear; es el lugar donde el ARN t se une a un aminoácido concreto para llevarlo al ribosoma.

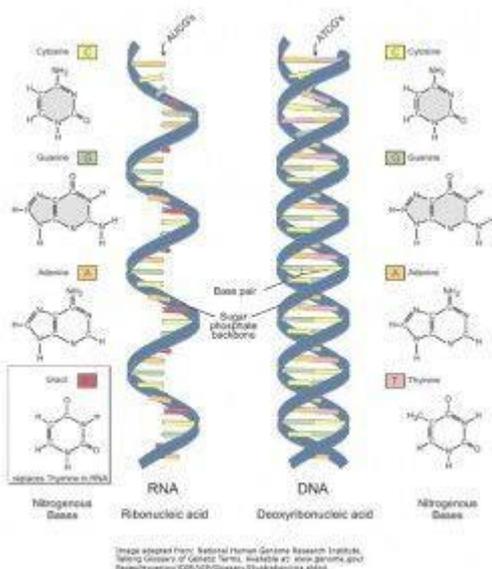
En el brazo A (1) está el anticodón complementario al codón del ARN mensajero que codifique para el aminoácido que lleva el ARN de transferencia.

El brazo T (5) es por donde se une al ribosoma.

El brazo D (4) es la zona por donde se une al enzima que cataliza su unión con el aminoácido.

También presentan un brazo extra (6) de longitud variable.

## 5. Indica las diferencias entre ADN y ARN en referencia a su composición química, estructura y función.



El ADN es el portador y transmisor de la información genética, mientras que el ARN es el encargado de la síntesis de proteínas (aunque en los llamados retrovirus también es el transmisor de la información genética). El ADN se encuentra en el núcleo, en las mitocondrias y en los cloroplastos y el ARN en el citosol, en forma de ARN mensajero, de transferencia y ribosómico (formando parte de los ribosomas). En el nucleolo puede encontrarse el ARN nucleolar, que formará parte de los nuevos ribosomas.

El ADN está formado por desoxirribonucleótidos con bases de guanina, citosina, timina y adenina, mientras que el ARN está formado por ribonucleótidos con bases de guanina, citosina, adenina y uracilo. El ADN tiene una estructura secundaria bicatenaria en forma de doble hélice complementaria, dextrógira y antiparalela, y el ARN suele formar una estructura monocatenaria, aunque puede formar zonas de doble hélice (horquillas) y bucles.

## Explica las diferencias químicas y estructurales entre el DNA y el RNA

El alumno explicará que en el DNA encontramos desoxirribosa y timina (T), mientras que en el RNA el azúcar es la ribosa y la base nitrogenada uracilo (U) sustituye a la T. El DNA es mucho más largo que el RNA y se organiza en una

hebra doble que sufre diferentes procesos tridimensionales de empaquetamiento, mientras que el RNA es una hebra simple.

## 12. Nombra los diferentes tipos de ARN e indica la función de cada uno de ellos en la síntesis de proteínas.

-ARN mensajero: transporta la información genética desde el ADN situado en el núcleo al citoplasma para que pueda ser leído por los ribosomas y puedan fabricar las proteínas.

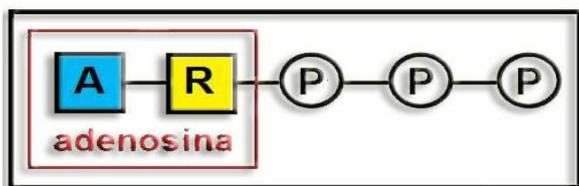
-ARN nucleolar: ARN transcrito a partir de fragmentos de ADN ubicados en el nucleolo, que se fragmenta y origina la mayoría de los ARN ribosomales.

-ARN ribosómico: junto a proteínas ribosomales forma los ribosomas, que son los orgánulos encargados de leer el ARN mensajero y juntar los aminoácidos que llegan de los ARN de transferencia para construir la cadena polipeptídica.

-ARN de transferencia: es el que se une a un aminoácido concreto situado en el citosol para transportarlo al ribosoma y así que éste pueda incorporarse a la cadena polipeptídica en crecimiento.

## ATP

### 1.- Escriba el nombre completo del ATP y cite sus componentes (ilustre con un esquema, sin fórmulas).



ATP es un acrónimo de adenosina trifosfato o trifosfato de adenosina. A menudo se escribe adenosín trifosfato. Sus componentes son: adenina (A), ribosa (R) y tres grupos fosfato (P). La ribosa se une por un lado a la adenina, y por otro, al trifosfato. Esquema:

## BLOQUE II.

### o La célula. Tipos de células.

#### ¿Por qué las células vegetales soportan mejor el aumento de presión osmótica que las células animales?. Razona la respuesta.

La célula vegetal al tener la pared vegetal, es más rígida y resistente a los cambios de presión osmótica debidos a la variaciones de concentración en el medio extracelular.

En un medio hipotónico, el agua se introduce al interior de la célula al pasar de un medio de baja concentración a otro de mayor concentración hasta igualar ambas concentraciones. En la célula animal este aumento de la presión osmótica en el interior de la célula provocará su estallido (lisis celular); en las células vegetales provocará un aumento de la turgescencia celular (aumento de presión sobre la membrana y pared vegetal) sin provocar su rotura.

### 2. Esmenteu les diferències entre cèl·lules procariotes i eucariotes.

La cèl·lula procariota no té nucli protector del material genètic. La cèl·lula eucariota sí que presenta nucli. El citoplasma de la cèl·lula eucariota es troba compartimentat, mentre que en la procariota no apareix aquesta compartimentació. La procariota no conté orgànuls cel·lulars amb membrana. Les cèl·lules procariotes són organismes més primitius que les cèl·lules eucariotes. L'ADN de cèl·lules procariotes és circular, mentre que l'ADN d'eucariotes és linial.

La cèl·lula procariota presenta una paret rígida que li protegeix i dóna consistència, mentre que l'eucariota no. L'estructura dels flagels de la procariota és diferent a la de les eucariotes. La membrana plasmàtica de cada cèl·lula està composta de diferent forma. En aquesta membrana plasmàtica, les procariotes contenen mesosomes, que són invaginacions.

### 3. Nombra las diferencias entre las células animales y vegetales.

- Tanto la célula animal como la vegetal poseen membrana celular, pero la célula vegetal contiene además la pared vegetal de celulosa que le da resistencia y rigidez.

- La célula vegetal contiene cloroplastos. Son orgánulos capaces de sintetizar azúcares como la glucosa a partir de dióxido de carbono, agua y luz solar mediante el proceso de la fotosíntesis, por ello se les llama autótrofos (que producen su propias biomoléculas).

La célula animal no las produce al no poder realizar el proceso de la fotosíntesis.

- La célula vegetal adulta suele presentar una sola vacuola que ocupa gran parte del volumen interior de la célula. En cambio, las célula animal tiene muchas más vacuolas de tamaño más pequeño.

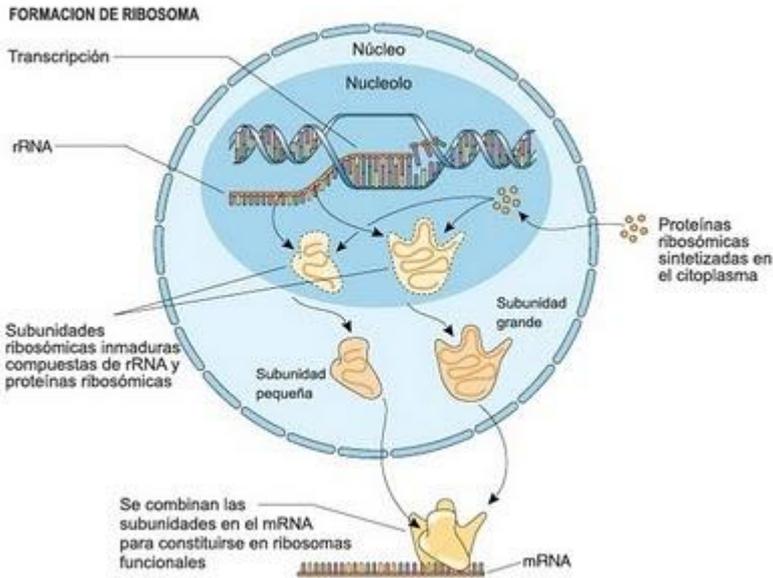
- La célula animal tiene centrosoma lo que permite formar el huso acromático en los procesos de mitosis y meiosis. En la célula vegetal no se observa la formación de esta estructura durante el reparto del material genético.

-La célula vegetal presenta una variedad de peroxisomas llamados glioxisomas.

- Durante la citocinesis las células animales hijas se separan; en cambio las células vegetales permanecen unidas mediante el fragmoplasto con orificios pequeños de intercomunicación llamados plasmodesmos.

- Son más abundantes las formaciones de cilios y flagelos en las células animales que en las vegetales.

**10. Cita las funciones de los siguientes orgánulos celulares:**



**Nucleolo:** realiza la síntesis del ARN ribosómico y el proceso de empaquetamiento de subunidades ribosomales.

**Vacuola:** mantiene la turgencia celular debido a la acumulación de agua en su interior (aumento del tamaño celular). Almacén de sustancias diversas: nutritivas (sustancias de reserva de las semillas), sustancias de desecho (nicotina y opio), pigmentos (dan color a los pétalos). Tienen actividad digestiva relacionada con los lisosomas.

**Peroxisomas:** Contienen enzimas oxidasas que generan peróxido de hidrógeno y la catalasa que lo elimina liberando oxígeno.

**11. Indica en qué orgánulos celulares se realizan las siguientes funciones:**

Glicosilación de proteínas: en el aparato de

Golgi.

Digestión intracelular: en los lisosomas.

Síntesis de fosfolípidos: retículo endoplasmático liso.

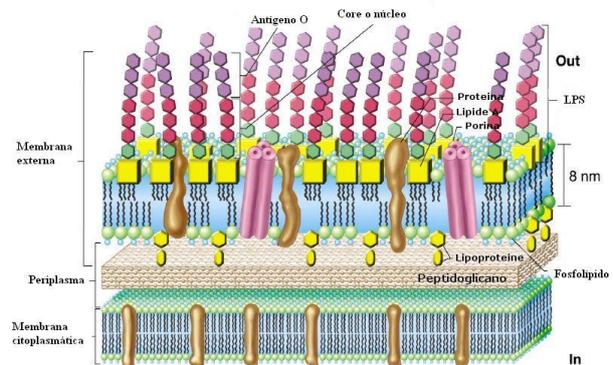
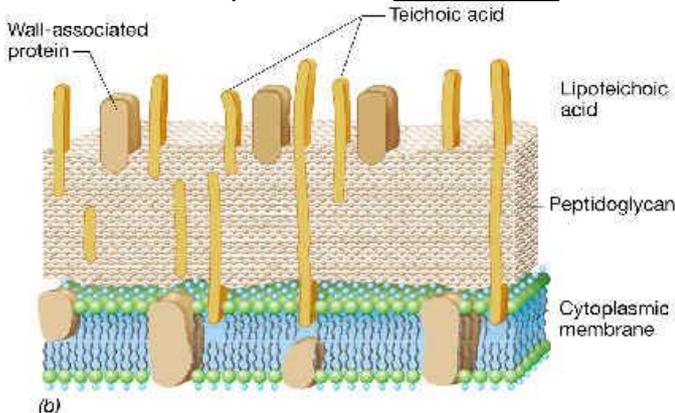
**12. Explica la estructura de la célula bacteriana y comenta la composición de su pared.**

La pared celular bacteriana está hecha de **peptidoglucano** (también denominado **mureína**), que está formado por cadenas de polisacárido entrecruzadas por **péptidos**. Las paredes celulares bacterianas son diferentes de las paredes de plantas y hongos que están hechas de **celulosa** y **quitina**. También son diferentes de las paredes de **Archaea**, que no contienen peptidoglucano. La pared celular es esencial para la supervivencia de muchas bacterias y el **antibiótico** penicilina puede matar a las bacterias inhibiendo un paso en la síntesis del peptidoglucano.

En las bacterias **Gram-positivas** la pared celular contiene una capa gruesa de **peptidoglucano** además de **ácidos teicoicos**, que son polímeros de **glicerol** o **ribitol** fosfato.

Los ácidos teicoicos se unen al peptidoglucano o a la membrana citoplasmática.

En las bacterias **Gram-negativas** la capa de peptidoglucano es relativamente fina y se encuentra rodeada por una segunda membrana lípida exterior que contiene lipopolisacáridos y lipoproteínas. La capa de peptidoglucano se une a la membrana externa por medio de **lipoproteínas**.



**13. Cita las diferencias entre las células animales y vegetales.**

Tanto la célula vegetal como la animal poseen membrana celular, pero la célula vegetal cuenta, además, con una pared celular de celulosa, que le da rigidez.

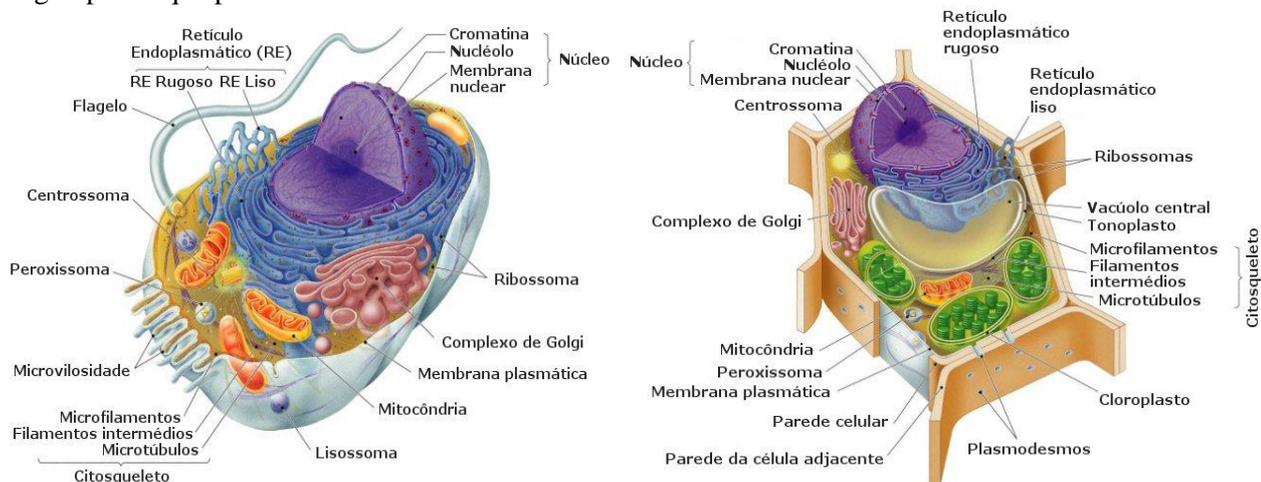
La célula vegetal contiene cloroplastos: orgánulos capaces de sintetizar azúcares a partir de dióxido de carbono, agua y luz solar (fotosíntesis), lo cual los hace autótrofos (producen su propio alimento), y la célula animal no los posee, por lo tanto, no puede realizar el proceso de fotosíntesis.

**Pared celular:** la célula vegetal presenta esta pared que está formada por celulosa rígida, en cambio la célula animal no la posee, sólo tiene la membrana citoplasmática que la separa del medio.

En la célula vegetal, hay una vacuola única llena de líquido que ocupa casi todo el interior de la célula, en cambio, la célula animal tiene varias vacuolas y son más pequeñas.

Las células animales poseen centrosoma que organiza el huso mitótico y los corpúsculos polares de cilios y flagelos.

En la citocinesis animal las células descendientes se separan. En la vegetal las células quedan unidas por el fragmoplasto que permite una intercomunicación celular.



#### 14. Indica las funciones de los siguientes orgánulos:

**Centriolos:** formación y organización de los filamentos que constituyen el huso acromático cuando ocurre la división del núcleo celular. Origen del corpúsculo basal o cinetocoro.

**Retículo endoplasmático liso:** participa en la síntesis de lípidos, en el almacenamiento de iones, en el recambio de las membranas de los orgánulos, incluyendo la membrana celular. También contiene enzimas que se encargan de la detoxificación celular.

**Lisosomas:** digestión intracelular de sustancias ingeridas por procesos de fagocitosis o endocitosis.

**Cilios:** realizan movimientos periódicos y coordinados para desplazar al alimento hacia un punto de la superficie celular e ingerirlo. Son abundantes y cortos.

**Cloroplastos:** son los orgánulos responsables de la obtención de energía química (glucosa) a partir de la energía luminosa por medio de la fotosíntesis en las plantas verdes.

**Peroxisomas:** son responsables del llamado Ciclo del Glioxilato que proporciona la energía necesaria para la germinación y el crecimiento del embrión en las semillas.

#### 15. Indica en qué parte de la célula eucariota se realizan los siguientes procesos metabólicos detallando el lugar exacto donde se realizan:

**Captación de la luz por el complejo antena:** en los tilacoides de las membranas internas de los cloroplastos.

**Ciclo de Calvin:** en el estroma (matriz del cloroplasto).

**Glucólisis:** en el hialoplasma celular en condiciones anaerobias.

**Fosforilación oxidativa:** en las partículas F de las crestas mitocondriales.

**Transporte activo:** en las crestas de la membrana interna mitocondrial.

**Ciclo de Krebs:** en la matriz mitocondrial.

**Síntesis de proteínas de secreción:** en el aparato de Golgi

**Síntesis de ARNr:** en el nucleolo.

#### 16. Indica las funciones de:

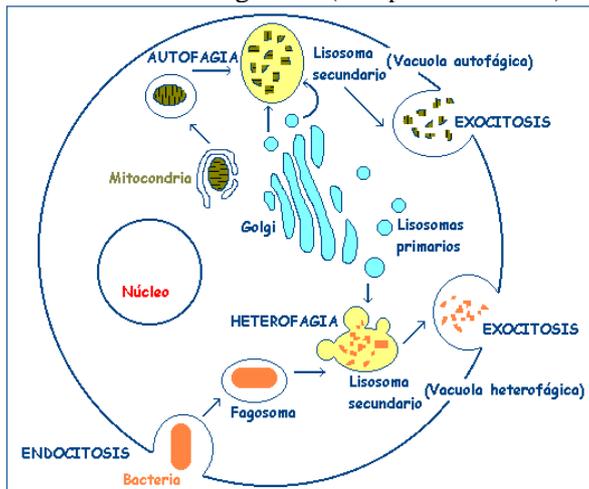
**Vacuolas:** estructuras rodeadas de membrana que sirven para mantener la turgencia celular debido a la acumulación de agua en su interior (aumento del tamaño celular). Almacén de sustancias diversas: nutritivas (sustancias de reserva de las semillas), sustancias de desecho (nicotina y opio), pigmentos (dan color a los pétalos). Tienen actividad digestiva relacionadas con los lisosomas.

**Peroxisomas:** Estructuras rodeadas de membrana que contienen enzimas oxidasas que generan peróxido de hidrógeno y la catalasa que lo elimina liberando oxígeno. **Lisosomas:** vesículas rodeadas de membrana que contiene enzimas hidrolíticas encargados de las digestiones intracelulares. Su pH es de 5. Contiene unos 40 enzimas entre ellos nucleasas, lipasas fosfatasa, glicosidasas, etc. La membrana lisosomal es resistente a los enzimas hidrolíticos debido a que sus proteínas están muy glicosiladas.

Dependiendo de la procedencia del material digerido se distinguen dos procesos:

- Heterofagia: Digestión de material exógeno incorporado por endocitosis, pinocitosis o fagocitosis. Los productos de la digestión útiles pasan a través de la membrana al citosol.

Las sustancias no digeridas (cuerpos residuales) son eliminados de la célula por exocitosis.



- Autofagia: Digestión de material interno, es decir, de la propia célula. Se rodea el material defectuoso de las membranas del REL formando un autofagosoma. Posteriormente se fusiona con el lisosoma iniciando la digestión. Este proceso sirve para eliminar los componentes celulares defectuosos y la eliminación de tejidos y órganos durante la metamorfosis.

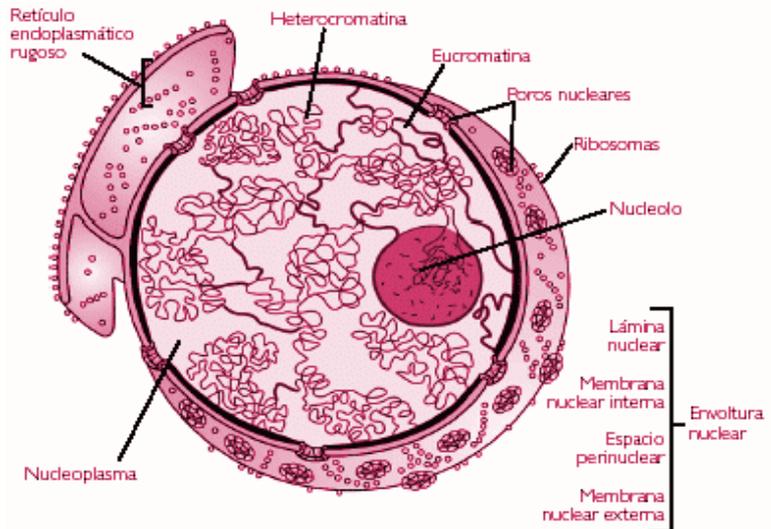
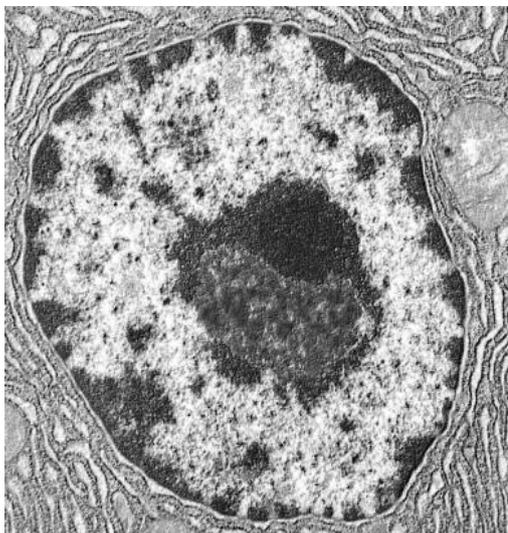
Glioxisomas: en las plantas se localizan peroxisomas especializados en convertir los lípidos en carbohidratos por medio del ciclo del glioxilato durante la germinación de las semillas. Los animales no poseen este ciclo, de ahí que sean incapaces de transformar los ácidos grasos en carbohidratos.

**18. Relaciona los procesos metabólicos con la estructura celular en la que ocurren:**

- Ensamblaje del ARN ribosómico y proteínas ribosomales (F)
- Glucólisis (D)
- Beta oxidación de los ácidos grasos (E)
- Reducción del dióxido de carbono atmosférico (C)
- Glicosilación de proteínas (H)
- Fosforilación oxidativa (B)
- Oxidación del ácido pirúvico a dióxido de carbono (G)
- Reparación del ADN (A)

- a. nucleoplasma
- b. membrana int. mitocondrial
- c. estroma del cloroplasto
- d. citosol
- e. matriz mitocondrial
- f. nucleolo
- g. peroxisoma
- h. aparato de Golgi

**19. ¿Qué orgánulo se observa en la micrografía?. Haz un dibujo esquemático señalando sus partes e indica sus funciones.**



**21. Cita una función de las siguientes estructuras:**

- Vacuola Almacenar sustancias, regular la presión hidrostática
- Reticulo endoplasmático liso Síntesis de lípidos, detoxificación
- Aparato de Golgi Síntesis y secreción de glicoproteínas
- Membrana tilacoidal Fase diurna de la fotosíntesis. Fotofosforilación
- Peroxisoma Contener enzimas oxidativas y la catalasa
- Reticulo endoplasmático rugoso Síntesis de proteínas y su glicosilación
- Lisosoma Digestión intracelular
- Centriolo Movimiento celular y formación huso mitótico
- Matriz mitocondrial Formación del acetil-CoA, ciclo de Krebs y beta-oxidación
- Cilios Movilidad celular
- Membrana mitocondrial interna Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa

**22. Relaciona cada estructura de la columna de la izquierda con su función en la columna de la derecha**

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Peroxisoma                   | a. Contiene enzimas hidrolasas         |
| 2. Ribosoma                     | b. Síntesis de proteínas               |
| 3. Aparato de Golgi             | c. Elimina el agua oxigenada           |
| 4. Lisosoma primario            | d. Ensambla oligosacáridos a proteínas |
| 5. Cloroplasto                  | e. Organizador de microtúbulos         |
| 6. Retículo endoplasmático liso | f. Ciclo de Calvin                     |
| 7. Centrosoma                   | g. Síntesis de rRNA                    |
| 8. Nucleolo                     | h. Síntesis de lípidos de membrana     |

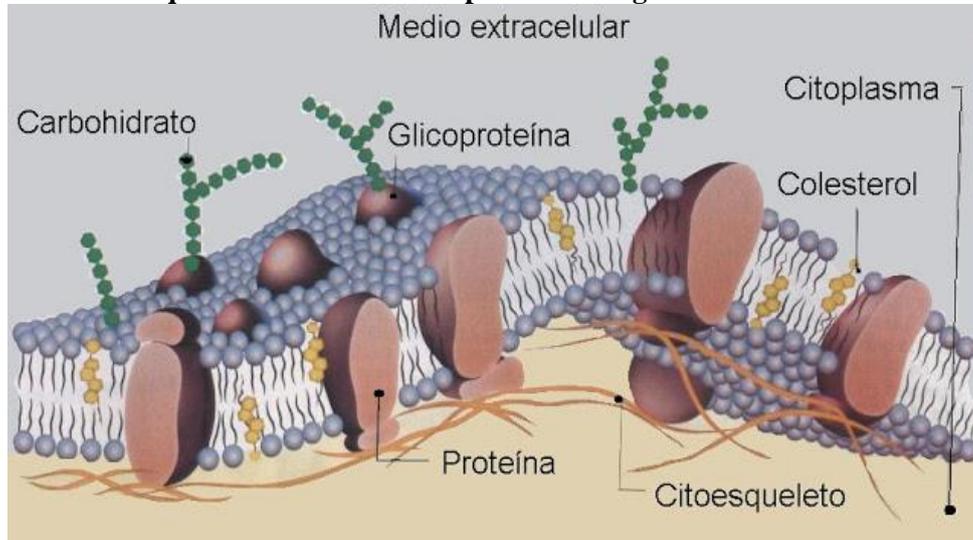
Respuesta: 1c, 2b, 3d, 4a, 5f, 6h, 7e, 8g

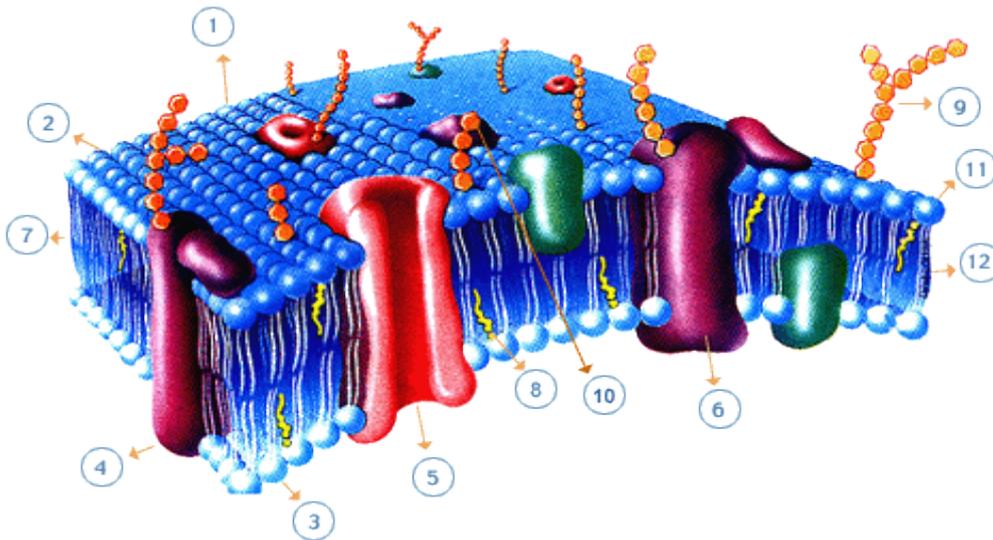
**23. Cita las principales funciones de la membrana plasmática**

Confiere a la célula su individualidad, barrera de permeabilidad selectiva, señalización y reconocimiento celular, funciones enzimáticas, adhesión celular.

**24. Indica los orgánulos celulares en los que se realizan las siguientes funciones (4 puntos): a) digestión celular; b) síntesis de lípidos; c) síntesis de rRNA; d) ciclo de Krebs.**

- a) lisosoma o vacuola digestiva o fagolisosoma;  
 b) retículo endoplasmático liso;  
 c) nucléolo;  
 d) mitocondria.

**MEMBRANA PLASMÁTICA****BLOQUE II.****Membranas celulares. Componentes. Estructura. Propiedades. Tipos de transporte.****2. Haz un esquema de la membrana plasmática según el modelo de mosaico fluido e identifica sus componentes.**



1. Lípidos de membrana (fosfolípidos)
2. Parte externa de la membrana
3. Parte interna (citoplasmática) de la membrana
4. Proteína membrana
5. Proteína canal o transportadora
6. Glucoproteína
7. Parte apolar (hidrófoba) del lípido
8. Colesterol
9. Glucolípidos
10. Monosacárido (glucosa)
11. Parte polar (hidrófila) del lípido
12. Bicapa lipídica

#### 4. Explica las diferencias entre:

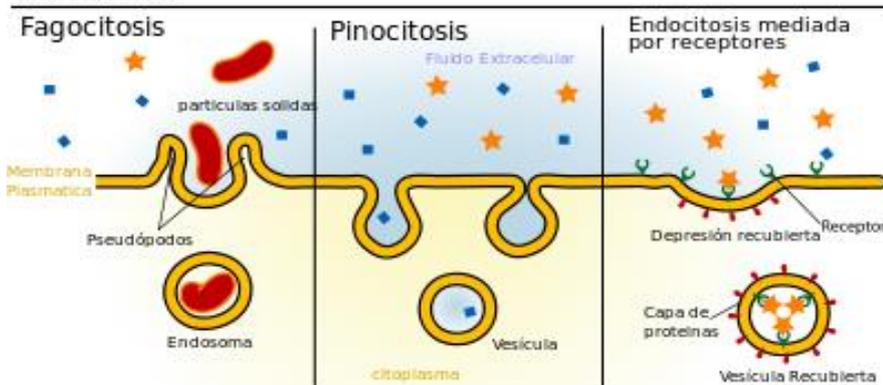
Endocitosis y exocitosis:

**Endocitosis:** En este proceso una extensión de la membrana rodea progresivamente al material que será introducido, a continuación se produce una invaginación de la membrana y finalmente ésta se separa del resto de la membrana, formando una vesícula endocítica. Posteriormente el material incorporado es digerido por los lisosomas. Hay diferentes tipos de endocitosis: simple y mediante receptor, pinocitosis y fagocitosis.

- Pinocitosis: implica la ingestión de líquidos y partículas en disolución por pequeñas vesículas revestidas de clatrina
- Fagocitosis o endocitosis en fase sólida: se forman grandes vesículas revestidas por clatrina o fagosomas que ingieren microorganismos y restos celulares.

- Endocitosis: intervenida por receptor: sólo será endocitada la sustancia para la que existe el correspondiente receptor en la membrana. Cuando se forma un complejo ligando-receptor se constituye la vesícula revestida de clatrina. De esta manera se incorporan macromoléculas como la insulina, el colesterol, el hierro, etc.

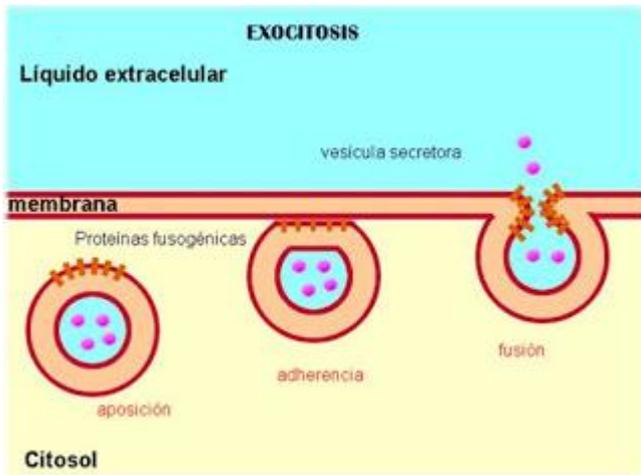
#### Endocitosis



La presentan células como los macrófagos, los histocitos o los neutrófilos.

**Exocitosis:** Proceso por el que las macromoléculas contenidas en las vesículas son transportadas hasta la membrana plasmática para ser expulsadas al medio extracelular. Este proceso requiere la fusión de la membrana de la vesícula y la membrana plasmática. Para que se lleve a término este proceso se requiere la presencia de Ca. De esta manera las células vierten al exterior sustancias sintetizadas por la célula o

sustancias de desecho.



Pinocitosis y fagocitosis: Los dos procesos son mecanismos de endocitosis con la diferencia de que durante la pinocitosis se ingieren líquidos o partículas en disolución y en la fagocitosis se ingieren microorganismos o restos celulares de gran tamaño.

**6. Indica las diferencias que hay entre el transporte activo y el transporte pasivo a través de la membrana plasmática y explica los tipos de transporte pasivo.**

Este tipo de transporte activo o pasivo sólo se lleva a cabo con iones o moléculas de baja masa molecular (solutos de pequeño tamaño).

El transporte activo se hace en contra de un gradiente electroquímico e implica el consumo de energía metabólica en forma de ATP.. Sólo lo pueden realizar algunas proteínas de membrana especializadas, también llamadas bombas.

Ejemplo: la bomba sodio-potasio es la más importante.

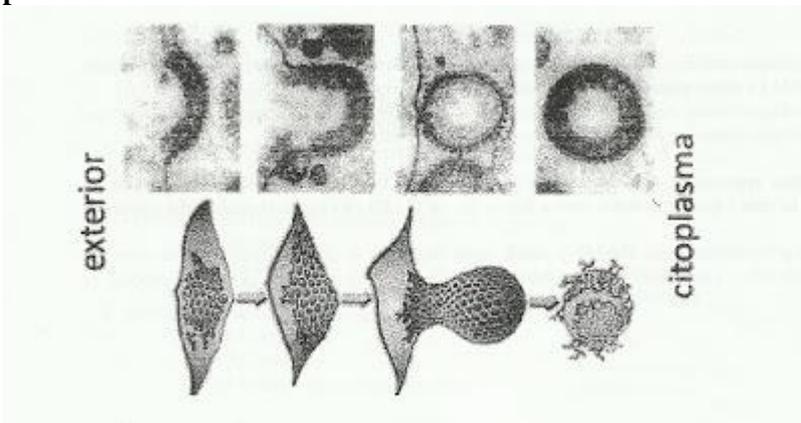
El transporte pasivo se efectúa a favor de un gradiente electroquímico y sin consumo de energía.

Hay dos tipos de transporte:

- Difusión simple: Mediante este proceso atraviesan la membrana sustancias que son solubles como el O<sub>2</sub>, el CO<sub>2</sub>, etanol, urea, etc. que atraviesan la membrana entre los fosfolípidos. Se trata de moléculas sin carga eléctrica o con carga eléctrica neta cero. Algunas proteínas de la membrana, llamadas proteínas canal, permiten el paso de sustancias con pequeñas cargas eléctricas a favor de un gradiente de concentración.

- Difusión facilitada: Se transportan moléculas polares como glúcidos, aminoácidos, nucleótidos... Se produce a favor de un gradiente de concentración y se lleva a cabo por proteínas transportadoras que se unen a la molécula que se ha de transportar induciendo cambios conformacionales en la proteína transportadora que permitan la transferencia de la molécula de un lado a otro de la membrana.

**7. ¿ Qué proceso representa la imagen?. Explica la relación que tiene con la digestión celular detallando el proceso.**



La endocitosis. La *endocitosis* es un proceso por el cual la célula introduce moléculas grandes o partículas y lo hace englobándolas mediante una invaginación de la membrana plasmática, formando una vesícula que acaba desprendiéndose de la membrana para incorporarse al citosol.

Cuando la endocitosis captura microorganismos o restos celulares se llama fagocitosis. Cuando son porciones de líquidos los capturados se llama pinocitosis.

La pinocitosis atrapa sustancias de forma indiscriminada, mientras que la endocitosis que

sólo incluye al receptor de membrana y a las moléculas que de forma específica se unen al receptor, es decir, un tipo de endocitosis muy selectiva se le llama endocitosis mediada receptor.

La figura muestra una endocitosis mediada receptor; sólo será endocitada la sustancia para la que existe el correspondiente receptor en la membrana. Formado el complejo ligando-receptor se forma la vesícula revestida de clatrina. De esta manera se incorporan moléculas como la insulina, el colesterol, el hierro, etc.

Este tipo de endocitosis lo presentan los macrófagos, los histocitos y los neutrófilos.

**8. Explica brevemente los distintos tipos de transporte a través de la membrana plasmática.**

**TRANSPORTE DE MOLÉCULAS DE POCA MASA MOLECULAR**

- Transporte pasivo: Se efectúa a favor de un gradiente y sin consumo de energía.

Difusión simple: atraviesan la membrana sustancias que son solubles, como el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. que se desplazan entre los fosfolípidos. Algunas proteínas de la membrana, llamadas proteínas canal, forman “canales acuosos” a través de la bicapa lipídica que permiten el paso de sustancias con carga eléctrica, a favor del gradiente de concentración.

Difusión facilitada: Se transportan moléculas polares, como glúcidos, nucleótidos etc. Siempre se producen a favor de un gradiente, que en el caso de los iones es un gradiente electroquímico. Este transporte se lleva a cabo mediante las

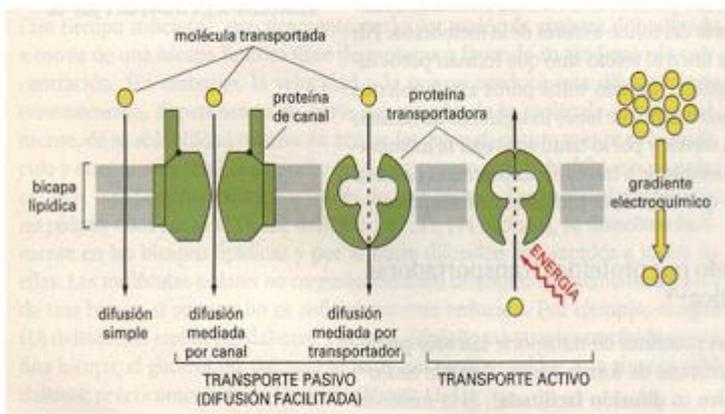
llamadas proteínas transportadoras o carriers que se unen a la molécula que se ha de transportar, y padecen cambios conformacionales que permiten la transferencia de la molécula de un lado al otro de la membrana.

- Transporte activo: Se hace en contra de un gradiente e implica un consumo de energía. Sólo pueden hacerlo algunos tipos de proteínas especializadas, también llamadas bombas.

Bomba sodio-potasio: La bomba sodio-potasio consta de dos proteínas globulares diferentes: una más grande llamada subunidad alfa y una más pequeña llamada subunidad beta. El funcionamiento de la bomba es el siguiente:

"Cuando dos iones potasio se unen al exterior de la proteína transportadora y tres iones sodio se unen a la interior, está activada la ATPasa de la proteína, de la cual se separa una molécula de ATP, dividiéndola en ADP y liberando un enlace de energía de fosfato de alta energía".

**Se cree que esta energía liberada produce un cambio químico y conformacional en la molécula transportadora proteica, transportando los tres iones sodio hacia el exterior y los dos iones potasio hacia el interior.**



### TRANSPORTE DE MOLÉCULAS DE ELEVADA MASA MOLECULAR

- Endocitosis: "En este proceso una extensión de la membrana rodea progresivamente al material que será internalizado, después se produce una gemación o invaginación de la membrana y finalmente ésta se separa de la membrana, formando una vesícula endocítica. Posteriormente, el material incorporado es digerido por los lisosomas.

Hay diferentes tipos de endocitosis:

Fagocitosis: Implica la ingestión de partículas de grandes dimensiones, como microorganismos, restos celulares, inclusivamente de otras células, por medio de vesículas llamadas fagosomas. Estos fagosomas suelen presentar gran tamaño.

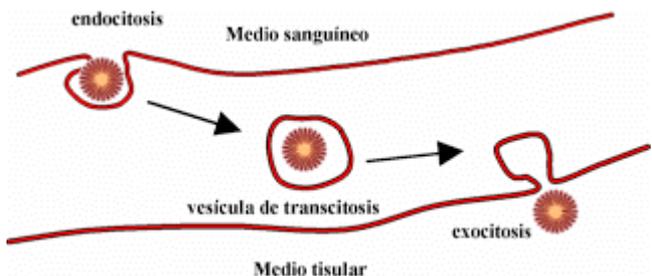
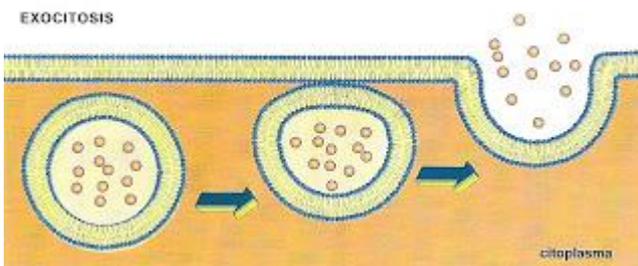
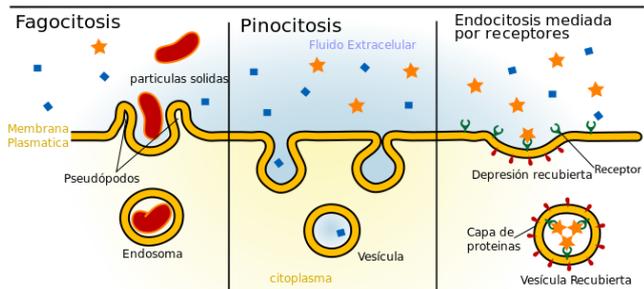
Pinocitosis: Es la incorporación de fluidos y de partículas disueltas en él por medio de pequeñas

vesículas. Es un proceso inespecífico y la velocidad de ingestión es muy elevada. El tamaño de estas vesículas endocíticas es mucho menor que el de los fagosomas.

Endocitosis intervenida por un receptor: Es un mecanismo en el cual sólo será endocitada la sustancia para la cual existe el correspondiente receptor en la membrana. Una vez formado el complejo ligando-receptor, se forma la correspondiente vesícula endocítica revestida, que sufrirá diversos procesos en el interior celular.

- Exocitosis: Es el proceso inverso a la endocitosis. En este caso, el material contenido en las vesículas intracelulares también llamadas vesículas de secreción es vertido al medio extracelular.

#### Endocitosis



### 11. Cita las principales funciones de la membrana plasmática.

La membrana celular cumple varias funciones:

a) Delimita y protege las célula.

b) Es una barrera selectivamente permeable (semipermeable), ya que impide el libre intercambio de materiales de un lado a otro, pero al mismo tiempo proporcionan el medio para comunicar un espacio con otro.

c) Permite el paso o transporte de solutos de un lado a otro de la célula, pues regula el intercambio de sustancias entre el interior y el exterior de la célula siguiendo un gradiente de concentración.

d) Poseen receptores químicos que se combinan con moléculas específicas que permiten a la membrana recibir señales y responder de manera específica, por ejemplo, inhibiendo o estimulando actividades internas como el inicio de la división celular, la elaboración de más glucógeno, movimiento celular, liberación de calcio de las reservas internas, etc.

## 12. Explica las diferencias entre la pared celular y la membrana celular.

La membrana celular es una membrana que se encuentra tanto en células animales como en células vegetales y su función es la PERMEABILIDAD SELECTIVA, que puede hacerse por transporte activo (gasto de energía) y transporte pasivo (sin gasto de energía), es decir que sólo deja pasar a determinadas sustancias a través de una membrana semipermeable. Se compone químicamente de una bicapa lipídica (fosfolípidos, esfingolípidos y colesterol) y proteínas. Es asimétrica y fluida.

La pared celular es propia de las células vegetales y recubren a la Membrana plasmática y está compuesta de celulosa, hemicelulosa y pectinas. Su función es darle protección y forma a las células para que adopten una forma definida (poliédrica).

## 13. Explica brevemente la estructura y composición de la pared celular vegetal.

### Estructura de la pared celular



La pared celular vegetal tiene tres partes fundamentales:

**Lamina media:** se localiza entre las paredes primarias de dos células vecinas, excepto en los lugares donde se encuentren los fragmoplastos, que son puntos de comunicación intercelular. Formada fundamentalmente por pectinas, aunque puede impregnarse de lignina en las células que forman el xilema (transporte de la sabia bruta).

**Pared primaria.** Está presente en todas las células vegetales, es producto de la acumulación de 3 o 4 capas sucesivas de **microfibrillas de celulosa** compuesta entre un 9 y un 25 % de celulosa. La pared primaria es característica de células en crecimiento. Es delgada y flexible lo que permite que las fibras de celulosa se expandan y la célula crezca. Está formada por celulosa, hemicelulosa y pectina.

**Pared secundaria.** Cuando existe, es la capa adyacente a la membrana plasmática. Se forma en algunas células una vez que se ha detenido el crecimiento celular y se relaciona con la especialización de cada tipo celular. Es más gruesa y más rígida que la pared primaria. Presenta varias capas. En cada capa las fibrillas de celulosa se ordenan regularmente en una dirección. Las capas siguientes se ordenan con una dirección diferente en disposición helicoidal. A diferencia de la pared primaria, contiene una alta proporción de celulosa, lignina (dureza) y/o suberina (impermeabilidad y aislamiento térmico).

## 14. Explica las principales funciones que desempeña cada uno de los componentes de la membrana.

**Lípidos de membrana:** Los fosfolípidos y esfingolípidos forman la bicapa lipídica. Regula el flujo de sustancias a través de la membrana. Impide el paso de sustancias polares y de alto peso molecular. La presencia de lípidos insaturados y de cadena corta aumenta la fluidez de las membranas.

**Colesterol:** Lípido esteroide que influye en la fluidez de la membrana. El aumento de su concentración hace a la membrana menos fluida y permeable.

**Componentes proteicos:** El porcentaje de proteínas oscila entre un 20% en la mielina de las neuronas y un 70% en la membrana interna mitocondrial; el 80% son intrínsecas, mientras que el 20% restante son extrínsecas.

Las proteínas son responsables de las funciones dinámicas de la membrana, por lo que cada membrana tiene una dotación muy específica de proteínas; las membranas intracelulares tienen una elevada proporción de proteínas debido al elevado número de actividades enzimáticas que albergan. En la membrana, las proteínas desempeñan diversas

funciones: transportadoras, conectoras (conectan la membrana con la matriz extracelular o con el interior), receptoras (encargadas del reconocimiento celular, adhesión) y enzimas.

Las **proteínas** de la membrana plasmática se pueden clasificar según cómo se dispongan en la bicapa lipídica:

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

**Proteínas periféricas.** A un lado u otro de la bicapa lipídica, pueden estar unidas débilmente por enlaces no covalentes. Fácilmente separables de la bicapa, sin provocar su ruptura.

**Proteína de membrana fijada a lípidos.** Se localiza fuera de la bicapa lipídica, ya sea en la superficie extracelular o intracelular, conectada a los lípidos mediante enlaces covalentes.

En el **componente proteico** reside la mayor parte de la funcionalidad de la membrana; las diferentes proteínas realizan funciones específicas:

Proteínas estructurales o de anclaje: estas proteínas permiten la unión al **citoesqueleto** y la **matriz extracelular**.

Proteínas receptoras: que se encargan de la recepción y **transducción de señales** químicas.

Proteínas de transporte: permite el **transporte de membrana** de diversos **iones**. Estas a su vez pueden ser:

Proteínas transportadoras: Son enzimas con centros de reacción que sufren cambios conformacionales.

Proteínas de canal: Dejan un canal **hidrofílico** por donde pasan los iones.

Componentes glucídicos: Están en la membrana unidos covalentemente a las proteínas o a los lípidos. Pueden ser **polisacáridos** u **oligosacáridos**. Se encuentran en el exterior de la membrana formando el **glicocalix**. Sus principales funciones son: **reconocimiento celular** (colaboran en la identificación de las señales químicas de la célula), protegen la superficie de las células, determinan las propiedades antigénicas de las membranas (grupos A, B, AB, O) y permiten la fijación de determinadas sustancias.

#### 17. Cita de qué componentes de la membrana plasmática dependen las siguientes funciones:

Reconocimiento celular (glucolípidos y glucoproteínas)

Fluidez (lípido depende de su insaturación y longitud y especialmente de la proporción de colesterol).

Transporte de iones (proteínas transportadoras de membrana tipo canal o transportadoras).

#### 18. Describe las diferencias entre transporte activo y pasivo.

- Transporte pasivo: Se efectúa a favor de un gradiente y sin consumo de energía.

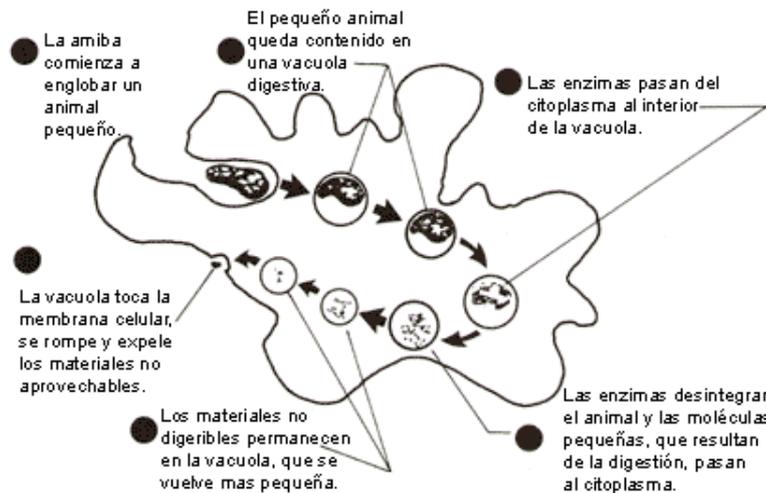
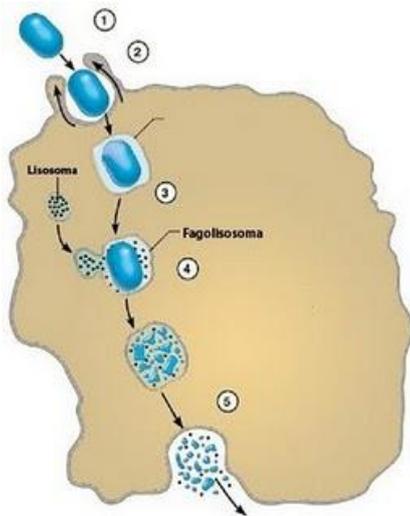
Difusión simple: atraviesan la membrana sustancias que son solubles, como el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.. que fluyen entre los fosfolípidos. Algunas proteínas de la membrana, anomenadas proteínas canales, forman "canales acuosos" a través de la bicapa lipídica que permiten el paso de sustancias con carga eléctrica, a favor del gradiente de concentración.

Difusión facilitada: Es el transporte de moléculas polares, como glúcidos, nucleótidos etc. Siempre se produce a favor de un gradiente, que en el caso de los iones es un gradiente electroquímico. Este transporte se realiza a través de proteínas transportadoras o carriers que se unen a la molécula que se ha de transportar, y sufren cambios conformacionales que permiten la transferencia de la molécula de un lado a otro de la membrana.

- Transporte activo: Se realiza en contra de un gradiente y implica un consumo de energía. Sólo pueden hacerlo algunos tipos de proteínas especializadas, también anomenadas bombas.

Bomba sodi-potassi: La bomba sodi-potassi consta de dos proteínas globulares diferentes: una más grande anomenada subunidad alfa y una más pequeña anomenada subunidad beta. El funcionamiento de la bomba es el siguiente: cuando dos iones potassi se unen a la proteína transportadora y tres iones sodi se unen a la proteína, se activa la ATPasa de la proteína la cual escinde una molécula de ATP, dividiéndola en ADP y liberando un enlace de energía de fosfato de alta energía. Se cree que esta energía liberada produce un cambio químico y conformacional en la molécula transportadora proteica, transportando los tres iones sodio hacia el exterior y los dos iones potasio hacia el interior.

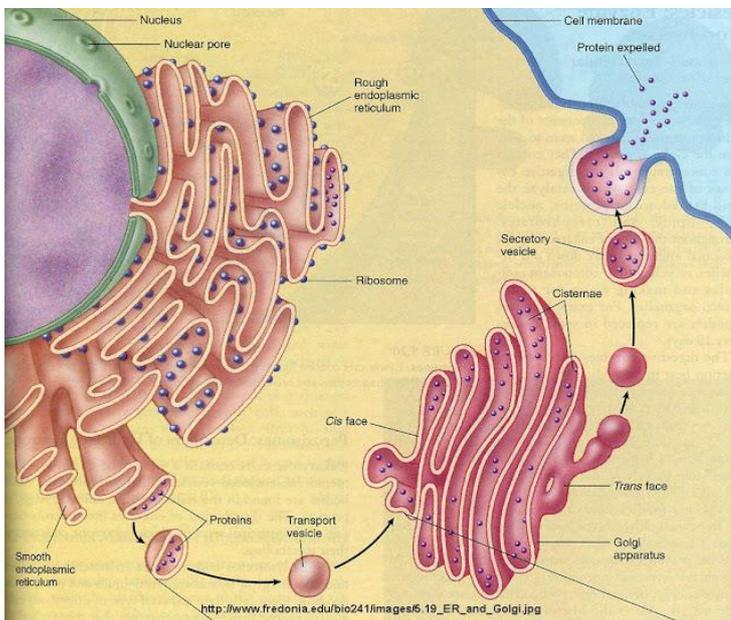
21. Una bacteria es ingerida mediante fagocitosis por un macrófago, siendo digerida después en su interior ..... Representa esta actividad mediante un dibujo e indica los orgánulos que participan en la ingestión y digestión de la bacteria y cuáles son sus funciones.



- Quimiotaxis y adherencia del microbio al fagocito.
- Ingestión del microbio por el fagocito.
- Formación del fagosoma.
- Fusión del lisosoma primario con el fagosoma. Formación del fagolisosoma (lisosoma secundario).
- Digestión del microbio.
- Formación del cuerpo residual con el material indigerible.
- Exocitosis del contenido del cuerpo residual.

## ORGÁNULOS CON MEMBRANA

### **Retículo endoplasmático. Aparato de Golgi. Lisosomas. Vacuolas. Peroxisomas y glioxisomas.**



#### **1. Explica la relación que hay entre el retículo endoplasmático, el aparato de Golgi y los lisosomas.**

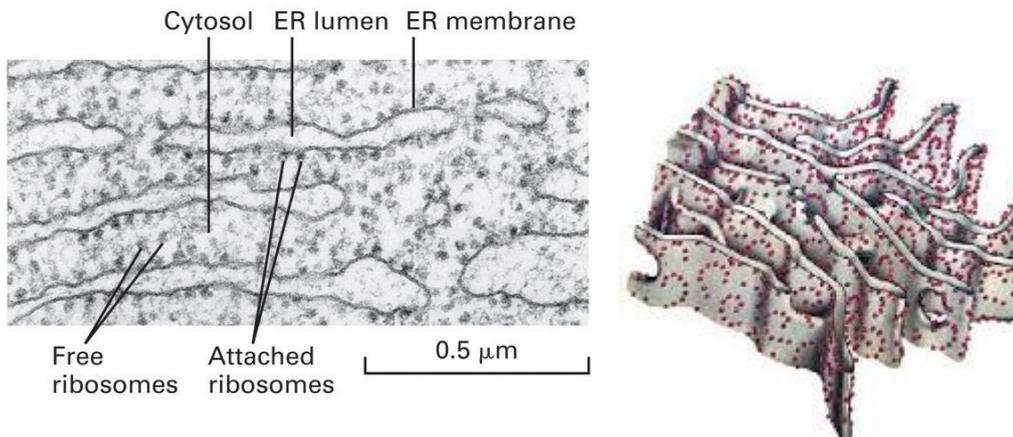
La relación es debida a la síntesis y proceso de maduración de las proteínas. Las proteínas son sintetizadas por los ribosomas que están asociados a las membranas del retículo endoplasmático rugoso. A medida que se fabrican, se introducen a través de proteínas intermembranas en el lumen, comienza su maduración, se pliegan, adquiriendo su conformación e inician su proceso de glicosilación, que se completa en el aparato de Golgi.

Estas proteínas son transferidas por medio de vesículas de transición desde el retículo endoplasmático al aparato de Golgi, donde continua su proceso de maduración. En este orgánulo se les agregan otros carbohidratos u otros lípidos y completan su maduración. Los productos maduros de un sáculo mediante exocitosis salen por su cara trans o de maduración y se adosan a la cara cis o de formación del siguiente sáculo. Las proteínas salen del aparato de Golgi completamente funcionales dentro de vesículas llamadas de secreción.

Las vesículas de secreción se dirigen hacia la membrana plasmática y liberan sus productos al exterior por exocitosis o quedarse en el citoplasma, en cuyo caso, formarán los lisosomas, encargados de la digestión intracelular al contener gran cantidad de enzimas hidrolíticos.

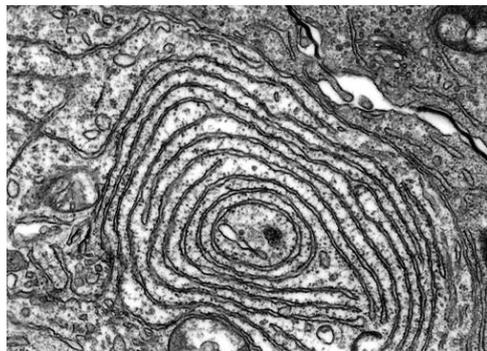
**2. Comenta las funciones del retículo endoplasmático liso y rugoso.**

- Las funciones del retículo endoplasmático rugoso son:



Síntesis y almacenamiento de proteínas fabricadas por los ribosomas adheridos a su membrana: Estas proteínas pueden quedarse en la membrana como proteína transmembranal o pasar al lumen y ser exportadas al exterior de la célula. Glicosilación de proteínas formando glicoproteínas que serán exportadas al aparato de Golgi o formarán los lisosomas. Formación de fosfolípidos de membrana que junto a las proteínas formarán parte de la membrana del retículo endoplasmático rugoso. Al formarse y desprenderse las vesículas de transición terminarán por formar parte de otros orgánulos celulares.

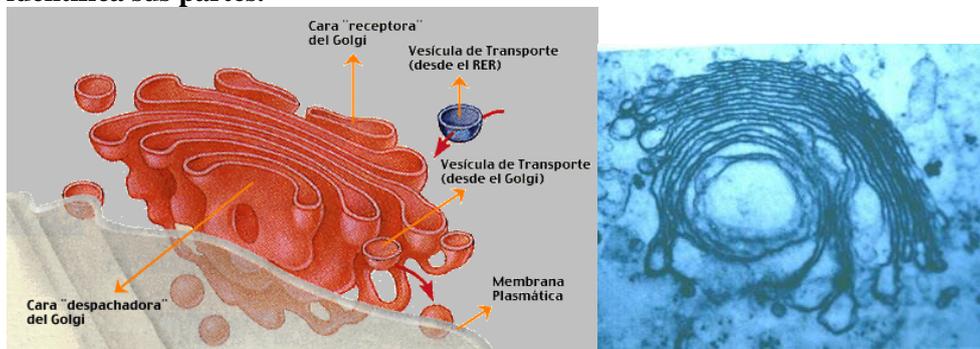
Las funciones del retículo endoplasmático liso son:



Síntesis de la mayoría de los lípidos de membrana como fosfolípidos, glicolípidos y colesterol. Los ácidos grasos se sintetizan en el citosol. Almacén y transporte de lípidos a otros orgánulos mediante vesículas por gemación revestidas con clatrina. Contracción muscular gracias a la liberación de Ca desde el lumen al citosol a la llegada del impulso nervioso. Interviene en procesos de detoxificación, por su capacidad de transformar productos tóxicos en otros más benignos y fácilmente eliminables por la célula.

Liberación de glucosa de los gránulos del glucógeno almacenados en los hepatocitos y liberadas finalmente a la sangre para satisfacer las demandas energéticas del organismo.

**3. Identifica el orgánulo de la micrografía de microscopía electrónica ayudándote del dibujo que la acompaña e identifica sus partes.**



Es el aparato de Golgi y forma parte del sistema de endomembranas. Se encuentra en todas las células eucariotas excepto en los glóbulos rojos de los mamíferos.

Está formado por agrupaciones en paralelo de sáculos aplanados o cisternas llamado dictiosoma y vesículas asociadas. Cada dictiosoma comprende de cuatro a ocho sáculos. El distiosoma se encuentra polarizado, por lo que presenta dos caras:

Cara cis o de formación, próxima al retículo endoplasmático rugoso, convexa formada por varias cisternas pequeñas y de membrana fina.

Cara trans o de maduración, orientada hacia la membrana plasmática, cóncava y constituida por cisternas muy grandes. Vesículas intercisternas, pasan el contenido de cisterna a cisterna.

Vesículas de secreción, se forman en la cara trans y se dirigen a la membrana plasmática, se fusionan con ella y vierten su contenido al medio externo. La superficie de la vesícula se reviste de clatrina durante su formación, posteriormente se desprende.

**4. Explica la estructura del lisosoma. ¿Qué enzimas contiene? ¿Cuál es su función en la célula? ¿En qué consiste la autofagia y la heterofagia?**

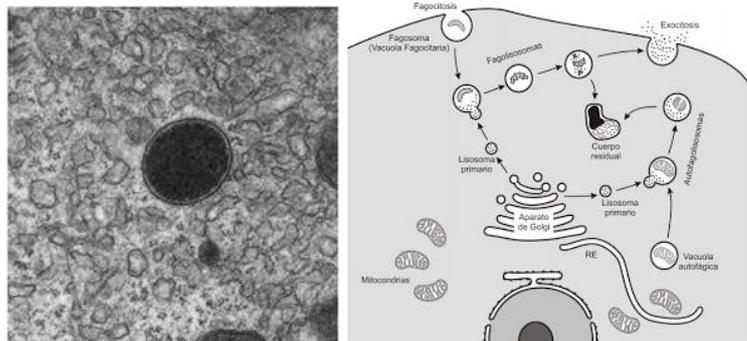
El lisosoma es un orgánulo rodeado de membrana que contiene en su interior enzimas hidrolíticos relacionados con la digestión intracelular de biomoléculas. Contiene aproximadamente 50 tipos de enzimas hidrolíticos capaces de degradar todo tipo de polímeros. Estas enzimas tienen un pH óptimo bajo por lo que son hidrolasas ácidas.

Los lisosomas constituyen un sistema digestivo intracelular encargado de digerir el material obtenido por pinocitosis o fagocitosis. Los lisosomas formados a partir de las vesículas secretoras del aparato de Golgi se llaman lisosomas primarios.

Los lisosomas secundarios son el resultado de la unión de los primarios con las vesículas pinocíticas o fagocíticas.

Cuando el material que tiene que ser degradado proviene de sustancias del interior celular se llama autofagia y en consecuencia la vesícula formada se llama autofagosoma. Este proceso es útil para eliminar orgánulos y partes de la célula envejecidos o dañados. También están relacionadas con procesos degenerativos como la artrosis o silicosis

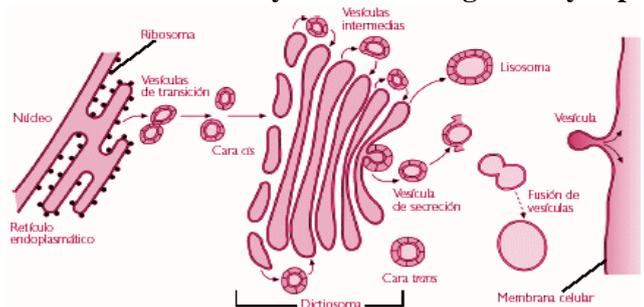
La heterofagia consiste en la captación de sustancias como macromoléculas, partes celulares o microorganismo enteros por proceso de endocitosis para destruirlas y posteriormente aprovechar los nutrientes y eliminar los productos de desecho.

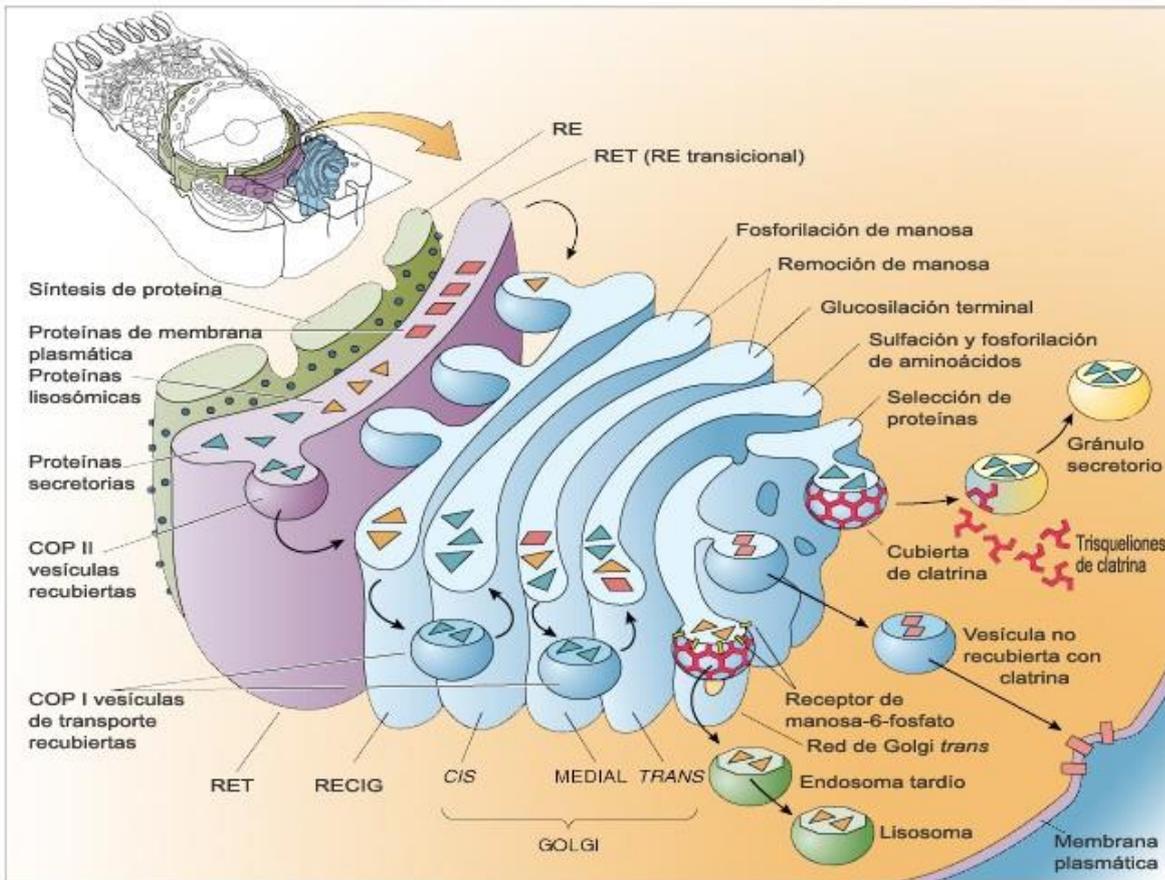


**5. Indicar las funciones de los siguientes orgánulos:**

- a) Centríolos: Formar el huso mitótico para facilitar el reparto de los cromosomas durante la división celular y formar el corpúsculo basal de cilios y flagelos.
- b) Lisosomas: Digestión intracelular.
- c) Retículo endoplasmático liso: síntesis de lípidos, liberación de Ca durante la contracción muscular, detoxificación y liberación de glucosa del glucógeno del hígado.
- d) Cilios: Movimiento celular.
- e) Cloroplastos: Realizar la fotosíntesis para fabricar compuestos orgánicos reducidos como la glucosa al convertir la energía luminosa en energía química de enlace.
- f) Peroxisomas: Oxidación de sustratos por medio de oxidasas produciendo peróxido de hidrógeno que posteriormente se oxidará mediante enzimas como la catalasa.

**6. Dibujar el retículo endoplasmático rugoso y el aparato de Golgi y nombra sus componentes. Explica qué relación funcional hay entre estos orgánulos y el proceso de secreción.**





**Fig. 2-20.** Esquema del aparato de Golgi y el agrupamiento de la red de Golgi trans. RET, retículo endoplásmico transicional.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

La relación es debida a la síntesis y proceso de maduración de las proteínas. Las proteínas son sintetizadas por los ribosomas que están asociados a las membranas del retículo endoplásmico rugoso. A medida que se fabrican se introducen a través de proteínas intermembranas en el lumen, comienza su maduración, se pliegan, adquiriendo su conformación e inician su proceso de glicosilación, que se completa en el aparato de Golgi.

Estas proteínas son transferidas por medio de vesículas de transición desde el retículo endoplásmico al aparato de Golgi, donde continua su proceso de maduración. En este orgánulo se les agregan otros carbohidratos u otros lípidos y completan su maduración. Los productos maduros de un sáculo mediante exocitosis salen por su cara trans o de maduración y se adosan a la cara cis o de formación del siguiente sáculo. Las proteínas salen del aparato de Golgi completamente funcionales dentro de vesículas llamadas de secreción.

Las vesículas de secreción se dirigen hacia la membrana plasmática y liberan sus productos al exterior por exocitosis o quedarse en el citoplasma, en cuyo caso, formarán los lisosomas, encargados de la digestión intracelular al contener gran cantidad de enzimas hidrolíticos.

**7. Haz un esquema del dictiosoma y señala sus componentes. ¿De qué orgánulo celular forma parte?**

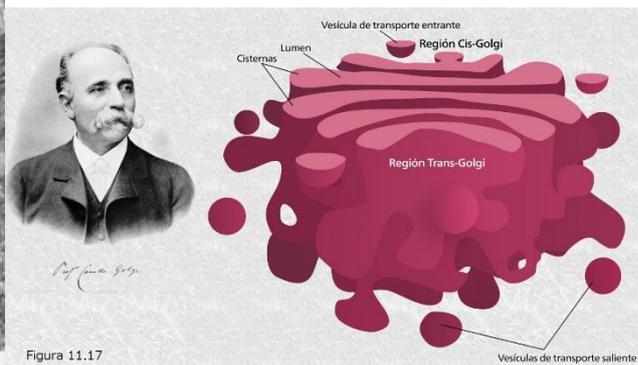
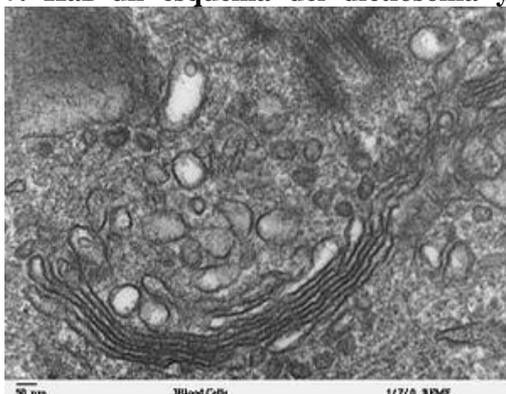


Figura 11.17

El dictiosoma está formado por agrupaciones en paralelo de sáculos aplanados o cisternas y vesículas asociadas. Cada dictiosoma comprende de cuatro a ocho sáculos. El dictiosoma se encuentra polarizado, por lo que presenta dos caras: Cara cis o de formación, próxima al retículo endoplasmático rugoso, convexa formada por varias cisternas pequeñas y de membrana fina.

Cara trans o de maduración, orientada hacia la membrana plasmática, cóncava y constituida por cisternas muy grandes. Vesículas intercisternas, pasan el contenido de cisterna a cisterna.

Vesículas de secreción, se forman en la cara trans y se dirigen a la membrana plasmática, se fusionan con ella y vierten su contenido al medio externo. La superficie de la vesícula se reviste de clatrina durante su formación, posteriormente se desprende.

Forma parte del aparato de Golgi y forma parte del sistema de endomembranas. Se encuentra en todas las células eucariotas excepto en los glóbulos rojos de los mamíferos.

## 8. Indica las funciones de vacuolas, lisosomas, peroxisomas y glioxisomas.

Función de las vacuolas:

- Mantenimiento de la turgencia celular.
- Almacenamiento de sustancias: agua y en ocasiones sustancias de reserva o excreción.

Función de los lisosomas:

- Digestión intracelular, degradando el material captado del exterior por endocitosis o del interior de la célula por autofagia.

Función de los peroxisomas:

- Implicados en la oxidación de ácidos grasos y aminoácidos, gracias a los enzimas oxidasas que producen peróxido de hidrógeno que posteriormente elimina por enzimas como la catalasa.

Función de los glioxisomas:

- Actúan en células de semillas en germinación y convierten los ácidos grasos en glúcidos con el fin de proporcionar la energía necesaria para la germinación y el crecimiento de la planta.

## 10. Cita las funciones con las que están relacionados los siguientes orgánulos:

Nucleolo: realiza la síntesis del ARN y el proceso de empaquetamiento de subunidades ribosomales.

Vacuola: mantiene la turgencia celular. Interviene en la digestión celular y hace función de almacenamiento de sustancias diversas.

Peroxisomas: son responsables del llamado Ciclo del Glioxilato para proporcionar energía necesaria para la germinación y el crecimiento.

## 11. Explica la estructura y la función del retículo endoplasmático liso (REL).

Es una red tubular, constituida por finos túmulos o canalículos interconectados, y cuyas membranas continúan en las del RER, pero sin llevar ribosomas adheridos.

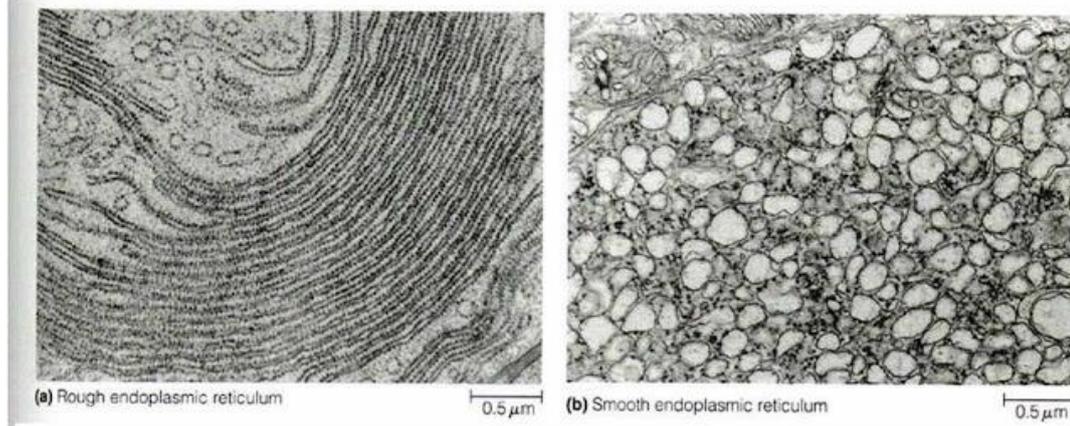
Las funciones del retículo endoplasmático liso son:

La síntesis de lípidos.

La contracción muscular debido a la liberación del calcio acumulado en el interior del retículo sarcoplásmico (retículo endoplasmático de las fibras musculares).

La detoxificación que consiste en la eliminación de todas aquellas sustancias que puedan resultar nocivas para el organismo y que requiere procesos de oxidación llevados a cabo por citocromos.

La liberación de glucosa a partir de los gránulos de glucógeno presentes en los hepatocitos donde las reservas de glucógeno hepático se encuentran contenidas en forma de pequeños gránulos adheridos a las membranas de REL.



## 12. Identifica cada una de las estructuras celulares señaladas por un número y cita su función.

3-Nucleoplasma: es una matriz semifluida situada en el interior del núcleo que contiene el material cromatínico (ADN y proteínas histonas) y el no cromatínico (proteínas no histonas) y partículas de ribonucleoproteínas pequeñas que formarán parte de los futuros ribosomas.

4-Aparato de Golgi: La célula sintetiza un gran número de diversas macromoléculas necesarias para la vida. El aparato de Golgi se encarga de la modificación, distribución y envío de dichas macromoléculas en la célula. Modifica proteínas y lípidos (grasas) que han sido sintetizados previamente tanto en el retículo endoplasmático rugoso como en el liso y los etiqueta para enviarlos a donde corresponda, fuera o dentro de la célula.

Las principales funciones del aparato de Golgi vienen a ser las siguientes:

Modificación de sustancias sintetizadas en el RER: En el aparato de Golgi se transforman las sustancias procedentes del **RER**. Estas transformaciones pueden ser agregaciones de restos de **carbohidratos** para conseguir la estructura definitiva o para ser proteolizados y así adquirir su conformación activa. Los enzimas que se encuentran en el interior de los dictiosomas son capaces de modificar las macromoléculas mediante **glicosilación** (adición de carbohidratos) y **fosforilación** (adición de fosfatos). Para ello, el aparato de Golgi transporta ciertas sustancias como **nucleótidos** y **azúcares** al interior del orgánulo desde el citoplasma. Las proteínas también son marcadas con secuencias señal que determinan su destino final. Parece ser que la fosforilación de estas moléculas es necesaria para favorecer la secreción de las mismas al torrente sanguíneo.

Secreción celular: las sustancias atraviesan todos los sáculos del aparato de Golgi y cuando llegan a la cara trans del dictiosoma, en forma de vesículas de secreción, son transportadas a su destino fuera de la célula, atravesando la membrana citoplasmática por **exocitosis**.

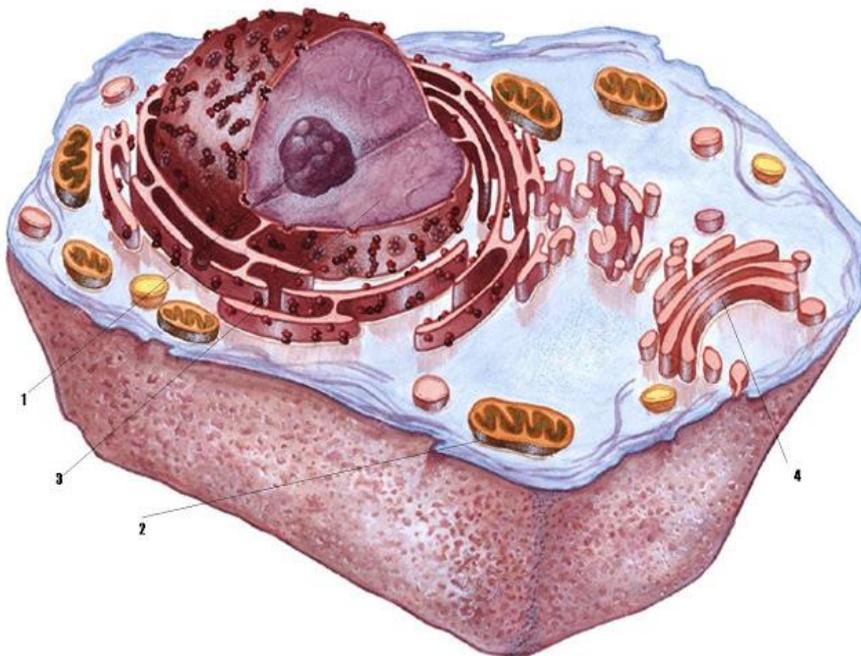
Producción de membrana plasmática: los gránulos de secreción cuando se unen a la membrana en la exocitosis pasan a formar parte de ésta, aumentando el volumen y la superficie de la célula.

Formación de los lisosomas primarios.

Formación del acrosoma de los espermios.

2-Mitocondria: Realiza multitud de funciones relacionadas con el catabolismo aerobio para obtener energía en forma de ATP de la oxidación de los metabolitos reducidos. Entre otros el ciclo de Krebs, cadena respiratoria, fosforilación oxidativa, la  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos y la concentración de protones en el espacio intermembranal.

1-Nucleolo: síntesis del ARNr y el empaquetamiento de subunidades ribosomales, que posteriormente son exportadas al citosol. Es indispensable para el desarrollo de la mitosis, si bien desaparece durante ésta.



## 13. En la tabla siguiente, relaciona cada orgánulo con su función.

- Lisosomas: Digestión intracelular.
- Retículo endoplásmico liso: Síntesis de lípidos.
- Cilios: Movilidad.
- Cloroplastos: Fotosíntesis.

## 14. Explica la composición y las funciones de los lisosomas.

Son orgánulos que contienen en su interior alrededor de cincuenta enzimas hidrolíticas diferentes. Estos enzimas se caracterizan porque todos tienen una actividad óptima a pH 4.6; por tanto son hidrolasas ácidas.

Los lisosomas actúan como un sistema digestivo celular, degradando el material captado del exterior por pinocitosis o fagocitosis y digiriendo por autofagia materiales de la propia célula.

Los lisosomas formados a partir de vesículas desprendidas del aparato de Golgi se llaman lisosomas primarios.

Cuando la célula incorpora por endocitosis el material, se forma una vesícula endocítica o fagosoma. Es entonces cuando un lisosoma primario se adhiere a ésta formando un lisosoma secundario. Cuando el material que necesita digerir proviene del interior celular se habla de autofagia. En este proceso se forma una vesícula o autofagosoma a la que se une un lisosoma primario, que realiza la digestión.

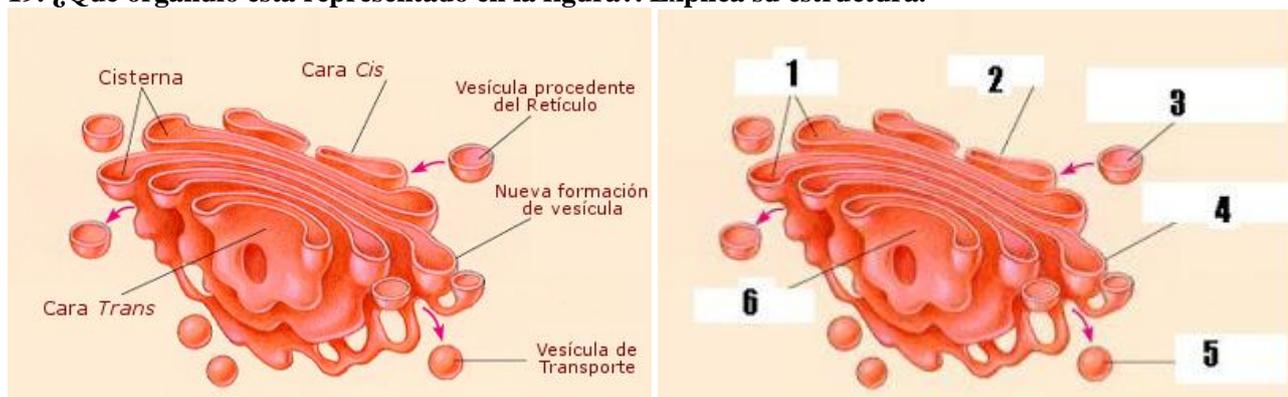
**15. Relaciona cada orgánulo con su función:**

- Lisosomas----- digestión intracelular
- Retículo endoplasmático liso----- síntesis de lípidos
- Cilios----- movilidad
- Cloroplastos----- fotosíntesis

**17. ¿Qué orgánulos están relacionados con la digestión celular?. ¿Cómo actúan en el proceso?.**

En la célula, los lisosomas son los encargados de realizar la digestión celular, de manera que degradan el material captado del exterior y digieren por autofagia materiales de la propia célula que ya no tienen utilidad. En cuanto a su actuación en el proceso, intervienen cuando un lisosoma primario (procedente del Aparato de Golgi) se adhiere a una vesícula endocítica obtenida por fagocitosis, pinocitosis o endocitosis previamente por la célula y forma un lisosoma secundario. Finalmente, el lisosoma secundario libera sus enzimas hidrolíticas, las hidrolasas ácidas, y degradan el material para que pueda ser aprovechado. Los productos digeridos útiles atravesarán la membrana y serán utilizados por la célula y los residuos, mediante exocitosis, se expulsan al exterior de la célula.

**19. ¿Qué orgánulo está representado en la figura?. Explica su estructura.**



En la imagen aparece representado el Aparato de Golgi.

Su estructura se compone de una o diversas estructuras morfofuncionales llamadas dictiosomas, que constituyen un sistema membranoso formado por la agrupación de cisternas y vesículas asociadas.

1. cisterna
2. cara cis
3. vesícula de transición procedente del RER
4. formación de nuevas vesículas
5. vesícula de transporte o secreción

**20. Comenta las diferencias funcionales entre el retículo endoplasmático liso y el rugoso.**

La principal diferencia entre los dos retículos reside en que el rugoso posee ribosomas en la parte externa de su membrana, mientras el liso carece de ellos. Así, esto provoca importantes diferencias funcionales: el rugoso se encarga de la síntesis y del almacenamiento de proteínas, además de su glucosilación, y por contra el liso tiene como funciones la síntesis de lípidos, la detoxificación, la liberación de glucosa y la contracción muscular.

**22. Cita las funciones del retículo endoplasmático liso y rugoso.**

El retículo endoplasmático rugoso, al contar con ribosomas en la superficie de su membrana, se encarga de sintetizar y almacenar proteínas, que posteriormente glucosilará antes de enviarlas a otros orgánulos o al exterior celular.

Por otra parte, las funciones del retículo endoplasmático liso comprenden la síntesis de lípidos, una importante participación en la contracción muscular, la detoxificación y la liberación de glucosa a partir de gránulos de glucógeno presentes en los hepatocitos.

**23. En relación a las células eucariotas, cita cinco orgánulos citoplasmáticos membranosos y, al menos, una función de cada uno de ellos**

El alumno deberá contestar cinco de los siguientes orgánulos membranosos y, al menos, una de sus funciones, por ejemplo: Cloroplastos: fotosíntesis, Mitocondrias: respiración celular, Lisosomas: digestión celular, Aparato de Golgi: secreción, glucosilación, Retículo endoplasmático: síntesis de proteínas y lípidos, Vacuolas: presión de turgencia, Núcleo: replicación del DNA...

**24. El proceso que aparece en la imagen de microscopía electrónica está relacionado con la digestión celular. En relación con este proceso responde a las siguientes preguntas:**



a) ¿Qué nombre recibe? Describe cómo se produce.

b) Describe los pasos de la digestión celular citando los orgánulos que intervienen.

El alumno deberá:

a) Hacer referencia al proceso de endocitosis y explicar que éste se produce por una invaginación de la membrana que engloba el material a ingerir, a continuación se produce la estrangulación de la invaginación y se forma una

vesícula endocítica.

b) Explicar que, en el proceso de la digestión, la vesícula endocítica anteriormente formada se fusiona con un lisosoma primario, que contiene enzimas hidrolíticos, formándose el lisosoma secundario. Una vez realizada la digestión y asimilados los productos que necesita la célula, el lisosoma secundario se convierte en un cuerpo residual que puede verter su contenido al exterior por exocitosis.

## **ORGÁNULOS SIN MEMBRANA**

### **BLOQUE II**

#### **Orgánulos sin membrana. Ribosomas. Citoesqueleto. Cilios y flagelos. Centrosoma.**

#### **3. EXPLICA EL PAPEL DE LOS CENTRIOLOS EN LA DIVISIÓN CELULAR**

El citocentro o centrosoma es un **orgánulo celular** que no está rodeado por una **membrana**; consiste en dos **centriolos** apareados, embebidos en un conjunto de **agregados proteicos** que los rodean y que se denomina “material pericentriolar” formando lo que se denominan centros organizadores de microtúbulos.

Por ello, el único centrosoma que existe durante G1 en interfase (formado por dos centriolos y el material pericentriolar que los rodea) debe duplicarse (aunque obligatoriamente sólo una vez). Como consecuencia, durante G2 la célula posee dos centrosomas, cada uno de ellos con dos centriolos estrechamente unidos. Estos dos centrosomas se separan durante las primeras etapas de la **mitosis** y se disponen en los polos opuestos de la célula, facilitando así el ensamblaje de un huso mitótico bipolar.

Las plantas superiores y los **ovocitos** de la mayor parte de las células animales carecen de centrosomas; en estos casos, el huso bipolar se forma por mecanismos alternativos, independientes de los centrosomas

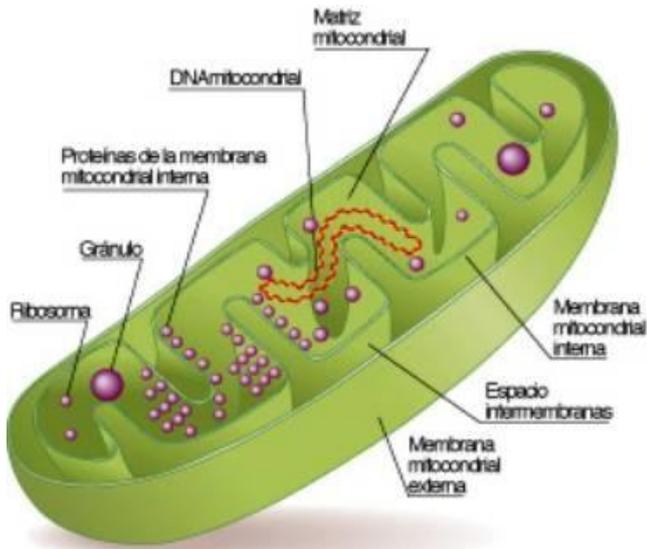
Sus funciones están relacionadas con la **movilidad celular** y con la organización del **citoesqueleto**. Durante la **división celular** los centrosomas se dirigen a polos opuestos de la célula, organizando el **huso acromático** (o mitótico). En el periodo de **anafase** los microtúbulos del áster estiran la célula y contribuyen a la separación de los **cromosomas** a **cromátidas** y a la división del **citoplasma**. Las neuronas maduras no tienen centrosoma, por lo cual no se multiplican.

## **MITOCONDRIAS. FUNCIONES**

### **BLOQUE II.**

#### **Mitocondrias. Estructura. Respiración celular: ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa. ATP**

##### **1. Explica la estructura de la mitocondria.**



La mitocondria es un orgánulo capaz de realizar la mayoría de las oxidaciones de las biomoléculas reducidas y de alto valor energético para producir una gran cantidad de energía química en forma de ATP.

**ESTRUCTURA:**

1. Membrana mitocondrial externa: presenta una bicapa lipídica permeable que separa el interior mitocondrial con el citosol, contiene un 40% de lípidos y un 60% de proteínas. Es permeable; presenta proteínas integrales llamadas porinas que forman canales de transporte de solutos poco selectivo.
2. Membrana mitocondrial interna: forma las crestas mitocondriales, repliegues de la membrana dispuestos transversalmente al eje de la mitocondria y dirigidas hacia la matriz mitocondrial. Presenta un 20% de lípidos y un 80% de proteínas, entre ellas destacan los transportadores de electrones, enzimas de fosforilación oxidativa, enzimas de la beta\_oxidación de los ácidos grasos y la ATP sintetasa. Poco

permeable al paso de iones lo que permite la acumulación de protones en el espacio intermembranal.

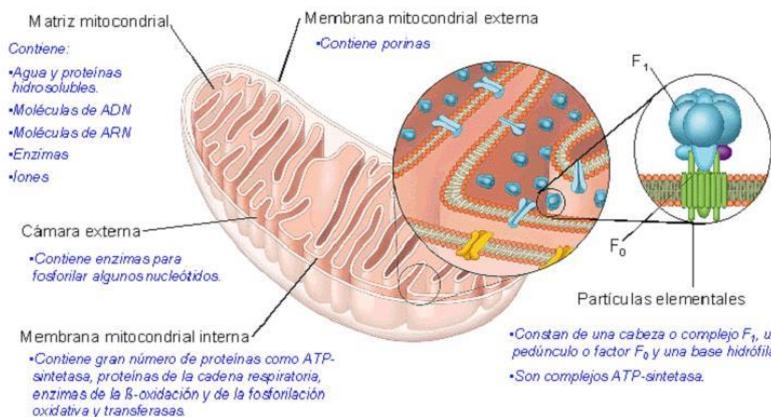
3. Partículas elementales F: se sitúan en la cara externa de las crestas, orientadas hacia la matriz; son complejos de ATP sintetasa formados por una cabeza esférica o complejo F1, un pedúnculo o componente F0 y una base hidrófoba inserta en la bicapa lipídica.

4. Cámara interna o matriz mitocondrial: contiene una alta concentración de proteínas. Además contiene el ADN mitocondrial, moléculas de ARN mitocondrial, enzimas de replicación, transcripción y traducción, enzimas implicadas en el ciclo de Krebs y en beta-oxidación de los ácidos grasos y contiene cantidades apreciables de iones de Ca y K.

5. Cámara externa: Espacio intermembranal que acumula gran cantidad de protones que permitirán fabricar ATP durante la fosforilación oxidativa al liberar hacia la matriz protones a favor de un gradiente electroquímico.

Las mitocondrias están distribuidas uniformemente por el citoplasma y a su conjunto se le llama condrioma celular. Hay que tener en cuenta que su forma, estructura y cantidad depende del estado funcional de la célula.

**Ultraestructura de una mitocondria**



**5. La mitocondria se llama con frecuencia "central energética" de las células eucariotas. Razona por qué es apropiado este término e indica los procesos que se producen.**

Se llama central energética, porque en la mitocondria se produce la mayor parte de las oxidaciones totales de sustratos altamente reducidos y de alto contenido energético (energía química de enlace). La energía de dichos enlaces será liberada durante reacciones de oxidoreducción para formar compuestos reducidos del tipo de NADH y FADH<sub>2</sub>. Estos compuestos permitirán posteriormente formar ATP en grandes cantidades por medio de la fosforilación



oxidativa.

La energía obtenida será posteriormente utilizada en los procesos anabólicos para crear materia orgánica a partir de compuestos simples como el dióxido de carbono y el agua.

Los procesos que se llevan a cabo en la mitocondria son:

- ciclo de Krebs
- cadena respiratoria
- fosforilación oxidativa
- beta-oxidación de los ácidos grasos
- acumulación de protones en el espacio intermembranal que permitirá a la

APT sintetasa fabricar ATP.

**7. Cita las funciones asociadas a la mitocondria y localízalas en su estructura.**

Funciones de la mitocondria:

- Ciclo de Krebs, tiene lugar en la matriz mitocondrial.

- Cadena respiratoria, se localiza en las crestas de la membrana mitocondrial interna.
- Fosforilación oxidativa, se lleva a cabo en las partículas elementales F1 - Fo situadas en la cara interna de las crestas mitocondriales.
- La B-Oxidación de los ácidos grasos, se realiza en la matriz mitocondrial.
- Concentración de protones en el espacio intermembranal.
- Replicación del ADN mitocondrial. En la matriz mitocondrial.
- Biosíntesis de las proteínas mitocondriales. En la matriz mitocondrial.

**10. Concepto de anabolismo y catabolismo. Poned un ejemplo de un proceso anabólico y otro de catabólico.**

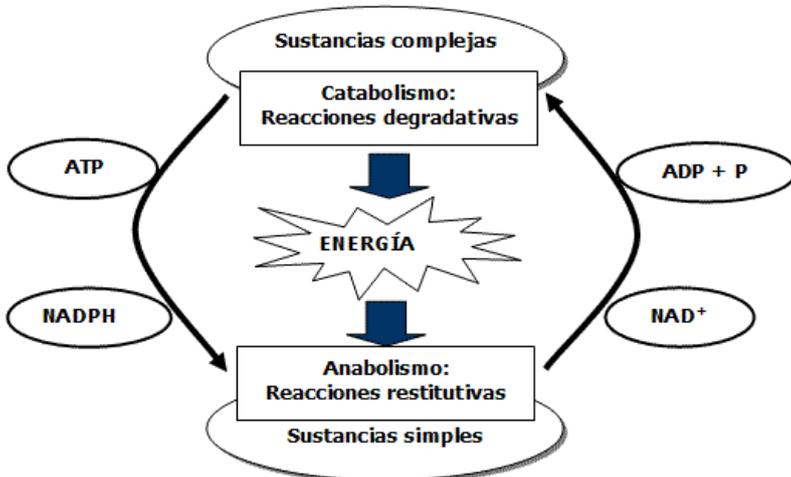


Figura 2.2. Interdependencia anabolismo-catabolismo.

Catabolismo: es el metabolismo de degradación oxidativa de moléculas muy reducidas y cargadas de energía, las cuales al romper sus enlaces liberan energía (reacciones exergónicas) y permiten formar ATP y compuestos inorgánicos sencillos.

Ejemplo: catabolismo de la glucosa (glicólisis, oxidación del pirúvico, ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa).

Anabolismo: es el metabolismo de síntesis de compuestos orgánicos complejos que requieren energía suministrada por el ATP obtenido en los procesos catabólicos (anabolismo heterótrofo) o la fuente primaria de energía (solar, reacciones redox), del medio (anabolismo autótrofo).

Ejemplo: Gluconeogénesis, biosíntesis de

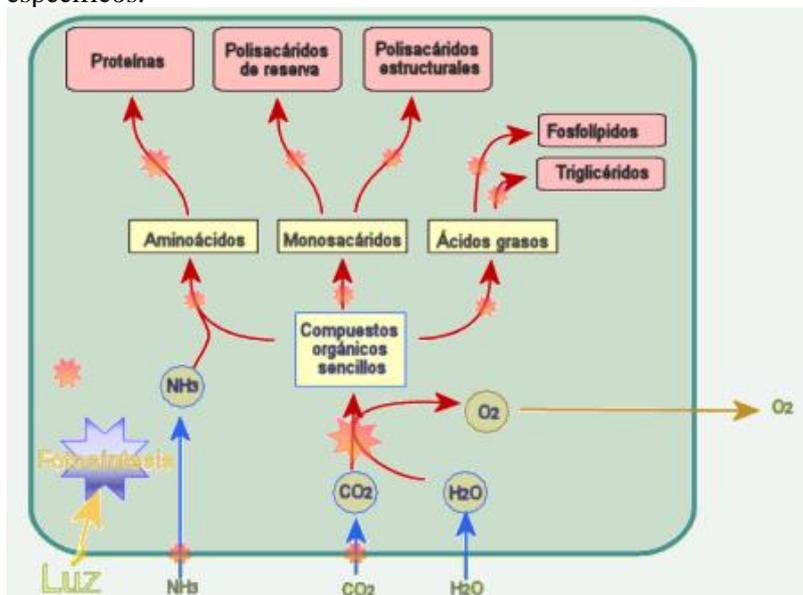
proteínas, síntesis de ácidos grasos.

**11. Compara el metabolismo autótrofo y el metabolismo heterótrofo.**

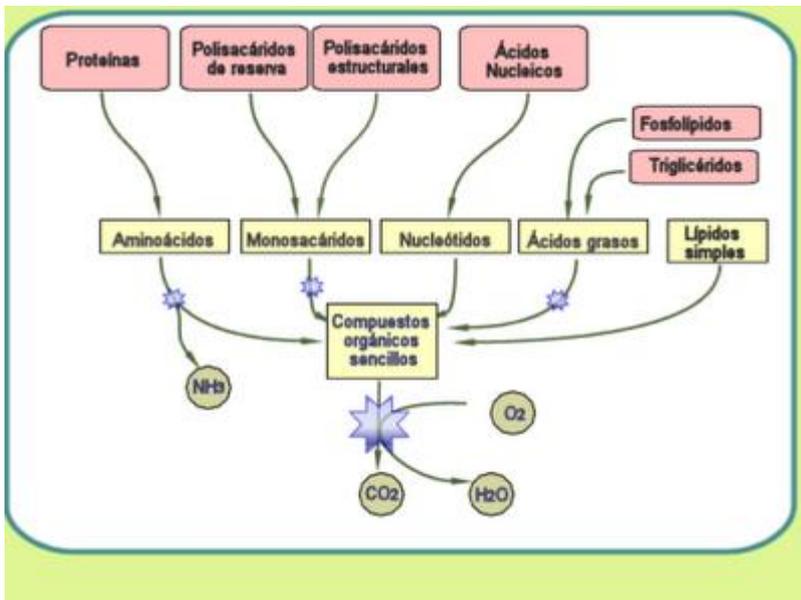
Metabolismo autótrofo: Se consideran organismos autótrofos aquellos que son capaces de sintetizar moléculas orgánicas a partir de la energía de los fotones de la radiación luminosa (fotoautótrofos) o de la energía de enlace contenida en las moléculas inorgánicas (quimioautótrofos) a partir de compuestos inorgánicos simples como CO<sub>2</sub>, agua y sales minerales..

Metabolismo heterótrofo: Los organismos heterótrofos son aquellos que obtienen la energía de la rotura de enlaces de las moléculas orgánicas, que constituyen su alimento, las cuales son transformadas en productos inorgánicos u orgánicos más sencillos.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que se produce en el interior de las células y que conduce a la transformación de unas biomoléculas en otras. Todas las reacciones metabólicas están reguladas por enzimas específicos.



Metabolismo autótrofo



Metabolismo heterótrofo

## 12. Explica la fosforilación oxidativa y la cadena de transporte de electrones (cadena respiratoria).

La cadena de transporte de electrones se encuentra en las crestas de la membrana mitocondrial interna y se encarga de transportar los electrones procedentes del  $\text{NADH} + \text{H}^+$  y del  $\text{FADH}_2$  hasta el último receptor de los electrones que es el oxígeno, que se reduce para formar agua.

Este proceso se inicia cuando los metabolitos reducidos son oxidados en las rutas catabólicas y sus electrones son aceptados por el  $\text{NAD}$  y  $\text{FAD}$  oxidados que se reducen a  $\text{NADH} + \text{H}^+$  y  $\text{FADH}_2$ .

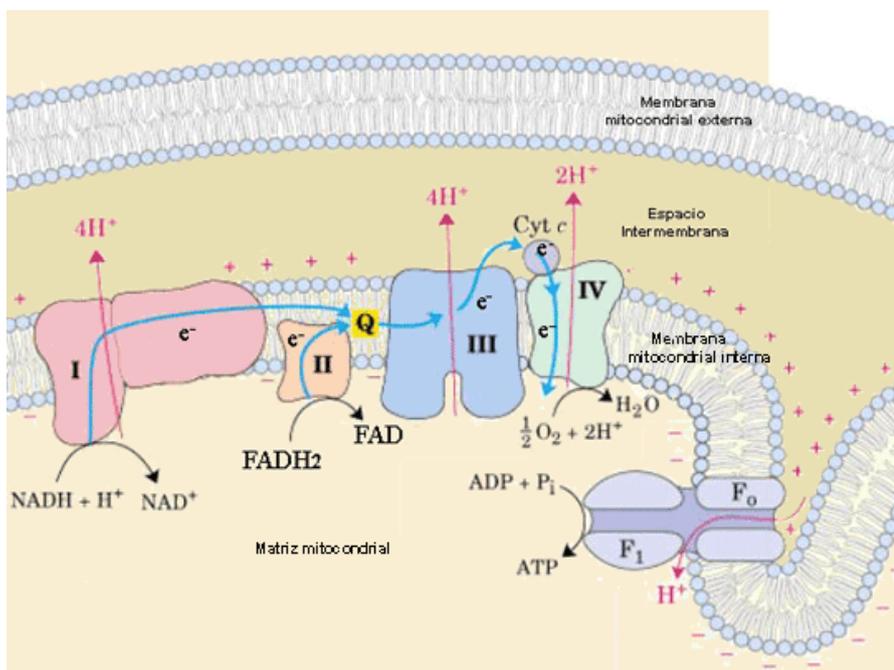
Estas moléculas contienen electrones con un potencial reductor muy negativo y con un alto nivel energético.

La cadena de electrones la forman aceptores de electrones con poder reductor muy negativo, las cuales se oxidan a otras progresivamente de poder reductor más positivo que se reducen. Para aceptar nuevos electrones es necesario que antes sean cedidos a otras moléculas, por eso, cada pareja de transportadores (par rédox) sólo puede aceptar electrones de otra pareja rédox de poder reductor más negativo.

Los electrones procedentes del  $\text{NADH}$ , que se oxida, entran en la cadena y son transferidos al FMN, el cual se reduce. El FMN cede los electrones a la  $\text{CoQ}$ . La  $\text{CoQ}$  los cede al complejo de citocromos  $\text{b-c}_1$ ; éstos los ceden al complejo citocromo oxidasa  $\text{a}_3\text{-a}_1$ . Este proceso de transporte descendente termina cuando los electrones son cedidos al oxígeno, que al aceptarlos forma agua.

La fosforilación oxidativa es un proceso quimiosmótico. Cuando los electrones se transfieren de un dador a otro receptor, se libera energía que es aprovechada para bombear protones desde la matriz al espacio intermembranal, generando un elevado gradiente electroquímico.

El gradiente de protones se utiliza para fabricar  $\text{ATP}$  a partir de  $\text{ADP}$  y  $\text{P}$  gracias a la bomba de protones  $\text{ATP}$ -sintetasa, situada en las partículas elementales de las crestas mitocondriales, la cual bombea los protones desde el espacio intermembranal a la matriz mitocondrial a favor de un gradiente, con la consiguiente liberación de energía que permite fosforilar el  $\text{ADP}$  a  $\text{ATP}$ . A este proceso se le conoce como fosforilación oxidativa. Por cada dos electrones que son transportados desde el  $\text{NADH} + \text{H}^+$  hasta el oxígeno se fabrican dos moléculas de  $\text{ATP}$ . Por cada dos electrones procedentes del  $\text{FADH}_2$  hasta el oxígeno se fabrican dos moléculas de  $\text{ATP}$ .



## 13. Define organismo aerobio y organismo anaerobio y pon un ejemplo de cada uno.

Según cual sea el último aceptor de los hidrógenos (electrones) del NADH procedentes del sustrato oxidado y de la energía metabólica en forma de ATP que se forme durante el proceso de oxidación del sustrato y del lugar donde se lleven a cabo los procesos se tienen dos tipos de organismos:

- Aerobios: cuando el oxígeno molecular es el último aceptor formando agua. Este proceso libera una gran cantidad de energía (38 moléculas de ATP por molécula de glucosa) y se realiza en sus etapas finales en el interior de la mitocondria en presencia de oxígeno en un proceso que comprende varias etapas: Glicólisis (citósol), ciclo de Krebs (matriz mitocondrial), cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa (en la membrana mitocondrial interna y partículas fundamentales).

Los productos finales de este proceso son el dióxido de carbono y agua.

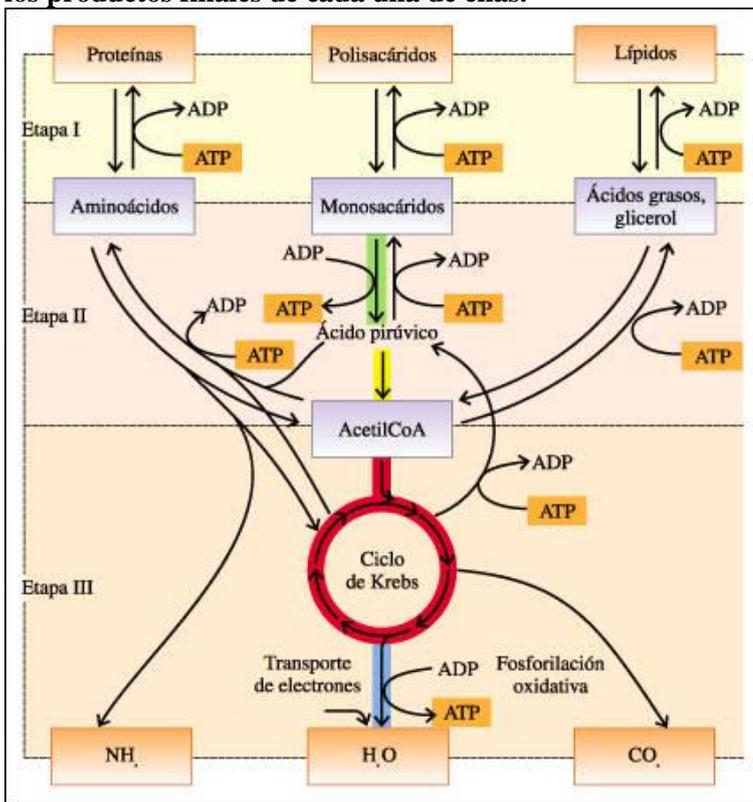
La mayor parte de los seres vivos son aerobios entre ellos los animales y las plantas.

- Anaerobios: Cuando es una molécula orgánica todavía reducida la que finalmente acepta los electrones del NADH. Se producen tan solo dos moléculas de ATP por molécula de glucosa además de moléculas todavía reducidas con alto nivel energético como el etanol (fermentación alcohólica) y el ácido láctico (fermentación láctica).

El proceso se lleva a cabo en condiciones anaerobias (sin oxígeno) y se realiza en el citósol. Ejemplos de organismos anaerobios: bacterias como el *Sacharomyces*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, levaduras, etc.

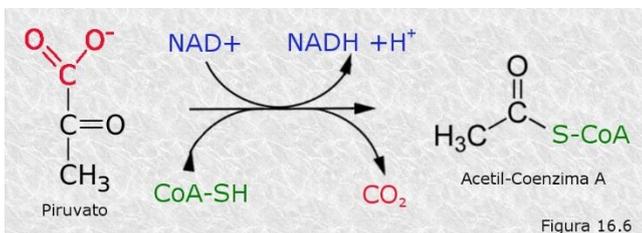
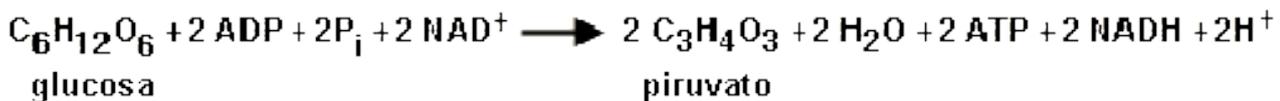
Existen organismos anaerobios facultativos, capaces de producir ambos tipos de procesos catabólicos dependiendo de las condiciones ambientales. En presencia de oxígeno se completa la respiración aerobia dando lugar a CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y 38 moléculas de ATP. Si las condiciones ambientales son de falta de oxígeno (músculo en actividad con deficiente ventilación) pueden utilizarse rutas alternativas como la de la glicólisis para producir energía por vía anaerobia (ácido láctico y dos moléculas de ATP).

**14. Nombra las etapas de la oxidación total de la glucosa en condiciones aerobias. Indica los sustratos iniciales y los productos finales de cada una de ellas.**

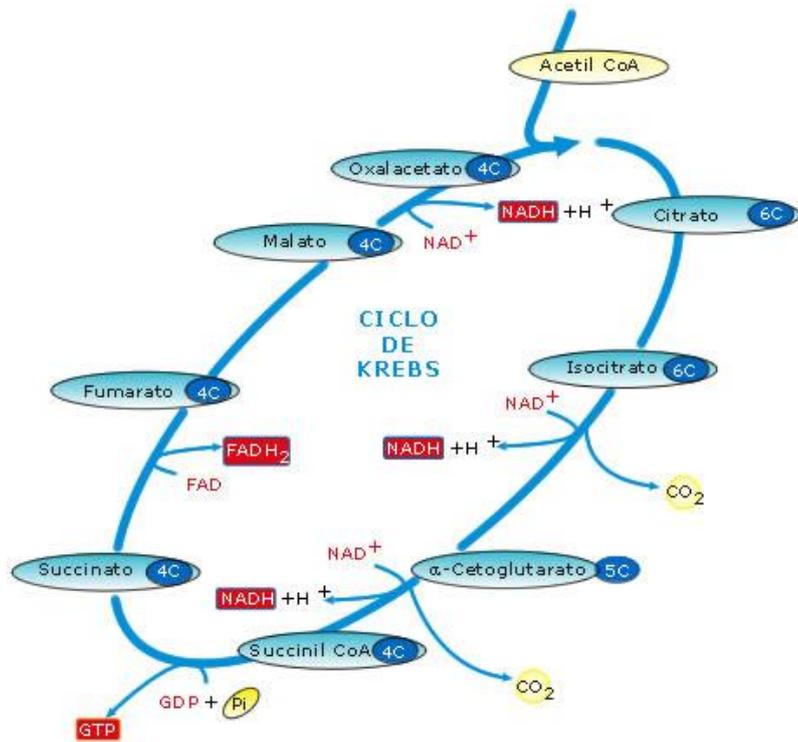


- Glicólisis: a partir de una molécula de glucosa en ausencia de oxígeno y dos moléculas de ADP y de P y otras dos de NAD oxidado se obtienen dos moléculas de ácido pirúvico, dos moléculas de ATP y otras de NADH +H<sup>+</sup>

Un resumen de la glucólisis: la generación anaeróbica de ATP



- Oxidación del ácido pirúvico a acetil-CoA: Por cada molécula de ácido pirúvico se utiliza una molécula de CoA y otra de NAD oxidado y se obtiene una molécula de acetil-CoA, otra de dióxido de carbono y un NADH +H<sup>+</sup>



- Ciclo de Krebs: Por cada molécula de acetil-CoA que se oxida totalmente a CO<sub>2</sub>, se obtienen una molécula de CoA, tres moléculas de NADH + H<sup>+</sup>, otra de FADH<sub>2</sub> y una molécula de ATP.

- Cadena de transporte de electrones y fosforilación oxidativa: Por cada molécula de NAD reducido se obtienen tres moléculas de ATP (excepto los NAD reducidos del citosol que sólo forman dos moléculas de ATP) y por cada molécula de FAD reducido se obtienen dos moléculas de ATP.

Los electrones transportados por la cadena respiratoria son aceptados por seis moléculas de oxígeno formando seis moléculas de agua.

**15. Indica en qué orgánulos de la célula eucariota se realizan los siguientes procesos metabólicos e indica el lugar donde se realiza.**

a) Captación de la luz por el complejo antena: en las membranas tilacoidales de los cloroplastos.

b) Ciclo de Calvin: En el estroma del

cloroplasto.

c) Glicólisis: Citosol.

d) Fosforilación oxidativa: En las partículas elementales de las crestas mitocondriales.

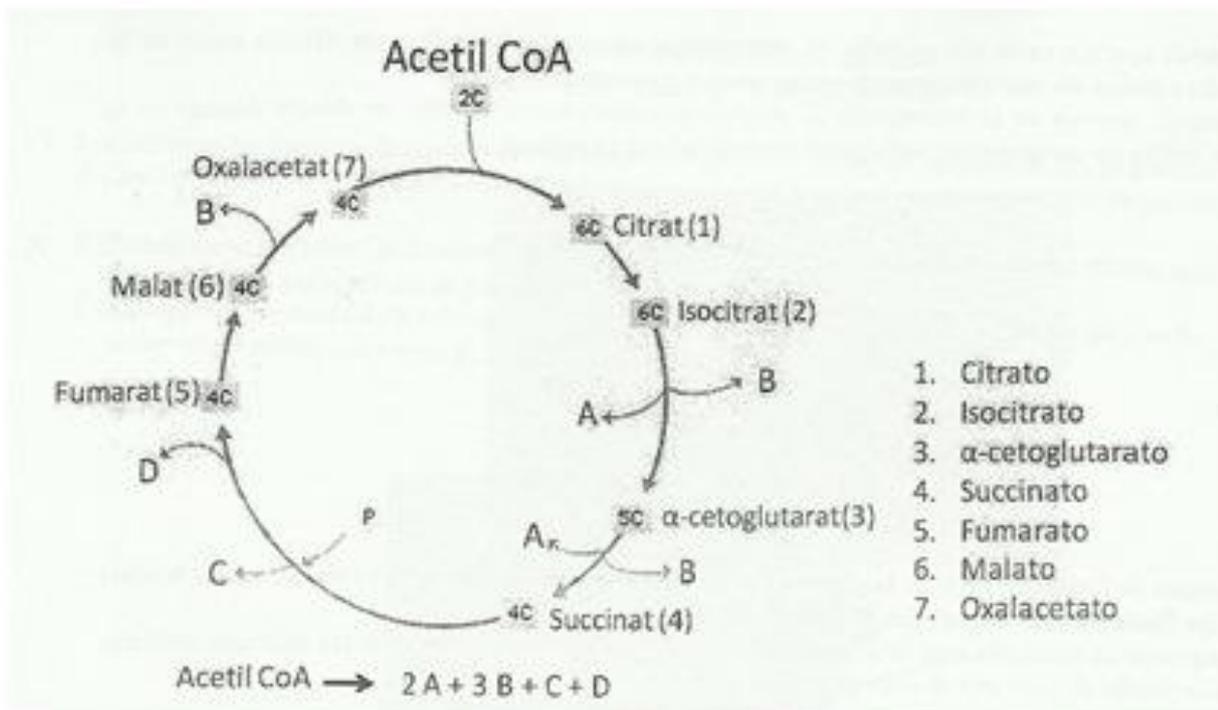
e) Transporte activo: Membrana plasmática. Bomba sodio-potasio.

f) Ciclo de Krebs: Matriz mitocondrial.

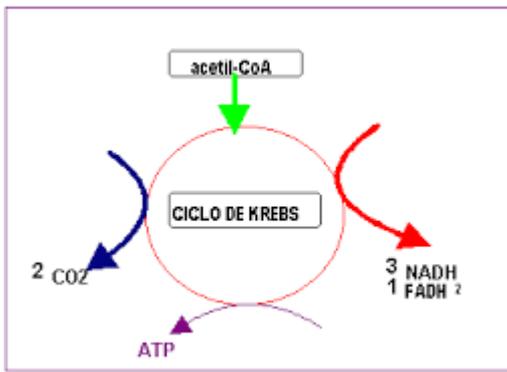
g) Síntesis de proteínas de secreción: Sistema de endomembranas formado por el retículo endoplasmático rugoso y el aparato de Golgi .

h) Síntesis del ARNr: Nucleolo.

**16. ¿Qué ruta metabólica representa esta imagen y en qué lugar de la célula se realiza?. Indica cuáles son los productos que se obtienen de la ruta y que aparecen con las letras A, B, C y D en la ecuación global del proceso.**



Se trata del ciclo de Krebs y tiene lugar en la matriz mitocondrial.



De esta ruta se obtienen: dos moléculas de dióxido de carbono, tres de NAD reducido, dos de Fad reducido, una de ATP y otra de coenzima A.

- A: 2 CO<sub>2</sub>
- B: 3 NADH
- C: 1 ATP
- D: 1 FADH<sub>2</sub>

Ecuación global:

**17. ¿Cuál es el objetivo principal del ciclo de Krebs y cuál es su localización intracelular?**

El ciclo de Krebs (también llamado ciclo del ácido cítrico o ciclo de los **ácidos** tricarbóxicos) es una ruta metabólica, es decir, una

sucesión de **reacciones químicas**, que forma parte de la **respiración** celular en todas las **células** aeróbicas.

En células eucariotas se realiza en la matriz de la mitocondria.

En las procariotas, el ciclo de Krebs se realiza en el citoplasma, concretamente en el citosol.

En organismos aeróbicos, el ciclo de Krebs es parte de la vía catabólica que realiza la oxidación de glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos hasta producir CO<sub>2</sub>, liberando energía en forma utilizable (**poder** reductor (NADH y FADH y GTP).

El **metabolismo** oxidativo de glúcidos, **grasas** y **proteínas** frecuentemente se divide en tres etapas, de las cuales, el ciclo de Krebs supone la segunda.

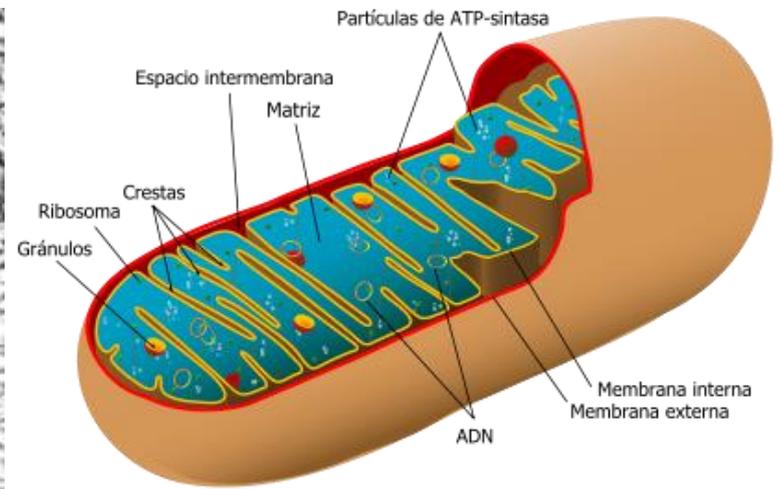
En la primera etapa, los carbonos de estas macromoléculas dan lugar a moléculas de acetil-CoA de dos carbonos, e incluye las vías catabólicas de aminoácidos (p. ej. desaminación oxidativa), la beta oxidación de ácidos grasos y la glucólisis.

La tercera etapa es la fosforilación oxidativa, en la cual el poder reductor (NADH y FADH<sub>2</sub>) generado se emplea para la **síntesis** de ATP según la **teoría** del acoplamiento quimiosmótico.

El ciclo de Krebs también proporciona precursores para muchas biomoléculas, como ciertos aminoácidos. Por ello se considera una vía anfibólica, es decir, catabólica y anabólica al mismo **tiempo**.

El Ciclo de Krebs fue descubierto por el alemán Hans Adolf Krebs, quien obtuvo el Premio Nobel.

**21. ¿Qué orgánulo aparece en la fotografía?. Realiza un dibujo basado en él e indica sus componentes estructurales y moleculares.**



Se trata de una mitocondria, la cual está formada por dos membranas:

La membrana externa, una bicapa lipídica que contiene un 40% de lípidos, donde el colesterol es más abundante que en la membrana interna, y un 60% de proteínas, entre las cuales encontramos las porinas, que permiten la permeabilidad de la membrana externa.

La membrana mitocondrial interna está formada por las crestas mitocondriales, en las cuales encontramos una serie de proteínas hidrófobas, como el ATP sintetasa, proteínas de la cadena respiratoria, enzimas de la B-oxidación de los ácidos grasos, enzimas de la fosforilación oxidativa y transferasas.

Después encontramos las partículas F elementales, en la cara externa de las crestas. Son complejos de ATP sintetasa y tienen una cabeza esférica o complejo F que es una proteína globular que podemos encontrar también en la membrana de los tilacoides de los cloroplastos y en la membrana plasmática de las bacterias

En cuanto a la matriz mitocondrial, tiene una concentración elevada de proteínas hidrosolubles, ya que el 50% es agua, y contiene:

- Moléculas de ADN mitocondrial.

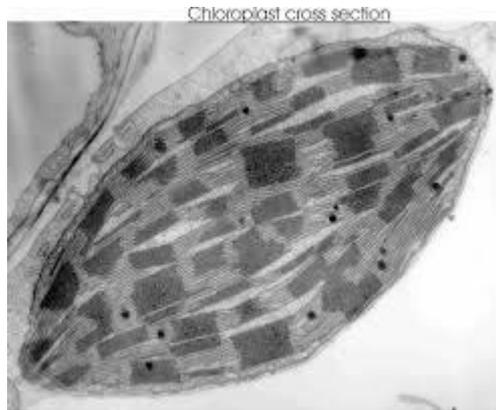
- Moléculas de ARN mitocondrial.
- Enzimas necesarios para la replicación, transcripción y traducción del ADN mitocondrial.
- Enzimas implicados en el ciclo de Krebs y en la B-oxidación de los ácidos grasos.
- Iones de calcio, fosfato y ribonucleoproteínas.

Por último, el espacio intermembranal, entre las membranas interna y externa, contiene enzimas que utilizan el ATP para fosforilar AMP u otros nucleótidos.

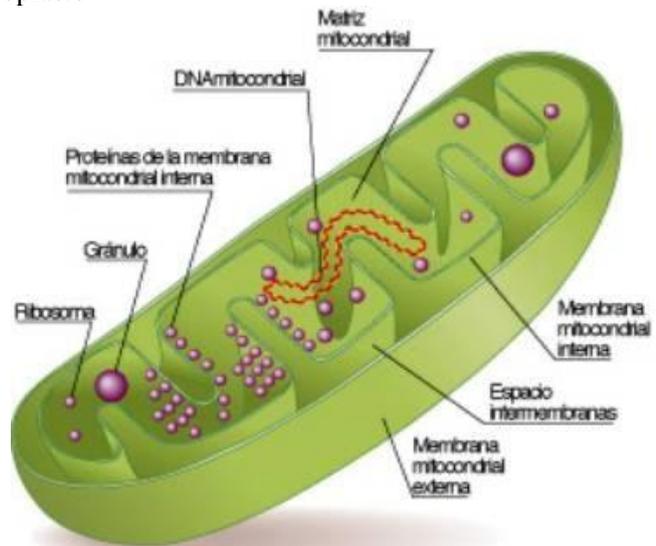
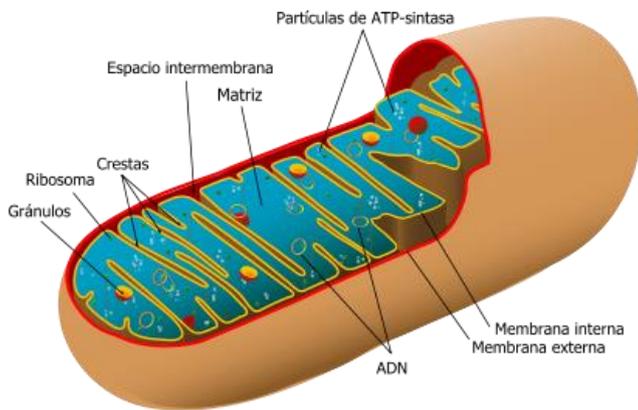
**23. Identifica los orgánulos de la fotografía. Haz un esquema de estos orgánulos e indica la estructura de cada uno de ellos.**



Mitocondria



Cloroplasto



**24. Cita las funciones asociadas a cada uno de estos orgánulos y localízalas en sus estructuras.**

**¿Estos orgánulos tienen ADN y ribosomas?. ¿Qué significado tiene este hecho?**

Los orgánulos representados son las mitocondrias y los cloroplastos. Ambos tienen ADN propio y ribosomas puesto que proceden de las relaciones de simbiosis con la célula primitiva depredadora eucariota (teoría de Lynn Margulis).

Estos orgánulos eran bacterias (células procariotas) que fueron ingeridas pero no digeridas por estas células primitivas eucariotas. Así, ambas especies establecieron una relación de beneficio mutuo y por eso tanto mitocondrias como cloroplastos tienen doble membrana, genoma propio que les permite sintetizar sus propias proteínas (ribosomas).

En cuanto a la mitocondria, observamos:

Las funciones de los diferentes complejos de la mitocondria, son:

1. El Ciclo de Krebs tiene lugar en la matriz mitocondrial, perteneciente al catabolismo celular.
2. De la cadena respiratoria, en el ciclo de Krebs se desprenden una serie de electrones. Los transportadores de electrones se localizan en la membrana interna y se organizan en tres complejos NADH deshidrogenasa, complejo enzimático citocromo B i C1, y el complejo citocromo oxidasa.
3. La fosforilación oxidativa, tiene lugar en las partículas elementales F situadas sobre las crestas mitocondriales. La cabeza esférica o complejo F1 de esta partícula formada por ATP sintetasa, permite fosforilar el ADP y transformarlo en ATP.
4. La B-oxidación de los ácidos grasos, los enzimas de la cual se encuentran en la matriz mitocondrial.
5. Concentración de sustancias en la cámara interna, como proteínas, lípidos, colorantes, calcio, fosfatos y partículas virales.

En cuanto al cloroplasto, observamos:

Vemos que está formado por una membrana externa e interna, los tilacoides (donde se realizan todos los procesos de fotosíntesis que requieren luz, la formación de ATP i de NADPH) y la matriz interna amorfa, donde encontramos los platoribosomas y los enzimas encargados de la fijación del carbono, como es el caso de la Rubisco.

Las principales funciones de los cloroplastos por tanto son:

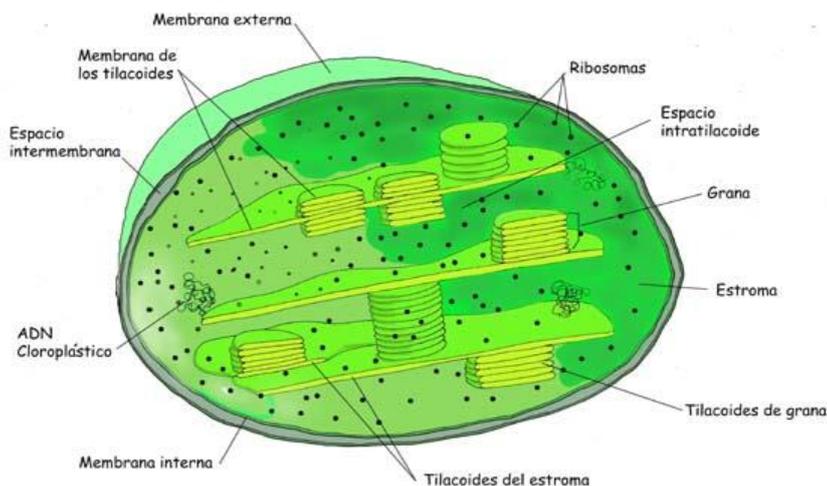
1. La fotosíntesis, para la fijación del CO<sub>2</sub> y la formación de glúcidos.
2. La biosíntesis de los ácidos grasos.
3. La reducción de nitratos a nitritos.

## CLOROPLASTOS. FUNCIONES

### BLOQUE II.

### Cloroplastos. Estructura. Fotosíntesis: fase luminosa, ciclo de Calvin. Factores reguladores.

1. Dibuja un esquema de un cloroplasto e indica el nombre de sus componentes:



2. Cita las funciones asociadas a los cloroplastos y localízalos en su estructura.

Funciones de los cloroplastos:

Fotosíntesis: En los tilacoides ( fase luminosa), reacciones dependientes de la luz donde se fabrica ATP y NADPH reducido. En el estroma ( fase oscura) donde se fija el dióxido de carbono y se consume ATP y el NADPH para formar glúcidos como la glucosa.

Biosíntesis ácidos grasos.

Reducción de nitratos a nitritos

### 3. Los cloroplastos tienen ADN y ribosomas. ¿Qué significado tiene?

Tanto las mitocondrias como los cloroplastos son considerados como "Orgánulos Semiautónomos" respecto del núcleo celular, porque ellos mismos tienen ADN, ARN y ribosomas, con un ADN de tipo circular como los de las bacterias. Este ADN le permite codificar proteínas propias de las mitocondrias. Ésto se debe a que ambos orgánulos fueron ingeridos por endocitosis y no digeridos, llegando a establecer relaciones simbióticas con la célula depredadora (eucariota primitiva, llamada urcariota).

Los cloroplastos surgen por simbiosis al ingerir una bacteria autótrofa fotosintética oxigénica, y las mitocondrias, una bacteria heterótrofa aerobia. La casi autonomía respecto del núcleo celular radica en que ellos mismos pueden sintetizar sus propias proteínas estructurales y funcionales ya que poseen los elementos necesarios para hacerlo (ADN, ARN y Ribosomas).

### 4. Define qué es la fotosíntesis y escribe la ecuación del proceso.

Consiste en transformar la energía luminosa en energía química de enlace en moléculas orgánicas, tipo glucosa.

La fotosíntesis es un proceso que consta de dos fases:

1. Fase lumínica o fotoquímica: depende de la luz. Se lleva a cabo en las membranas tilacoidales, los electrones del agua se utilizan para reducir el  $\text{NADP}^+$  a  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ .

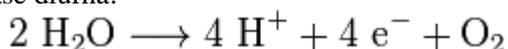
La energía liberada durante el transporte de electrones se utiliza para sintetizar el ATP (fotofosforilación).

2. Fase oscura: no depende de la luz. Se lleva a cabo en el estroma, aprovecha la energía del ATP y los electrones almacenados en el  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  obtenidos en la fase lumínica para reducir el  $\text{CO}_2$ . Se obtienen biomoléculas orgánicas tipo glucosa de un alto poder reducir y de alto nivel energético.

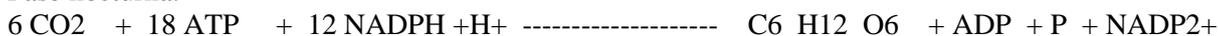
La función de la fotosíntesis es crear materia orgánica a partir del  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y de la luz solar y la realizan los organismos fotosintéticos.

BALANCE GLOBAL:

Fase diurna:



Fase nocturna:



### 6. Nombra y explica brevemente los factores que influyen en el proceso de la fotosíntesis.

1. Concentración de  $\text{CO}_2$  ambiental: El rendimiento de la fotosíntesis aumenta cuanto mayor es la concentración de  $\text{CO}_2$  hasta que la enzima rubisco (ribulosa-1,5-difosfato carboxilasa oxigenasa) se satura.

2. Concentración ambiental de  $\text{O}_2$ : el rendimiento de la fotosíntesis disminuye al aumentar la concentración de  $\text{O}_2$  debido a que el  $\text{O}_2$  actúa como un inhibidor competitivo de la rubisco y favorece la fotorrespiración.

4. Temperatura: a mayor temperatura, mayor rendimiento ya que la actividad enzimática aumenta. Sobrepasado un valor determinado de temperatura, la proteína comienza su desnaturalización disminuyendo su actividad enzimática.

5. Intensidad lumínica: a mayor intensidad lumínica, mayor rendimiento

6. Tipo de luz: por encima de 680 nm de longitud de onda (PSII) el rendimiento disminuye porque no se puede realizar el ciclo de Calvin, es decir, la fase oscura de la fotosíntesis, al no poder activar el fotosistema I, fuente de nuevos electrones que permitan fabricar  $\text{NADPH}$  reducido.

### 7. Importancia de la fotosíntesis en el mantenimiento de la vida sobre la Tierra.

Algunas de las características importantes asociadas a este proceso son:

En la fotólisis del agua, en la fase luminosa de la fotosíntesis, se libera accidentalmente oxígeno que es vital para los seres vivos aerobios.

La vida en la Tierra depende básicamente de la energía solar y casi todos los organismos vivos existentes dependen en última instancia del alimento producido por la fotosíntesis.

Proporciona un suministro abundante de alimentos a, prácticamente, todos los seres vivos: plantas, animales, protistas, hongos y bacterias.

Transforma la energía luminosa en energía química y orgánica necesaria para realizar las funciones de todo ser vivo.

Gracias a los procesos naturales efectuados por la fotosíntesis se mantiene en equilibrio la cantidad de dióxido de carbono presente en la atmósfera.

El oxígeno liberado en la fotosíntesis permite la formación de la capa de ozono que nos protege de las radiaciones ultravioletas.

### 8. Explica la estructura del cloroplasto.

El cloroplasto de forma semejante a la mitocondria está rodeado por una doble membrana separadas por un espacio intermembranal. Las dos membranas son independientes y continuas y presentan características de composición

diferentes (mayor contenido proteico la interior): la membrana externa es más permeable y la interna contiene proteínas de transporte específicas por ser mucho menos permeable.

La membrana interna no presenta crestas como las mitocondrias, los cloroplastos contienen un tercer juego de membranas (las membranas tilacoidales) que toman la forma de sacos aplanados, los tilacoides.

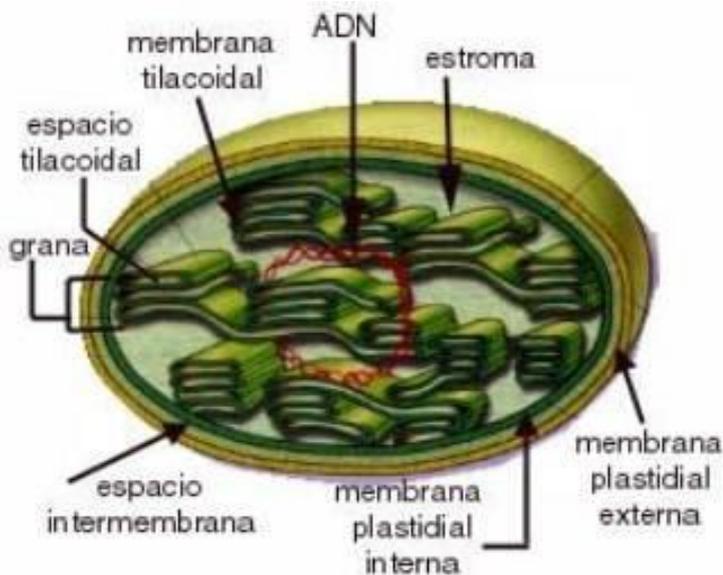
Los tilacoides se agrupan formando discos apilados, los grana, conectados por formaciones de membrana llamados lamelas

La membrana tilacoidal, que es impermeable a los iones, delimita un espacio interior llamado espacio tilacoidal donde se acumularán los protones que permitirán la formación de ATP por un proceso llamado fotofosforilación.

En las membranas tilacoidales se encuentran los sistemas fotosintéticos, complejos antena donde se sitúan los pigmentos fotosintéticos : clorofila y carotenoides (carotenos y xantofilas), encargados de capturar la luz del Sol. También se encuentra la cadena de transporte de electrones que permitirá el transporte de electrones desde el agua hasta el NADP reducido.

En los tilacoides se llevan a cabo todos los procesos de la fotosíntesis que requieren luz, es decir, la formación de ATP y NADPH (fotofosforilación) y la liberación de oxígeno.

Las membranas tilacoidales envuelven un espacio central llamado estroma que contiene el ADN del cloroplasto y muchos enzimas solubles, entre ellos los responsables del ciclo de Calvin, que intervienen en la fase oscura de la fotosíntesis.



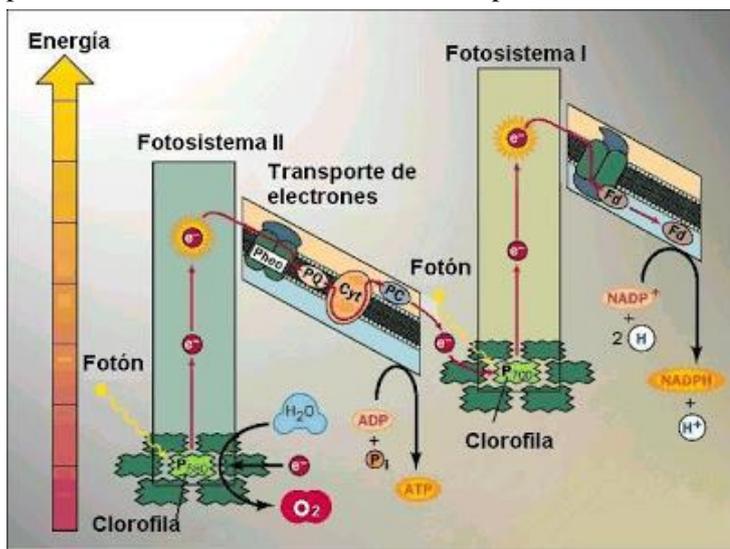
**Haz un dibujo de un cloroplasto, señala sus partes y localiza las funciones asociadas**

Se realizará un dibujo del cloroplasto que incluya la membrana externa y la interna, los tilacoides (donde se realiza la síntesis de ATP y NADPH) y que se apilan formando grana, el estroma (donde se realiza el ciclo de Calvin) y, dentro de éste, los ribosomas (donde se sintetizan proteínas propias del cloroplasto)

**9. ¿Qué compuestos se sintetizan en la fase luminosa de la fotosíntesis?. Indica el nombre del proceso que produce la fijación del CO<sub>2</sub>? Indica la localización intracelular de ambos procesos.**

En la fase luminosa se sintetiza ATP, NADPH y se libera oxígeno molecular mediante la fotólisis del agua. Este proceso se lleva a cabo en las membranas tilacoidales del cloroplasto.

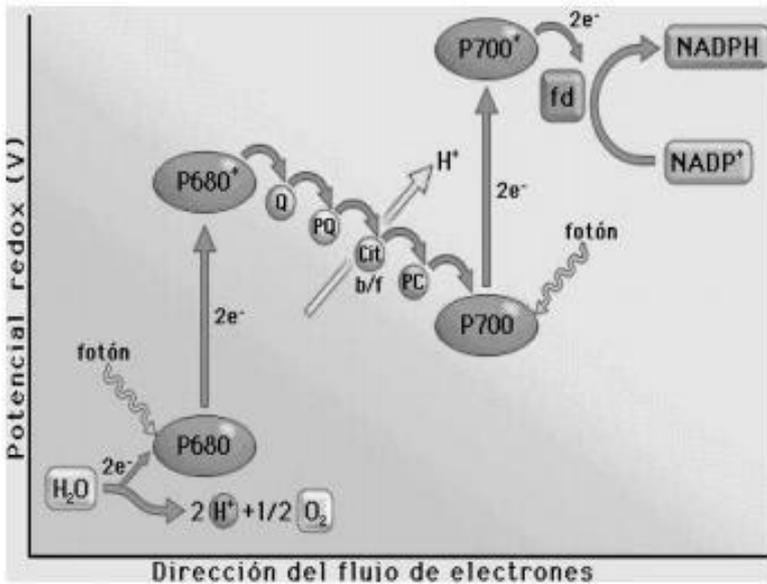
El proceso que permite la fijación del CO<sub>2</sub> se llama ciclo de Calvin (fase oscura de la fotosíntesis). Durante este proceso se consume el ATP y el NADPH producidos en la fase luminosa de la fotosíntesis y se produce glucosa. Este proceso se realiza en el estroma del cloroplasto.



**15. ¿Por qué es necesaria la luz en el proceso de la fotosíntesis?**

Para realizar la fase lumínica o diurna de la fotosíntesis explicada anteriormente.

- 16. En relación a la imagen:**
- a) ¿Qué proceso representa?
  - b) ¿Cómo se genera ATP en este proceso?
  - c) ¿Qué destino tienen el NADPH y el ATP sintetizados?



El alumno responderá que:

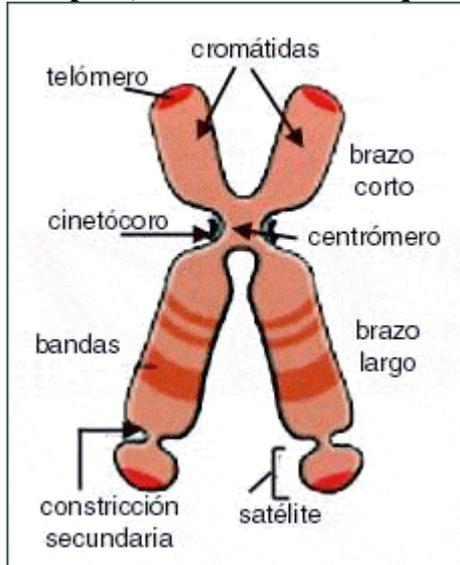
- Se trata de la fase luminosa de la fotosíntesis.
- La energía que se libera en el transporte de electrones se utiliza para bombear protones en contra de gradiente desde el estroma al espacio tilacoidal del cloroplasto. Los protones vuelven al estroma a favor de gradiente a través de la ATP-sintasa y la energía que se libera se usa para sintetizar ATP.
- NADPH y ATP se usan en la fase oscura de la fotosíntesis para sintetizar hidratos de carbono.

## NÚCLEO INTERFÁSICO Y CICLO CELULAR BLOQUE II.

### El núcleo interfásico. Cromatina.

### Formación de cromosomas. Estructura del cromosoma. Tipos de cromosomas.

2. Explica, sirviéndote de un esquema, la morfología del cromosoma metafásico.



El cromosoma representa la máxima compactación de la cromatina. Gracias a esta compactación la longitud total de la molécula de ADN humana de 2,3 m, se reduce considerablemente haciendo posible el reparto equitativo del material genético.

Partes de un cromosoma:

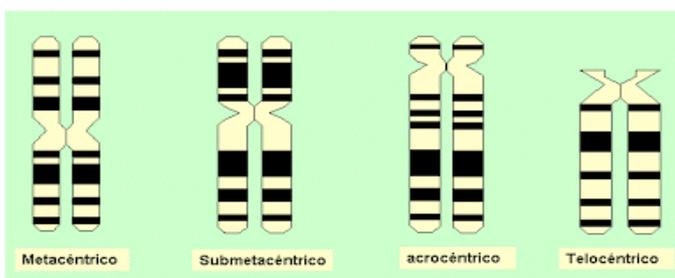
**Centrómero:** divide al cromosoma en dos partes iguales o no, llamados brazos.  
**Cinetócoro:** son los puntos situados a ambos lados del centrómero desde los cuales se polimerizan los microtúbulos que intervienen en la separación de las cromátidas de los cromosomas durante la etapa de anafase.

**Constricción secundaria:** Estrechamiento que se sitúa cerca del telómero. Puede separar porciones de ADN llamadas satélites.

**Telómero:** son estructuras protectoras (secuencias de ADN muy repetidas al final de las cadenas) que impiden que se pierda información, al no poderse completar totalmente la replicación de las cadenas de ADN. La desaparición de estas estructuras es prueba del envejecimiento celular.

**Satélites:** porciones de ADN añadidas al cromosoma procedentes de otros cromosomas.

Clases de cromosomas por la posición del centrómero:



**Bandas:** son segmentos de cromatina que se colorean de forma distinta mediante colorantes específicos y permiten un registro del patrón de bandas de cada cromosoma para su identificación y estudio.

Dependiendo de la posición del centrómero hay cuatro tipos de cromosomas:

3. Explica la estructura y composición del núcleo interfásico.

Estructuralmente el aspecto del núcleo depende de la fase del ciclo celular en que se encuentre la célula. Se habla de núcleo interfásico cuando la célula no está en división y mitótico cuando se observan los cromosomas.

Los componentes del núcleo interfásico son:

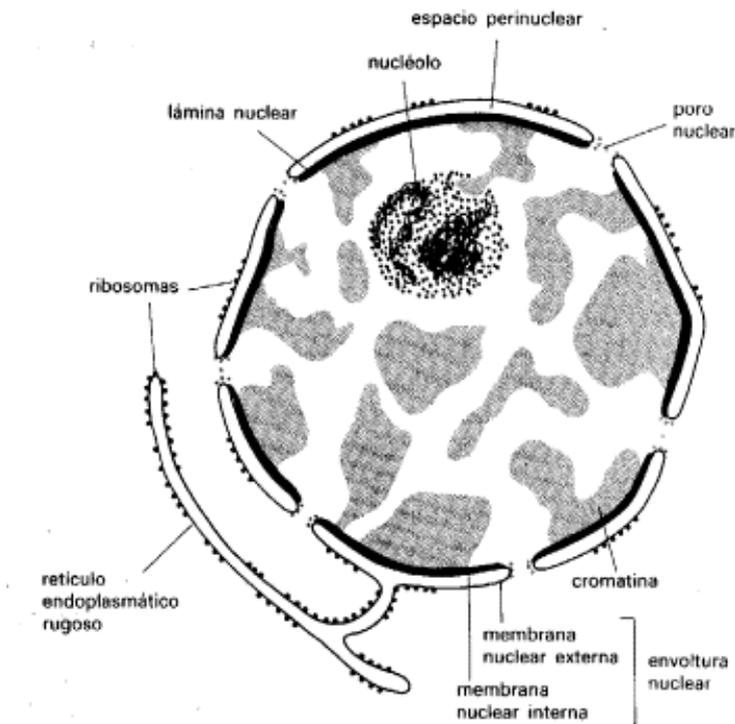
**Envoltura nuclear:** formada por una doble membrana con poros que controla y regula la comunicación entre el citoplasma y el nucleoplasma. La membrana externa es similar a la membrana plasmática con ribosomas adosados y se comunica con el retículo endoplasmático rugoso. La membrana interna presenta proteínas de membrana que sirven de anclaje a los componentes de la lámina nuclear (capa densa de proteínas fibrilares de características semejantes a los filamentos intermedios del citoesqueleto).

Poros nucleares: orificios de 80 nm formados por el complejo del poro nuclear, estructura anular formada por dos grupos de 8 gránulos de ribonucleoproteínas. En su centro se sitúan ocho proteínas cónicas que dejan un canal de 10 nm que puede obturarse por una proteína central. Regulan el flujo de las subunidades ribosomales y pequeñas proteínas.

Nucleoplasma o carioplasma: medio interno del núcleo. Dispersión coloidal en forma de gel con proteínas fibrilares para fijar el nucleolo y la cromatina.

Nucleolo: de forma esférica sin membrana. Durante la división celular desaparece. Terminada la telofase y desespiralizados los cromosomas, se vuelve a formar. Está formado por ARN y proteínas. En él se sintetizan el ARN nucleolar que se convertirá en los diferentes tipos de ARNr constituyentes de los ribosomas. Su tamaño es mayor en células que realizan una elevada síntesis de proteínas y que por tanto, necesitan un elevado número de ribosomas.

Cromatina: filamentos de ADN en distintos grados de condensación y proteínas. Forman ovillos cerca del nucleolo y la lámina media. La cromatina se forma a partir de los cromosomas descondensados cuando finaliza la división del núcleo. Se colorea



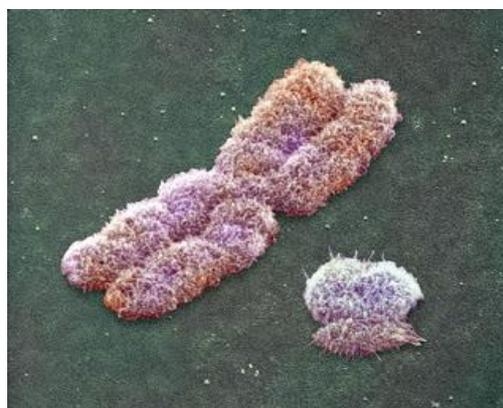
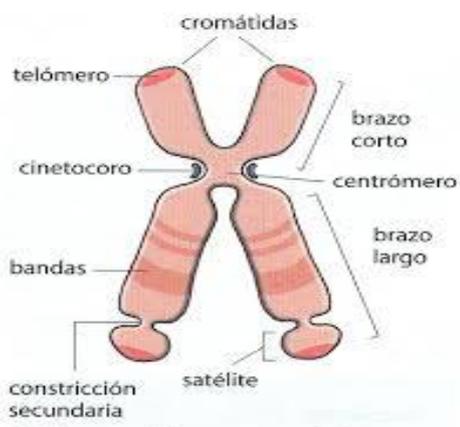
mediante colorantes básicos. Puede presentarse en forma de heterocromatina (muy condensada y poco activa durante la interfase) y eucromatina (sin condensar y activa, es decir, puede ser transcrita).

#### 4. ¿Cuál es la función del nucleolo?

La función principal del nucleolo es la biosíntesis de ribosomas. En ellos se localizan las secuencias de ADN que codifican para los ARNr y las proteínas ribosomales. El ADN transcrito, ARN nucleolar, se fragmenta en trozos para formar los diferentes ARN ribosomales. Otros genes serán transcritos a ARNm que posteriormente serán traducidos para formar las proteínas ribosomales.

Los dos componentes ribosomales se acoplan en el nucleolo para formar las dos subunidades ribosomales por separado. Estas subunidades salen del núcleo atravesando la envoltura nuclear por los poros nucleares y llegan al citoplasma.

Cuando las dos subunidades se acoplan, el ribosoma se activa y traducirá los nuevos ARN mensajeros. En las células con una intensa síntesis de proteínas hay mayor cantidad de nucleolos para poder fabricar mayor número de ribosomas.



#### 5. Define los siguientes términos:

**Cromátida:** La cromátida es cada una de las unidades longitudinales que forman un cromosoma. Es la molécula de ADN superenrollada (quinto grado de condensación y un grosor de 1400 nm) unida a su cromátida hermana (obtenida por replicación de la original que hace de molde).

Ambas cromátidas quedan unidas por el centrómero.

**Cromosoma:** Representa la máxima compactación de la cromatina. Esta alta compactación es la que permite el reparto equitativo del material genético a las células hijas durante la división celular. Los cromosomas están formados por diversos dominios estructurales en forma de bucles, estabilizados por un andamio de proteínas no histonas.

**Centrómero:** Divide el cromosoma en dos partes llamados brazos del mismo o diferente tamaño. Ocupa una posición variable, pero fija para cada uno de los cromosomas.

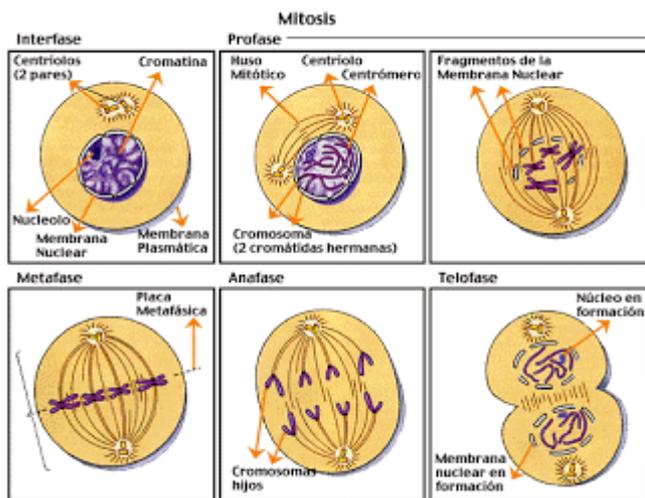
Los centrómeros contienen heterocromatina constitutiva, es decir, cromatina compactada y genéticamente inactiva en todas las células.

Según la posición del centrómero se clasifican los cromosomas en : metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos.

**6. Haz un esquema que represente la morfología del cromosoma metafásico. ¿Qué diferencias hay con el cromosoma anafásico?**

Las diferencias son: el cromosoma metafásico es el que se observa durante la metafase. Está formado por dos filamentos idénticos (cromátidas) que se disponen paralelos entre sí y están unidos por el centrómero. Una de las cromátidas será la molécula de ADN original del padre o madre que se utiliza como molde para fabricar la otra cromátida hija mediante el proceso de replicación.

El cromosoma anafásico es el que se observa durante la anafase. Está formado por un sólo filamento porque ya se han separado las cromátidas del cromosoma. Cada cromátida se dirige a uno de los polos de la célula para formar los nuevos núcleos.



**8. Explica la relación que existe entre cromatina, cromosoma y cromátida.**

La cromatina es un complejo de nucleoproteínas formado por la combinación del ADN con histonas, y es la sustancia que compone químicamente a los cromosomas. Cuando la cromatina se compacta por condensación en la Profase de la Mitosis o Meiosis da lugar a la formación de cuerpos visibles llamados cromosomas, entonces los términos cromatina y cromosomas se refieren a lo mismo, uno en estado amorfo (cromatina) otro en estado compacto (cromosomas).

Las cromátidas o brazos del cromosoma son uno de los elementos morfológicos que tienen en común todos los tipos de cromosomas. Cada cromátida está formada por sólo una

molécula de ADN enrollada a la manera de espiral desde un extremo a otro.

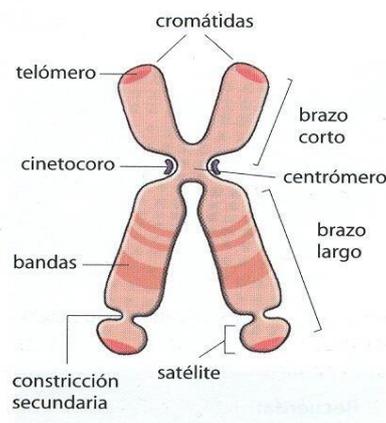
**9. Define los términos de: cromátida, cromosoma, centrómero y cinetocoro.**

- **Cromátida:** La cromátida es una de las unidades longitudinales de un cromosoma duplicado, unida a su cromátida hermana (copia de la anterior) por el centrómero, es decir, la cromátida es una molécula de ADN enrollada y condensada
- **Cromosoma:** cada uno de los pequeños cuerpos en forma de bastoncillos en que se organiza la cromatina del núcleo celular durante las divisiones celulares (mitosis y meiosis).
- **Centrómero:** es la construcción primaria. Es la zona por la que el cromosoma interacciona con las fibras del huso acromático desde la profase hasta la anafase, tanto en mitosis como en meiosis, y es responsable de realizar y regular los movimientos cromosómicos que tienen lugar durante estas fases. Divide el cromosoma en dos brazos. Dependiendo de su posición se tienen diferentes tipos de cromosomas: metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos.

**Cinetocoro:** es una estructura proteica situada sobre los centrómeros de los cromosomas. Sobre esta estructura se anclan los microtúbulos del huso mitótico durante los procesos de división celular (meiosis y mitosis).

El cinetocoro está localizado en una zona específica del cromosoma, el centrómero.

El cinetocoro está localizado en una zona específica del cromosoma, el centrómero.



**10. Identifica las partes del cromosoma metafásico señaladas por los números.**

- 1- Telómero
- 2- Cinetocoro

- 3- Histonas H1
- 4- Nucleosomas
- 5- Constricción secundaria
- 6- Bandas
- 7- Centromero

**11. Es idéntico el material genético de dos cromosomas homólogos. ¿y de dos cromátidas hermanas?. Razona la respuesta.**

Entre cromosomas homólogos el material tiene el mismo número y tipo de genes aunque pueden contener diferente información (alelos), por tanto, tiene que ser diferente ya que uno se hereda de la madre y otro del padre durante la fecundación.

En cromátidas hermanas el material genético es idéntico a menos que haya habido algún error durante la replicación de éste durante la fase S del ciclo celular. Durante la mitosis una célula que tiene cromosomas con dos cromátidas se divide para dar origen a una célula con una sola cromátida.

**MITOSIS Y MEIOSIS**

**BLOQUE II.**

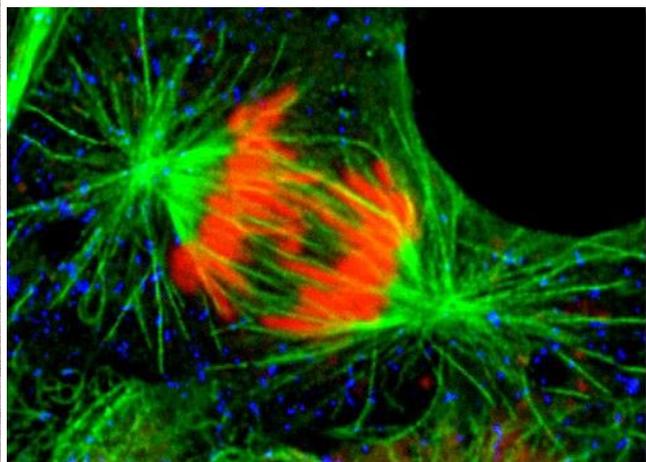
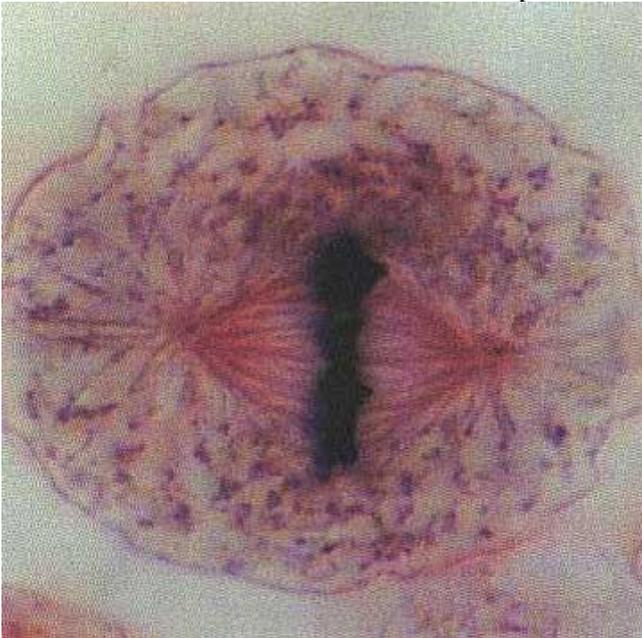
**Ciclo celular. Mitosis. Citocinesis. Meiosis. Recombinación genética. Diversidad. Ciclos biológicos**

**1. Indica el papel de los centriolos en la división celular.**

Durante la fase G<sub>2</sub>, el par de centriolos se replica y se inicia la condensación de la cromatina preparándose para iniciar la mitosis o meiosis. Durante la mitosis o meiosis cada par de centriolos (diplosoma) se separa y se dirige a cada uno de los polos de la célula donde se encargará de la formación del huso mitótico por polimerización de los microtúbulos. Algunos de los microtúbulos forman fibras continuas que enlazarán un diplosoma de un polo con el del polo opuesto, otras fibras de huso son discontinuas que unirán cada par de centriolos con los cinetócoros de los cromosomas que se terminarán por situar en el centro de la célula formando la placa ecuatorial en la metafase.

Durante la anafase las fibras discontinuas se irán despolimerizando de manera que provocarán la separación de las cromátidas de los cromosomas en caso de la mitosis o mitosis II de la meiosis o de cada uno de los cromosomas homólogos durante la mitosis I de la meiosis.

Durante la anafase las fibras se habrán despolimerizado totalmente con la consiguiente desaparición del huso mitótico



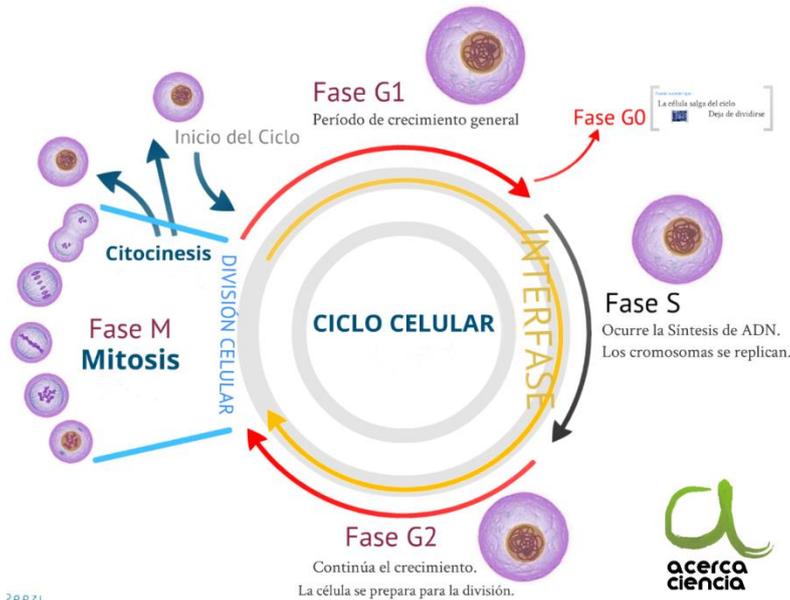
**2. Explicar las diferencias que hay entre los conceptos siguientes:**

a) Ciclo celular y división celular:

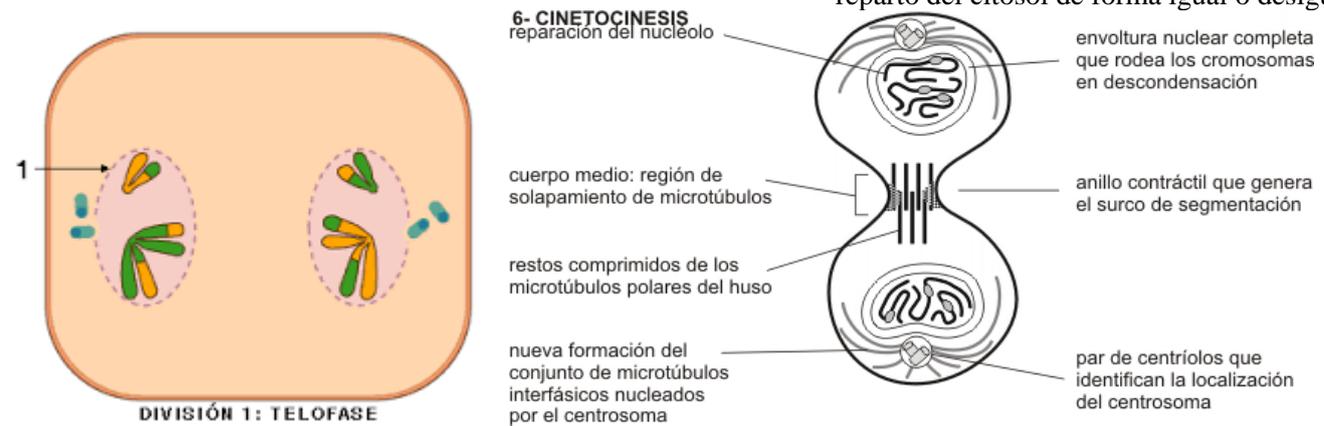
El ciclo celular es el conjunto de cambios que se observan en la célula desde que se ha formado por división celular de otra célula anterior hasta que se divide para dar lugar a nuevas células hijas. Su duración varía entre unas pocas horas y algunos años, según el tipo de célula.

El ciclo celular comprende las etapas: G1 , S, G2 y M.

La fase M es la de división celular. Se lleva a cabo en células animales y vegetales y consta de dos procesos: La cariocinesis en la que se produce la división del núcleo para dar lugar a dos nuevos núcleos. En esta fase se realiza el reparto equitativo de las cromátidas de los cromosomas (una de las dos cromátidas a cada uno de los polos) y la citocinesis es el reparto del citosol de forma igual o desigual. El objeto de la división celular por mitosis es formar dos células hijas con idéntico material genético. El de la meiosis es formar cuatro células diferentes con la mitad del material genético.



PREZI



c) Centrómero i cinetócoro.

El centrómero divide al cromosoma en dos partes o brazos situándose en una posición variable pero fija para cada uno de los cromosomas. El centrómero contiene heterocromatina constitutiva, es decir, cromatina compactada y genéticamente inactiva en todas las células. A un lado y al otro y sobre cada una de las dos cromátidas, se localiza una estructura de naturaleza proteica llamada cinetócoro, que representa los puntos desde los cuales se polimerizan los microtúbulos discontinuos que intervienen en la separación de las cromátidas de los cromosomas durante la anafase de la mitosis y de la mitosis II de la meiosis.

Por cada centrómero el cromosoma presenta dos cinetócoros.

#### 4. Si la mayoría de las células pueden dividirse por mitosis ¿por qué es necesaria la meiosis?

La meiosis es necesaria para aumentar la diversidad genética de los individuos de una población. Cada individuo de una pareja con reproducción sexual es de sexo diferente y de información genética también diferente porque al realizar el sobrecruzamiento el reparto al azar de los cromosomas homólogos, el reparto al azar de las cromátidas nuevas y paternas y las mutaciones génicas, cromosómicas o genómicas al azar aseguramos que las células descendientes sean distintas a las paternas.

Si no hubiese meiosis, no habría esta fuente de diversidad genética y no serían posibles los procesos evolutivos. La meiosis es imprescindible para fabricar células especiales llamadas gametas con la mitad de la información genética propia de la especie (haploides) para que tras la fecundación (unión de gametos de ambos sexos) se forme un cigoto diploide, a partir del cual por sucesivas mitosis se formará un nuevo individuo diploide.

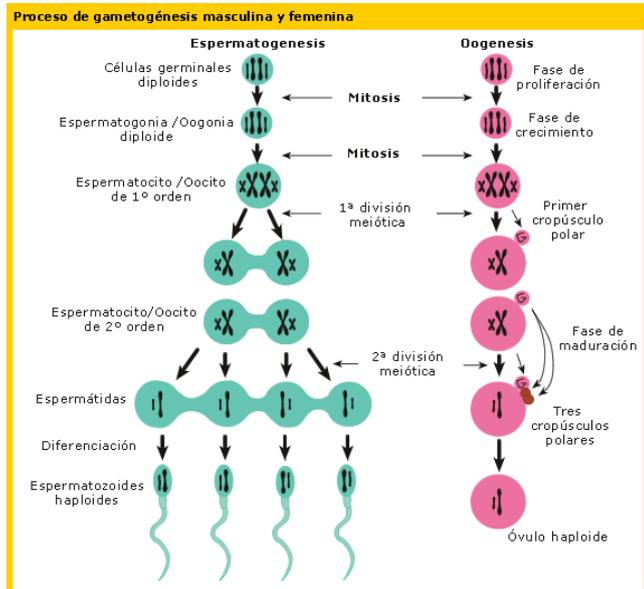
## 6. Explica los fenómenos asociados a la meiosis y el significado que tienen.

La meiosis es un tipo de división celular que tiene como finalidad fabricar células haploides, llamadas gametos, con la mitad del contenido de ADN que las células somáticas del individuo para llevar a cabo la reproducción sexual y la formación de nuevos individuos diploides diferentes a los padres.

Los procesos son:

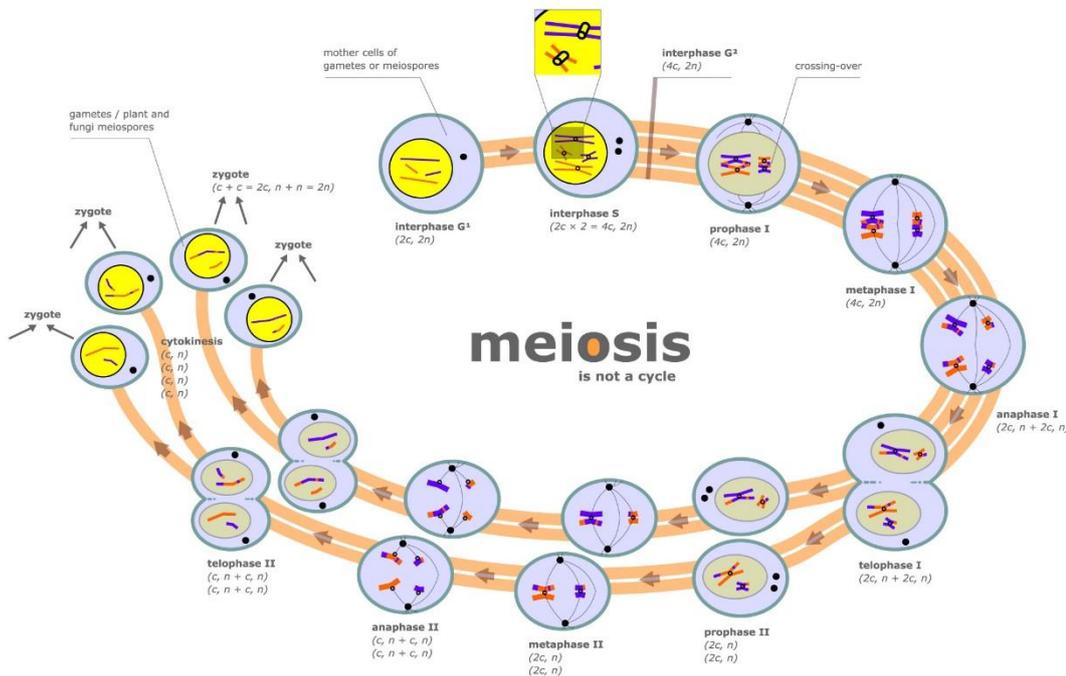
A partir de una célula diploide mediante la gametogénesis (espermatogénesis en el caso del hombre y ovogénesis en el caso de la mujer) se obtienen cuatro células haploides diferentes entre sí. En el hombre las cuatro células sobreviven, produciendo 200 millones de espermatozoides cada día. En la mujer cada 28 días se formarán cuatro células de las que sólo sobrevive una, llamada óvulo.

- La recombinación genética o intercambio de fragmentos de cromátidas entre cromosomas homólogos permite generar nuevas cromátidas, con diferente información genética a la de los padres.
- El reparto al azar de los cromosomas homólogos, uno de cada pareja a uno de los polos y el otro al otro polo.
- Reparto al azar de las cromátidas de los cromosomas.
- La unión al azar de dos individuos de sexo diferente con distinta información genética.
- La unión al azar de uno de los 300 millones de espermatozoides liberados en una eyaculación con el óvulo de



la mujer.

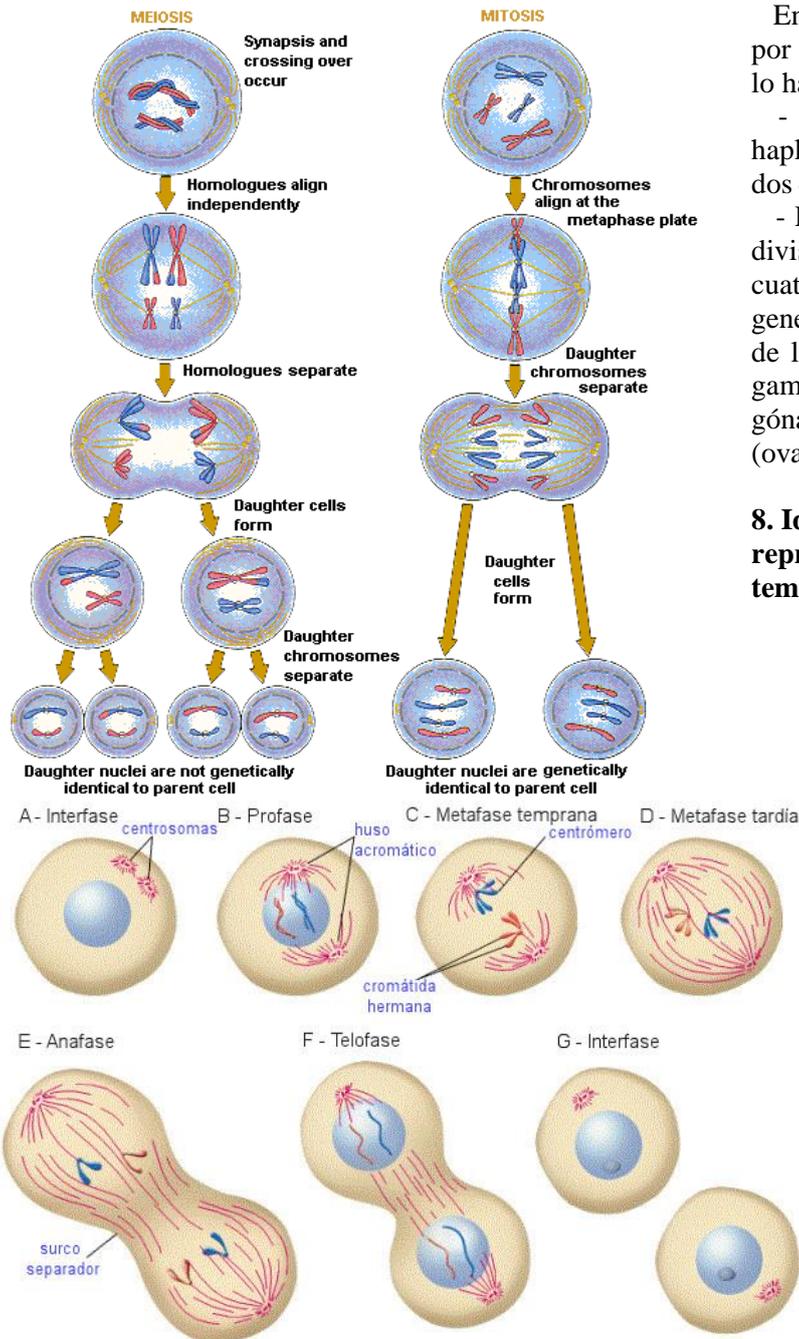
El significado biológico de todo ello es una mezcla de los caracteres de los progenitores, hecho que proporciona una gran variabilidad genética en la descendencia, que puede resultar beneficiosa para que los organismos puedan mejorar su adaptación al medio y aumentar su capacidad de reproducción y supervivencia.



## 7. Cita las principales diferencias entre la mitosis y la meiosis.

La *mitosis* interviene en el crecimiento de los seres vivos pluricelulares y en la reproducción asexual de los organismos. Es un proceso de división celular mediante el cual a partir de una célula madre se forman dos células hijas con idéntica dotación cromosómica y genética que la célula progenitora.

La meiosis tiene lugar en todos los ciclos biológicos en los cuales se produce la reproducción sexual. En este tipo de división celular se forman células especiales haploides ( $n$ ), llamadas gametos (óvulos en la mujer, espermatozoides en el varón) a partir de una célula diploide ( $2n$ )



En el caso del ser humano todas las células se dividen por mitosis, con excepción de las células sexuales que lo hacen por meiosis.

- En la mitosis las células progenitoras pueden ser haploides o diploides. Éstas al dividirse darán lugar a dos células con idéntica dotación cromosómica que ella.

- En la meiosis la célula progenitora es diploide. La división por meiosis de una de estas células da lugar a cuatro células haploides con la mitad de la información genética y genéticamente diferentes entre sí y diferentes de la célula progenitora. El proceso de formación de gametos se llama gametogénesis y tiene lugar en las gónadas sexuales masculinas (testículos) o femeninas (ovarios).

**8. Identifica cada una de las fases del proceso representado en las imágenes y ordénalas temporalmente.**

EXPLICA CON DETALLE LAS FASES INDICADAS CON LAS LETRAS E y D.

E: ANAFASE: Las dos cromátidas de cada cromosoma inician, de forma simultánea, un movimiento de separación hacia cada uno de los polos arrastradas por los microtúbulos cinetocóricos, que se acortan por despolimerización. La separación de ambas cromátidas se inicia por el centrómero y de forma sincronizada en todos los cromosomas de la placa metafásica. Los microtúbulos polares se alargan por polimerización y separan, cada vez más, a los polos del huso acromático.

La anafase concluye cuando las cromátidas han llegado a cada uno de los polos.

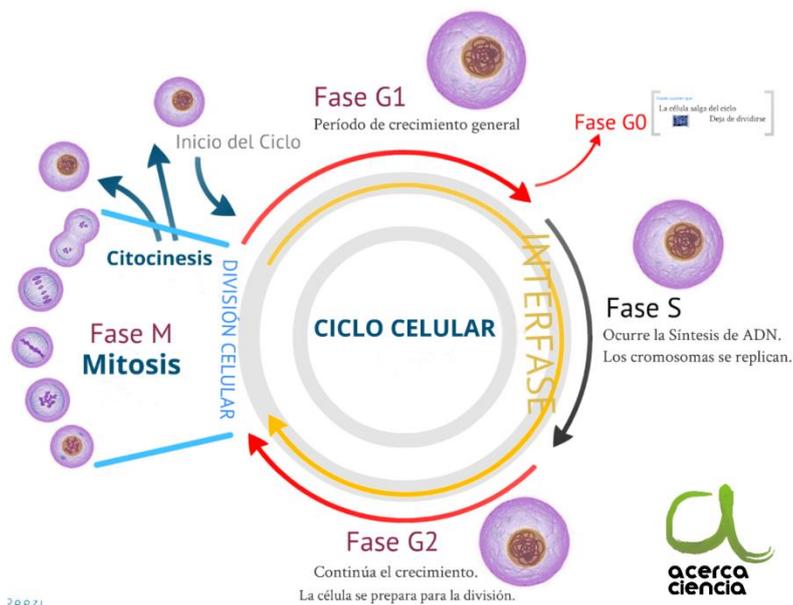
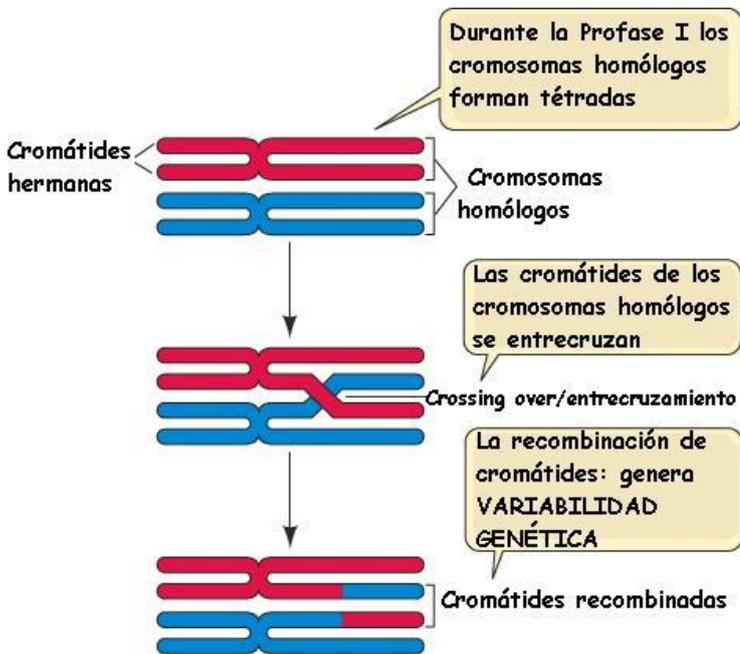
D: METAFASE: Los cromosomas alcanzan el máximo grado de condensación. El huso acromático está formado extendiéndose entre los dos polos de la célula. Los microtúbulos cinetocóricos empujan a los cromosomas lenta y progresivamente hasta situarlos en el plano medio del huso acromático formando la placa ecuatorial o metafásica.

Los centrómeros se colocan perpendicularmente al eje formado por los dos pares de centriolos, de manera que cada una de las cromátidas que forman el cromosoma metafásico queda orientado hacia uno de los polos.

**9. Explica la diferencia entre la mitosis y la primera división meiótica.**

La diferencia es que en la mitosis sólo es un cromosoma de cada tipo el que se sitúa en el centro de la célula formando la placa ecuatorial al final de la metafase.

Durante la anafase son las cromátidas del cromosoma las que se separan dando lugar a dos grupos de cromátidas en cada polo iguales en número e información genética.



Durante la primera división meiótica los cromosomas homólogos se aparean formando las tetradas (parejas de cromosomas homólogos) que intercambian fragmentos de cromátidas y por tanto de información genética.

Los nuevos cromosomas formados al final de la metafase todavía unidos por algunos puntos llamados quiasmas formarán la placa ecuatorial al final de la metafase I. Durante la anafase I se separan cromosomas enteros, cada uno de la pareja, al azar, a cada polo, formando al final de la telofase dos conjuntos de cromosomas diferentes con distinta información genética

### 11. Representa en un esquema el ciclo celular e indica qué pasa en cada una de sus fases.

Interfase, es la fase más larga del ciclo; ocupa casi el 95% del mismo.

Transcurre entre dos mitosis y comprende las siguientes etapas:

a) Fase G1 (Gap 1) : Esta primera fase del ciclo celular es el período que transcurre entre el final de la mitosis y el inicio de la síntesis de ADN. En ella tienen lugar el crecimiento de la célula y la síntesis de proteínas y ARN. En ella la célula alcanza un tamaño semejante al de la célula adulta. Si la célula no vuelve a entrar en división, entra en una fase llamada G0 características de las células diferenciadas que han perdido la capacidad de reproducirse para siempre.

Ejemplo: neuronas, fibras musculares, etc.

b) Fase S: En esta segunda fase del ciclo se duplica el material genético mediante el proceso de replicación del ADN y la síntesis de nuevas histonas y otras proteínas no histonas. Ambas formarán las nucleoproteínas de la nueva cromatina.

Al finalizar la fase S, el núcleo contiene el doble de proteínas nucleares y ADN.

c) Fase G2 (Gap 2): En esta fase continúa el crecimiento celular y la síntesis de proteínas y ARN. Se observan importantes cambios en la estructura celular que indican el principio de la división celular. Esta fase acaba cuando los cromosomas comienzan a condensarse a principios de la fase M.

d) Mitosis: Corresponde a la fase M del ciclo celular. En esta fase la célula progenitora se divide y da lugar a dos células nuevas hijas. El proceso se subdivide en las siguientes etapas: Cariocinesis (que comprende las fases: profase, metafase, anafase y telofase) y la citocinesis.

### 12. ¿En qué se diferencian la profase de la mitosis de la profase I de la meiosis?

En una célula diploide en la profase de la mitosis la cromatina de la interfase termina su condensación formando las cromátidas, las cuales se agrupan (la molécula de ADN y su copia) formando  $2n$  cromosomas individuales, que posteriormente en la anafase se dividirán en dos grupos al azar de  $2n$  cromátidas. Cada uno de estos dos grupos formará la cromatina de los núcleos de las dos células hijas

En cambio, la profase I de la meiosis es mucho más larga diferenciándose cinco fases (leptótena, zigótena, paquítena, diplótena y diacinesis) donde la cromatina se condensa formando los  $2n$  cromosomas que se agruparán formando parejas de cromosomas homólogos ( $n$  tetradas, cada una con cuatro cromátidas, dos maternas, la original y su copia y dos paternas) unidas por algunos puntos llamados quiasmas.

En la fase paquítena se produce la recombinación genética o crossing-over (intercambio de fragmentos de ADN entre cromátidas homólogas).

Durante la anafase se separarán cromosomas homólogos, permaneciendo por momentos unidos en los puntos donde se ha producido sobrecruzamiento (quiasmas) formando dos grupos al azar de n cromosomas. En cada grupo sólo hay uno de los cromosomas de la pareja de cromosomas homólogos (tetrada).

**13. ¿Cuál es el significado biológico de la meiosis?**

La meiosis tiene una importancia biológica fundamental en los organismos que se reproducen sexualmente puesto que es el proceso por el que se fabrican los gametos (células reproductoras). En la reproducción sexual, dos gametos, procedentes de sexos diferentes, se unen para formar una célula huevo o cigoto.

Si los gametos tuviesen el mismo número de cromosomas que las restantes células, cuando se uniesen mediante el proceso de fecundación formarían un cigoto con el doble de cromosomas característico de la especie. El resultado sería que el número de cromosomas se duplicaría en cada generación. Para evitar ésto, los organismos con reproducción sexual producen los gametos, mediante la meiosis, proceso que permite reducir el número de cromosomas a la mitad.

Es una fuente inagotable de variabilidad genética. La unión al azar de dos gametos haploides, uno masculino y otro femenino, se llama fecundación y determina la formación de una célula diploide (cigoto), que agrupa el material genético de ambos progenitores.

Como consecuencia de la meiosis, los hijos son genéticamente diferentes de sus progenitores.

Durante la mitosis I se produce el reparto al azar de las parejas de cromosomas homólogos (uno paterno y el otro materno).

Mediante el sobrecruzamiento entre los cromosomas homólogos que se produce durante la profase I de la meiosis, tiene lugar la recombinación genética o intercambio de fragmentos entre cromátidas de las parejas de cromosomas homólogos. Finalmente el reparto al azar de las cromátidas durante la anafase II de la meiosis asegura que los gametos haploides fabricados, contengan todos información genética diferente.

Esta variabilidad genética es muy importante en el proceso evolutivo de las especies.

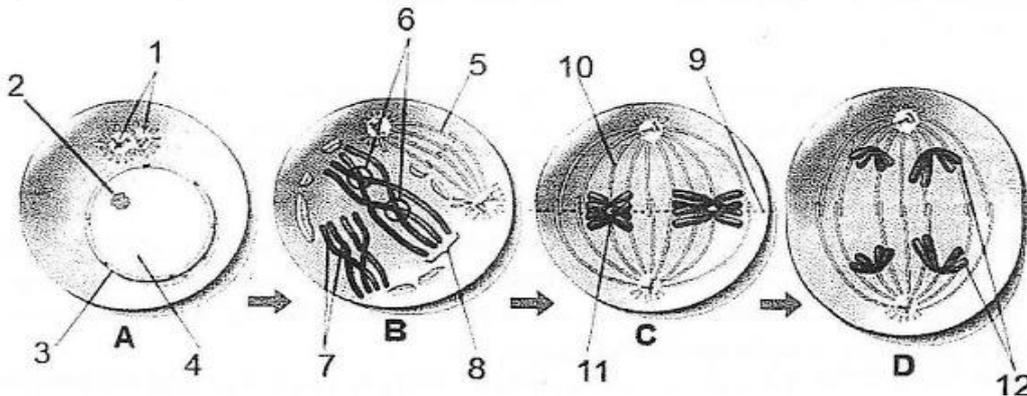
**14. ¿Es idéntico el material genético de los dos cromosomas homólogos?. ¿Y el de las dos cromátidas hermanas?**

Los dos cromosomas homólogos no contienen la misma información genética porque uno de los cromosomas de la pareja procede de la madre y el otro del padre. Aunque contienen los mismos genes pueden presentar diferentes alelos y por tanto informaciones distintas.

En cambio, las cromátidas hermanas presentan la misma información ya que una de las cromátidas es la copia por replicación del ADN de la otra, siempre y cuando no se cometan errores en la replicación o no sean cromátidas recombinantes, en cuyo caso la nueva cromátida formada, contendrá parcialmente información genética de la cromátida homóloga.

**16. Observa la siguiente figura y contesta a las preguntas:**

**¿Qué proceso se representa en la figura?. Identifica las fases A, B, C y D y las estructuras numeradas 1 y 2.**



La mitosis

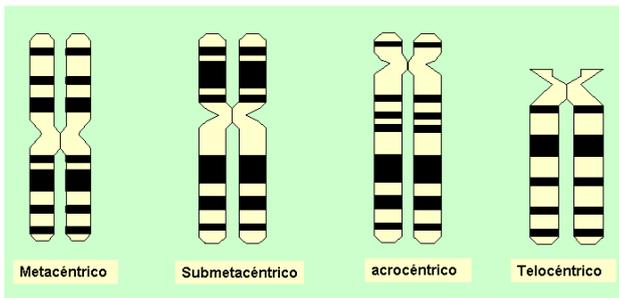
1. Duplicación del centrosoma
2. Nucleolo.
3. Membrana nuclear.
4. Cromatina.
5. Huso mitótico.
6. Quiasmas.
7. Cromátidas.
8. Tétrada.
9. Placa ecuatorial.
10. Huso mitótico.

- 11. Cinetócoro.
- 12. Cromosomas homólogos.
- A. Interfase.
- B. Profase I.
- C. Metafase I.
- D. Anafase I.

**17. Explica los siguientes conceptos:**

**Ciclo celular:** es el conjunto de cambios que sufre una célula desde que se ha formado, por división de una célula progenitora, hasta que se divide para dar origen a dos nuevas células hijas. Comprende las fases G1 (G0), S, G2 y M.

Clases de cromosomas por la posición del centrómero:



**División celular:** Es la fase M del ciclo celular durante la cual la célula reparte el material genético para formar dos núcleos hijos (Cariocinesis) y posteriormente se reparte el citosol (Citocinesis) para formar células hijas. La división celular puede ser por mitosis o por meiosis.

**Mitosis:** Tipo de división celular por la que se forman dos células hijas idénticas a la progenitora. Proceso que permite el crecimiento del individuo o la reposición de células en los tejidos.

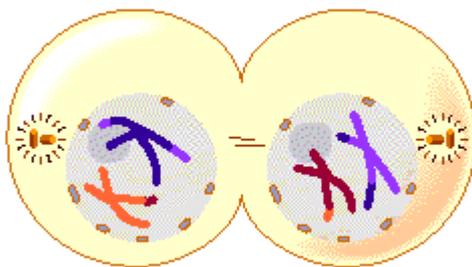
**Citocinesis:** Es una etapa de la mitosis posterior a la cariocinesis en la que se produce el reparto equitativo o no del citosol entre ambas células.

**Centrómero:** Es la parte del cromosoma que une las cromátidas del cromosoma y que permite dividir el cromosoma en dos partes o brazos. Dependiendo de su posición en el cromosoma tenemos cromosomas: metacéntricos, submetacéntricos,

telocéntrico y acrocéntricos.

**Cinetócoro:** cada centrómero consta de dos cinetócoros, uno en cada cromátida. Es el lugar donde se unen cada una de las cromátidas con las fibras del huso mitótico discontinuas, característica que permite durante la anafase de la mitosis separar las cromátidas del cromosoma y dirigir las hacia cada uno de los polos de la célula.

**18. La siguiente figura representa una célula somática 2n=4 cromosomas de una especie animal:**



**¿Se trata de una célula en mitosis o en meiosis? ¿En qué fase se encuentra? Razona la respuesta.**

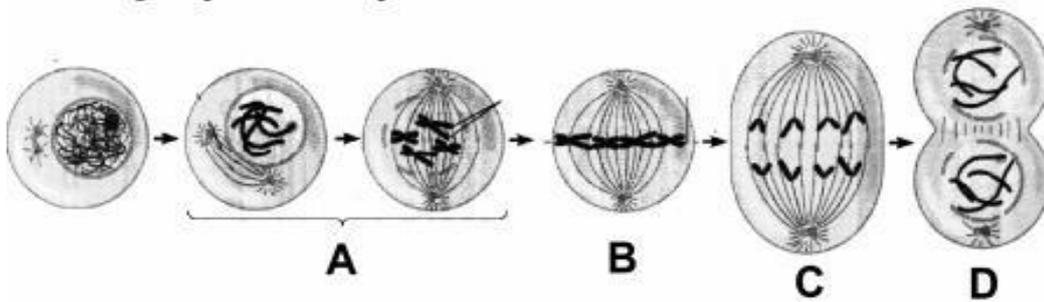
En la célula eucariota, cada cromátida está constituida por una sola molécula de ADN. Indica el número de estas moléculas presentes en las siguientes células de esta especie diploide n=2

- Un espermatozoide
- Una célula en metafase mitótica
- Una célula en periodo G1
- Una célula en la profase de la segunda división

meiótica

**23. El dibujo representa un proceso de división celular:**

- a) ¿Qué proceso es? ¿En qué tipo de células tiene lugar? Cita las fases del proceso de la figura e identificalas con las letras del dibujo (2 puntos).
- b) En el proceso de la figura, ¿son idénticos los cromosomas de las células hijas a los de la madre? ¿Por qué?
- c) ¿Qué diferencia existe entre cariocinesis y citocinesis?
- d) ¿Podría realizarse la meiosis en células haploides? ¿Por qué?



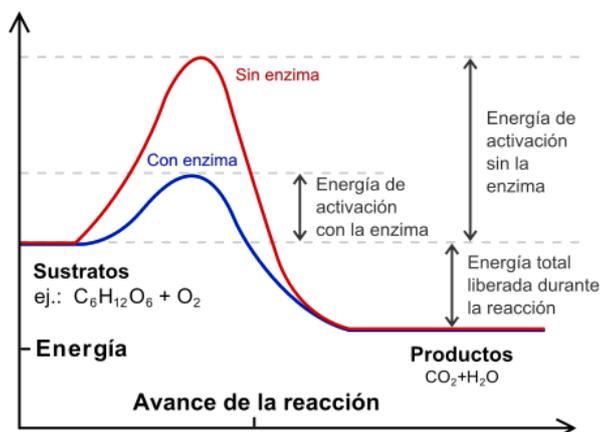
- El proceso representado en el dibujo es la mitosis. Se dividen así las células somáticas. Las diferentes fases de la mitosis son: A Profase; B Metafase; C Anafase; D Telofase.
- En la mitosis los cromosomas de las células hijas son idénticos a los de la célula madre, porque no existe intercambio genético entre los cromosomas homólogos.
- La cariocinesis es la división del núcleo mientras que citocinesis es la división del citoplasma.
- En células haploides no podría realizarse la meiosis porque esta conduce a la reducción de la dotación genómica.

## ENZIMAS

### BLOQUE II.

#### Enzimas. Tipos de enzimas. Cinética enzimática.

##### 1. Definición de enzima



Los enzimas son generalmente proteínas que catalizan de forma específica determinadas reacciones bioquímicas uniéndose a la molécula de sustrato específico transformándolo en producto

La región del enzima donde se acopla el sustrato es el centro activo del enzima. La unión del enzima y el sustrato implica un reconocimiento espacial. Para cada sustrato y proceso químico a realizar se necesita un enzima específico diferente, razón por la cual hay una gran variedad de enzimas.

Los enzimas disminuyen la energía de activación y aceleran las reacciones bioquímicas, no alteran el signo ni la cantidad de energía libre liberada en el proceso, ni alteran el equilibrio. Al terminar la reacción quedan libres y pueden intervenir de nuevo en el proceso.

##### 2. Explica el significado de:

- Complejo enzima-sustrato: es la unión del sustrato al centro activo del enzima. La formación de este complejo es imprescindible para que la reacción química pueda realizarse. Al terminar el proceso químico se obtiene el producto y se libera el enzima inalterado
- Centro activo del enzima: Es la región del enzima donde se acopla el sustrato. Esta unión implica un reconocimiento espacial, es decir, específico.
- Cofactor: Las holoenzimas son enzimas que contienen una parte de proteína (apoenzima) y otros tipos de moléculas de naturaleza no proteica (cofactor) de las que depende su actividad biológica.

Los cofactores pueden ser: sales minerales o moléculas orgánicas complejas.

Las moléculas orgánicas complejas pueden unirse a la apoenzima débilmente, entonces se llaman coenzimas, o se llaman grupo prostético cuando se unen a la apoenzima mediante enlaces covalentes.

d) Inhibición competitiva: El inhibidor y el sustrato compiten por el centro activo del enzima impidiendo la unión del sustrato al centro activo. El sustrato e inhibidor competitivo tiene una alta semejanza estructural. La unión del inhibidor al centro activo impide el acoplamiento del sustrato disminuyendo la velocidad de la reacción.

##### 5. ¿Qué es el ATP?. Explica su estructura e indica algunos procesos en los que esta molécula es imprescindible.

Es un ribonucleótido fundamental en la utilización de la energía química de enlace para todos los seres vivos. Está formado por una base nitrogenada, la adenina, unida al carbono 1' de una aldopentosa, llamada ribosa, mediante enlace N-glucosídico y que en su carbono 5' tiene enlazados tres grupos fosfatos mediante enlaces fosfodiéster.

El ATP se produce en la fotosforilación (fase luminosa de la fotosíntesis) o la fosforilación oxidativa (fase final de la respiración célula aerobia) y los acoplamiento energético de las rutas catabólicas. Se consume por muchos de los enzimas que intervienen en los acoplamiento energético de las rutas anabólicas.

De los tres enlaces fosfodiéster que tiene esta molécula, el segundo y el tercero son ricoenergéticos. Liberan gran cantidad de energía cuando se rompen y se necesita gran cantidad de energía para formarlos.

Es la moneda energética celular. Es el eslabón entre los procesos catabólicos, liberadores de energía química que se almacena en los enlaces fosfodiéster ricoenergéticos del ATP y de los anabólicos cuando se rompe alguno de estos enlaces ricoenergéticos. La energía liberada es de 7,3 Kcal/mol.

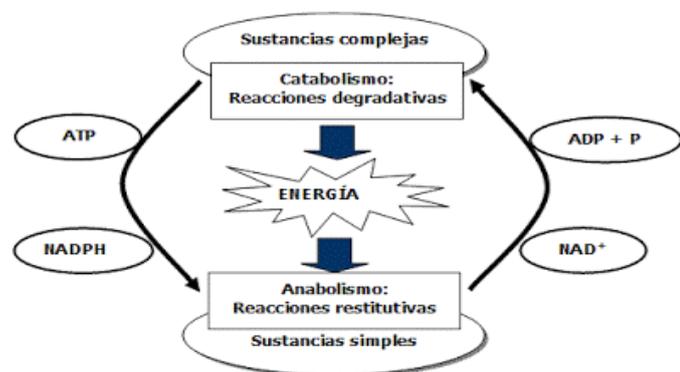
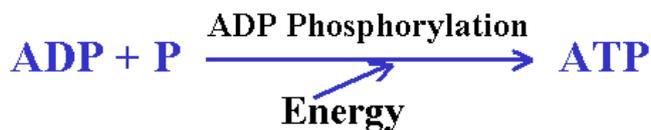
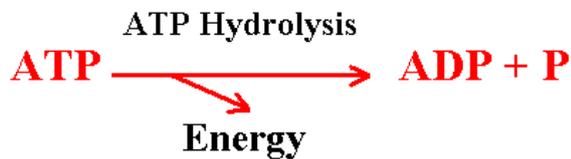
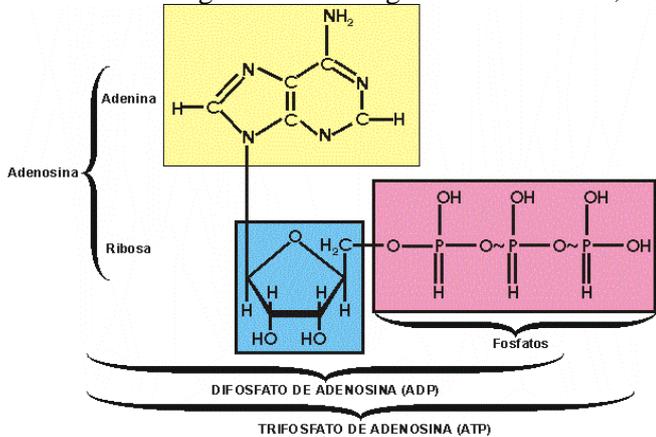


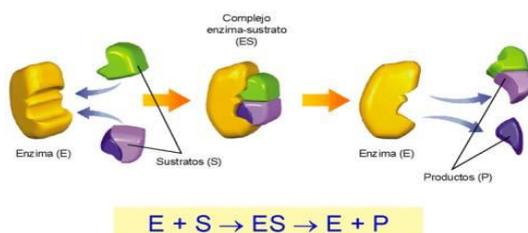
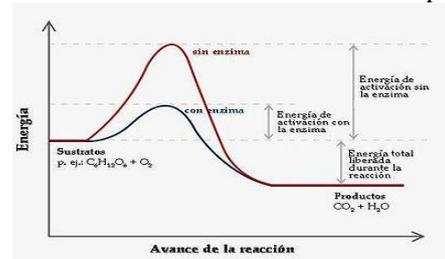
Figura 2.2. Interdependencia anabolismo-catabolismo.

## 6. Definición de enzima. Cita las propiedades que permiten considerar a los enzimas como catalizadores.

Los enzimas son proteínas que aceleran la velocidad de reacción de determinados procesos químicos de forma específica, reconociendo y uniéndose a la molécula que actúa como sustrato transformándolo en producto. Otros catalizadores biológicos que no son proteínas son las riboenzimas que son de naturaleza ribonucleoproteica.

Sus características como catalizadores son:

- Disminuyen la energía de activación del proceso en que intervienen, es decir, aumenta la velocidad de las reacciones bioquímicas.
- No alteran ni el signo ni la cantidad de energía libre de la reacción, sólo aumenta su velocidad.
- No modifican el equilibrio de la reacción, sino que aceleran la llegada a ese equilibrio.
- Al terminar la reacción quedan libres sin alterarse. Como cualquier otro catalizador pueden actuar de nuevo de forma reiterativa.
- Son enormemente específicas. Los enzimas sólo se unen a un tipo de sustrato. El modelo de unión es de mano - guante. La conformación del enzima se acopla a la estructura del sustrato que reconoce.



Las enzimas son importantes moléculas que intervienen en el metabolismo celular

a) Define el concepto de catálisis enzimática;

- b) **¿Qué es el centro activo de una enzima?;**  
c) **Cita dos factores que afectan a la actividad enzimática;**  
d) **Nombra dos tipos de coenzimas**

El alumno contestará:

- a) La catálisis enzimática es el proceso por el que las enzimas aceleran las reacciones metabólicas  
b) Es una zona de la enzima que posee estructura tridimensional determinada donde se produce la unión enzimasustrato necesaria para la catálisis enzimática.  
c) Factores que afectan a la actividad enzimática son: la temperatura, el pH, la concentración de sustrato, los activadores, los inhibidores, etc.  
d) Ejemplos de coenzimas son: Coenzima Q, NADH,.....

## **METABOLISMO**

### **BLOQUE II. Metabolismo. Glicólisis. Anabolismo. Catabolismo. Balance energético.**

#### **2. Define qué son procesos catabólicos y anabólicos. Pon algún ejemplo de cada proceso.**

Catabolismo: es el metabolismo de degradación oxidativa de moléculas muy reducidas y cargadas de energía, las cuales al romper sus enlaces liberan energía (reacciones exergónicas) y permiten formar ATP y compuestos inorgánicos sencillos. Ejemplo: catabolismo de la glucosa (glicólisis, oxidación del pirúvico, Ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa).

Anabolismo: es el metabolismo de síntesis de compuestos orgánicos complejos que requieren energía suministrada por el ATP obtenido en los procesos catabólicos (anabolismo heterótrofo) o la fuente primaria de energía (solar, reacciones redox), del medio (anabolismo autótrofo). Ejemplo: Gluconeogénesis, biosíntesis de proteínas, síntesis de ácidos grasos. Define qué son procesos catabólicos y anabólicos. Pon algún ejemplo de cada proceso.

En los seres vivos hay dos tipos principales de procesos metabólicos, como dos caminos diferentes; en uno se construye y en el otro se destruye, se degrada.

Estos procesos se llaman anabolismo y catabolismo, y están relacionados entre sí.

Los procesos anabólicos son procesos metabólicos de construcción, en los que se obtienen moléculas grandes a partir de otras más pequeñas. En estos procesos se consume energía. Los seres vivos utilizan estas reacciones para formar, por ejemplo, proteínas a partir de aminoácidos. Mediante los procesos anabólicos se crean las moléculas necesarias para formar nuevas células.

Los procesos catabólicos son procesos metabólicos de degradación, en los que las moléculas grandes, que proceden de los alimentos o de las propias reservas del organismo, se transforman en otras más pequeñas. En los procesos catabólicos se produce energía. Una parte de esta energía no es utilizada directamente por las células, sino que se almacena formando unas moléculas especiales. Estas moléculas contienen mucha energía y se utilizan cuando el organismo las necesita. En el catabolismo se produce, por ejemplo, la energía que tus células musculares utilizan para contraerse, la que se emplea para mantener la temperatura de tu cuerpo, o la que se consume en los procesos anabólicos.

#### **4. ¿Qué es una fermentación?. Indica la localización intracelular de los procesos fermentativos.**

Cuando el catabolismo ocurre en condiciones anaerobias, es decir, cuando el último aceptor no es el oxígeno sino una molécula orgánica simple, la ruta de degradación de la glucosa se denomina fermentación.

En los organismos pluricelulares, pueden darse rutas aerobias o anaerobias dependiendo de las condiciones en las que se encuentre la célula. Existen dos tipos, la etílica y la láctica, y ambas se llevan a cabo en el citosol.

La fermentación alcohólica se produce a partir d'una molècula de glucosa dos de etanol, dos de dióxido de carbono i dos moléculas de ATP.

La fermentación etílica (alcohólica) tiene un gran interés industrial porque produce pan y bebidas alcohólicas gracias a bacterias como el *Saccharomyces cerevesiae* cuando actúa sobre los azúcares de la uva. El vino, independientemente del color de la uva, es de color blanco. Los vinos negros se obtienen fermentando también la piel de la uva negra.

Otros productos alcohólicos son la cerveza, el sake obtenido de la fermentación del hongo *Aspergillus*. El pan es un amasado de harina de trigo, arroz, maíz, sal y levaduras. Las levaduras fermentan el almidón. El dióxido de carbono que resulta de la fermentación queda atrapado entre la masa, produciendo la masa hueca del pan. El alcohol etílico producido, se volatiliza durante la cocción.

La fermentación láctica se produce a partir de una molécula de glucosa, dos de ácido láctico y dos moléculas de ATP.

Algunas bacterias homofermentativas llevan a cabo fermentaciones lácticas que producen alimentos lácticos de consumo habitual como los quesos, yogures, etc. a partir del azúcar (lactosa) de la leche. Las bacterias más utilizadas son de los géneros *Streptococcus*, *Lactobacillus*, etc. que hacen descender el pH, proceso que desnaturaliza las proteínas formando la cuejada

A partir de la cuajada se fabrica el queso, que fermenta por acción de bacterias y hongos del género *Penicillium*, que hidrolizan las proteínas liberando distintos tipos de aminoácidos.

El yogur es producido por bacterias de las mencionadas anteriormente.

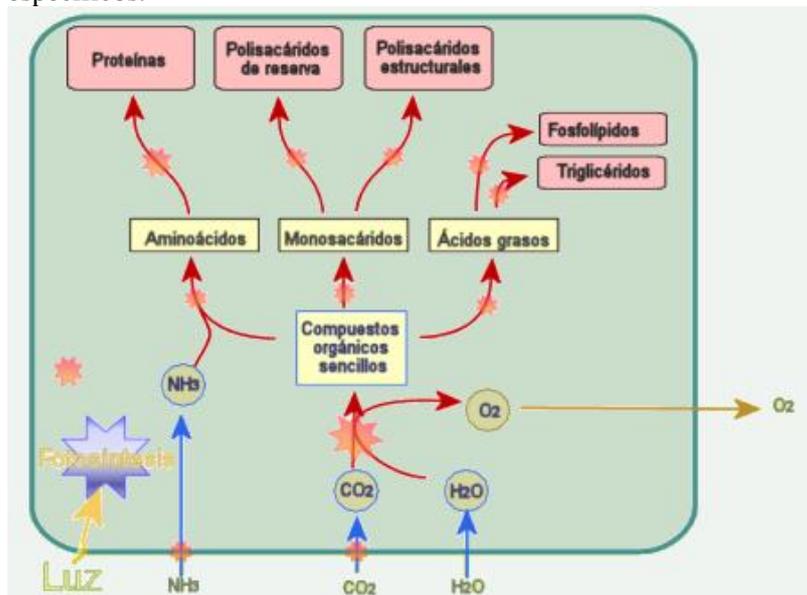
Todos estos productos tienen gran interés económico e industrial.

### 6. Compara el metabolismo autótrofo y el metabolismo heterótrofo.

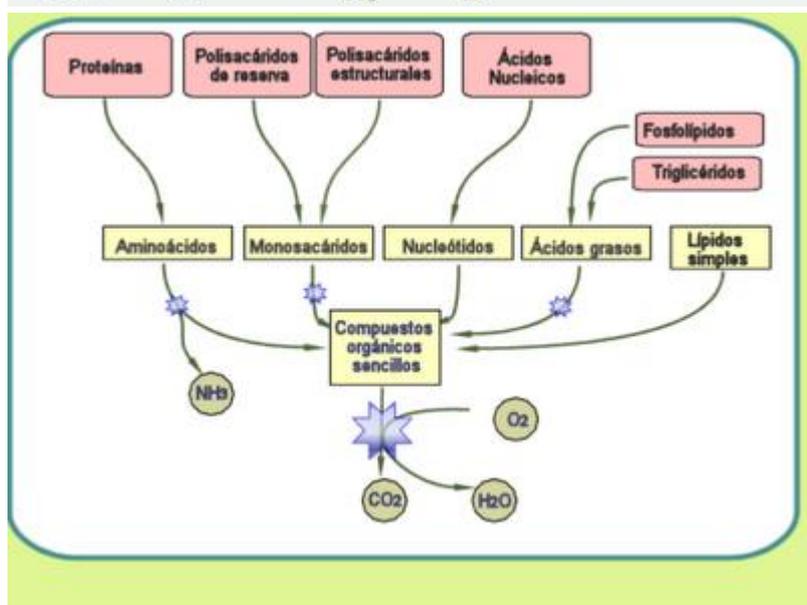
**Metabolismo autótrofo:** Se consideran organismos autótrofos aquellos que son capaces de sintetizar moléculas orgánicas a partir de la energía de los fotones de la radiación luminosa (fotoautótrofos) o de la energía de enlace contenida en las moléculas inorgánicas (quimioautótrofos) a partir de compuestos inorgánicos simples como  $\text{CO}_2$ , agua y sales minerales.

**Metabolismo heterótrofo:** Los organismos heterótrofos son aquellos que obtienen la energía de la rotura de enlaces de las moléculas orgánicas, que constituyen su alimento, las cuales son transformadas en productos inorgánicos u orgánicos más sencillos.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que se produce en el interior de las células y que conduce a la transformación de unas biomoléculas en otras. Todas las reacciones metabólicas están reguladas por enzimas específicos.

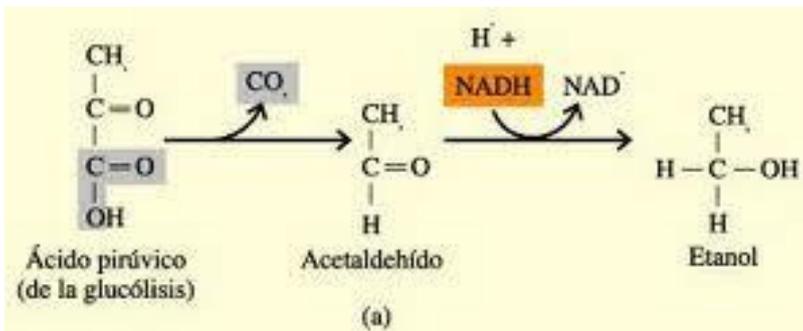


Metabolismo autótrofo



Metabolismo heterótrofo

7. ¿Qué proceso metabólico se representa en la imagen?. ¿En qué condiciones se da?. ¿En qué lugar de la célula ocurre?. ¿De dónde procede el ácido pirúvico?. Cita usos industriales de este proceso.



Este proceso metabólico es la fermentación alcohólica.

Se da en condiciones anaerobias.

Ocurre en el citoplasma.

El ácido pirúvico procede de la degradación de la glucosa, es decir, de la glucólisis.

Sus usos industriales son, principalmente, la elaboración de pan y de bebidas alcohólicas.

## 8. Relaciona estos procesos metabólicos con la estructura celular en la que ocurren.

Ensamblaje del ARNr y proteínas ribosomales

Glicólisis

Beta oxidación de los ácidos grasos

Reducción  $\text{CO}_2$  atmosférico

Glucosilación de proteínas

Fosforilación oxidativa

Oxidación del ácido pirúvico a  $\text{CO}_2$

Reparación del ADN

nucleolo

citoplasma

matriz mitocondrial

estroma cloroplasto

aparato de Golgi

membrana interna mitocondrial

peroxisoma

nucleoplasma

## 9. Define organismo aerobio y organismo anaerobio y pon un ejemplo de cada uno. Según cuál sea el último

aceptor de los hidrógenos (electrones) del NADH procedentes del sustrato oxidado y de la energía metabólica en forma de ATP que se forme durante el proceso de oxidación del sustrato y del lugar donde se lleven a cabo los procesos, se tienen dos tipos de organismos:

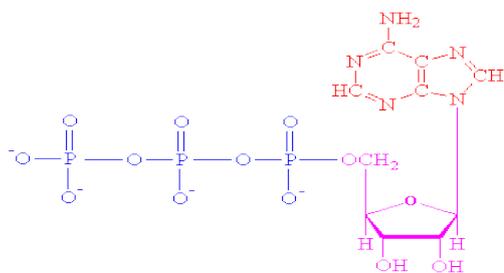
- Aerobios: cuando el oxígeno molecular es el último aceptador formando agua. Este proceso libera una gran cantidad de energía (38 moléculas de ATP por molécula de glucosa) y se realiza en sus etapas finales en el interior de la mitocondria, en presencia de oxígeno, en un proceso que comprende varias etapas: Glicólisis (citoplasma), ciclo de Krebs (matriz mitocondrial), cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa (en la membrana mitocondrial interna y partículas fundamentales). Los productos finales de este proceso son el dióxido de carbono y agua. La mayor parte de los seres vivos son aerobios entre ellos los animales y las plantas.

- Anaerobios: Cuando es una molécula orgánica todavía reducida la que finalmente acepta los electrones del NADH. Se producen tan solo dos moléculas de ATP por molécula de glucosa, además de moléculas todavía reducidas con alto nivel energético como el etanol (fermentación alcohólica) y el ácido láctico (fermentación láctica). El proceso se lleva a cabo en condiciones anaerobias (sin oxígeno) y se realiza en el citoplasma. Ejemplos de organismos anaerobios: bacterias como el *Sacharomyces*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, levaduras, etc.

Existen organismos anaerobios facultativos, capaces de producir ambos tipos de procesos catabólicos dependiendo de las condiciones ambientales. En presencia de oxígeno se completa la respiración aerobia dando lugar a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y 38 moléculas de ATP.

Si las condiciones ambientales son de falta de oxígeno (músculo en actividad con deficiente ventilación), pueden utilizarse rutas alternativas como la de la glicólisis para producir energía por vía anaerobia (ácido láctico y dos moléculas de ATP).

## 10. ¿Qué es el ATP?. Explica su estructura e indica algunos procesos en los que esta molécula es imprescindible.



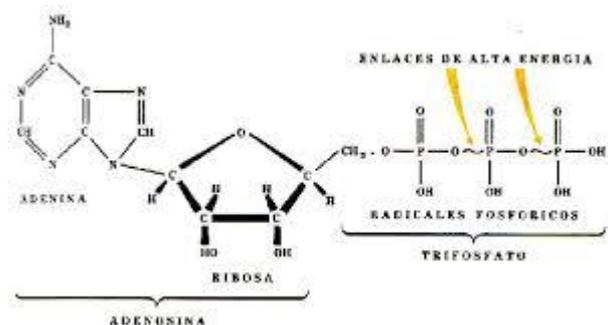
El trifosfato de adenosina (adenosin trifosfato), es un **nucleótido** fundamental en la obtención de energía celular. Está formado por una base nitrogenada (**adenina**) unida al carbono 1 de un azúcar de tipo **pentosa**, la **ribose**, que en su carbono 5 tiene enlazados tres **grupos fosfato**.

Las **reacciones endergónicas** se manifiestan durante los procesos anabólicos que requieren energía para convertir los **reactivos** sencillos (sustratos) en **productos** (moléculas orgánicas complejas).

Por otro lado, en las **reacciones exergónicas** se libera energía como resultado de los procesos químicos (ejemplo: el catabolismo de macromoléculas). Las reacciones exergónicas pueden estar acopladas con reacciones endergónicas. Reacciones de **oxidación-reducción** (redox) son ejemplos de reacciones exergónicas y endergónicas acopladas.

La masa molecular del ATP es de 507,181 g/mol. Es una molécula inestable y tiende a ser hidrolizada en el agua. La hidrólisis de ATP en la célula libera una gran cantidad de energía. Al ATP se le llama a veces "molécula de alta energía".

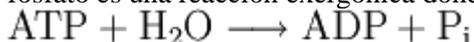
El ATP contiene "enlaces de alta energía" (ricoenergéticos) en los enlaces fosfodiéster que se encuentran entre el primer y segundo fosfato y el segundo y tercer fosfato.



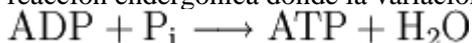
El ATP es la principal fuente de energía para la mayoría de las funciones celulares. Esto incluye la síntesis de macromoléculas como el ADN, el ARN y las **proteínas**. También desempeña un papel fundamental en el transporte de macromoléculas a través de las membranas celulares, es decir, en la **exocitosis** y endocitosis.

Debido a la presencia de enlaces ricos en energía (entre los grupos fosfato son los enlaces anhídrido del ácido), esta molécula se utiliza en los seres vivos para proporcionar la energía que se consume en las reacciones químicas. De hecho, la reacción de hidrólisis de la adenosina trifosfato en adenosina difosfato y

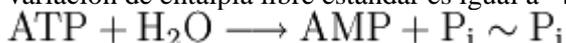
fosfato es una reacción exergónica donde la variación de entalpía libre estándar es igual a  $-30,5 \text{ kJ/mol}$ :



Por el contrario, la reacción de síntesis de la adenosina trifosfato a partir de adenosina difosfato y fosfato es una reacción endergónica donde la variación de entalpía libre estándar es igual a  $+30,5 \text{ kJ/mol}$ :



La reacción de hidrólisis del ATP en adenosín monofosfato (y pirofosfato) es una reacción exergónica donde la variación de entalpía libre estándar es igual a  $-42 \text{ kJ/mol}$ :



La energía se almacena en los enlaces entre los grupos fosfato. El ADP puede ser fosforilado por la cadena respiratoria de las mitocondrias y los procariontes, o por los cloroplastos de las plantas, para restaurar el ATP.

Es la principal fuente de energía directamente utilizable por la célula.

En los seres humanos, el ATP constituye la única energía utilizable por el músculo.

## 2. Indica las formas de obtención de energía en los organismos autótrofos y heterótrofos.

Los organismos autótrofos fabrican sus propias biomoléculas mediante la :

Fotosíntesis: algas, plantas y algunas bacterias fotosintéticas.

Quimiosíntesis: bacterias del S, del Fe, del metano, del hidrógeno, etc.

Los organismos heterótrofos necesitan tomar las biomoléculas que necesitan para realizar sus funciones de otros seres vivos. Algunas bacterias, protozoos, hongos y animales.

## 13. Nombra y explica la clasificación de los seres vivos según la naturaleza química de la materia y la fuente de energía que utilizan en su metabolismo

El alumno hará referencia a los dos tipos de metabolismo: autótrofo y heterótrofo. Los autótrofos utilizan como fuente de materia sustancias inorgánicas para construir biomoléculas orgánicas. Según la fuente de energía, los autótrofos son: fotosintéticos (fuente de energía la luz solar y fuente de carbono el  $\text{CO}_2$ ) o quimiosintéticos (fuente de energía la materia inorgánica). Los seres vivos heterótrofos utilizan como fuente de materia sustancias orgánicas que contienen la energía disponible en sus enlaces.

## 16. Define anabolismo y catabolismo citando un ejemplo de cada uno. ¿Cómo se clasifican los organismos según su forma de obtener carbono y la fuente de energía que utilizan?

El alumno definirá anabolismo como procesos de biosíntesis que requieren energía (por ejemplo gluconeogénesis, ciclo de Calvin, etc.) y catabolismo como procesos de degradación que liberan energía (glucólisis,  $\beta$ -oxidación, etc.). Los organismos pueden ser autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos utilizan como fuente de materia sustancias inorgánicas para construir biomoléculas orgánicas. Según la fuente de energía, los autótrofos son: fotosintéticos (fuente de energía la luz solar y fuente de carbono el  $\text{CO}_2$ ) o quimiosintéticos (fuente de energía la materia inorgánica). Los seres vivos heterótrofos utilizan como fuente de materia sustancias orgánicas que contienen la energía disponible en sus enlaces

## 17. Explica la diferencia entre fotosíntesis y quimiosíntesis

En la fotosíntesis la fuente de energía es la luz y en la quimiosíntesis la energía se obtiene de la oxidación de moléculas inorgánicas.

## LEYES DE MENDEL BLOQUE III.

# Leyes de Mendel. Gen. Alelo. Homo y heterocigótico. Herencia intermedia y codominante.

## 1. Definir:

- Gen: según la genética clásica, es una unidad de información genética hereditaria que controla un determinado carácter. Según la genética molecular es un fragmento de ADN que contiene la información para que unos determinados aminoácidos se unan en un orden concreto y formen una proteína.
- Alelo: cada una de las formas en que puede presentarse un gen. Los organismos diploides tienen dos alelos para cada gen, uno procedente del padre y el otro de la madre. Si ambos alelos son iguales los individuos son homocigóticos; si son distintos serán heterocigóticos.
- Genotipo: combinación de alelos que presenta un individuo para un determinado carácter. También se entiende por genotipo el conjunto de genes que tiene un organismo. Estas informaciones se conservarán durante toda la vida del individuo.
- Fenotipo: manifestación observable del genotipo. Puede cambiar a lo largo de la vida del individuo.

## 6. Define los siguientes pares de conceptos:

### - Genotipo y fenotipo

### - Homocigótico y heterocigótico

### - Alelo dominante y recesivo

### - Haploide y diploide

- Alelo: cada una de las formas en que puede presentarse un gen. Los organismos diploides tienen dos alelos para cada gen, uno procedente del padre y el otro de la madre. Si ambos alelos son iguales los individuos son homocigóticos; si son distintos serán heterocigóticos. Se llama dominante cuando se manifiesta en su fenotipo. Es recesivo cuando queda oculto por manifestarse el carácter dominante.
- Genotipo: combinación de alelos que presenta un individuo para un determinado carácter. También se entiende por genotipo el conjunto de genes que tiene un organismo. Estas informaciones se conservarán durante toda la vida del individuo.
- Fenotipo: manifestación observable del genotipo. Puede cambiar a lo largo de la vida del individuo.
- Haploide: individuo que presenta una sola dotación cromosómica de cada uno de sus cromosomas
- Diploide: individuo que presenta dos ejemplares de cada uno de sus cromosomas, uno procedentes del padre y el otro de la madre.

## MUTACIONES

### BLOQUE III.

## ¡Mutaciones génicas, cromosómicas y genómicas. Agentes mutagénicos. Variabilidad genética y evolución.

### 1. Define el concepto de mutación y explica los tipos de mutaciones.

El término mutación se refiere a los cambios que se producen en la secuencia o en el nombre de nucleótidos, de genes o cromosomas del ADN de una célula. Según el efecto que producen podemos distinguir las beneficiosas, las perjudiciales y las neutras.

Según el tipo de célula al que afectan, tenemos las germinales, que afectan a los gametos o a las células madre que las producen, son mutaciones que se transmiten a la descendencia, o las somáticas, que afectan a otras células y por tanto no son heredables.

Por último, según la extensión del material genético afectado, encontramos las: génicas, que son cambios en la secuencia de nucleótidos de un gen.

cromosómicas, que afectan a la disposición de los genes de un cromosoma y a la estructura del cromosoma.

genómicas, que disminuyen o aumentan el número de cromosomas de una especie.

### 2. ¿Qué es un agente mutagénico?. Tipos de agentes mutagénicos y ejemplos.

Son aquellos agentes físicos o químicos que aumentan la tasa de mutación espontánea de una especie.

En los mutagénicos físicos encontramos las radiaciones ionizantes, que son radiaciones electromagnéticas muy cortas y con un alto poder energético como los rayos X o gamma, que causan la ruptura de cromosomas y alteraciones de bases nitrogenadas y las radiaciones no ionizantes, como la radiación ultravioleta, que provoca dímeros de timina y citosina.

En los químicos encontramos ácido nitroso, que produce la desaminación de algunas bases nitrogenadas que actúan como otras bases y producen errores al sintetizar la complementaria. Otros como los agentes alquilantes, que añaden

etilos y metilos a las bases provocando transiciones. Las sustancias análogas a las bases nitrogenadas pueden sustituirlas y provocar también estas mutaciones, y las sustancias intercalantes se sitúan entre las bases nitrogenadas, provocando deleciones o inserciones, como algunas sustancias que se encuentran en el humo del tabaco.

## REPLICACIÓN DEL ADN

### **BLOQUE III.**

#### **Replicación semiconservativa del ADN. Diferencias entre eucariotas y procariotas.**

##### **1. Define los procesos siguientes e indica en qué parte de la célula eucariótica tiene lugar cada uno.**

Replicación:

Proceso por medio del cual se sintetiza una molécula de ADN utilizando como molde el propio ADN celular. El proceso está catalizado por el ADN polimerasa y utiliza desoxirribonucleótidos trifosfato. El proceso es semiconservativo, es decir, cada célula hija hereda una molécula de ADN, una de las cadenas de la cual procede de la célula madre y otra se tiene que sintetizar nuevamente. La replicación de las células eucariotas se inicia en diversos puntos de la molécula de ADN y se produce en la dirección 5'-3'.

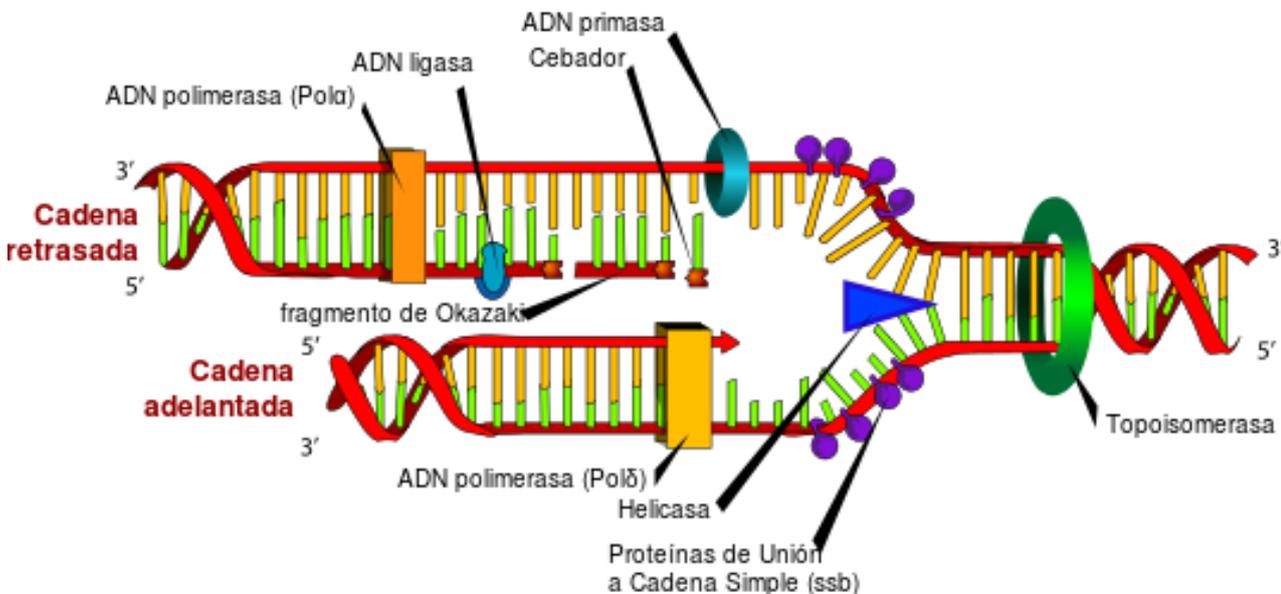
En una primera etapa actúan los enzimas que desenrollan la súper hélice y desestabilizan los puentes de hidrógeno entre las bases, separando las dos cadenas de la doble hélice y crea las denominadas horquillas de replicación. La gran tensión generada al desenrollarse parte de la doble hélice, se reduce por medio de la acción de topoisomerasas que introducen cortes en la molécula de ADN.

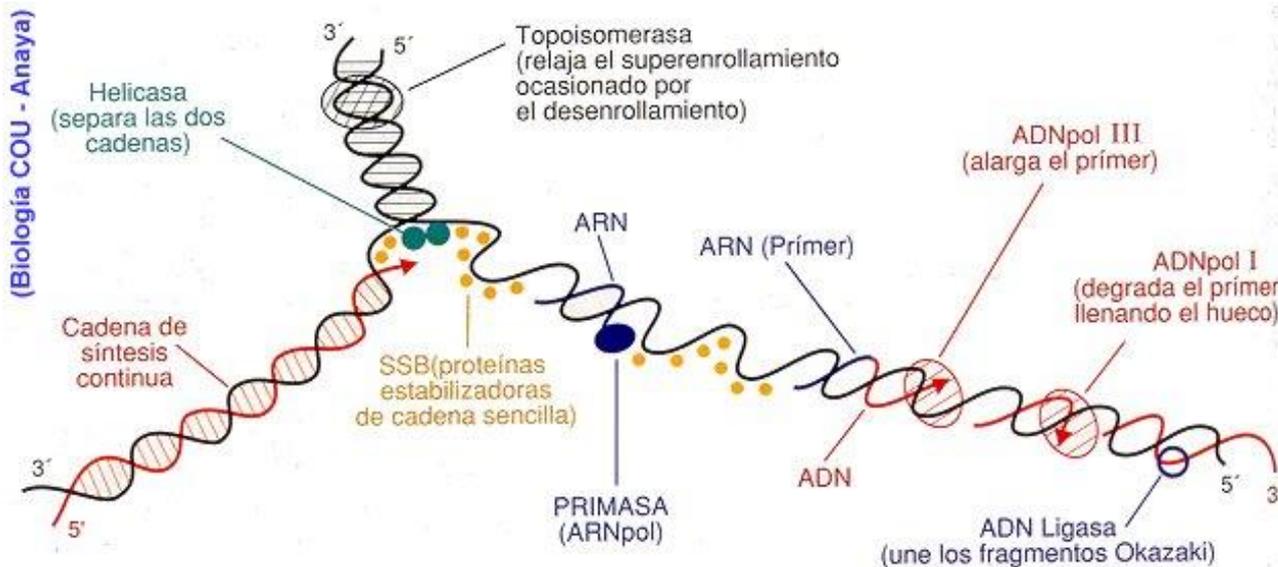
La acción de otras proteínas específicas permite el mantenimiento de los segmentos de cadena sencilla desenrollados por las helicasas (proteínas SSB). Las dos cadenas se sintetizan de forma diferente. La denominada cadena conductora se sintetiza de forma continua, mientras que la denominada cadena retardada se sintetiza de forma discontinua.

En la cadena conductora, el enzima primasa sintetiza un único ARN cebador en el origen en la horquilla de replicación y a continuación el ADN polimerasa III, sintetiza la cadena completa.

En la cadena retardada, la primasa sintetiza diversos fragmentos de ARN cebadores en puntos distintos en la horquilla de replicación y a continuación el ADN polimerasa III forma pequeños fragmentos de ADN unidos a los ARN cebadores que reciben el nombre de fragmentos de Okazaki (100 - 200 nucleótidos)

Finalmente, en las dos cadenas, conductora y retardada, se eliminan los fragmentos de ARN cebadores por medio de una exonucleasa (ADN polimerasa I) y se sustituyen los ribonucleótidos por desoxirribonucleótidos. Los fragmentos de ADN se unen por una ligasa. La síntesis de las dos cadenas, conductora y retardada, se produce de forma simultánea en cada horquilla de replicación.





## 2. Cita los distintos tipos de ARN:

- ARN mensajero
- ARN ribosómico
- ARN de transferencia

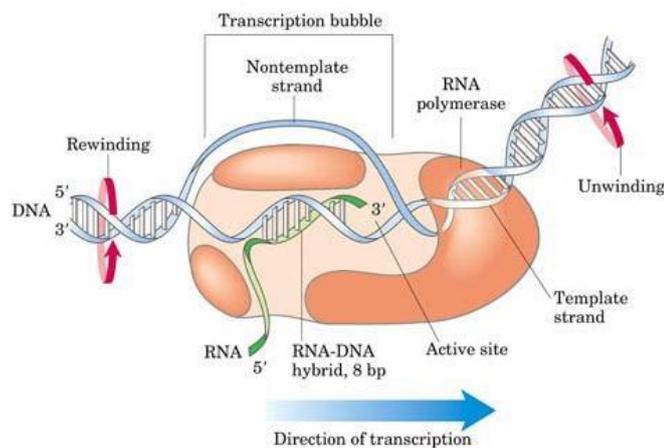
## ARN nucleolar

### TRANSCRIPCIÓN

### BLOQUE III

## Trancripción. Diferencias entre eucariotas y procariotas.

### 1. Define el proceso siguiente e indica en qué parte de la célula eucariota tiene lugar.



#### Transcripción:

La transferencia de la información contenida en la molécula de ADN (cadena molde) a una cadena de ARN. Aquí el enzima responsable es el ARN polimerasa. Este enzima inserta ribonucleótidos en dirección 5'-3'.

La transcripción consta de tres etapas: iniciación, elongación y terminación.

- En la iniciación, el ARN polimerasa se une a la secuencia específica en el ADN denominada promotor.
- Durante la elongación se forma la cadena de ARN a partir de ADN.

- El proceso acaba cuando el ARN polimerasa reconoce las señales de finalización.

La transcripción (sintetizar ARN a partir de un molde de ADN), ocurre en todo momento en las células. Este

proceso es mucho más activo cuando hay división celular y se da en gran proporción en la fase G1 del ciclo celular.

La transcripción, ya que necesita el ADN como molde, ocurre en el núcleo celular. El enzima ARN polimerasa es el encargado de este proceso.

### 3. Define los siguientes procesos e indica en qué parte de la célula eucariota se produce cada uno de ellos:

**Replicación :** La replicación o también duplicación del ADN, es el proceso por el que el ADN se duplica (se forma una copia idéntica de éste). Ésto sucede en el núcleo de la célula durante la fase S del ciclo celular.

**Transcripción:** Es el primer proceso de la expresión genética. Durante la transcripción genética, las secuencias de ADN son copiadas a ARN mediante una enzima llamada ARN polimerasa. La transcripción produce ARN mensajero como primer paso y, en la mayoría de los casos, la síntesis de proteínas. La transcripción del ADN también podría llamarse síntesis del ARN mensajero.

**Traducción:** Es cambio de la información contenida en la secuencia de los cuatro nucleótidos del ARNm, debida al ordenamiento de los 20 aminoácidos en la estructura de las cadenas polipeptídicas. Se lleva a cabo en los

ribosomas libres del citosol (se sintetizan proteínas para uso y estructura celular) o en los ribosomas adosados a las membranas del RER (se sintetizan proteínas destinadas a la exportación).

En los procariontes es un proceso simultáneo a la transcripción del ADN.

En eucariotes es un proceso temporal y espacialmente separados. La transcripción se lleva a cabo en el núcleo y la traducción en el citosol. La transcripción y la traducción se llevan a cabo durante las fases G1 y G2 del ciclo celular.

**4. Este esquema representa las etapas de determinados procesos celulares. Obsérvalo y responde.**



Ambos procesos: transcripción y traducción ya están explicados anteriormente.

La transcripción inversa es un proceso por el que a partir de una secuencia de ARN se fabrica una nueva cadena de ADN complementaria. Este proceso es importante en los virus que tiene como molécula portadora de la información (reovirus) un ARN. Para realizar este proceso se requiere el uso de la enzima transcriptasa inversa o retrotranscriptasa.

**6. ¿Cuáles son los tres tipos de RNA que intervienen en la síntesis de proteínas y cuál es la función de cada uno de ellos?**

El alumno deberá indicar que:

mRNA es la molécula molde que será utilizada en los ribosomas para la síntesis de proteínas.

rRNA es el componente principal de los ribosomas y participa por tanto en el proceso de síntesis de proteínas.

tRNA transporta los aminoácidos activados presentes en el citoplasma hasta los ribosomas donde se unirán para formar las proteínas.

**TRADUCCIÓN**  
**BLOQUE III.**

**Código genético. Traducción.**

**1. Define el proceso siguiente e indica en qué parte de la célula eucariota tiene lugar.**

Traducción:

La traducción es el segundo proceso de la síntesis proteica (parte del proceso general de la expresión genética). La traducción ocurre tanto en el citoplasma, donde se encuentran los ribosomas, como también en el retículo endoplasmático rugoso (RER).

Los ribosomas están formados por una subunidad pequeña y una grande que rodean el ARNm. En la traducción, el ARNm mensajero se descodifica para producir un polipéptido específico de acuerdo con las reglas especificadas por código genético. Es el proceso que convierte una secuencia de ARNm en una cadena de aminoácidos para formar una cadena polipeptídica.

Es necesario que la traducción venga precedida de un proceso de transcripción. El proceso de traducción tiene cuatro fases: activación, iniciación, elongación y terminación (entre todos describen el crecimiento de la cadena de aminoácidos, o polipépticos, que es el producto de la traducción).

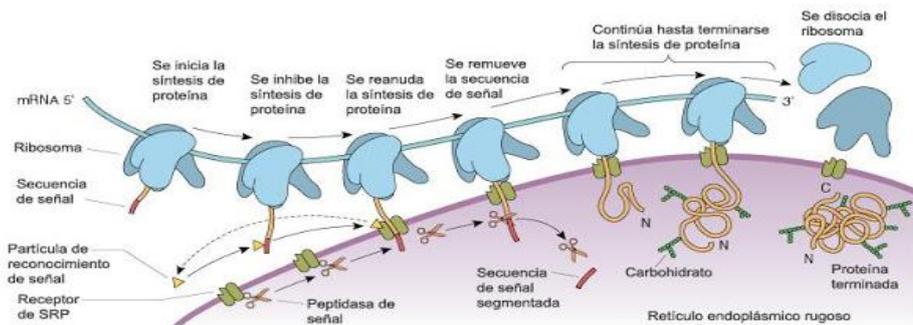


Fig. 2-16. Esquema de la síntesis de proteínas en el retículo endoplasmático rugoso. mRNA, ácido ribonucleico mensajero; SRP, partícula de reconocimiento de señal.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

### 3. Define código genético y explica sus características.

El código genético es el conjunto de toda la información almacenada en el ADN. Sus principales características son:

- Es universal; el mismo para todos los organismos conocidos.
- Es degenerado; sus aminoácidos son codificados por más de un codón.
- No tiene imperfección; ningún codón codifica para más de un aminoácido.
- No hay solapamiento; los codones no comparten ninguna base nitrogenada de sus secuencias. En el mensaje, los tripletes de bases se disponen de manera lineal sin que entre ellos hallan ni comas ni espacios. Su lectura se hace en el sentido 5'--- 3'.

## **BIOTECNOLOGÍA** **BLOQUE III.**

### **Biotecnología. Ingeniería genética. Genómica y proteómica. Técnicas de ingeniería: ADN recombinante, secuenciación del ADN, clonación, PCR. Aplicaciones y bioética.**

#### 1. ¿ Es posible la formación de ADN a partir de ARN?. Razona la respuesta.

Sí que es posible mediante el uso de la transcriptasa inversa o retrotranscriptasa que permite sintetizar ADN de doble cadena utilizando como molde ARN monocatenario.

Esta enzima se encuentra presente en los retrovirus.

Mediante este proceso la información del virus contenida en secuencias de ARN se transforma en una secuencia de ADN de doble cadena que traspasada la membrana nuclear se insertará en el ADN de la célula infectada. El ADN vírico bloqueará los procesos biosintéticos normales y dirigirá la transcripción de los genes víricos para fabricar los componentes de proteínas y ARN virales. Posteriormente se acoplarán formando la nueva generación de viriones.

El nombre de la enzima es debido a que el proceso normal de la transcripción, la que se podría llamar "directa" sintetiza ARN a partir de una de las cadenas del ADN (cadena molde).

Una forma sencilla de sintetizar ADN de doble cadena a partir de la transcriptasa inversa, sería utilizar como molde la cadena de ARN, fabricar un híbrido ARN-ADN.

Las dos cadenas del híbrido podrían separarse y posteriormente la cadena de ADN dirigir la síntesis de una nueva cadena complementaria. Terminado el proceso habríamos obtenido una doble cadena de ADN.

En la biología molecular y la bioquímica, la transcriptasa inversa, también conocida como ADN polimerasa dependiente del ARN, es una enzima ADN polimerasa, que permite formar a partir de una cadena de ARN otra cadena simple o doble de ADN.

#### 3. Cita cuatro ejemplos de aplicaciones biotecnológicas y explícalos brevemente

El alumno deberá citar y explicar cuatro ejemplos de aplicaciones biotecnológicas relacionadas, por ejemplo, con la agricultura, medicina, medio ambiente, industria, etc.

#### 4.- ¿Cuáles son las principales críticas que se han formulado sobre la utilización de alimentos transgénicos?

- Que acabarán con la diversidad de las especies.
- Que pueden ocasionar alergias.

#### 5.- ¿En genética, qué diferencia existe entre un organismo “transgénico” y uno “quimérico”?

- Transgénico es todo organismo que contiene en su genoma ADN de otro organismo.
- Quimera es un organismo que contiene dos genomas diferentes en su cuerpo (soma).

#### 6.- ¿En genética, qué diferencia existe entre un organismo “transgénico” y uno “cisgénico”?

- Transgénico es todo organismo que contiene en su genoma ADN de otro organismo.
- Cisgénico es un organismo que contiene en su genoma fragmentos de ADN de su misma especie pero que ha sido obtenido mediante ingeniería genética. Por ejemplo un individuo tratado mediante terapia génica sería formalmente “cisgénico”.

#### 8.- Indique aplicaciones biotecnológicas en las que intervengan células humanas.

- Fecundación in vitro.
- Cultivos celulares para obtener piel artificial (útil para curar procesos ulcerosos y quemaduras).
- Cultivo de células madres embrionarias y lograr que se transformen en diversos tejidos.

#### 11.- ¿En qué consiste la clonación génica? Indique los pasos o etapas del procedimiento a seguir.

- La clonación génica es la producción de un número ilimitado de copias de un fragmento de ADN.
- El primer paso consiste en la obtención de un número suficiente de copias del fragmento a clonar, y el segundo, en la ligación de ese fragmento a un vector de clonación que será el encargado de producir el número deseado de copias mediante su multiplicación en el agente hospedador adecuado (bacterias para plásmidos, bacteriófagos y cromosomas artificiales de bacterias y levaduras para cromosomas artificiales de levaduras).

### 18.- Cite algunas aplicaciones biotecnológicas en vegetales.

- El golden rice (arroz con vitamina A)
- Las plantas que producen fármacos.
- Las plantas que detoxifican suelos contaminados con mercurio, explosivos y otros contaminantes.

## SECUENCIACIÓN DEL ADN

### 1.- ¿En qué consiste la secuenciación del ADN? ¿Qué utilidades tiene?

La secuenciación consiste en un conjunto de métodos y técnicas bioquímicas que nos permiten determinar el orden de los nucleótidos (A, C, G y T) en el ADN.

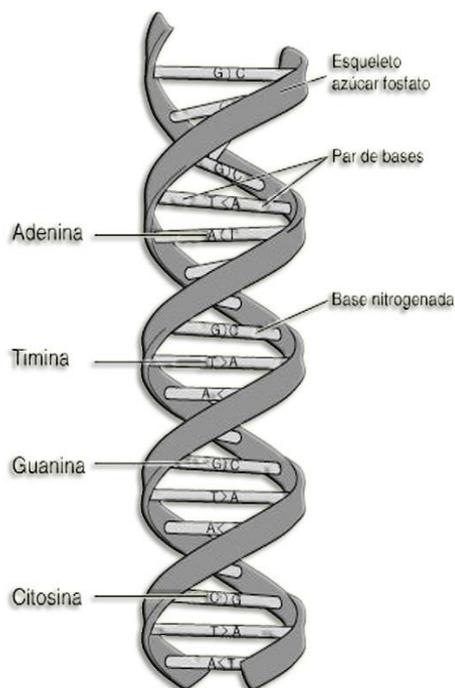
Sus posibles utilidades son:

- Detección de mutaciones
- Análisis de ADN de fósiles
- Diagnóstico de enfermedades genéticas
- Identificación de especies y control de cruces entre animales
- Investigación forense
- Bioseguridad: detección de enfermedades infecciosas
- Detección de patógenos en alimentos
- Análisis de paternidad

### 3.- ¿Puede citar algunos descubrimientos importantes relacionados con el ADN?

En 1944 los científicos Avery, McLeod y McCarty identificaron el ADN como el principio transformante de Griffith en la transformación bacteriana. Este descubrimiento supuso el “nacimiento” del ADN como la molécula responsable de portar la carga genética en la célula.

En 1953 se descubrió la estructura del ADN (Watson, Crick y Wilkins fueron galardonados con el Nobel de Medicina en 1962). El modelo estructural del ADN constituía una doble hélice en la que ambas cadenas se orientaban en direcciones antiparalelas y mostraba el emparejamiento de las bases: A con T y G con C.



En los años posteriores, los descubrimientos de Meselson y Stahl (con respecto al proceso semiconservativo de replicación del ADN), los de Arthur Kornberg y Severo Ochoa (Nobel de Medicina en 1959), así como los de Holley, Nirenberg y Khorana (Nobel de Medicina en 1968), dan como resultado el esclarecimiento del código genético en 1966.

Durante los diez años siguientes se suceden los trabajos encaminados a la dilucidación de la regulación de la expresión génica y la colinearidad entre genes y sus productos proteicos.

### 4.- ¿Puede comentar el modelo estructural del ADN?

La estructura de una molécula de ADN dada viene definida por la secuencia de bases nitrogenadas en la cadena nucleotídica, residiendo en esta secuencia de bases la información genética del ADN. Así, resulta de vital importancia para la célula el orden en el que se encuentran las cuatro bases a lo largo de una cadena de ADN, ya que es precisamente este orden el que constituye las instrucciones del programa genético de los organismos. Por lo que secuenciar una molécula de ADN, es decir, establecer el orden en el que las diferentes bases se encuentran en la cadena, equivale a descifrar su mensaje genético. El apareamiento condicionado de las bases en el ADN conlleva que el orden de una de las cadenas define automáticamente el orden de la otra. Por ello se dice que las cadenas de nucleótidos son complementarias.





## TODO EL TEMARIO ORDENADO

(Libro aparte) (Ya veremos si es necesario)

---

