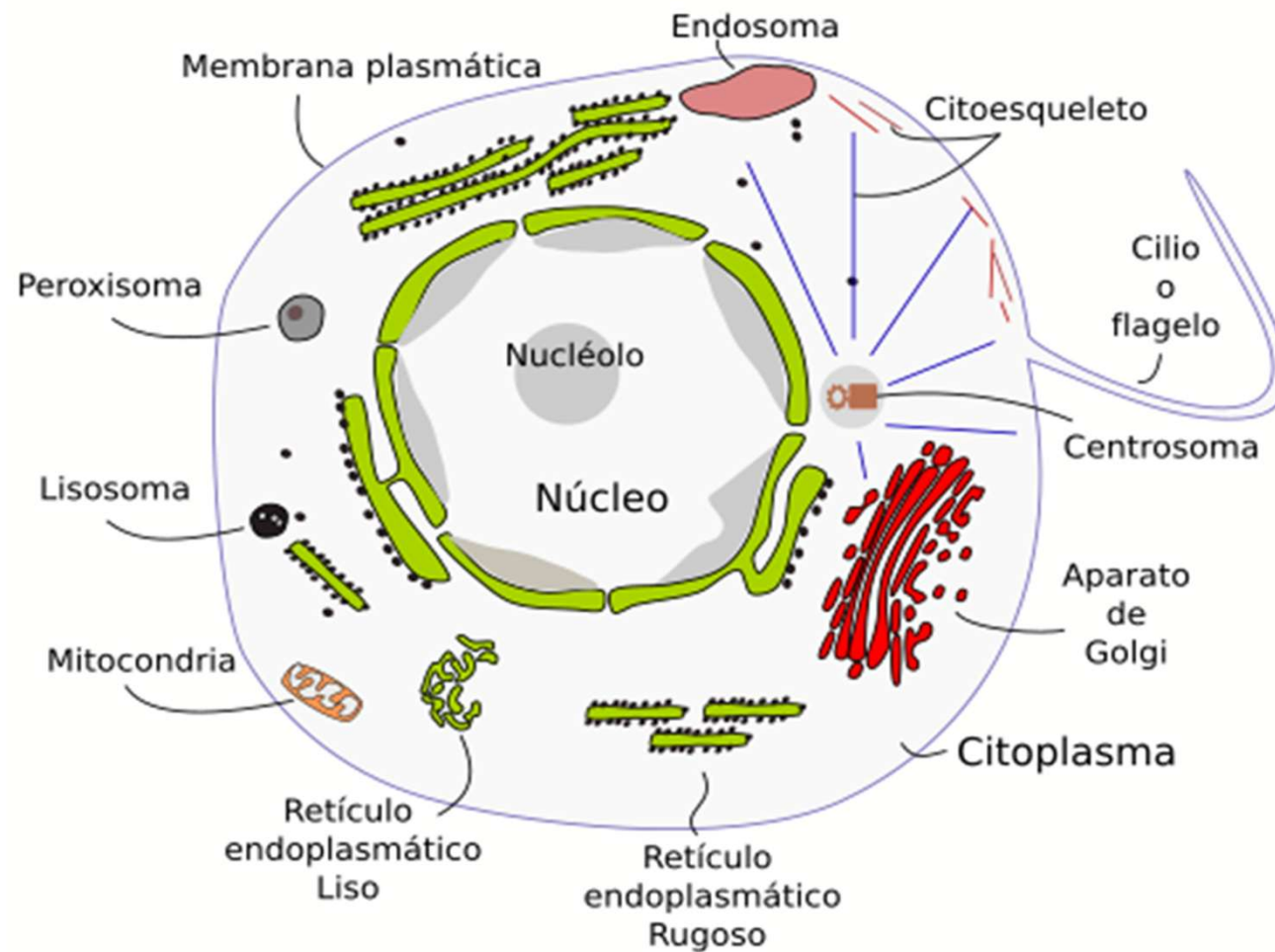


UD 2

LA CÉLULA



LA CÉLULA

- 1- La célula y la teoría celular
- 2- Estructura de las células eucariotas
- 3- Membrana(s) celular (es)
- 4- Orgánulos celulares: membranosos y no membranosos
- 5- El ciclo celular. División celular

LA CÉLULA

Unidad **estructural** y **funcional** de los seres vivos.

Es la **unidad estructural** porque cada ser vivo está compuesto de una o más células.

Es la **unidad funcional** porque es la *unidad* más pequeña que posee vida propia. Es capaz de realizar todos los procesos metabólicos necesarios para permanecer con vida (intercambia materia y energía con su medio)

Es la **unidad reproductiva**: Toda célula se origina a partir de una célula preexistente.

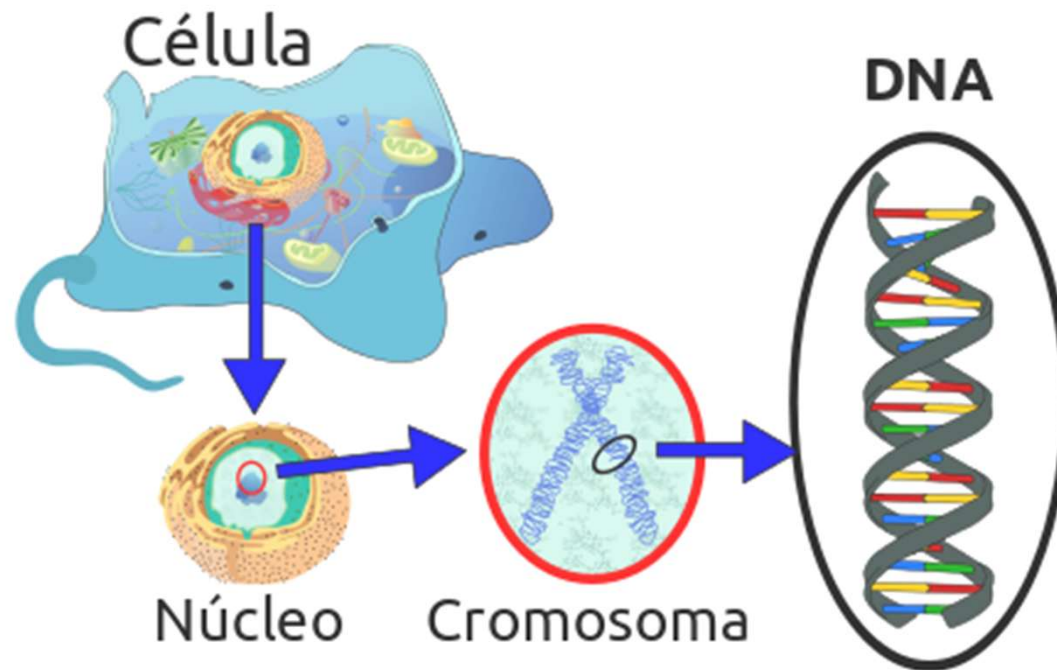
CÉLULAS HUMANAS



EUCARIOTAS
(con envoltura nuclear)

LA CÉLULA

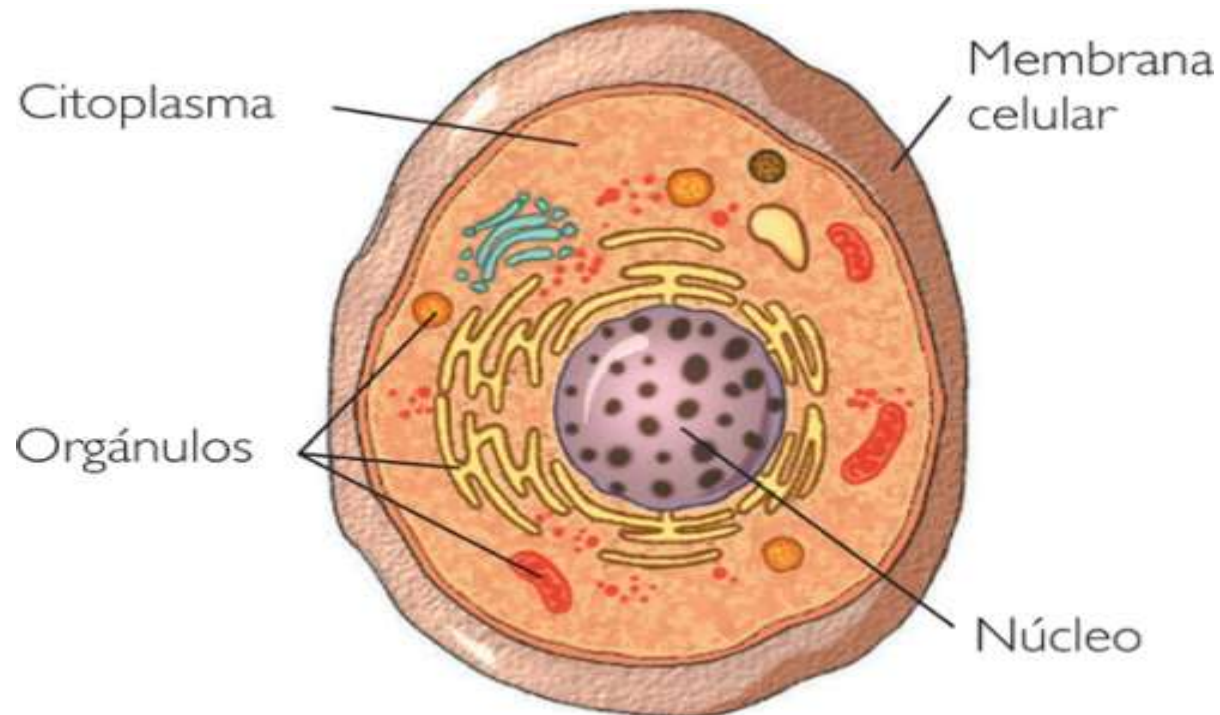
Contiene, en los cromosomas celulares, la información biológica hereditaria necesaria para regular su ciclo vital, funcionamiento y es capaz de transmitirla a sus células hijas: por tanto, es también la **unidad genética**.



ESTRUCTURA DE LA CÉLULA

Tres partes:

- 1.-Membrana celular, plasmática, citoplasmática o plasmalema.
- 2.-Citoplasma
- 3.-Núcleo.



ESTRUCTURA DE LA CÉLULA

1. **Membrana celular:** finísima lámina que separa el medio intracelular del extracelular constituida principalmente por lípidos y proteínas, y en menor proporción por glúcidos.
2. **Citoplasma:** Espacio celular comprendido entre la membrana plasmática y la nuclear. Está compuesta por:
 - ☐ **Citosol o hialoplasma:** parte líquida del citoplasma celular
 - ☐ **Citoesqueleto**
 - ☐ **Orgánulos citoplasmáticos:** Están inmersos en el citosol.
3. **Núcleo:** Contiene la información genética. Se puede considerar el “cerebro celular” ya que dirige la actividad de la misma.

NOTA

Medio extracelular = líquido intersticial (agua+sales disueltas)

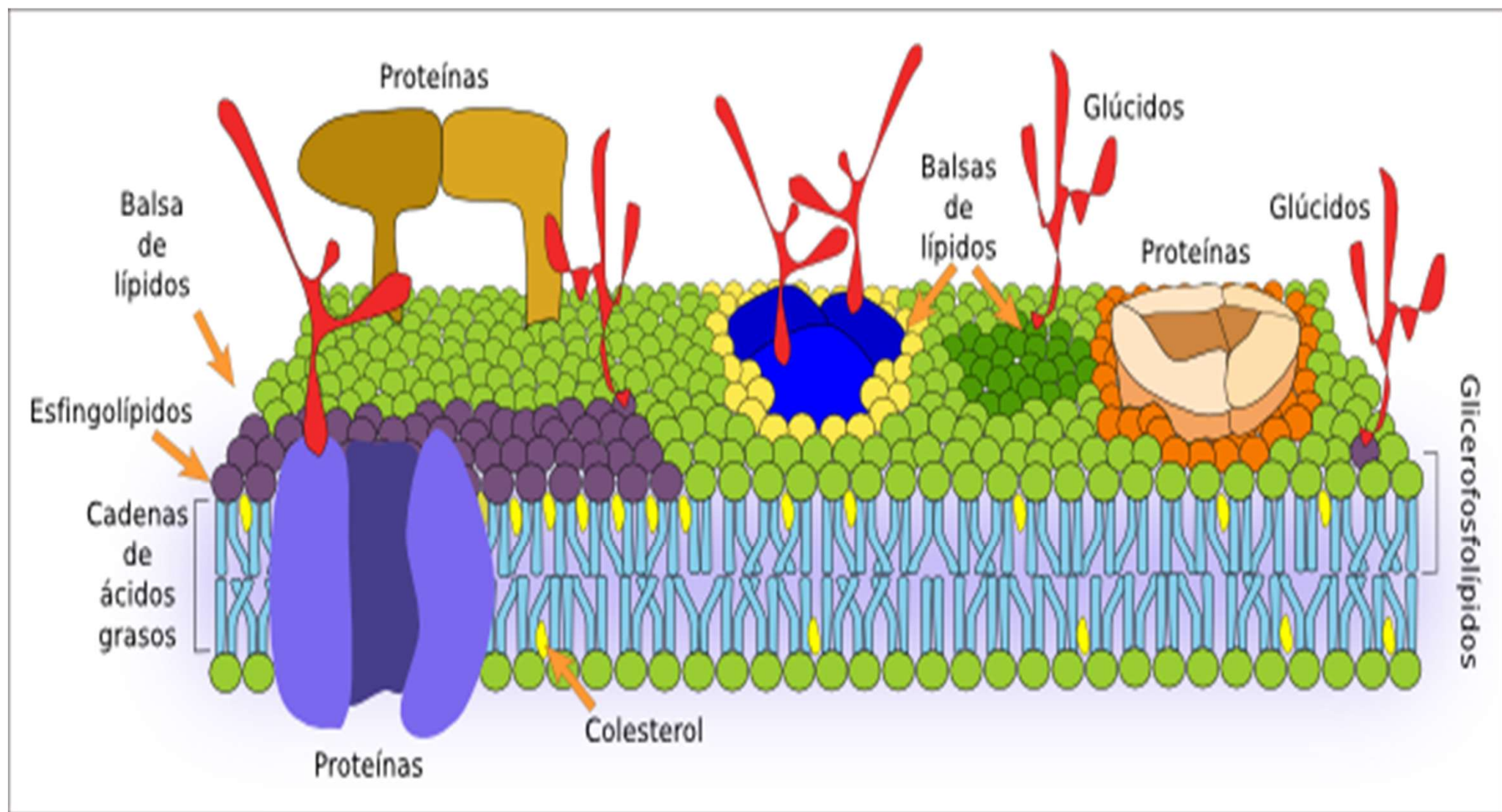
MEMBRANA PLASMÁTICA (MP): Estructura

El modelo de estructura de la membrana plasmática más aceptado es el “**MODELO DE MOSAICO FLUIDO**” cuyas características son:

- 1.-Los lípidos y las proteínas de la membrana se disponen mezcladas en la membrana, formando un mosaico molecular.
- 2.-La MP es una estructura fluida debido a la posibilidad de movimiento de sus componentes (lípidos y proteínas)

La fluidez aumenta con la temperatura y con presencia de lípidos insaturados, y disminuye con la presencia de colesterol, que limita los movimientos de los lípidos adyacentes. Esta fluidez permite a la MP autorrepararse o fusionarse con cualquier otra membrana.

- 3.-La MP es una estructura asimétrica en cuanto a la distribución de sus componentes químicos (lípidos, proteínas y glúcidos), fundamentalmente de los **glúcidos** que **sólo** se encuentran **en la cara externa**.



M. PLASMÁTICA: Composición química

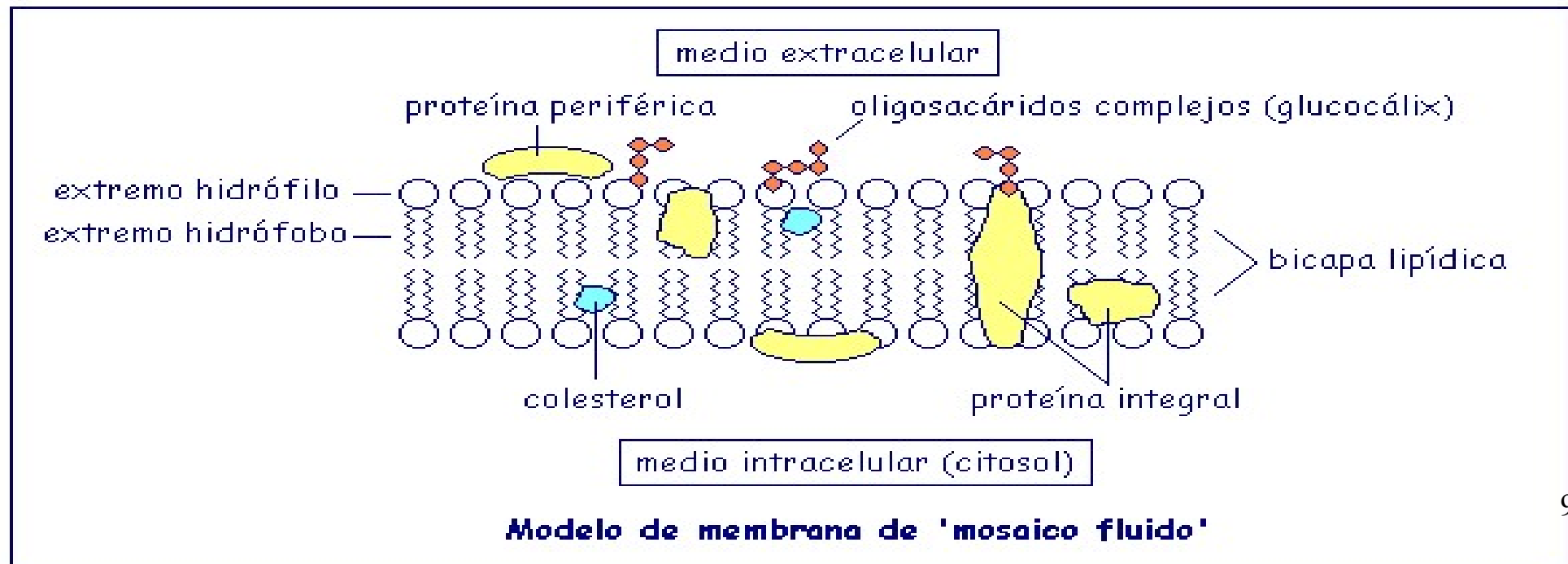
a) LÍPIDOS:

Son lípidos de membrana:

-Fosfoglicéridos: principal componente estructural de las membranas.

-Esfingolípidos.

-Colesterol



M. PLASMÁTICA: Composición química

a) LÍPIDOS DE MEMBRANA

- **Fosfoglicéridos (glicerofosfolípidos):** tienen carácter anfipático, es decir, tienen un extremo hidrófilo (con afinidad por el agua) y otro hidrófobo (que repele el agua). Uno de los más abundantes es la **fosfatidilcolina**.

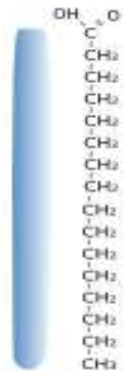
En medio acuoso, forman una bicapa: enfrentan sus polos hidrófobos, mientras que los polos hidrófilos están en contacto con el medio acuoso que rodea a membrana plasmática y el medio acuoso del citosol.

-**Esfingolípidos:** **esfingofosfolípidos (esfingomielina) y esfingoglucolípidos (cerebrósidos y gangliósidos):** tienen una estructura similar a la de los fosfoglicéridos (dos cadenas hidrofóbicas unidas a una estructura hidrofílica.)

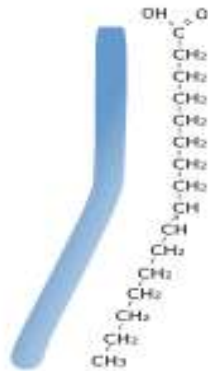
La mayoría de las cadenas de oligosacáridos que forman parte de los glucolípidos están situadas en la cara externa de la membrana.

-**Colesterol:** es un esteroide. Proporciona estabilidad a la membrana plasmática, porque reduce la fluidez excesiva de la monocapa (fija las colas de los fosfolípidos): a más colesterol, menor fluidez.

Ácido graso saturado



Ácido graso insaturado



Principales lípidos presentes en la membrana

Glicerofosfolípidos

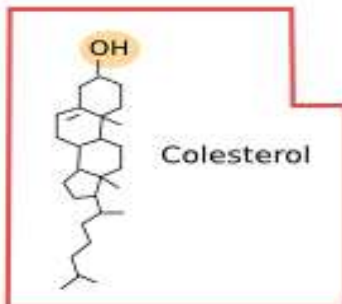
Fosfatidiletanolamina
Fosfatidilcolina
Fosfatidilserina
Fosfatidilinositol
Cardiolipina

Esfingolípidos

Esfingomielina
Cerebrósidos
Gangliósidos

Esteros

Colesterol

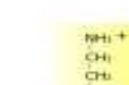


GLICEROFOSFOLÍPIDOS

Ácido fosfatídico



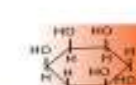
Fosfatidil
etanolamina



Fosfatidil
colina



Fosfatidilserina



Fosfatidilinositol

Serina

Fosfato
Glicerol

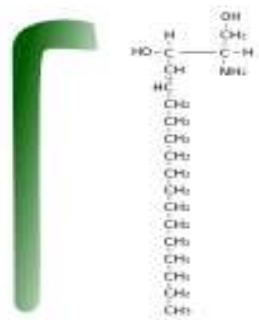
Glicerol

Fosfato
Glicerol

Fosfatidilglicerol

ESFINGOLÍPIDOS

Esfingosina



Ceramida



Colina

Esfingomielina



Cerebrósido
Glucolípidos

Galactosa



Galactosamina



Galactosa



Ácido siálico



Glucosa



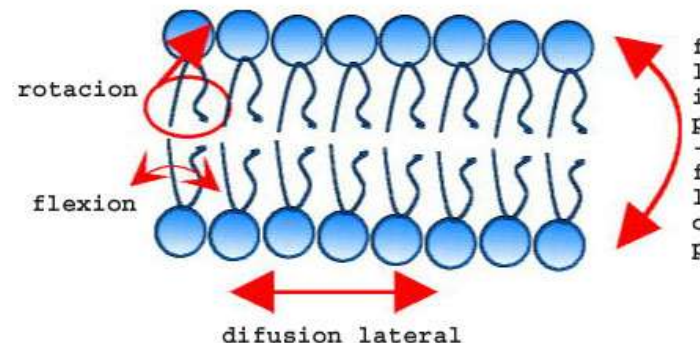
Gangliósido

M. PLASMÁTICA: C. química

▪ Movimientos de los lípidos de membrana:

Los lípidos no permanecen en una posición fija en la bicapa y realizan distintos movimientos en ella:

- **Difusión lateral** (los más frecuente): Las moléculas se mueven lateralmente dentro de la misma capa intercambiándose con moléculas vecinas.
- **Rotación**: La molécula gira alrededor de su eje longitudinal.
- **Flexión**: Flexión de las cadenas hidrocarbonadas de los lípidos.
- **Flip-flop**: Movimiento de una molécula lipídica de una monocapa a otra gracias a unas enzimas llamadas *flipasas*. Es el movimiento menos frecuente, ya que requiere un gran consumo de energía.



M. PLASMÁTICA: C. química

b) PROTEÍNAS : Flotan en el interior de la bicapa lipídica.

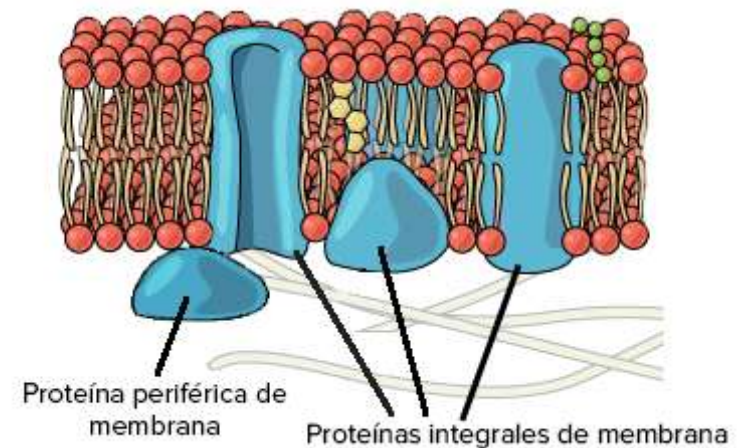
Clasificación:

- **Proteínas integrales o intrínsecas:**

- Están incorporadas en la estructura de la membrana, inmersas en la doble capa lipídica.
- Están unidas íntimamente a los lípidos.
- Algunas ocupan todo el grosor de la membrana por lo que se llaman **proteínas transmembrana**.

- **Proteínas periféricas o extrínsecas:**

- Están a un lado o a otro de la bicapa lipídica.
- Están unidas débilmente a los lípidos de la membrana o a las proteínas integrales por enlaces de hidrógeno.



b) PROTEÍNAS

Funciones:

- Actuar como **poros o canales** (*proteínas canal*), a través de los cuales determinadas sustancias pueden entrar o salir de la célula.
- **Transportar moléculas** (*proteínas transportadoras*) hacia el interior o hacia el exterior de la célula de forma selectiva. Son proteínas que cambian de forma para dar paso a determinados productos.
- Actuar como **receptores** (*proteínas receptoras*) para distintas sustancias: hormonas, neurotransmisores...
- **Actuar como enzimas:** catalizan reacciones en la superficie de la membrana.
- **Anclaje del citoesqueleto:** Son proteínas periféricas situadas en la cara interna de la membrana que sirven para fijar los filamentos del citoesqueleto.

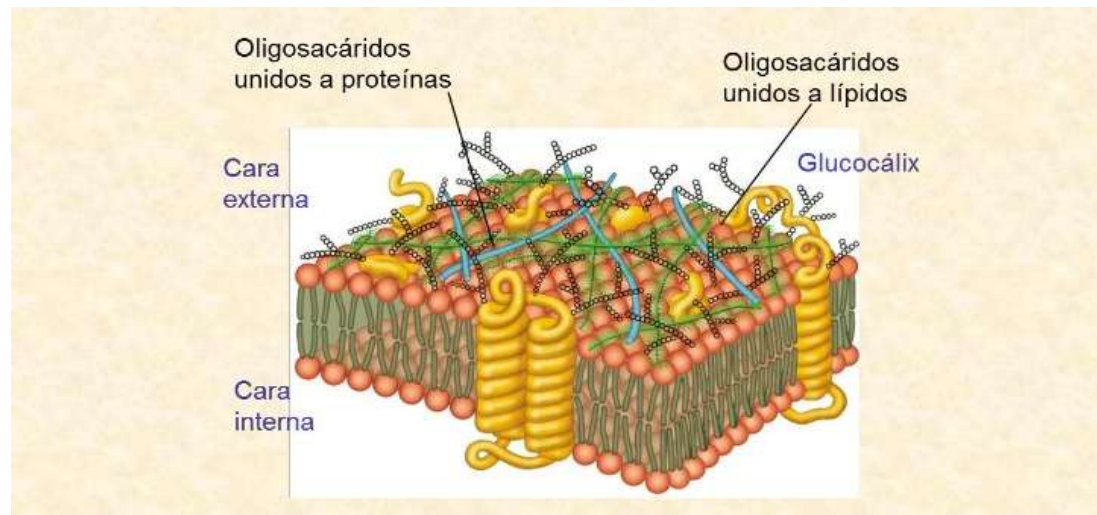
Movimientos de las proteínas en la membrana:

- **Difusión lateral**
- **Rotación**

c) GLÚCIDOS:

Son mayoritariamente **oligosacáridos** unidos covalentemente a los lípidos y proteínas de membrana, formando glicolípidos y glicoproteínas. Están situados solo en la cara externa de la membrana. Esta capa de glúcidos que recubre la superficie celular se llama **GLICOCÁLIX**.

Los glúcidos del glucocáliz actúan en diversos procesos de reconocimiento celular.

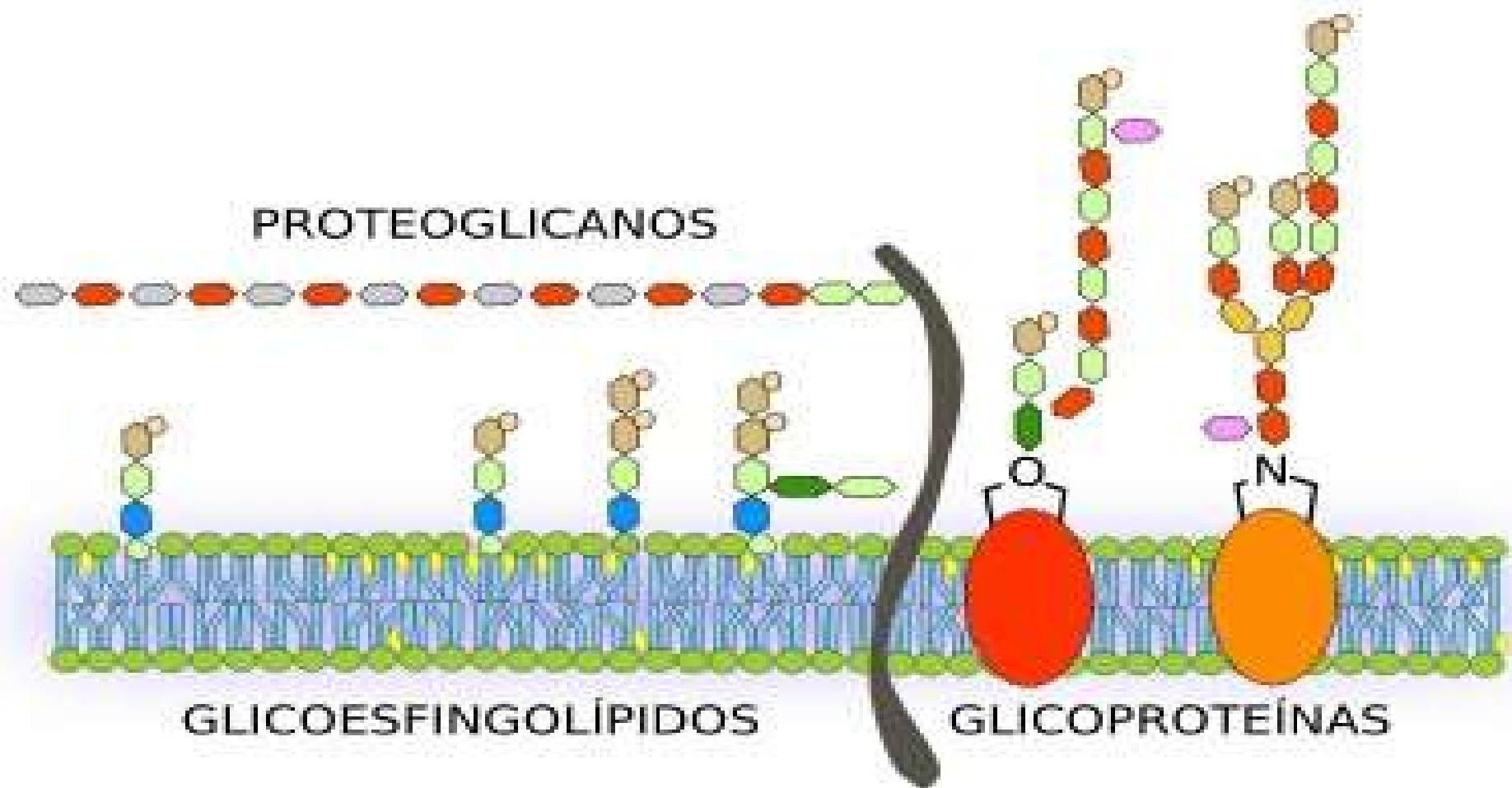


Funciones del glicocáliz:

- **Protección mecánica y química de la célula.**
- Interviene en el reconocimiento **celular**, es decir, **son receptores de membrana (lugares de reconocimiento y unión)**

Ejemplos de reconocimiento celular:

- ✓ Entre óvulo y espermatozoide de la misma especie
 - ✓ Entre células de un mismo tejido
 - ✓ Entre virus o bacterias y células a las que infectan (pie, ácido siálico y el virus de la gripe)
 - ✓ Entre antígenos y células inmunitarias
- Confiere **viscosidad a las superficies celulares**, importante para permitir el deslizamiento de células en movimiento (ej. células sanguíneas)



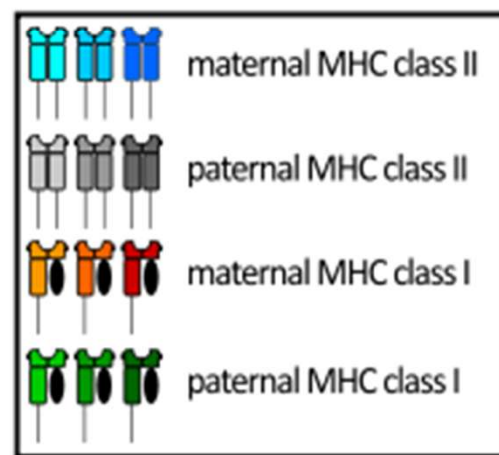
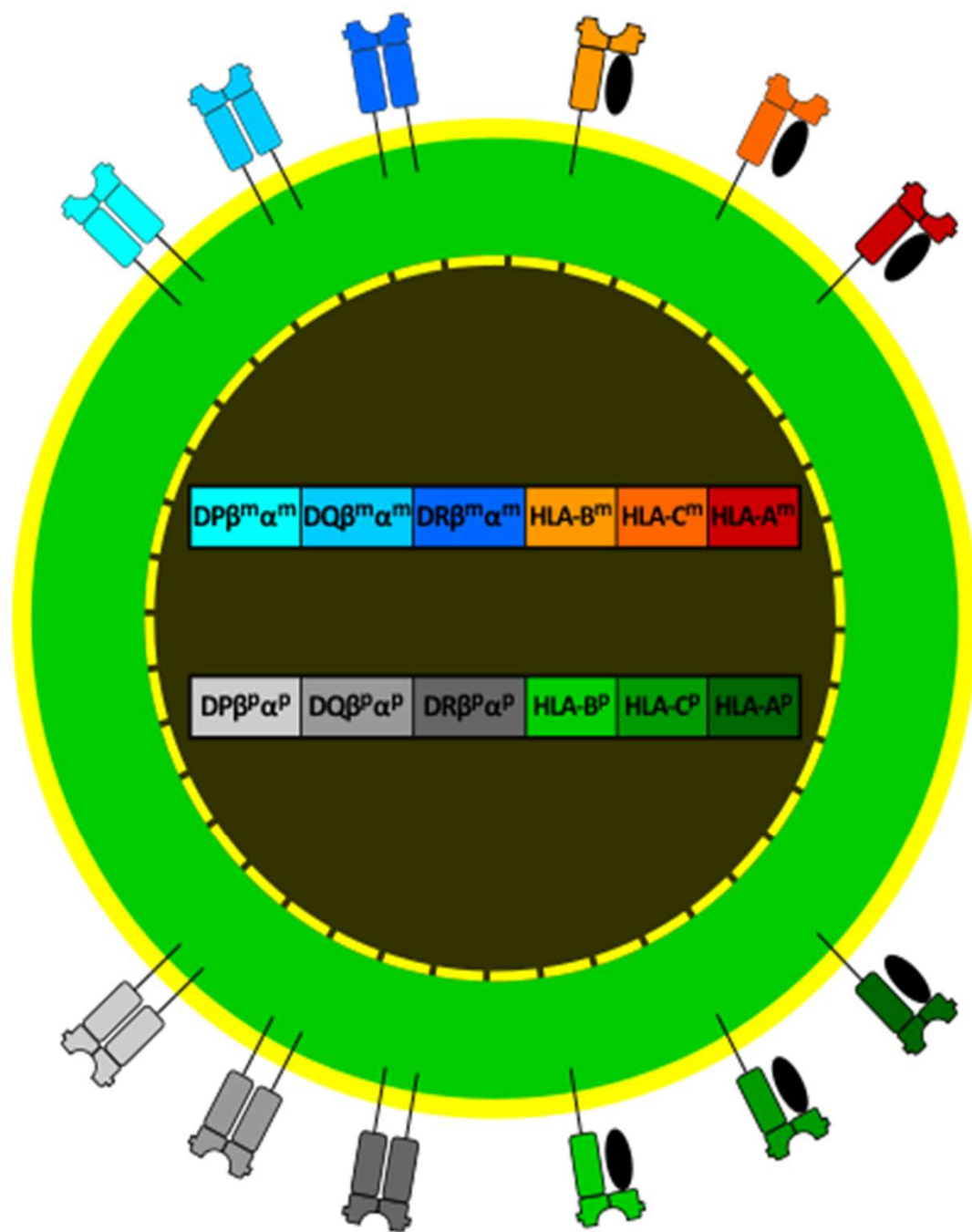
Galactosa
 Manosa
 N-acetil-galactosamina
 Ácido glucurónico

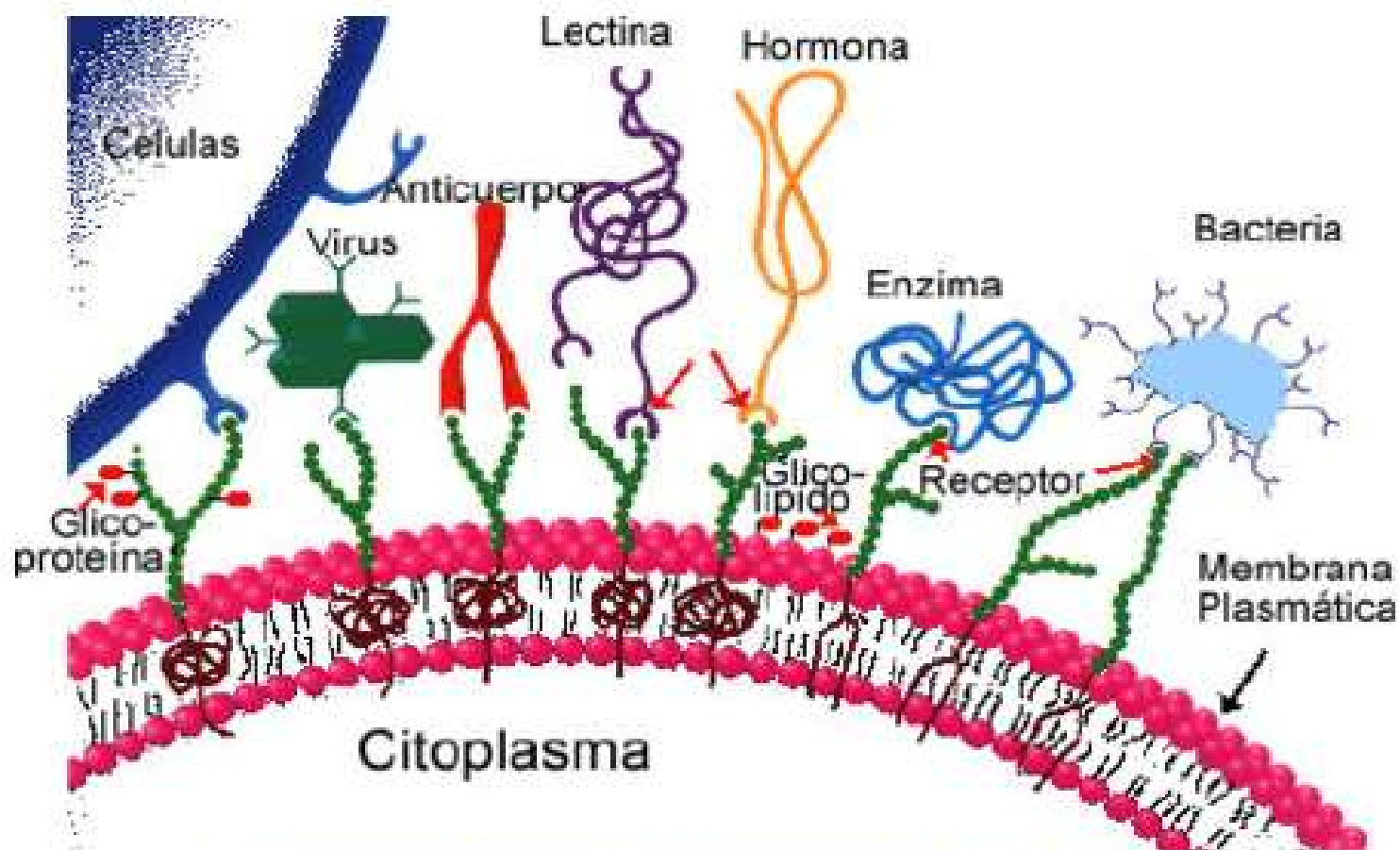
N-acetil-glucosamina
 Glucosa
 Ácido siálico
 Fucosa

Los complejos de histocompatibilidad son glucoproteínas de la membrana plasmática

Las glucoproteínas de la membrana se comportan como antígenos denominados *antígenos de histocompatibilidad*, que son específicos de cada individuo y permiten el reconocimiento de las células de un organismo por su sistema inmune. Los antígenos que sean detectados como extraños (no propios) serán atacados y destruidos por el sistema inmune del individuo.

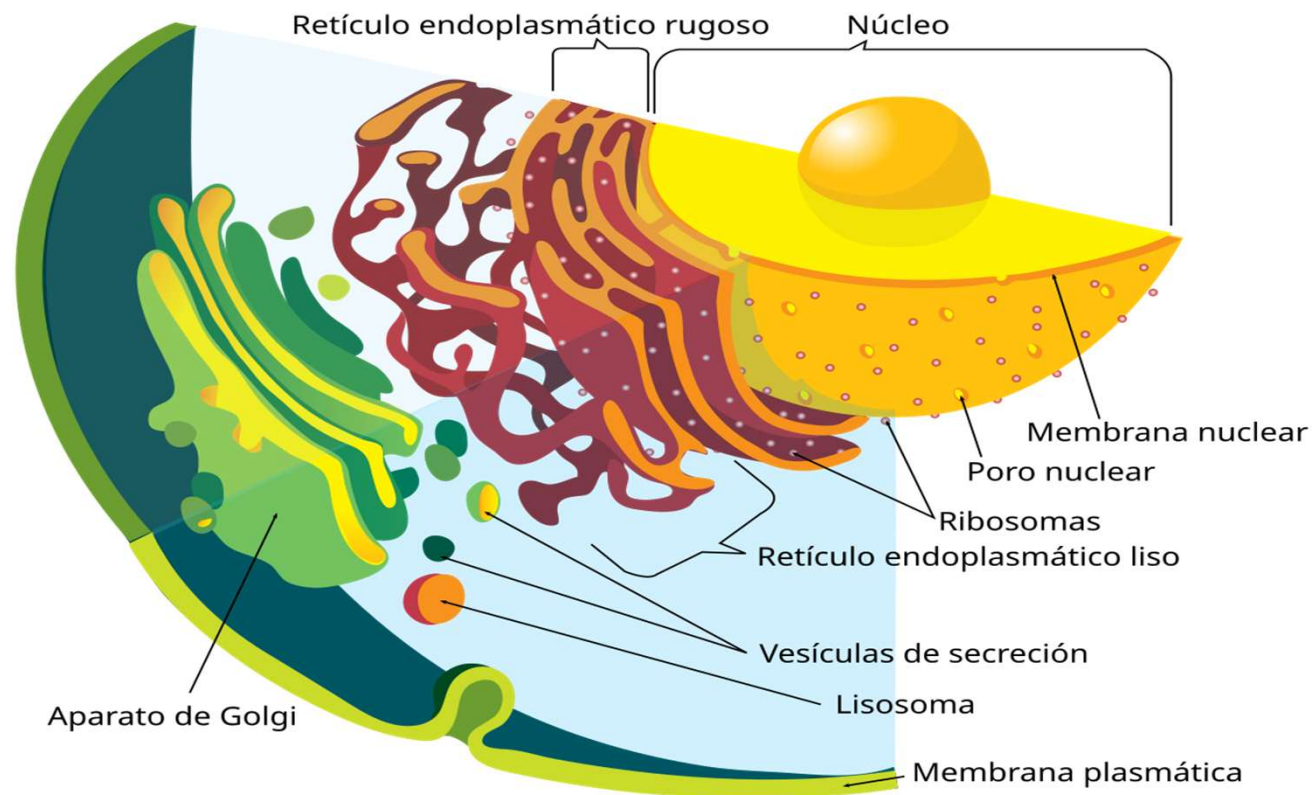
El estudio de los antígenos de histocompatibilidad permite comprender los fenómenos de afinidad y rechazo que se producen en los injertos y trasplantes o en las transfusiones sanguíneas.





Reconocimiento celular mediado por receptores del glucocalix

En las células eucariotas, además de la MP, hay un **sistema interno de membranas** que delimitan los diferentes orgánulos (RE, AG, mitocondrias, lisosomas). **Todas las membranas** de la célula eucariotas poseen la **misma estructura básica**, aunque puede variar su grosor o la proporción de sus componentes (lípidos y proteínas).



M. PLASMÁTICA: Funciones

- **Protección** de la célula. Mantiene la forma celular
- **Transporte de sustancias** hacia el interior o hacia el exterior de la célula de forma selectiva gracias a que constituye una **barrera semipermeable (permeabilidad selectiva)**.
- **Recepción y transmisión de señales** (información) gracias a los receptores de membrana.
- Permitir el **anclaje del citoesqueleto** para mantener la forma celular.
- Confiere a la célula **identidad** a través de los antígenos de histocompatibilidad.
- Regula las uniones **intercelulares**.

M. PLASMÁTICA: funciones

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP.

Las células precisan para su subsistencia, un continuo intercambio de sustancias con el exterior que se realiza a través de la MP.

La ingestión celular es la entrada de sustancias necesarias para el funcionamiento de la célula desde el medio externo hacia el interior celular, a través de la MP (al tiempo que impide el paso de sustancias innecesarias). Igualmente, a través de la MP, la célula debe eliminar al medio extracelular los productos residuales del catabolismo celular (excreción) y los productos de secreción (secreción: salida de sustancias útiles, no residuales, destinadas a la exportación).

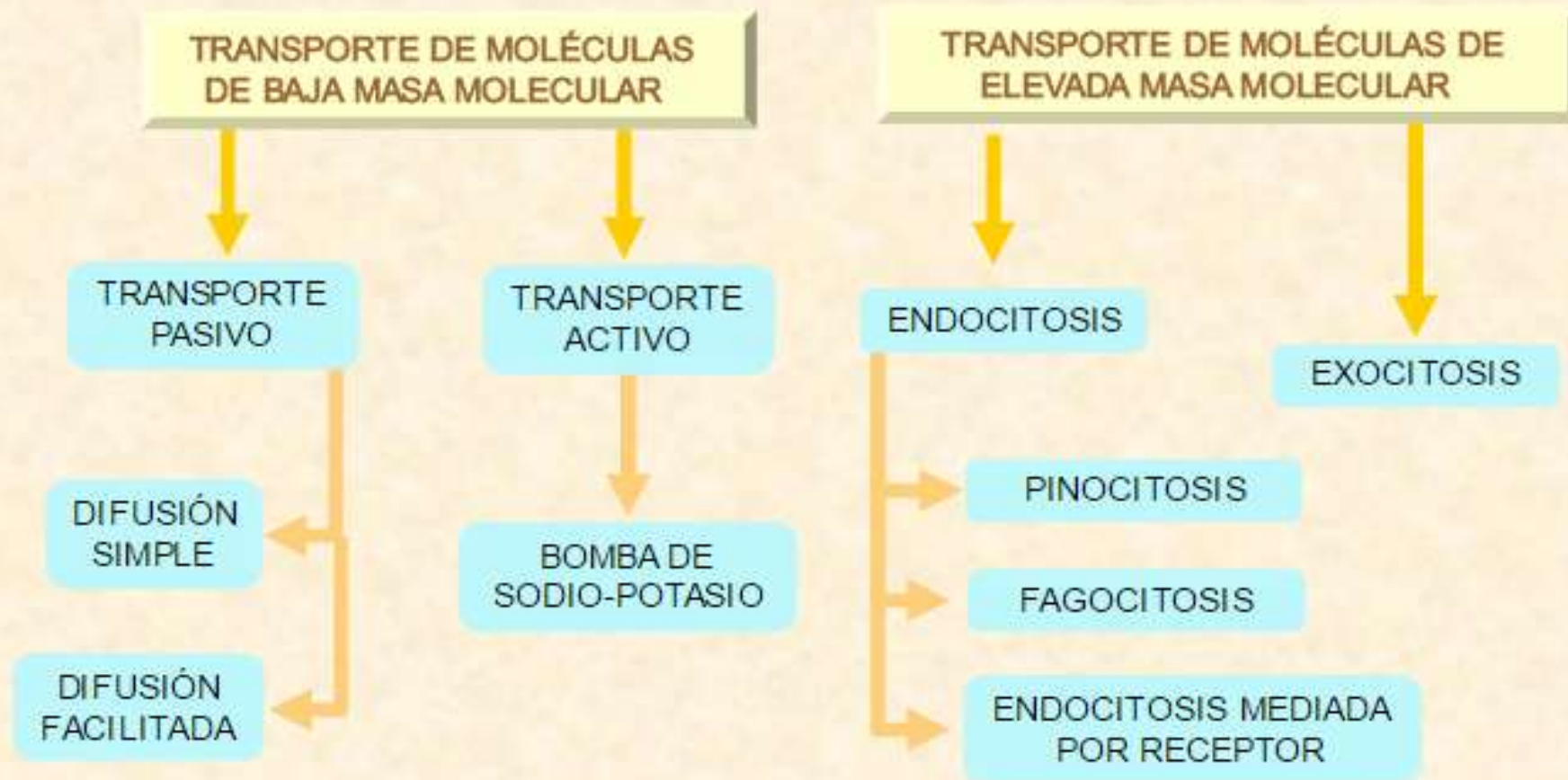
Para todo esto, la MP actúa como una barrera semipermeable muy selectiva.

Se denomina excreción cuando la materia expulsada es el resultado de un proceso metabólico de degradación. Normalmente, dicha **materia es tóxica** para la célula, por eso necesita expulsarla. Entre las sustancias excretadas están: agua, dióxido de carbono, amoníaco, etc.

Se habla de secreción cuando la **materia que sale de la célula tiene una utilidad**, bien para ella misma o para otras células. Por ejemplo: moco, enzimas (jugos gastrointestinales), hormonas, neurotransmisores, etc.

INTERCAMBIO DE SUSTANCIAS ENTRE EL MEDIO INTRA Y EXTRACELULAR.

La membrana actúa como **una barrera semipermeable** permitiendo el paso, mediante diversos mecanismos, de determinadas sustancias a favor o en contra de un **gradiente de concentración, eléctrico o electroquímico**.



TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP

□ Transporte de moléculas de baja masa molecular:



Mecanismos:

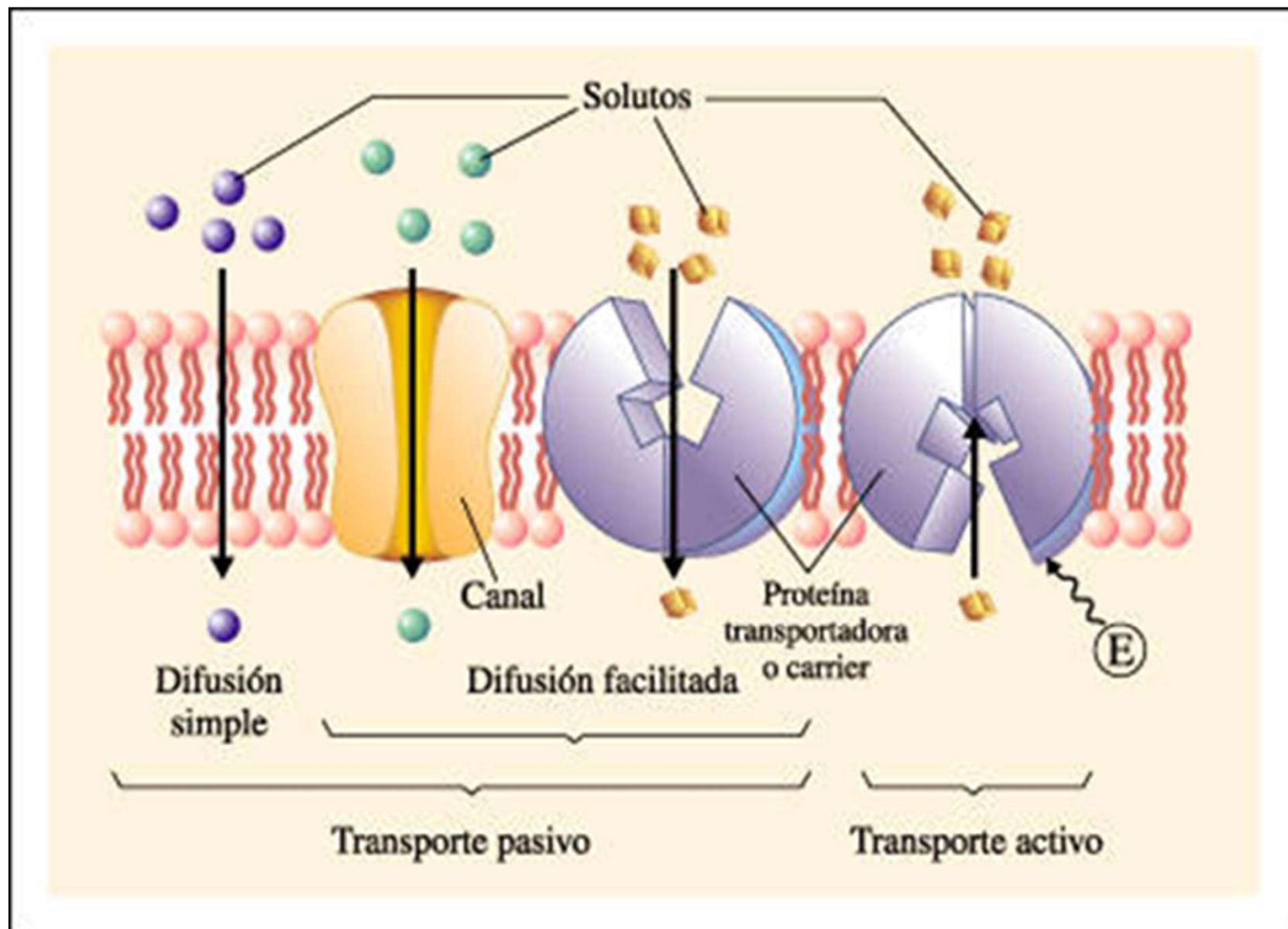
1. Transporte pasivo: Se realiza a favor de un gradiente de concentración (desde la zona de mayor a la de menor concentración), sin consumo de energía.

➤ **Difusión simple:**

- Difusión a través de la bicapa
- Ej: CO_2 , O_2 , H_2O , etc.

➤ **Difusión facilitada:**

- Utiliza una **proteína canal** (para transporte de iones) o una **proteína transportadora o carrier** (para glucosa, aminoácidos, nucleótidos, etc).

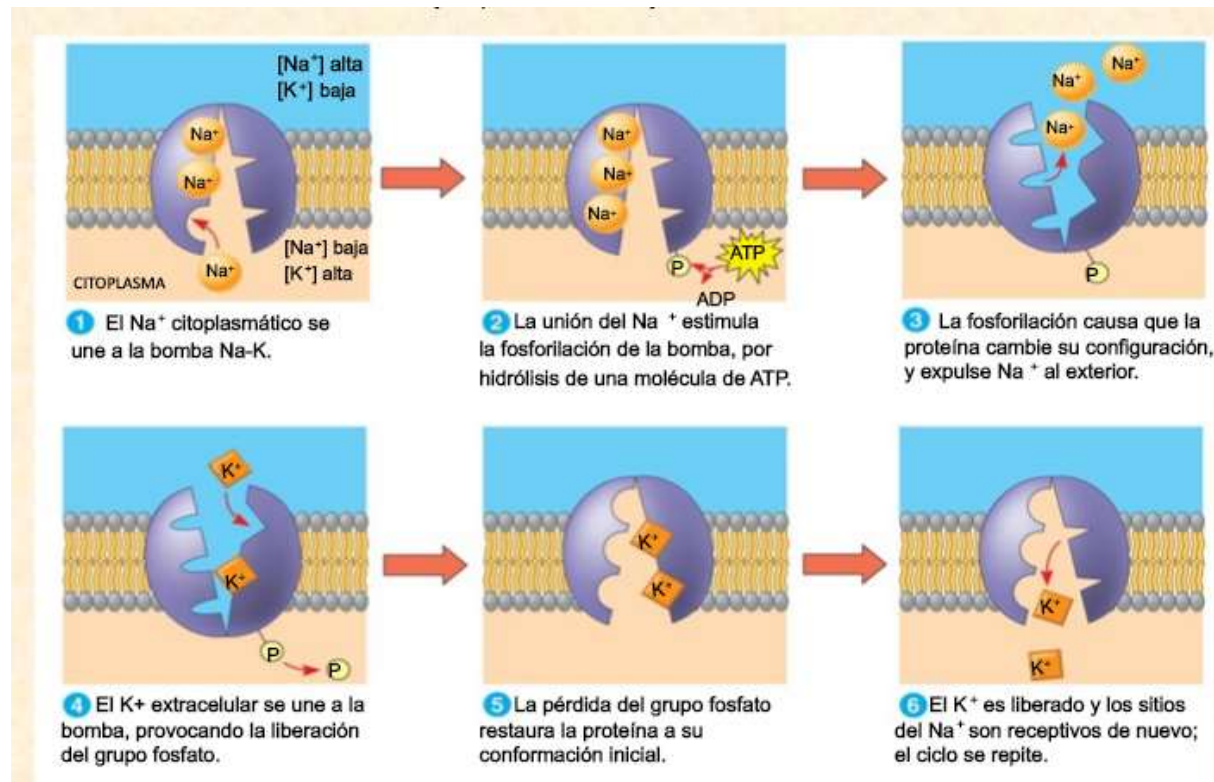


TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP

Mecanismos:

2. Transporte activo:

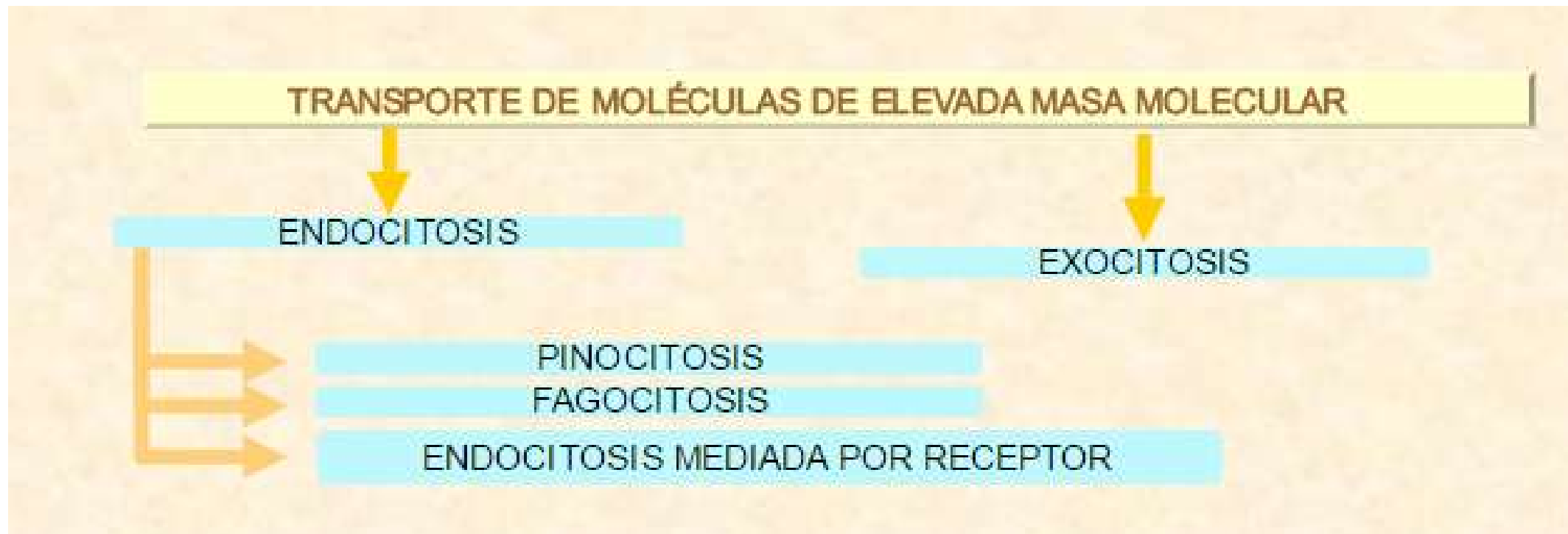
- Se realiza en contra de un gradiente de concentración (desde la zona de menor a la de mayor concentración) con consumo de energía en forma de ATP.
- Se requiere **proteínas transportadoras** o **carriers** y una **fuerza de energía**
- Ej: Bomba de Sodio-Potasio (expulsa sodio e introduce potasio en la célula)
- Bomba Ca^{+2} ATPasa (expulsa el calcio)



TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP

❑ Transporte de moléculas de elevada masa molecular

- ❑ Las macromoléculas, virus o bacterias no pueden atravesar la MP. Estas partículas de gran tamaño pueden ser transportadas al interior o exterior celular gracias a la formación de **vesículas membranosas**.



TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP

❑ Transporte de moléculas de elevada masa molecular

Mecanismos:

1.-Endocitosis: Proceso de entrada de macromoléculas y partículas de gran tamaño al interior celular mediante la formación de vesículas membranosas (**endosomas**).

Tipos:

-**Pinocitosis** (pino=beber): ingestión de **líquidos** y partículas en **disolución** por invaginación de la MP formando **vesículas pinocíticas** o **pinosomas**

-**Fagocitosis** (fago=comer): ingestión de **partículas sólidas** grandes como microorganismos o restos celulares mediante la emisión de pseudópodos que rodean la partícula formando una vesícula llamada **vesícula fagocítica** o **fagosoma**.

-**Endocitosis mediada por receptor:** entran en la célula aquellas **macromoléculas reconocidas** por sus **receptores de membrana** específicos. La vesícula que se forma se llama **endosoma**.

Endocitosis

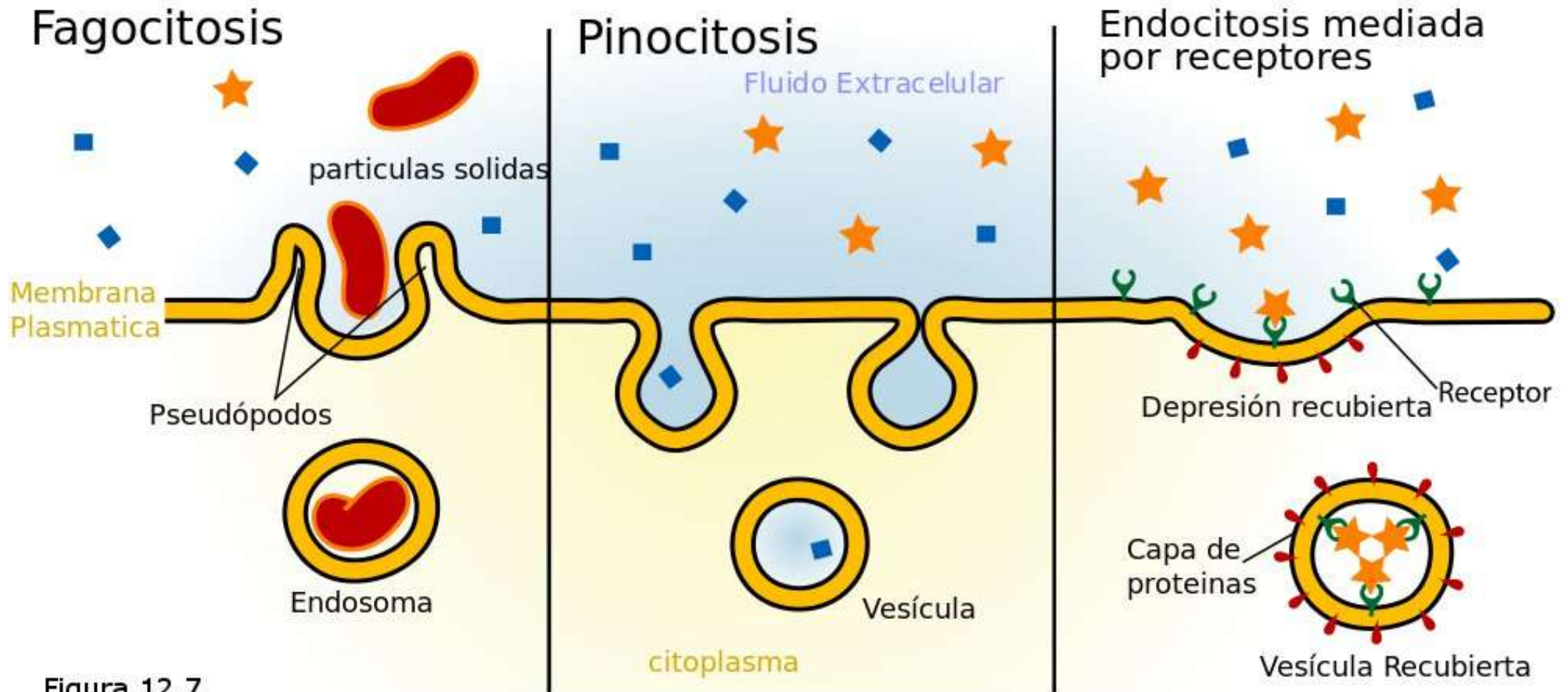
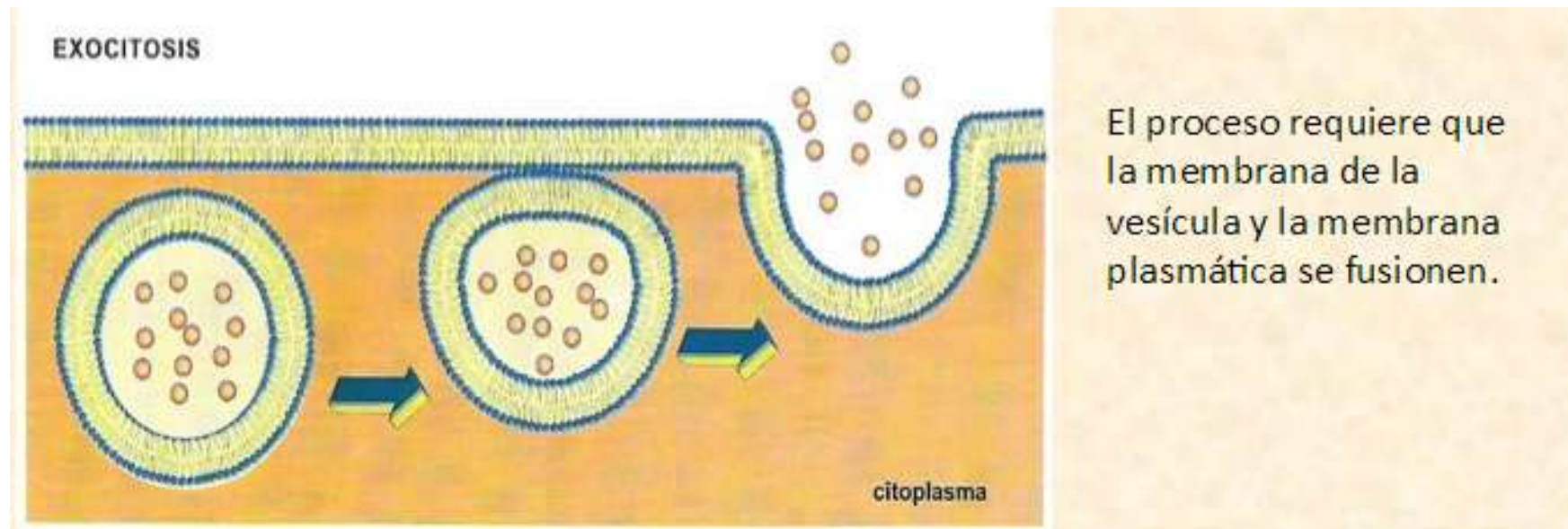


Figura 12.7

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MP

☐ Transporte de moléculas de elevada masa molecular

2.- Exocitosis (proceso inverso a la endocitosis) Proceso de salida de macromoléculas y partículas de gran tamaño hacia el exterior celular gracias a la fusión de la MP con la membrana de la vesícula que contiene a estas partículas. Ej. hormonas, enzimas, residuos de la digestión intracelular, etc.



CITOPLASMA

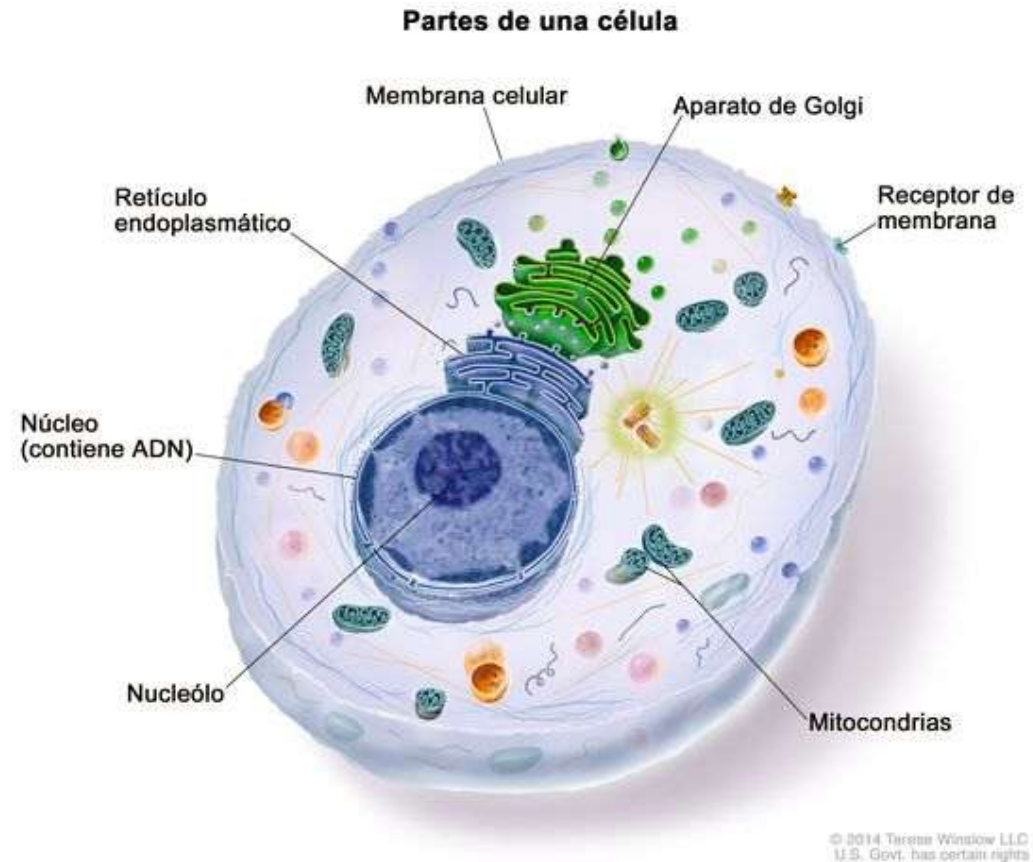
Es el material celular comprendido entre las membranas plasmática y nuclear.

Estructura:

1.-CITOSOL O HIALOPLASMA

2.-CITOESQUELETO

3.-ORGÁNULOS O ORGANELAS



CITOPLASMA

1.CITOSOL O HIALOPLASMA

Parte líquida del citoplasma. Medio interno donde se producen reacciones químicas.

Es un **coloide** es decir, una masa líquida, viscosa y transparente formada por:

- Agua, un 85%
- Proteínas estructurales y enzimáticas, aminoácidos.
- Glúcidos
- Lípidos

- ARNt, ARNm, nucleótidos.
- Sales minerales
- Compuestos del metabolismo celular.

Funciones:

- Medio donde se desarrollan multitud de **reacciones metabólicas**.
- **Regulador** pH intracelular.
- **Reserva** de compuestos energéticos y de materiales de construcción para los diferentes componentes de la célula.
- Medio donde se forma e **citoesqueleto** (da forma a las células). Contiene y sustenta los orgánulos celulares.

CITOPLASMA

2.CITOESQUELETO

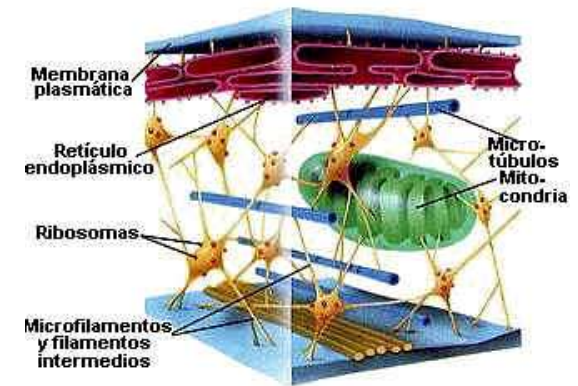
Red tridimensional de fibras proteicas que proporciona el soporte interno a la célula.

Funciones:

- Mantener la **forma celular** y posibilitar su cambio morfológico
- Permitir el **movimiento de la célula** (emisión de pseudópodos)
- **Movimiento y organización de las estructuras intracelulares** (organelas, vesículas...)
- Intervenir en la **división celular** (forma el huso acromático e interviene en la citocinesis).
- **Contracción muscular.**

Componentes:

- **Microfilamentos.**
- **Filamentos intermedios**
- **Microtúbulos**



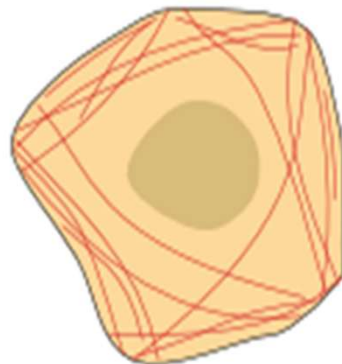
Cada uno está formado por subunidades proteicas características:

- **Actina:** Microfilamentos.
- **Tubulina:** Microtúbulos.
- **Proteínas diversas** (específicas según el tejido): Filamentos intermedios.

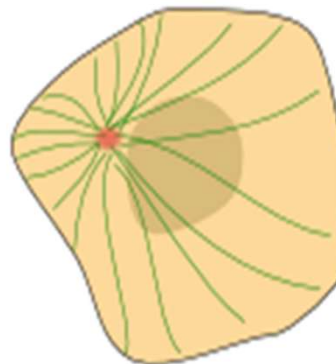
Microtúbulos y Microfilamentos

- Sufren constantes polimerizaciones y despolimerizaciones (las subunidades que los forman, experimentan procesos de ensamblaje y desintegración). Están sometidos a constante recambio. Es una diferencia respecto a los filamentos intermedios que se mantienen relativamente estables.
- Asociados a proteínas citoplásmicas: Proteínas asociadas a los microtubulos (MAPs, acción estabilizadora) y asociación de la actina con la miosina, en las células musculares.

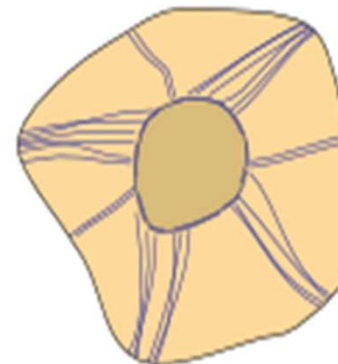
Filamentos de actina



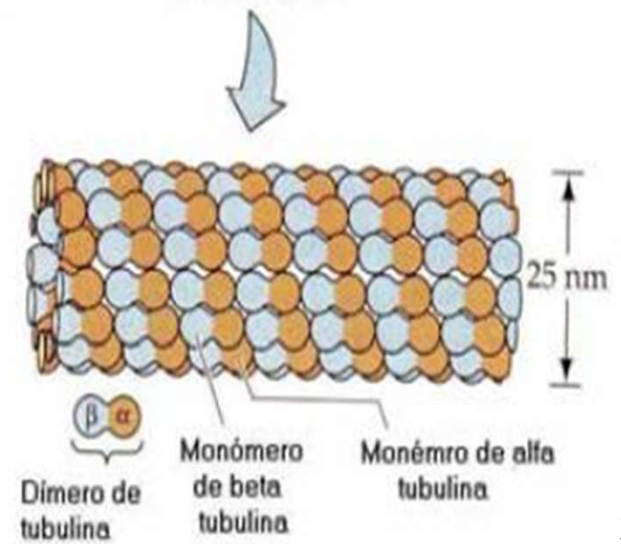
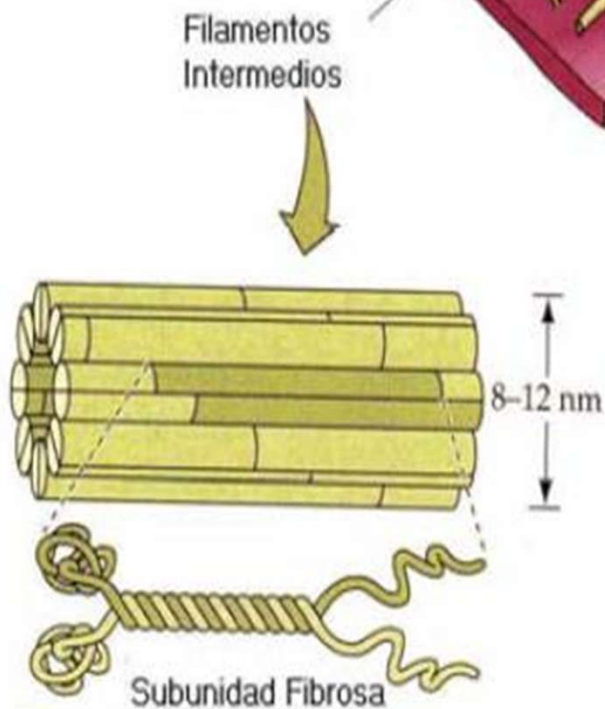
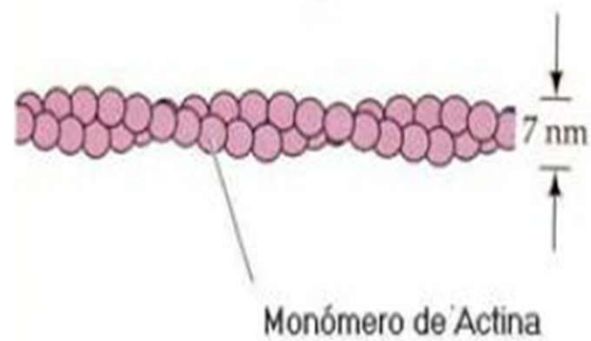
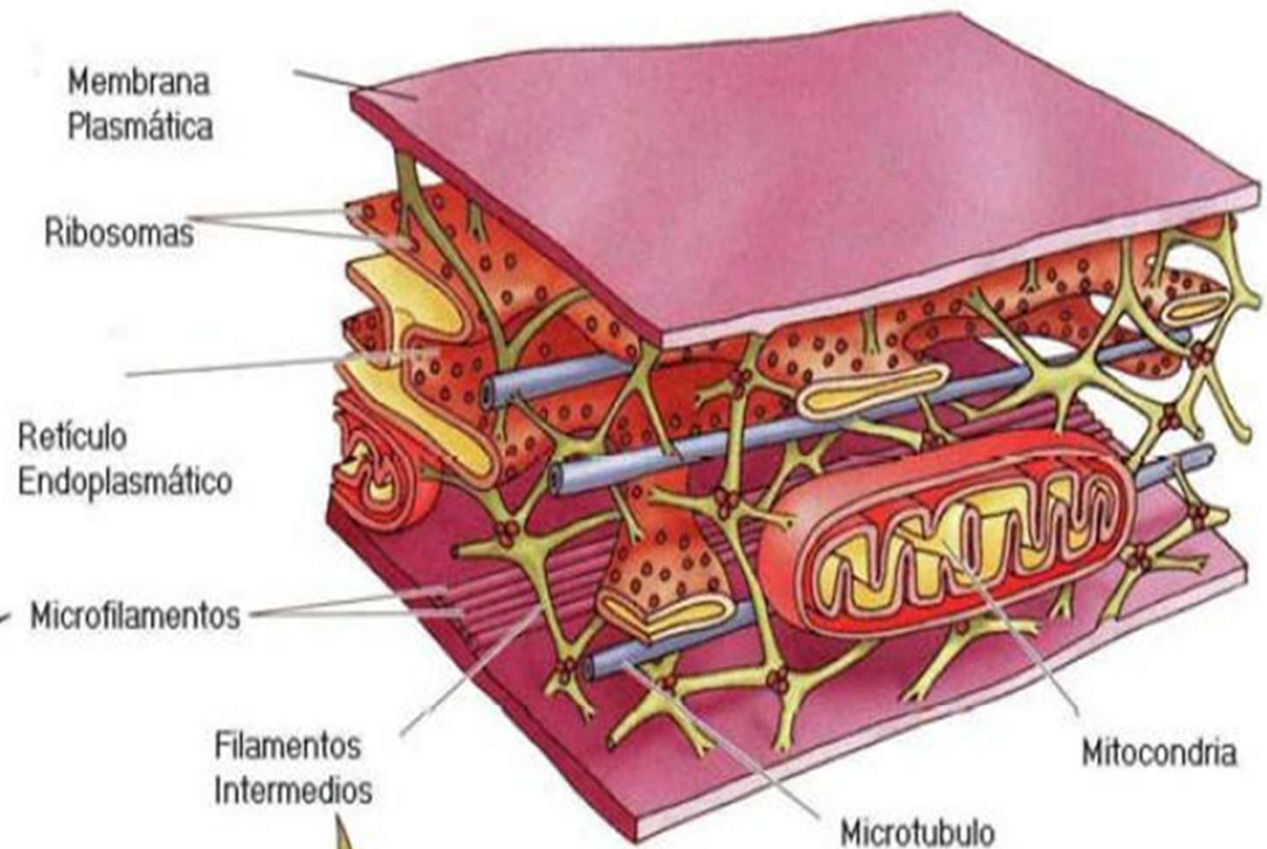
Microtúbulos



Filamentos intermedios



CITOESQUELETO



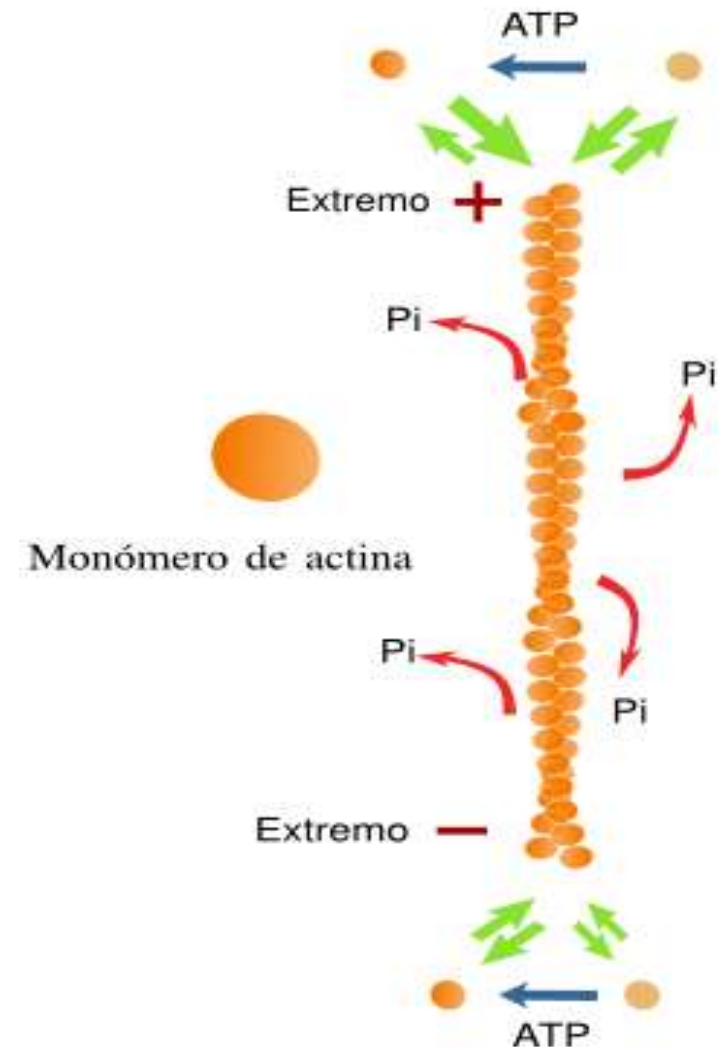
Microfilamentos (5 nm de diámetro)

Los **filamentos** (o **microfilamentos**) **de actina**, polímeros cuya unidad repetida es la proteína actina.

Son los principales responsables de los movimientos celulares, de los procesos de endocitosis y exocitosis, y de la citocinesis (última etapa da división celular).

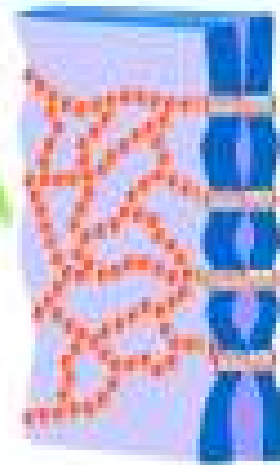
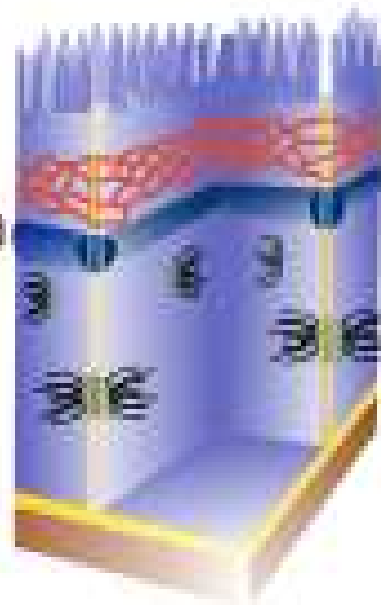
Producen las contracciones de las células musculares, junto con la miosina.

Ayudan a la cohesión celular.

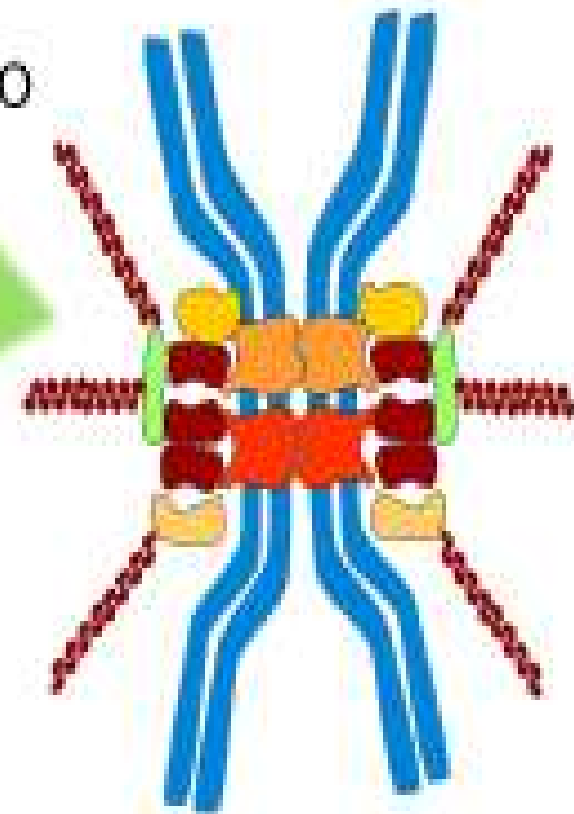


Células epiteliales Alineaciones de claudina/occludina/ZO

Unión estrecha



Unión estrecha



Claudina



ZO 1/2



ZO 1/2/3



Cingulina



Ocludina



MUPP1/MAG1

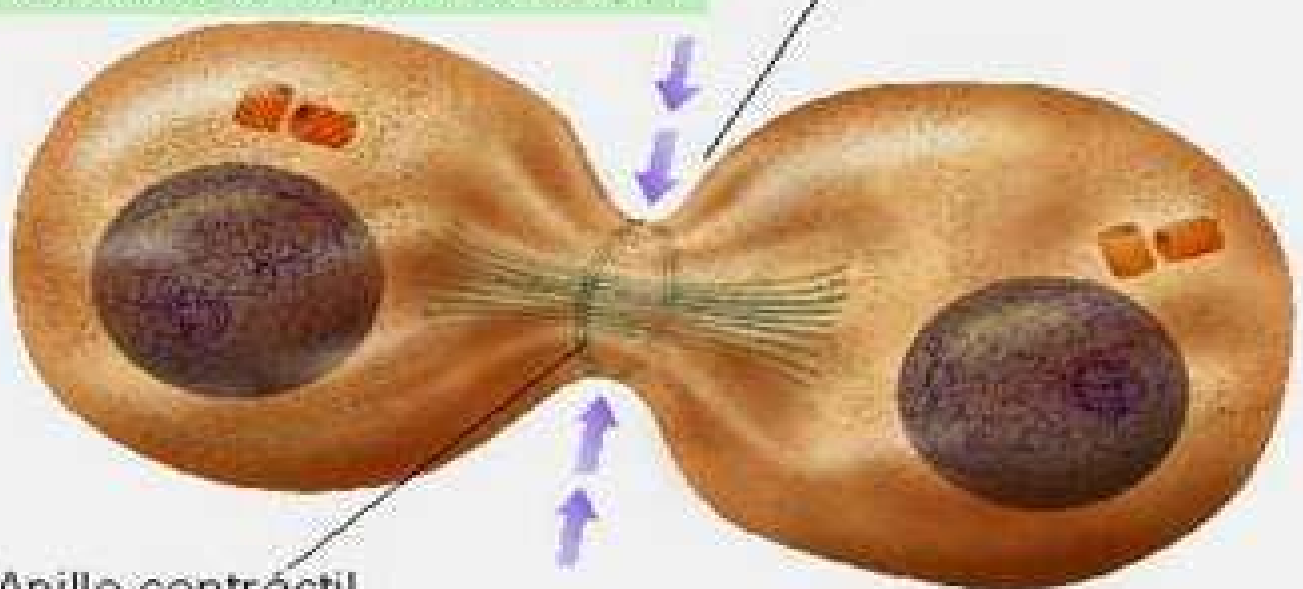


Filamentos de actina

CITOCINESIS ANIMAL

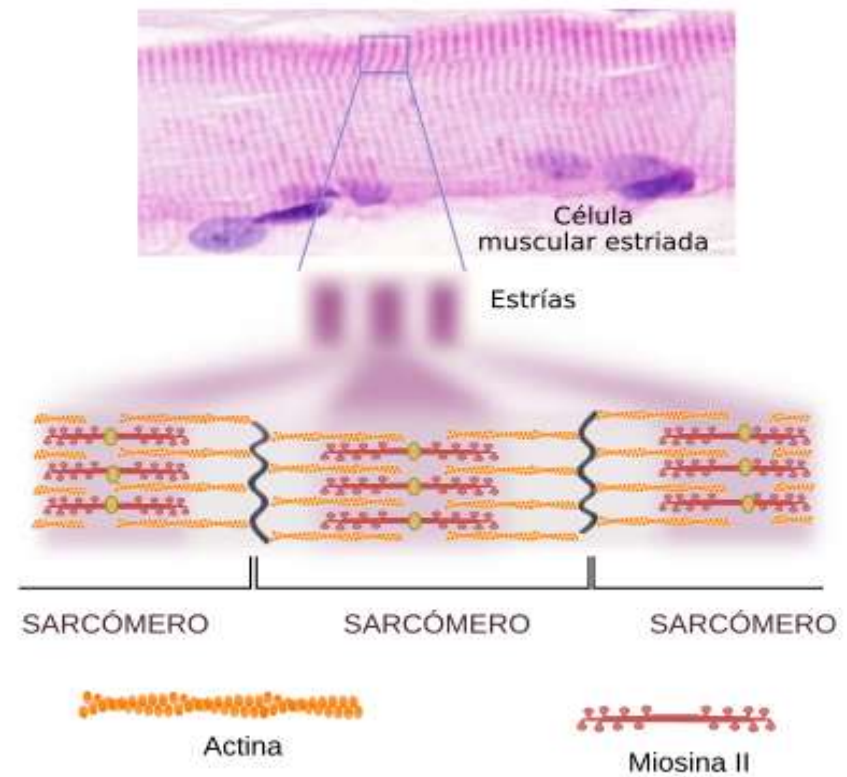
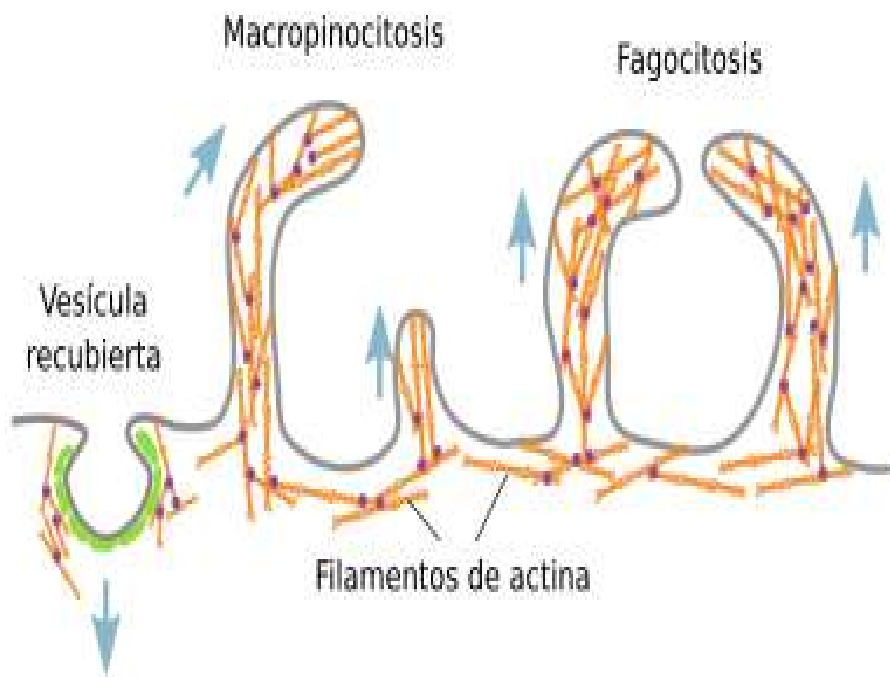
Surco de segmentación
*Irà estrechándose hasta
provocar la separación.*

Anillo contráctil
*Formado por actina y
miosina.*



The diagram illustrates the process of animal cytokinesis. A cell is shown in the process of dividing, with a central constriction where the cell membrane and cytoplasm are being pulled together. This constriction is labeled as the 'Anillo contráctil' (contractile ring), which is 'Formado por actina y miosina' (formed by actin and myosin). The central indentation is labeled as the 'Surco de segmentación' (cleavage furrow), which is described as 'Irà estrechándose hasta provocar la separación' (will narrow until it causes separation). The cell contains a large, dark, spherical nucleus and several smaller, orange, rectangular organelles. Purple arrows point towards the center of the cell, indicating the inward movement of the contractile ring.

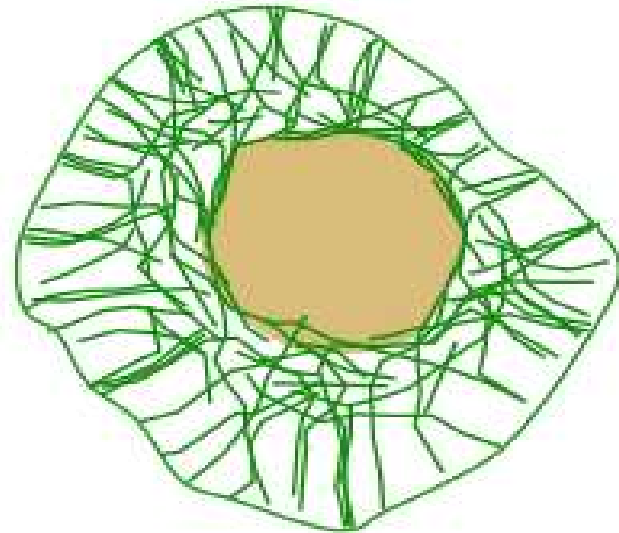
Filamentos de actina



Filamentos intermedios (diámetro: 10 nm)

Los **filamentos intermedios** son los responsables de mantener la integridad de las células animales: son especialistas en resistir tensiones mecánicas y deformaciones celulares.

Formados por distintos tipos de proteínas según el tipo celular, por ej. las **queratinas** de las células epiteliales, los **neurofilamentos** de las neuronas, etc.

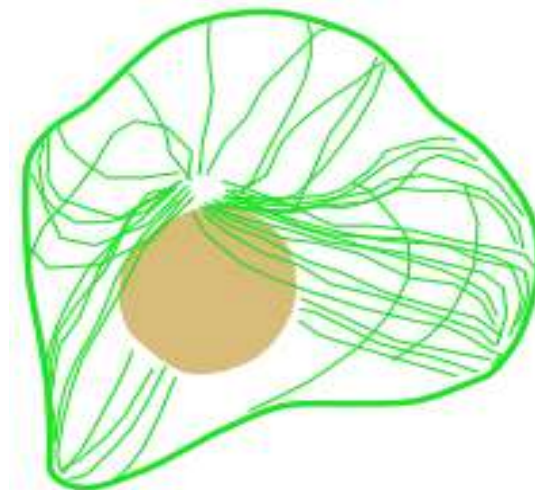


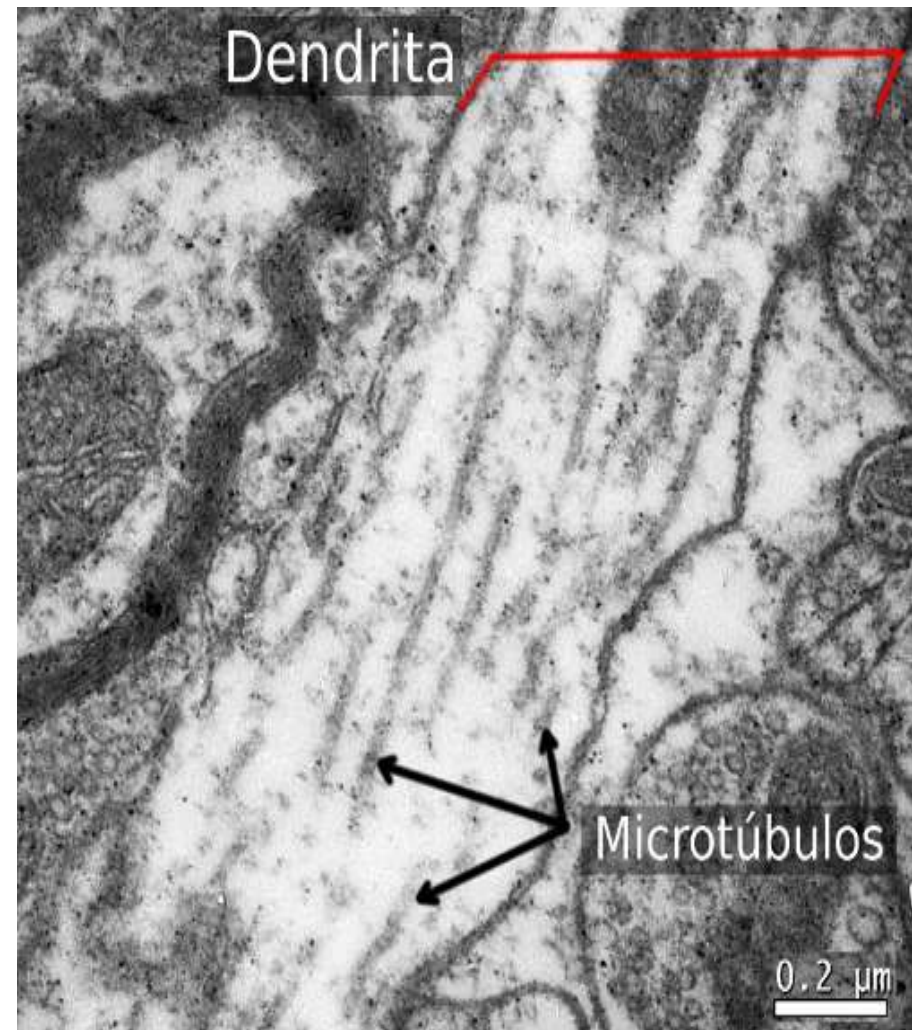
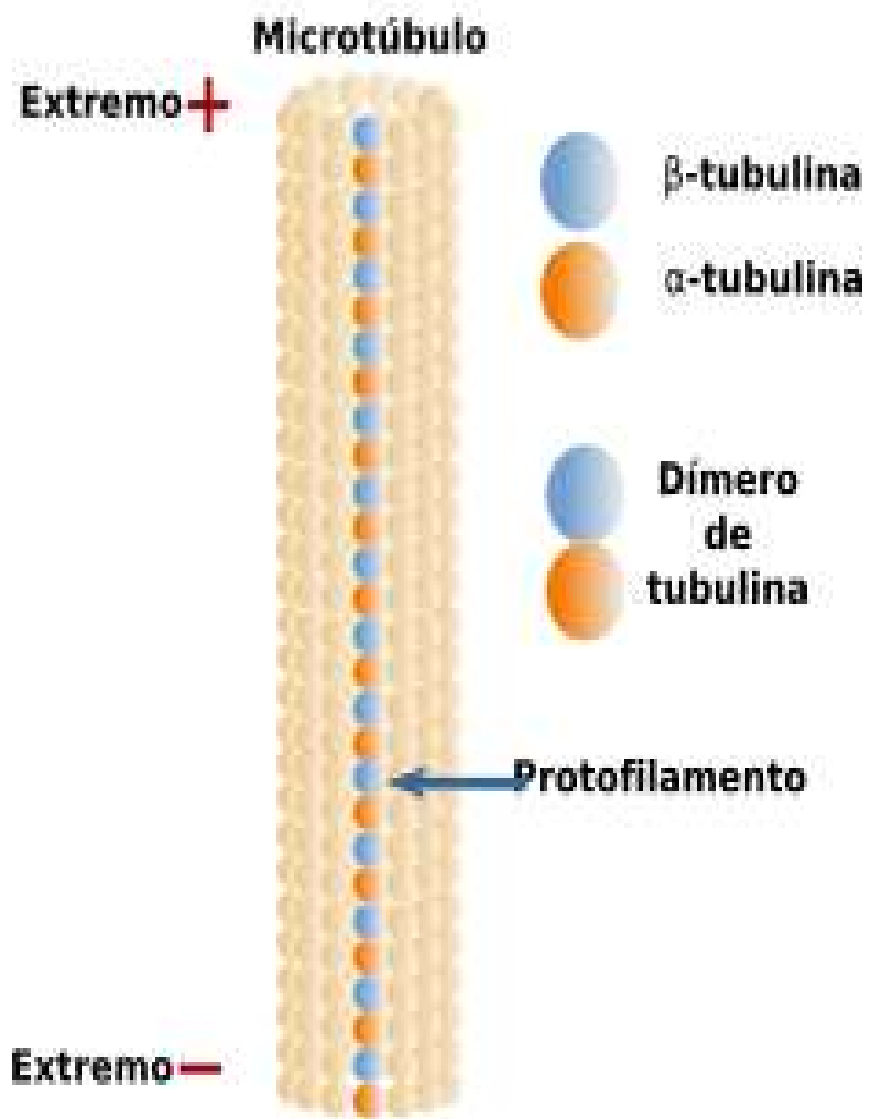
Microtúbulos (diámetro: 20-25 nm)

Los **microtubulos** son estructuras tubulares; sus paredes están formadas por polímeros de dos proteínas: α - y β -tubulina.

Intervienen, entre otras, en las siguientes funciones: organización y desplazamiento intracelular de orgánulos y vesículas, forman la estructura de cilios, flagelos y del centrosoma, movilización de cromosomas durante la división celular.

<https://www.youtube.com/watch?v=4MhPDloUtWc>





3. ORGÁNULOS O ORGANELAS

Estructuras celulares metabólicamente activas que realizan funciones específicas. Los principales orgánulos citoplasmáticos son:

➤ **Orgánulos non membranosos:**

- Cilios.
- Flagelos.
- **Centríolos** (forman parte del centrosoma)
- Ribosomas.

Orgánulos microtubulares
(formados por microtúbulos)

➤ **Orgánulos membranosos:**

- Retículo endoplasmático (RE)
- Aparato de Golgi (AG)
- Lisosomas
- Peroxisomas
- Mitocondrias.

CILIOS Y FLAGELOS

Son **prolongaciones móviles** que se proyectan desde la superficie de algunas células. Tienen un diámetro de 0'2 a 0'5 micras.

Su ultraestructura es similar y están cubiertos por MP.

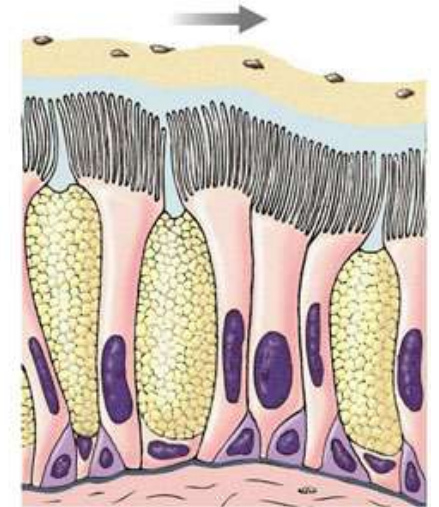
Los cilios:

- Cortos (2-10 micras de longitud)
- Numerosos
- Movimiento pendular (hacia delante y hacia atrás).
- Hay células ciliadas en el aparato respiratorio y genital femenino.

<https://www.youtube.com/watch?v=OgZEgZ0u62U>

Flagelos:

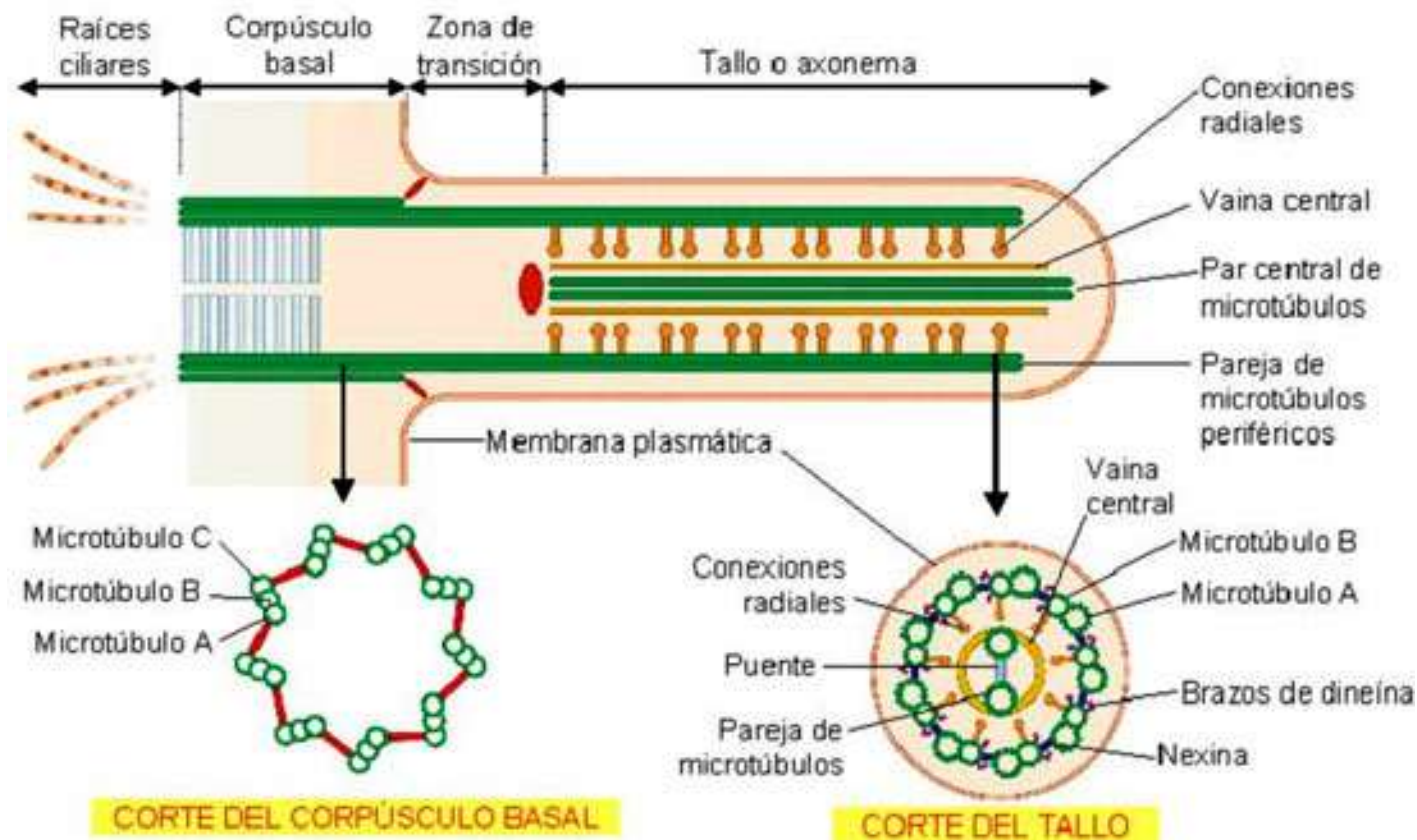
- Largos (100-200 micras)
- Escasos, suele ser uno solo.
- Movimiento ondulante.
- Células flageladas: Los **espermatozoides** y **algunas bacterias.**



CILIOS Y FLAGELOS

Estructura:

Formados por **9 pares de microtúbulos más un par central (axonema)** y todo eso rodeado por membrana. En la base de cada cilio y flagelo hay una estructura llamada **corpúsculo basal** con una estructura **similar** a los **centríolos**.



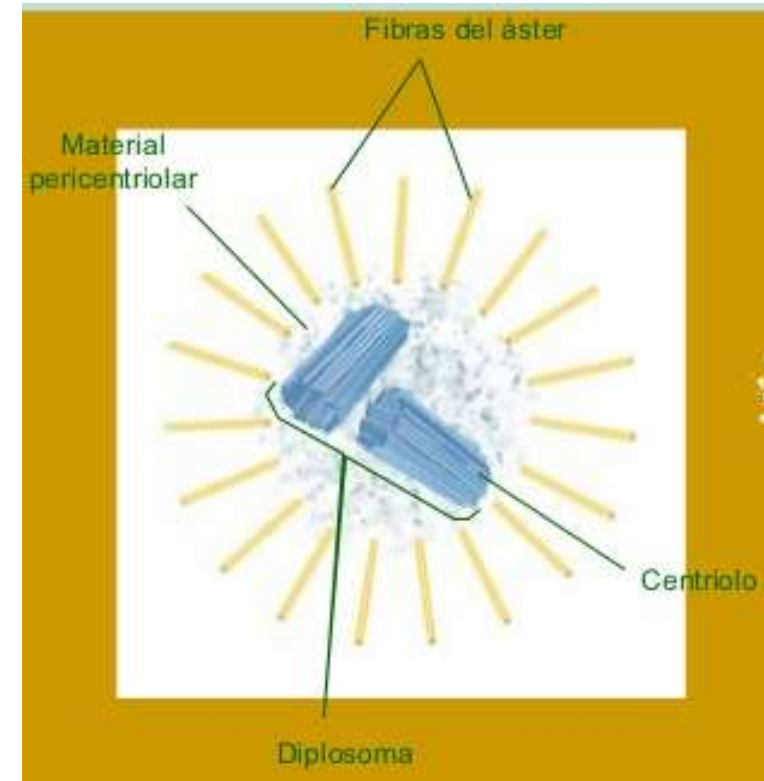
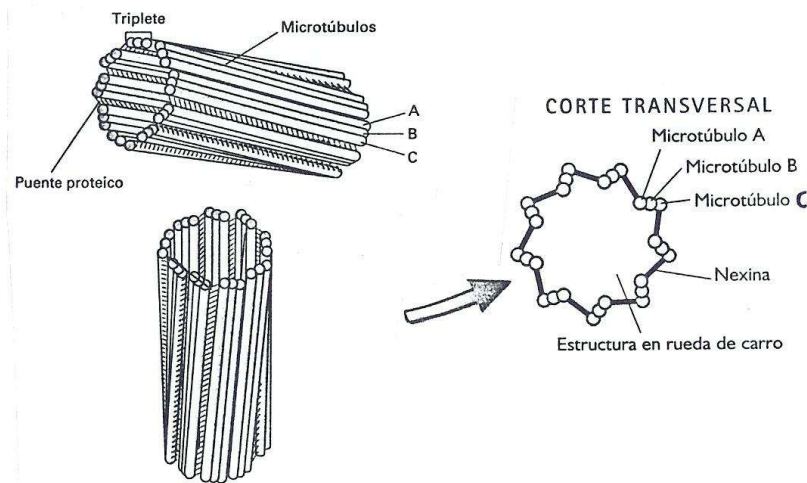
CENTROSOMA

Orgánulo citoplasmático no membranoso situado próximo al núcleo, en el centro geométrico de la célula. Es el principal MTOC (centro organizador de microtúbulos) en las células animales.

Centrosoma= centro celular.

Estructura:

- a) **Un par de centriolos (diplosoma)**
- b) **Material pericentriolar**
- c) **Fibras del áster**



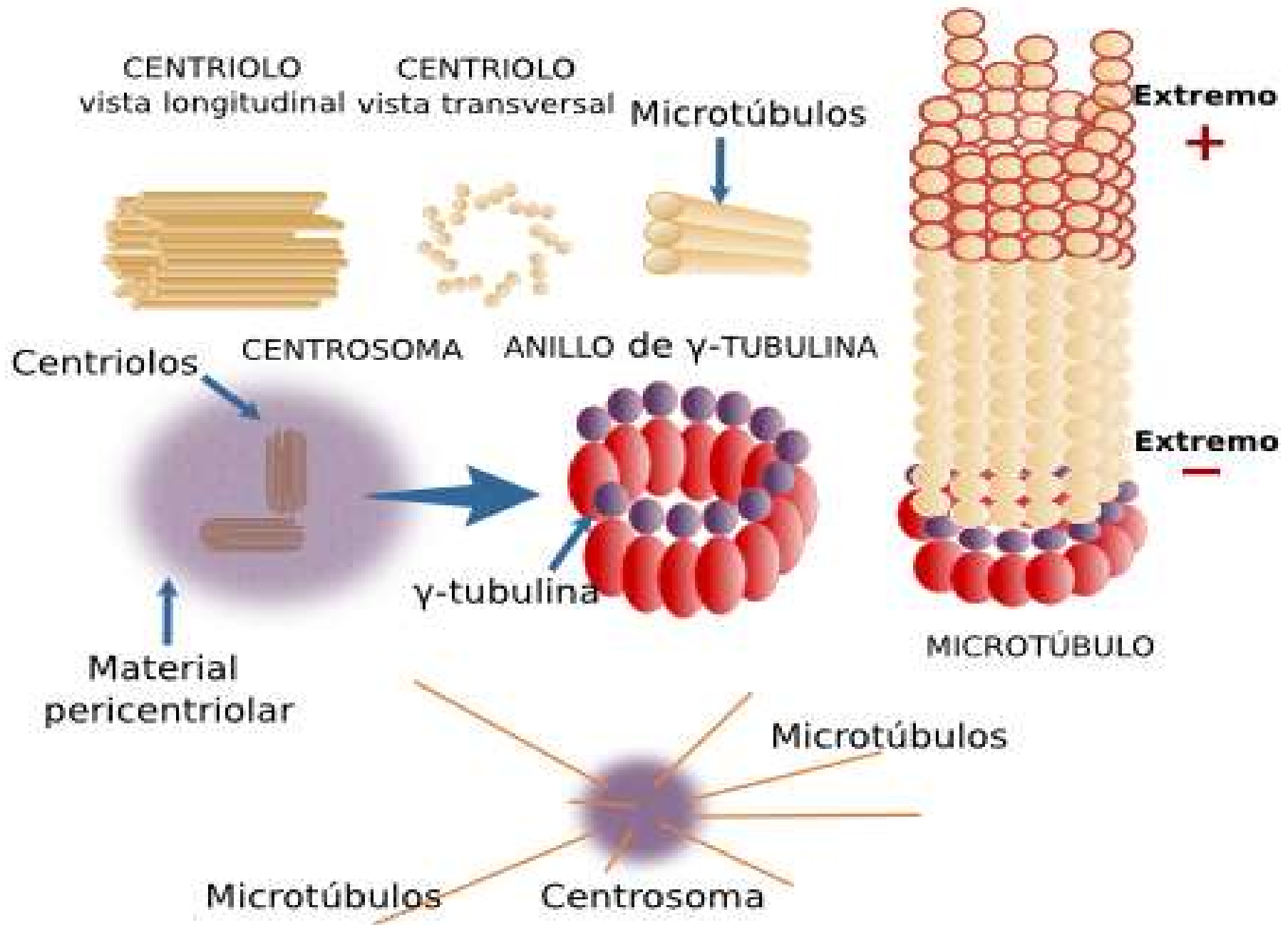
CENTROSOMA

Estructura:

- a) **Un par de centriolos (diplosoma)**, perpendiculares entre sí.
 - Cada centriolo consiste en un cilindro cuya pared está formada por *nueve tripletes de microtúbulos* (9 grupos de 3 microtúbulos).
 - En un corte transversal se observa que cada triplete dispone de forma radial con respecto al centro del centriolo.
- b) **Material pericentriolar**: material proteico denso que rodea al diplosoma y del que se originan los microtúbulos (anillos de γ -tubulina)
- c) **Fibras del áster**: fibras formadas por microtúbulos que crecen (radialmente) y se organizan a partir del material pericentriolar. Durante la división celular dan origen a los microtúbulos de huso acromático.

Función:

- **Centro organizador de los microtúbulos (COM)**. De él, derivan todas las estructuras formadas por microtúbulos (**cilios, flagelos y huso acromático**).



RIBOSOMAS

Son orgánulos citoplasmáticos **no membranosos** formados por la asociación de proteínas y ARNr.

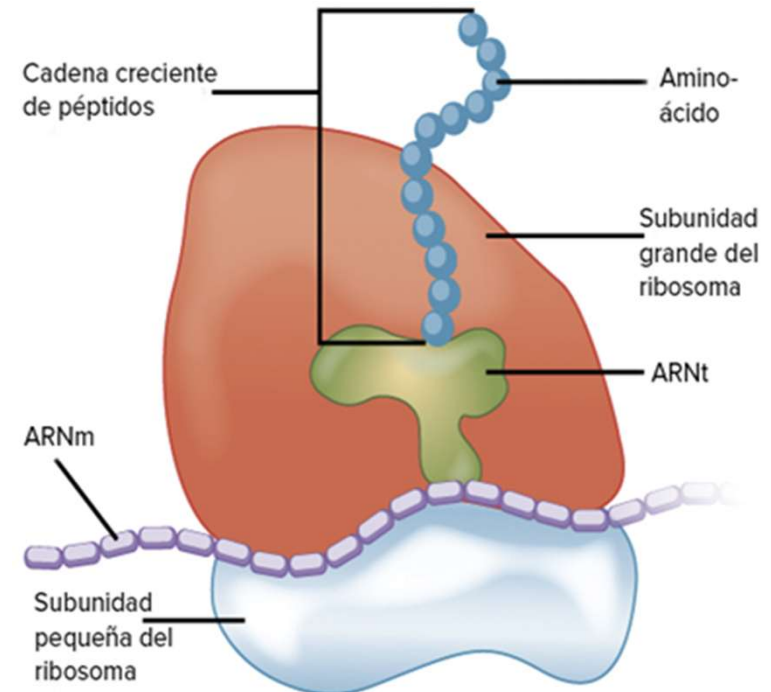
Composición química: **Proteínas** unidas a **ARNr** procedente del nucléolo.

Estructura: Formados por dos subunidades de desigual tamaño:

- **Subunidad grande (60S)**
- **Subunidad pequeña (40S)**

Se encuentran separadas en el citoplasma; se unen sólo cuando realizan su función de síntesis proteica.

NOTA: "S" se refiere a una unidad de densidad llamada unidad de Svedberg.



RETÍCULO ENDOPLÁSMICO (RE)

Es el sistema membranoso más grande de la célula.

Es una red interconectada de **cisternas** (sáculos aplanados), **túbulos** y **vesículas** que se extiende por todo el citoplasma y se continúa con la membrana externa de la envoltura nuclear. El espacio interno se denomina **lumen**.

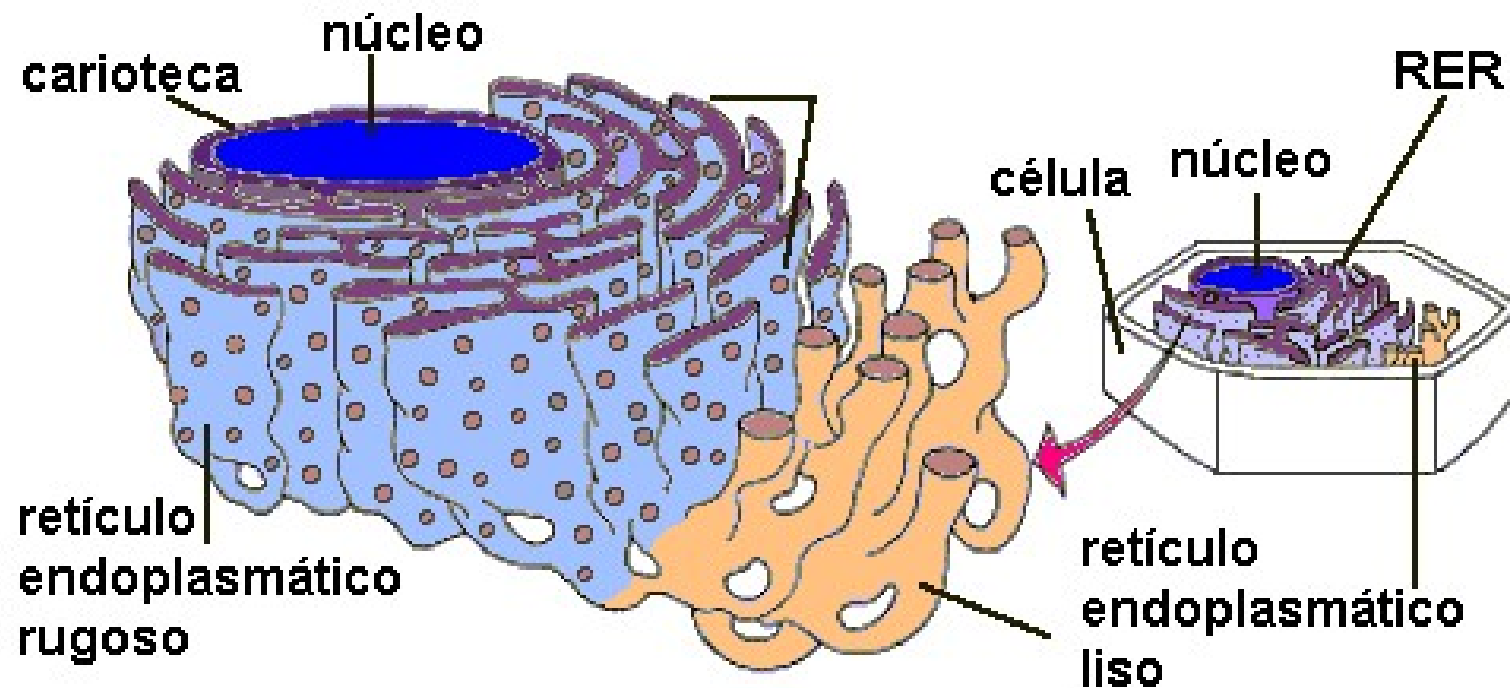
Funciones

- **Síntesis de las proteínas y lípidos de membrana cuyo destino es la propia célula:** formar parte de las membranas biológicas (membrana plasmática, membrana nuclear y membranas de los orgánulos), formación de lisosomas
- **Síntesis de proteínas y lípidos para su secreción** (expulsión fuera de la célula)
- **Transporte y exportación de estos lípidos y proteínas** mediante el desprendimiento de *vesículas* que se dirigen hacia la membrana plasmática o hacia otros orgánulos.

RETÍCULO ENDOPLÁSMICO (RE)

Tipos de RE:

- **RE rugoso (RER) o granular,**
- **RE liso (REL) o agranular.**

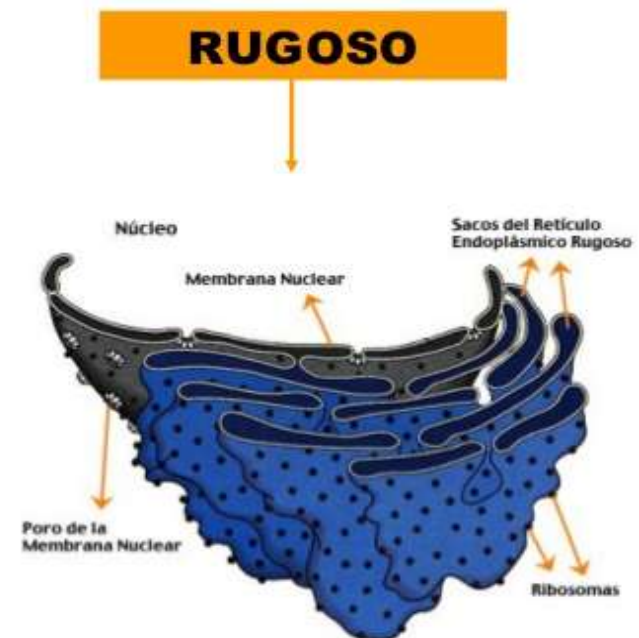


RER

- Posee ribosomas adheridos en la superficie externa.
- Posee amplias cisternas.
- Está **conectado** con la **membrana externa del núcleo** y con **REL**.
- Especialmente desarrollado en las **células secretoras de proteínas**:
 - *Células plasmáticas (secretoras de anticuerpos)
 - *Células pancreáticas (segregan hormonas y enzimas digestivas)



RER con microscopía electrónica



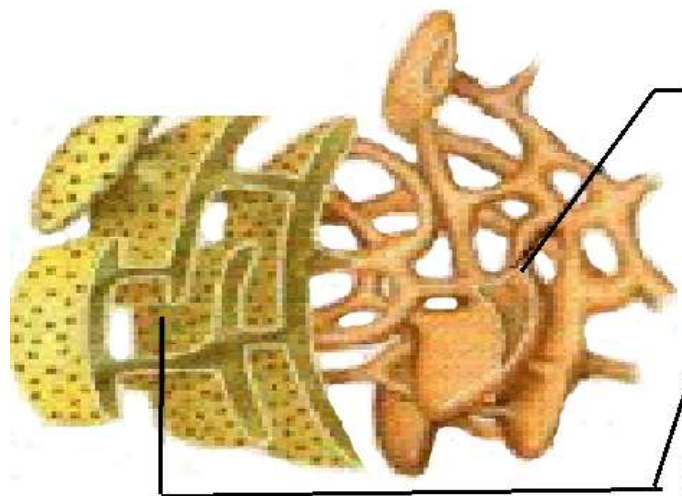
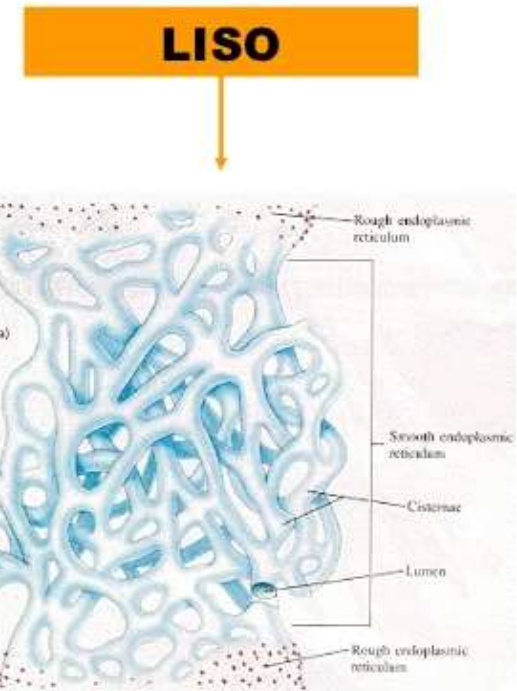
REL

- Sin ribosomas adheridos a su membrana.
- Tiene una estructura tubular (red de finos túbulos interconectados).
- Se continúa con las cisternas del **RER**.

-Especialmente desarrollado en:

- * **Hepatocitos**
- * **Células productoras de hormonas esteroideas.**
(células de la corteza suprarrenal y de las gónadas)
- * **Células musculares estriadas**

Normalmente coexisten ambos tipos de RE en todas las células.



RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO:
Interviene en la síntesis de lípidos.

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO:
Con ribosomas asociadas en su cara externa.
Interviene en la síntesis de proteínas.

RER: Funciones

- **Síntesis, almacenamiento y transporte de proteínas.**

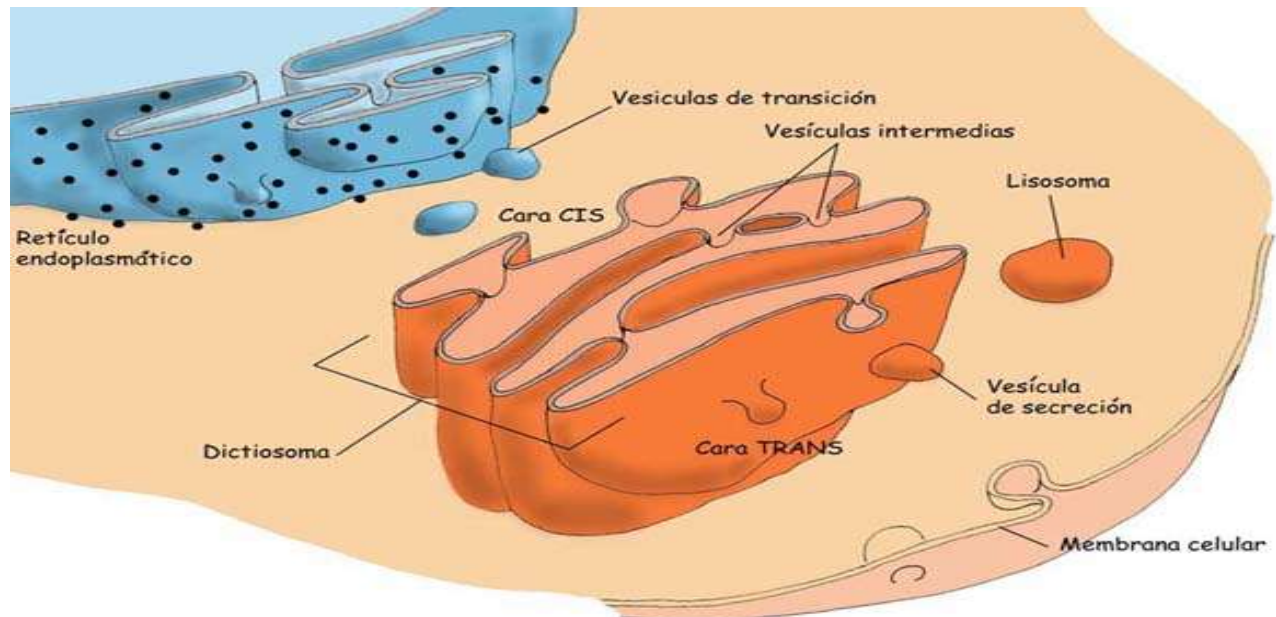
Se sintetizan los ribosomas adosados al RER y son introducidas en el lumen mismo.

- **Modificación de las proteínas sintetizadas**

- **Glucosilación de proteínas** (adición de carbohidratos a las proteínas **y formación de glucoproteínas**). Este proceso será completado en el aparato de Golgi.

- **Otras modificaciones:** hidroxilación, establecimiento de enlaces disulfuro entre cadenas de aminoácidos,...

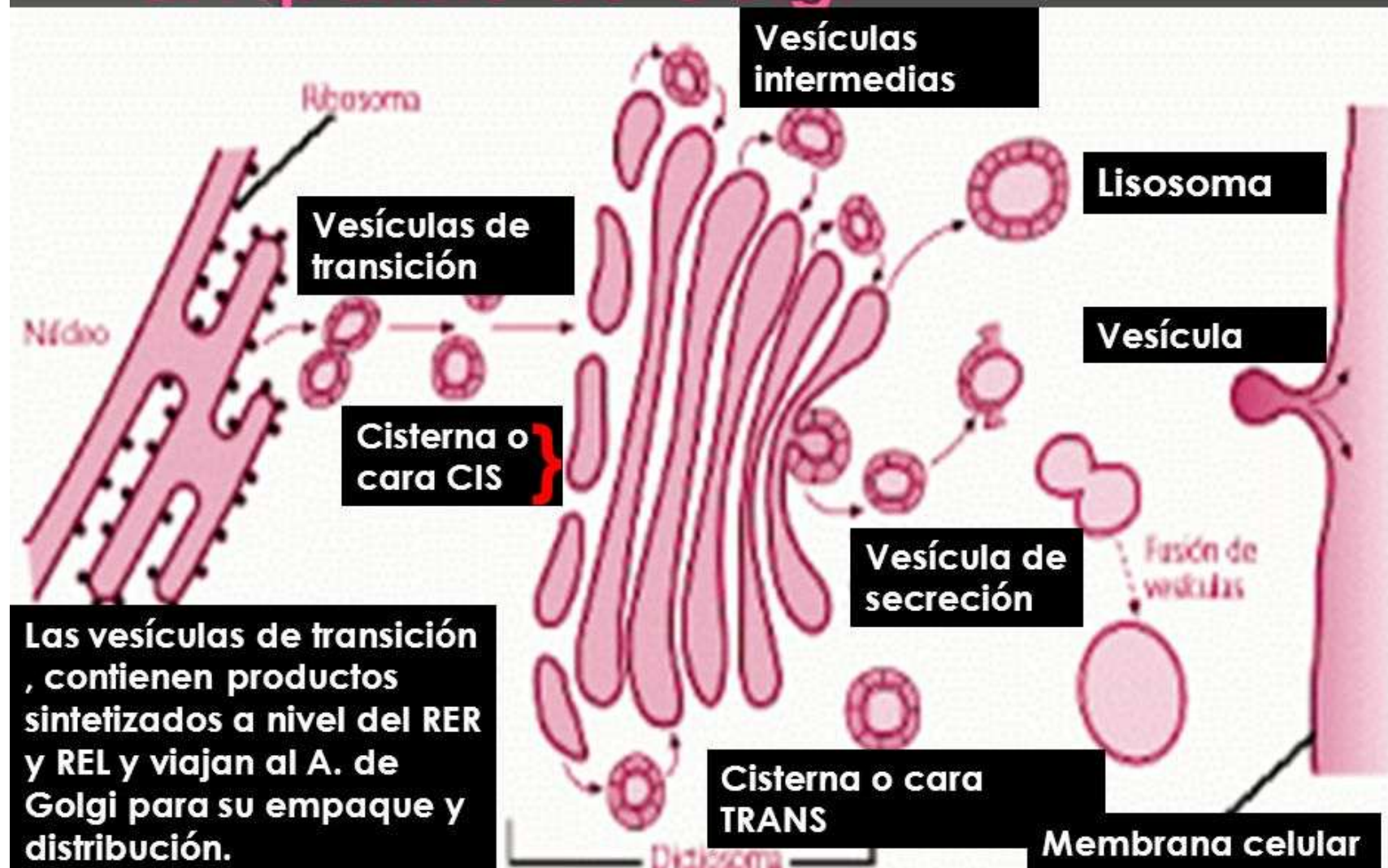
- **Control de calidad** de las proteínas sintetizadas, aquellas que sean defectuosas, serán eliminadas.



REL: Funciones

- **Síntesis, almacenamiento y transporte de lípidos:**
 - glicerofosfolípidos y colesterol**, para formar nuevas membranas; **ceramidas de los esfingolípidos** (su síntesis acaba en el AG)
 - hormonas esteroideas, ácidos biliares**
 - porción lipídica de las lipoproteínas plasmáticas**
- **Detoxificación celular**, es decir, inactivación de sustancias tóxicas para la célula (alcohol, fármacos, productos tóxicos del metabolismo...). Se lleva a cabo principalmente en los **hepatocitos**.
- **Glicosilación de lípidos**: introducción de la fracción glucídica en los lípidos y proteínas para formar glucolípidos.
- **Reservorio de calcio**: el REL de las **cs musculares estriadas** (retículo sarcoplásmico) almacena calcio procedente del citosol para liberarlo posteriormente, en respuesta a algún estímulo, para la contracción muscular.
- **Liberación de glucosa a partir de glucógeno (en hepatocitos)**: Elimina el grupo fosfato de la G-6-P y la convierte en glucosa lista para ser exportada al torrente sanguíneo.

Los productos pasan del retículo al Aparato de Golgi



APARATO DE GOLGI

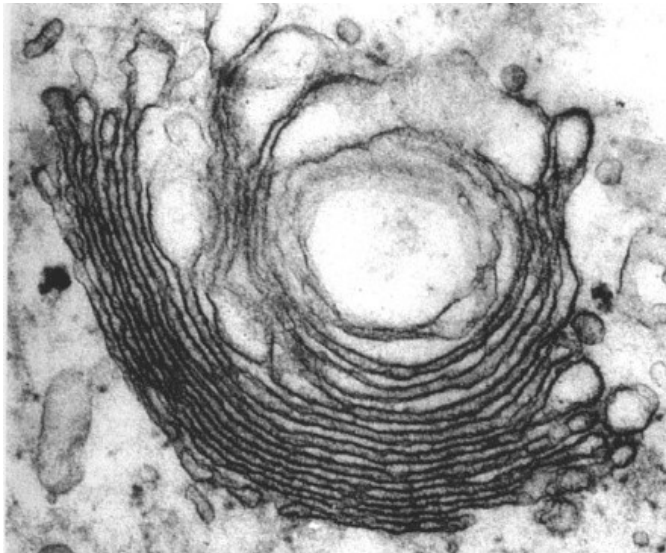
Es un conjunto de **cisternas** aplanadas y apiladas y **vesículas** (de secreción, lisosomas, ...) que se desprenden de ellas.

Cada pila de 6-8 cisternas se llama **dictiosoma** (conjunto de cisternas apiladas) cuyo número varía según el tipo de célula (hay uno o varios dictiosomas por célula).

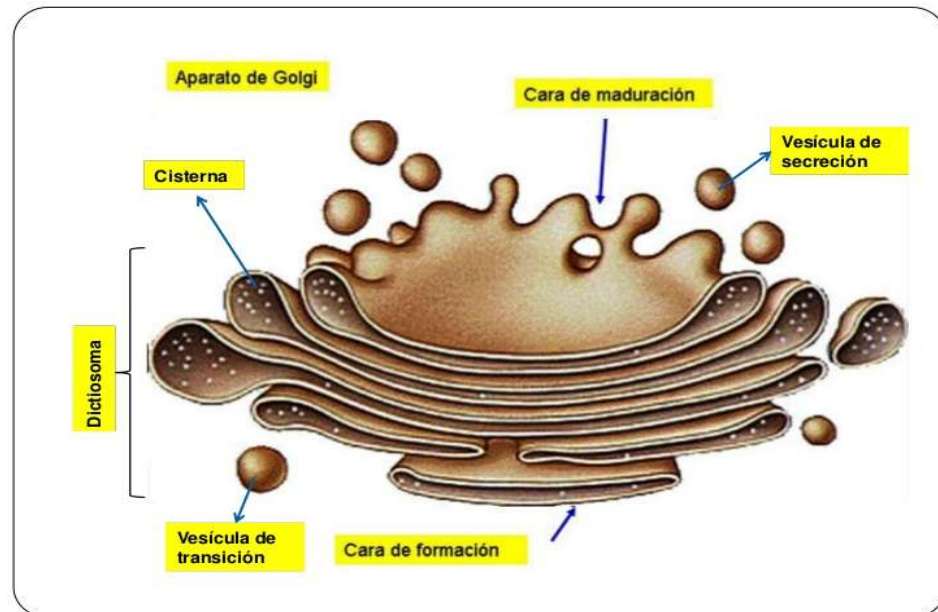
Localización: cerca del núcleo, RER y centríolos.

Cada **dictiosoma** consta de **dos superficies:**

- **Cara cis o de formación** (convexa): Próxima al RE. Rodeada de *vesículas de transición* (vesículas formadas a partir del RE).
- **Cara trans o de maduración** (cóncava): Próxima al MP. Rodeadas de *vesículas de secreción y otras*.



Microfotografía del aparato de Golgi



APARATO DE GOLGI

En la cara cis se reciben los compuestos sintetizados en el RER y REL, gracias a la fusión de vesículas procedentes del RE (vesículas de transición) con las cisternas del AG. Atraviesan el dictiosoma, desde la cara cis a la cara trans, gracias a la formación, desprendimiento y fusión de unas pequeñas vesículas llamadas vesículas intercisternas o **intermedias**.

Desde la cara trans, los compuestos se liberan, de nuevo, dentro de vesículas, que tendrán diferentes destinos.

El AG está muy desarrollado en las células secretoras (células glandulares...)

Funciones:

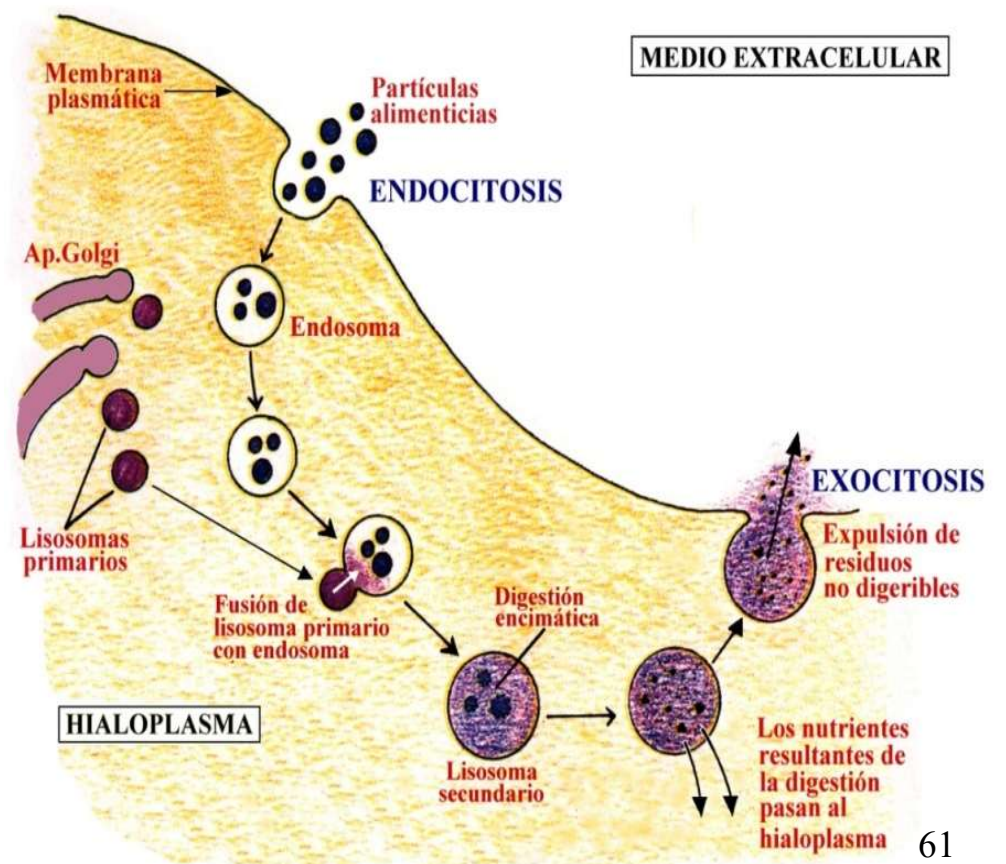
- **Glucosilación de lípidos y proteínas:** en el AG tienen lugar nuevas glucosilaciones completándose la síntesis de glucolípidos y glucoproteínas iniciada en el RE.
- Finaliza la **síntesis de los esfingolípidos**, y **de las lipoproteínas plasmáticas**
- Funciona como un **centro de reparto** de moléculas que proceden del retículo endoplasmático o que se sintetizan en el propio aparato de Golgi.
- Una vez procesadas, las diferentes moléculas son seleccionadas y empaquetadas en **vesículas** diferentes para dirigirse a sus destinos:
- ❖ **Exterior celular: proceso de secreción (exocitosis); las vesículas de secreción se** fusionan con la membrana plasmática y vierten su contenido al exterior celular (pe, proteínas de matriz extracelular, hormonas...). Durante la exocitosis la membrana de las vesículas de secreción pasa a formar parte de la MP. Esto permite reponer los fragmentos de MP que se pierden en la endocitosis tras la formación de vesículas endocíticas o endosomas.
- ❖ **Membranas celulares:** plasmática, nuclear, de orgánulos
- ❖ **Formación de lisosomas**

LISOSOMAS

Vesículas membranosas que contienen **hidrolasas ácidas** (enzimas hidrolíticas activas a pH ácido), como las *nucleasas*, *lipasas*, *fosfatasas*, *sulfatasas* y *glicosidasas*.

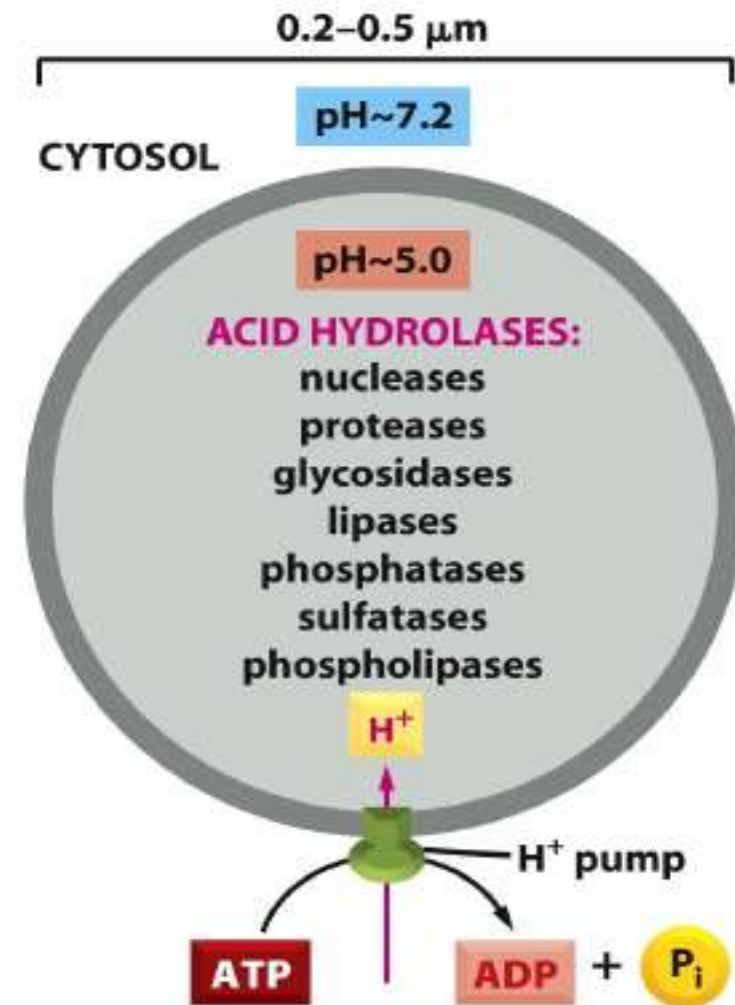
Estas enzimas se sintetizan en los ribosomas del RER, son transportadas al AG y ahí empaquetadas y liberadas en forma de vesículas (lisosomas primarios).

La membrana de los lisosomas posee una cubierta interna de *glucoproteínas* que impide, mediante mecanismos aún desconocidos, el ataque de las hidrolasas a la propia membrana y por lo tanto la destrucción de la célula.



Membrana lisosomal:

- El pH ácido en el interior lisosomal se mantiene gracias a la bomba de protones de la membrana.
- Además, en la membrana lisosomal hay proteínas de transporte para exportar al citosol productos resultantes de la degradación de las macromoléculas, que pueden ser utilizadas por la célula o eliminadas al exterior



LISOSOMAS

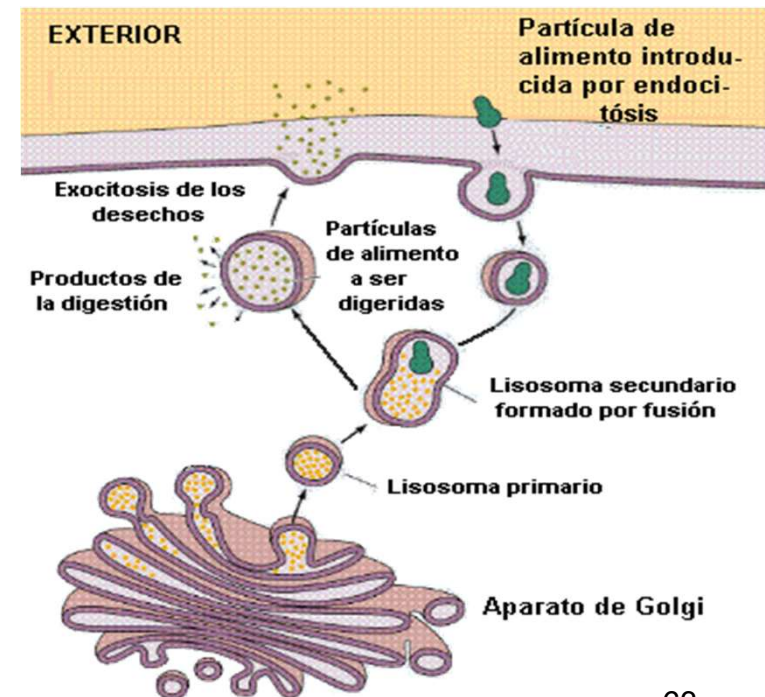
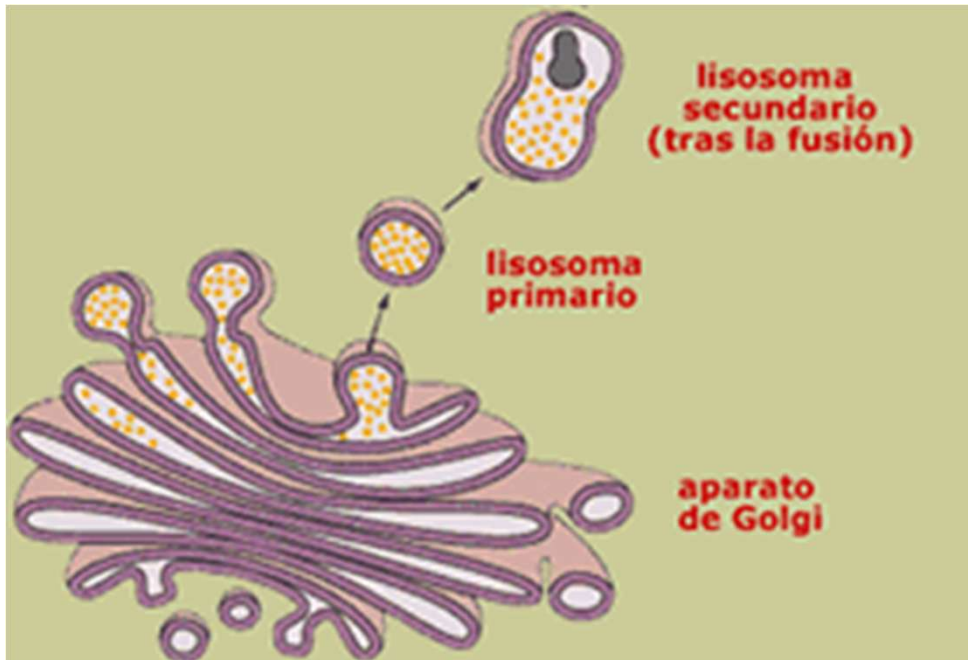
Tipos:

➤ Lisosomas primarios :

- Sólo contiene **hidrolasas**.
- Sus **enzimas** aún no se pusieron en contacto con el sustrato a degradar.

➤ Lisosomas secundarios:

- Contienen **hidrolasas, sustratos y productos de la hidrólisis**. Las **enzimas** ya **actuaron sobre el sustrato**.
- Resultan de la **unión de uno o varios lisosomas primarios con sustancias de origen externo o interno**
- Son más grandes que los primarios.



LISOSOMAS

Función:

Digestión celular, es decir, la digestión de material intracelular o proveniente del exterior. *Es el aparato digestivo de la célula.*

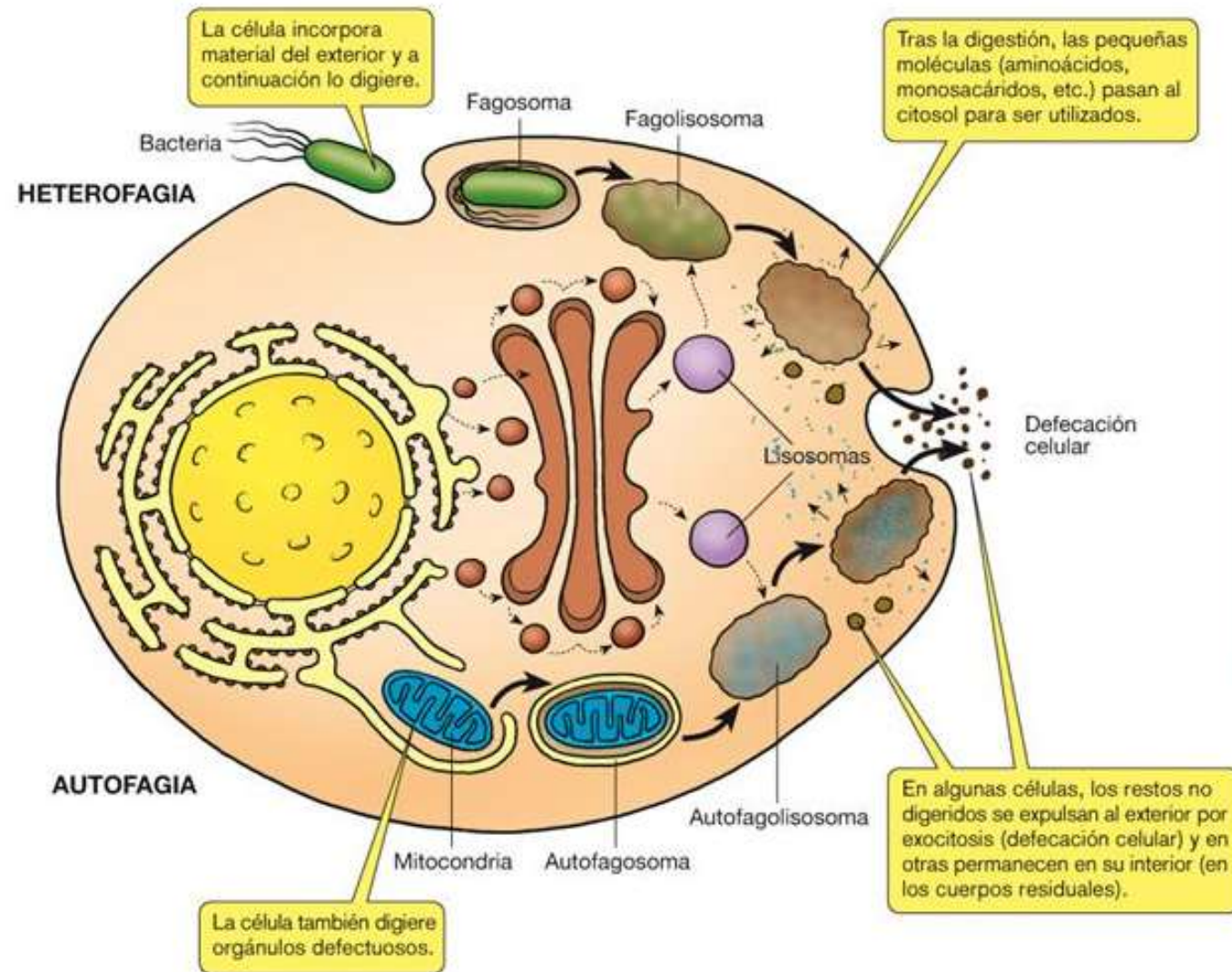
La digestión intracelular se realiza en el interior de los lisosomas secundarios. Dos tipos de digestión intracelular:

-Heterofagia: Digestión de material procedente del exterior (bacterias, alimento...) que se incorpora a la célula por endocitosis (**HETEROFAGOLISOSOMA o vacuola heterofágica:** fusión de lisosoma 1º con partículas procedentes del exterior celular).

-Autofagia: Digestión de componentes de la propia célula como orgánulos dañados, viejos o sustancias inservibles (**AUTOFAGOLISOSOMA o vacuola autofágica:** fusión de lisosoma 1º con partes de la célula que deben ser eliminadas)

LISOSOMA

Heterofagia y autofagia

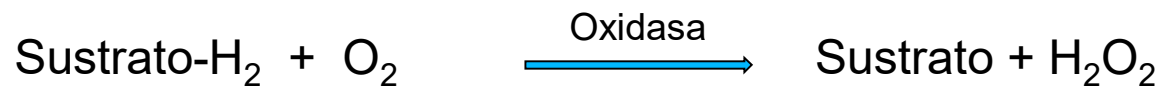


PEROXISOMAS

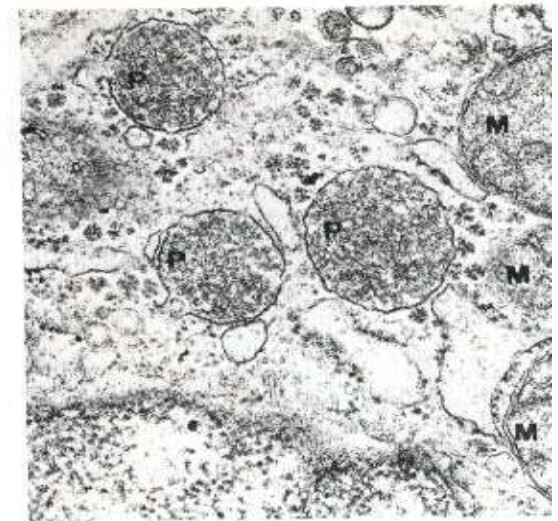
Son pequeñas **organelas esféricas** rodeadas de membrana similares a los lisosomas pero que contienen, en vez de hidrolasas, **enzimas oxidativas**, destacando las oxidasas y la catalasa.

Realizan algunas reacciones oxidativas semejantes a las que tienen lugar en las mitocondrias pero **no producen ATP** sino que **la energía** producida **se disipa en forma de calor**.

Las oxidasas oxidan diversos substratos orgánicos y **generan H_2O_2** (peróxido de hidrógeno), un agente oxidante tóxico para la célula que es eliminado inmediatamente por la catalasas.



Las catalasas utilizan el peróxido de hidrógeno para **oxidar** diversas **sustancias tóxicas** (etanol, fenol...):

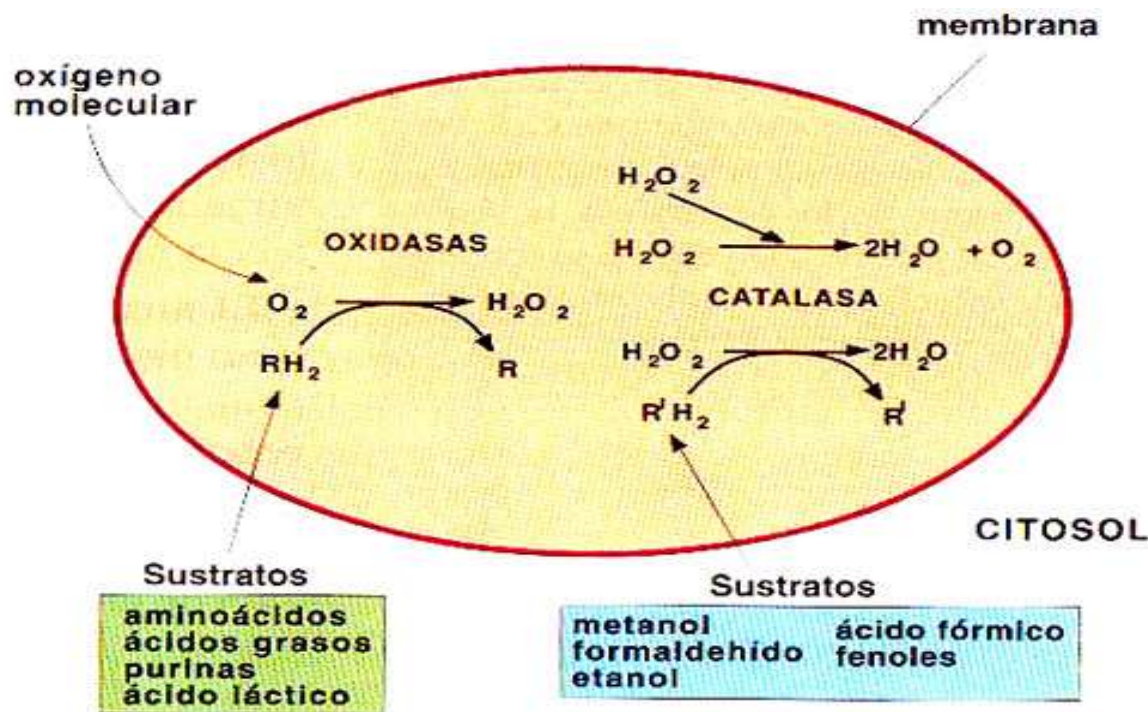


Las reacciones de oxidación son reacciones químicas en las que el compuesto cede o dona electrones a otro

PEROXISOMAS

Función de los peroxisomas:

- **Degradación de diversas sustancias** (ácidos grasos, aminoácidos, bases nitrogenadas...) que penetran en el peroxisoma generando H_2O_2 .
- **Detoxificación celular:** eliminan sustancias tóxicas perjudiciales para la célula como por ej. el etanol.



MITOCONDRIAS

Son organelas esféricas o alargadas provistas de membrana y que constituyen la principal fuente intracelular de energía (**centrales energéticas de la célula**).

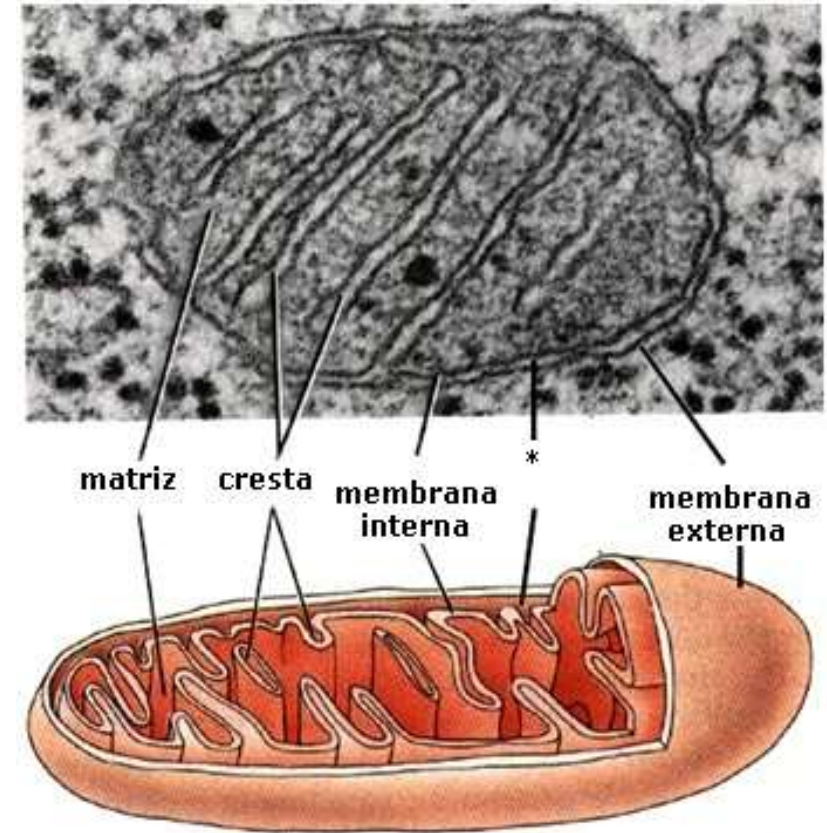
El conjunto de mitocondrias de una célula, se denomina **condrioma**.

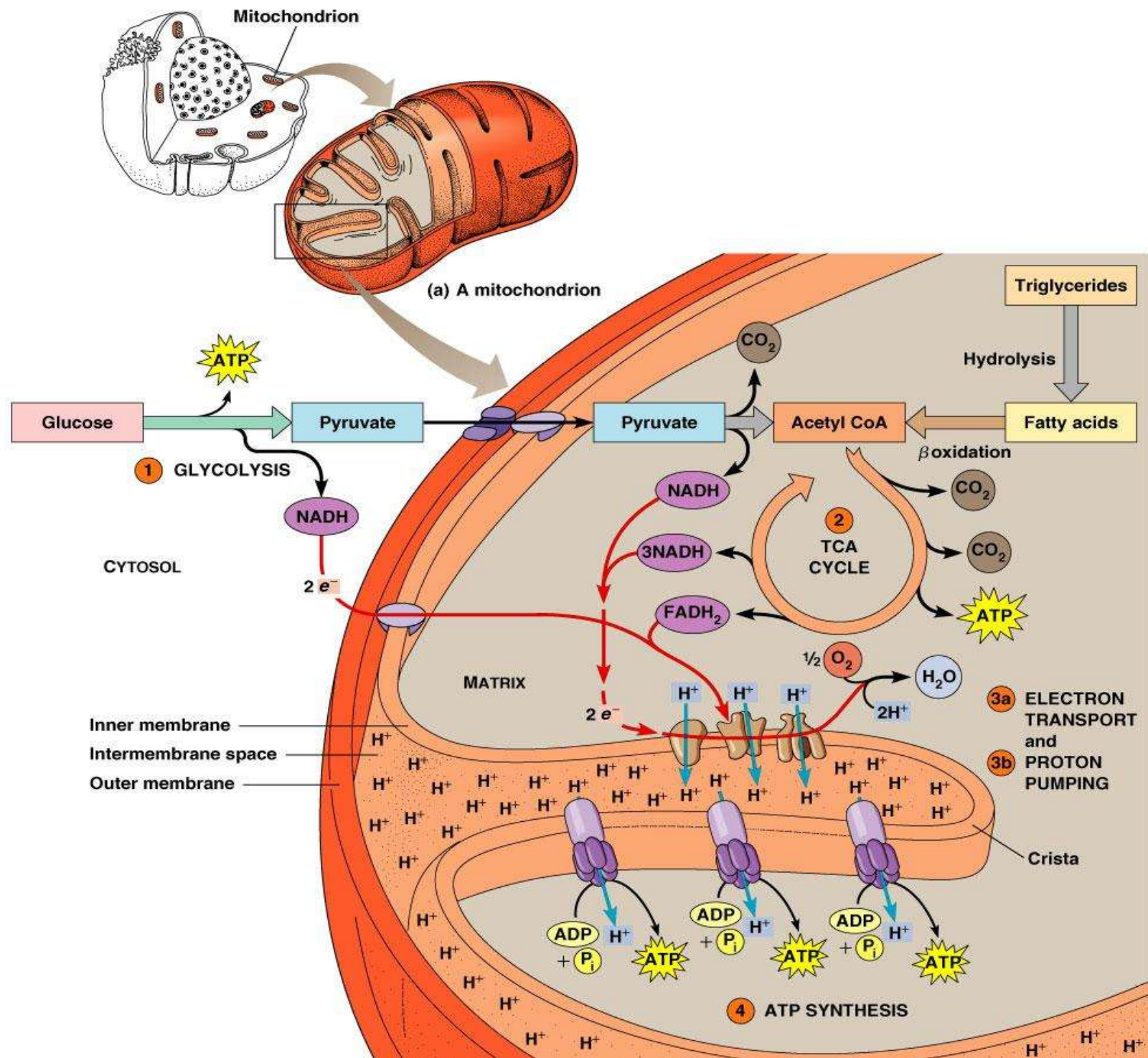
Tamaño:

- Ancho: 0'1 a 1 micras
- Largo: 0,5 a 10 micras.

Número: **Variable**, depende del tipo de célula y de su estado funcional. Hepatocitos: Hasta 2000 mitocondrias.

Localización: Suelen ubicarse **cerca de los lugares donde se consume la energía**: regiones sinápticas, ciliares, miofibrillas, etc.

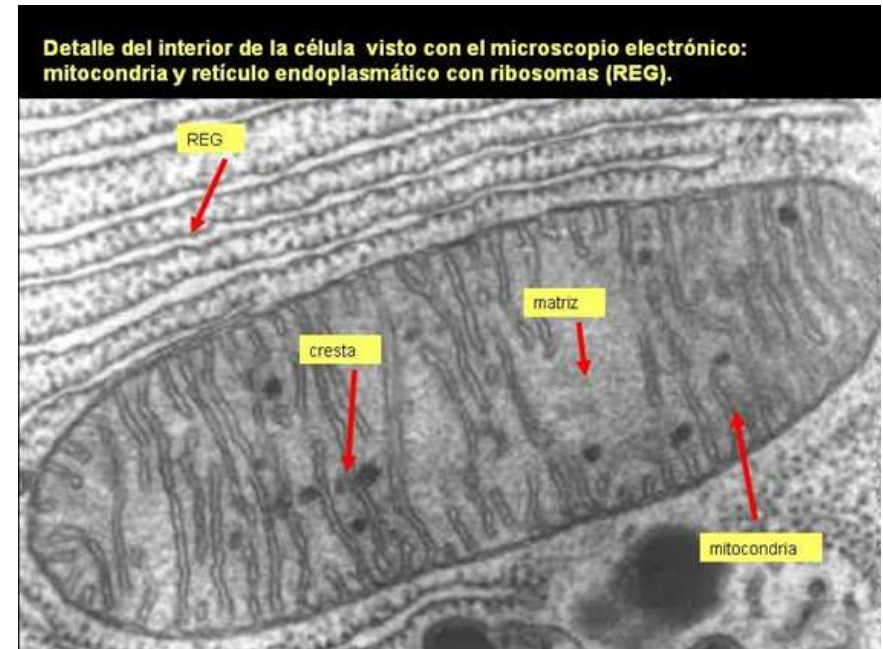
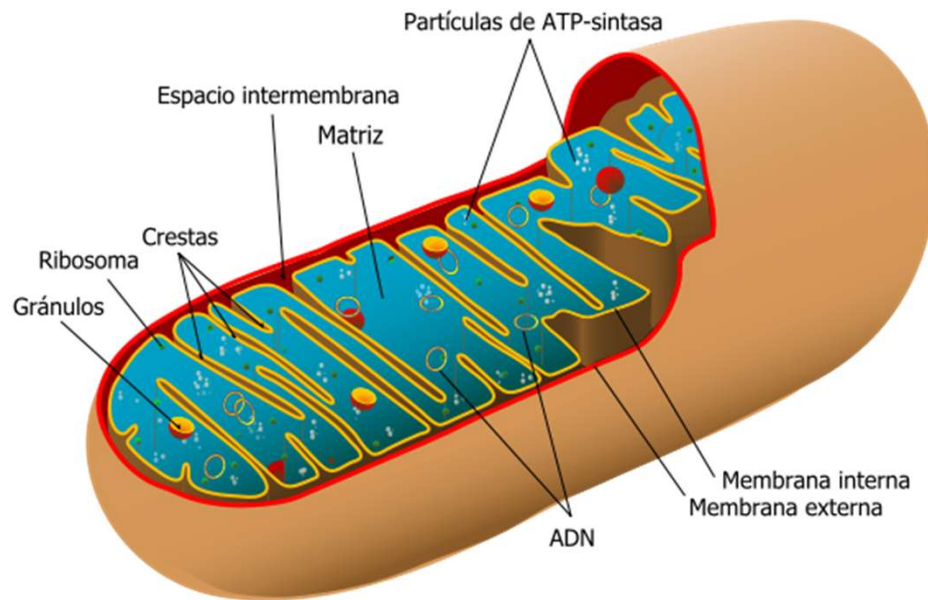




MITOCONDRIAS

Estructura:

- Una **doble membrana**
- **Espacio intermembranoso o cámara externa**
- **Matriz mitocondrial o cámara interna.**



Mitocondria con microscopía electrónica

MITOCONDRIAS

Estructura:

- **Doble membrana:**

- *M. externa:* lisa, que la separa del citosol.
- *M. interna:* plegada formando crestas (crestas mitocondriales) que aumentan su superficie. Contiene los complejos enzimáticos y transportadores de la **cadena respiratoria**.

- **Espacio intermembranoso o cámara externa:** entre la membrana externa y la interna. De composición muy similar al citosol debido a la permeabilidad de la membrana externa.
- **Matriz mitocondrial o cámara interna:** en el interior de la mitocondria, delimitada por la membrana interna.

Contiene:

- Metabolitos varios: ADP, ATP, iones de calcio, fosfato...
- Enzimas
- ADN mitocondrial (ADNmt) (se hereda exclusivamente por vía materna)
- Mitorribosomas (ribosomas mitocondriais con el ARN mitocondrial).

Las mitocondrias tienen una cierta autonomía para fabricar algunas de sus proteínas bajo la dirección de su propio ADNmt, pero otras muchas ingresan desde el citosol.

NOTA

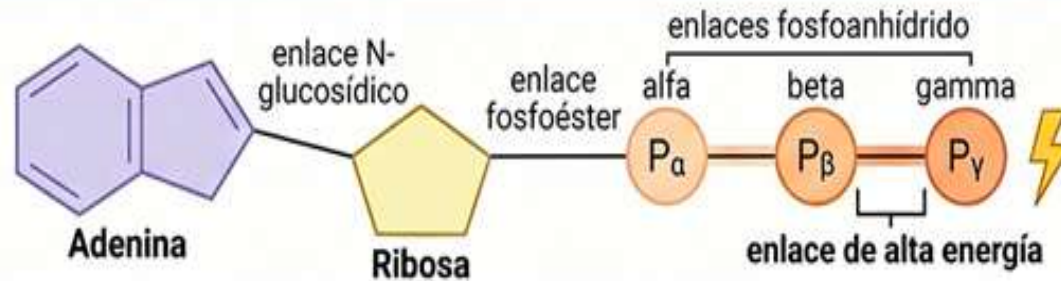
La **cadena respiratoria** (también llamada cadena de transporte de electrones) es un **conjunto de complejos enzimáticos y transportadores móviles insertados en la membrana interna de la mitocondria**.

Su cometido es transferir electrones procedentes de las vías metabólicas hasta el oxígeno molecular, liberando en el proceso la energía que la célula emplea para sintetizar la mayor parte de su ATP.

ATP

Del inglés *adenosine triphosphate* · adenosín trifosfato

Estructura molecular



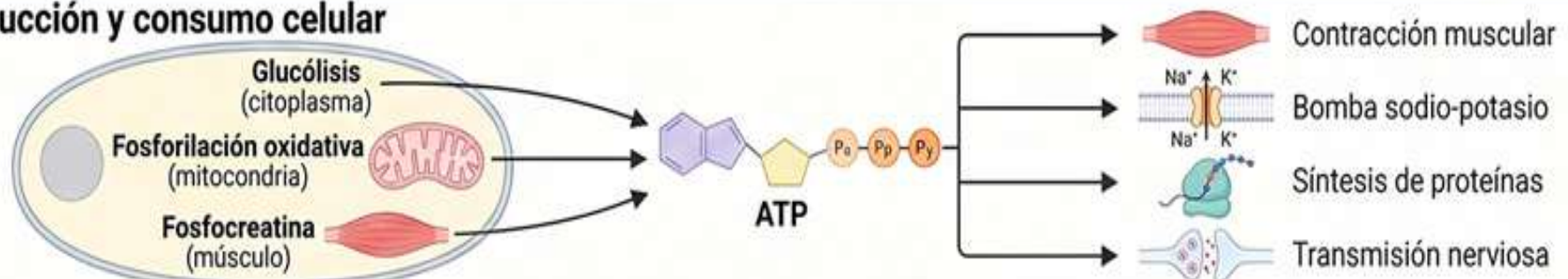
La energía celular se almacena en el enlace entre los dos últimos fosfatos.

Ciclo energético ATP ↔ ADP



El ATP se regenera continuamente a partir del ADP.

Producción y consumo celular

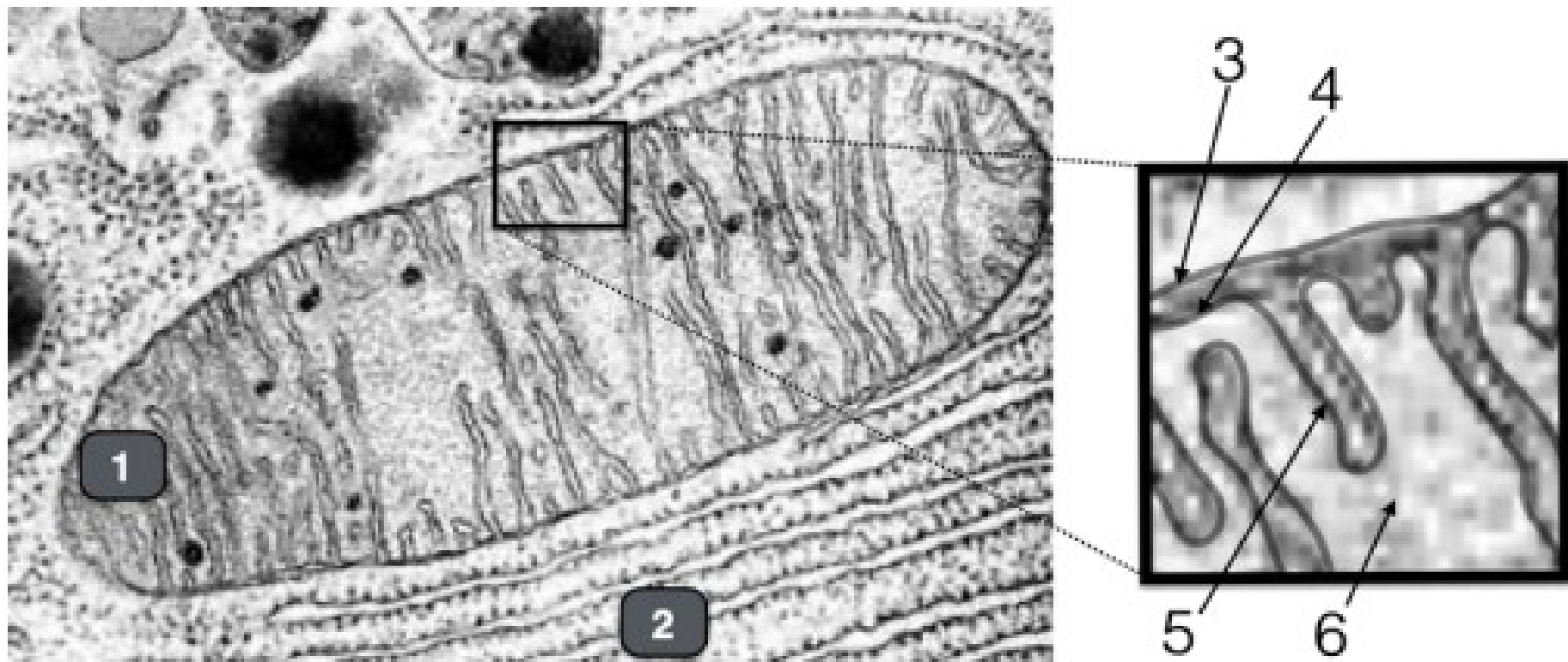


La célula produce y consume millones de moléculas de ATP por segundo.

El ATP es la moneda energética universal de la célula.

Función: producir la energía que necesita la célula mediante la respiración celular.

Las mitocondrias sintetizan ATP a partir de la energía liberada en los procesos de oxidación aerobia de la materia orgánica: glucosa, ácidos grasos y aminoácidos.

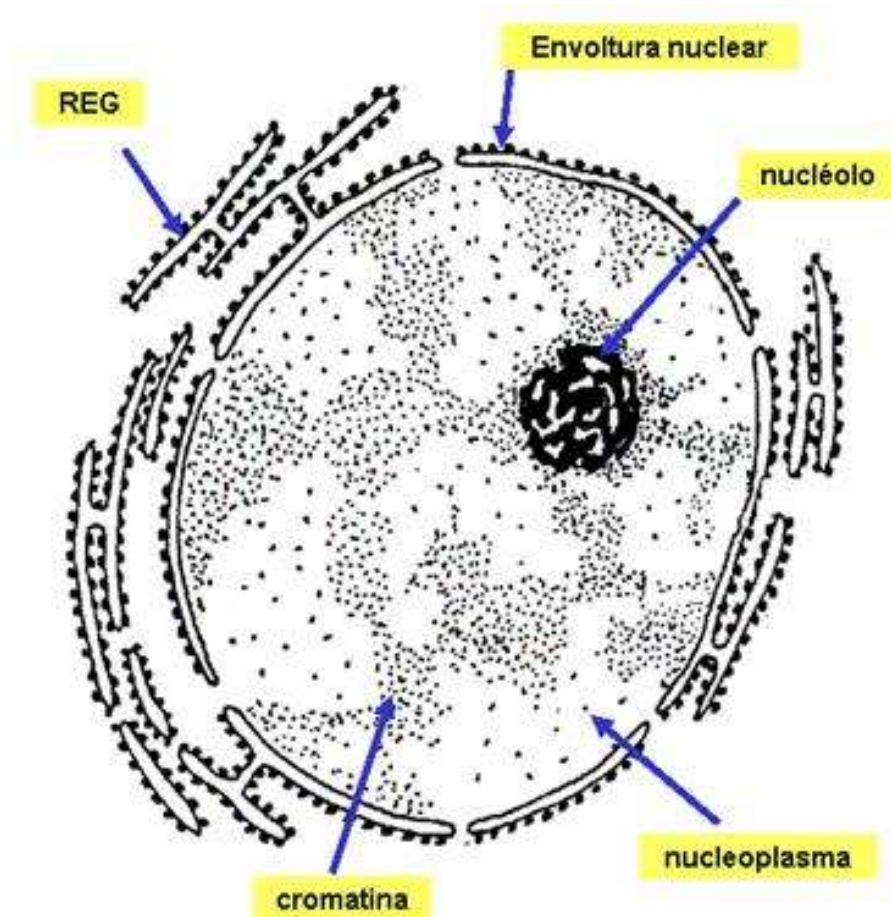


NÚCLEO

- Es el lugar donde se concentra la **información genética** de la célula: es el compartimento dónde se encuentra el ADN y la maquinaria para transcribir su información a ARN.
- **Dirige la actividad de la célula.**
- **Se observa** fácilmente al MO con el colorante **hematoxilina** (colorante básico de color azul oscuro o morado) que se utiliza:
 - En la tinción hematoxilina-eosina (HE) y
 - En la tinción de Papanicolaou
- **Forma:** Suele ser **redondeado** o **ovalado**.
- **Situación y nº:** Suele ser **central** y **único** (excepciones: células musculares estriadas esqueléticas con cientos de núcleos situados en la periferia, debajo de la membrana citoplasmática).

NÚCLEO: Estructura

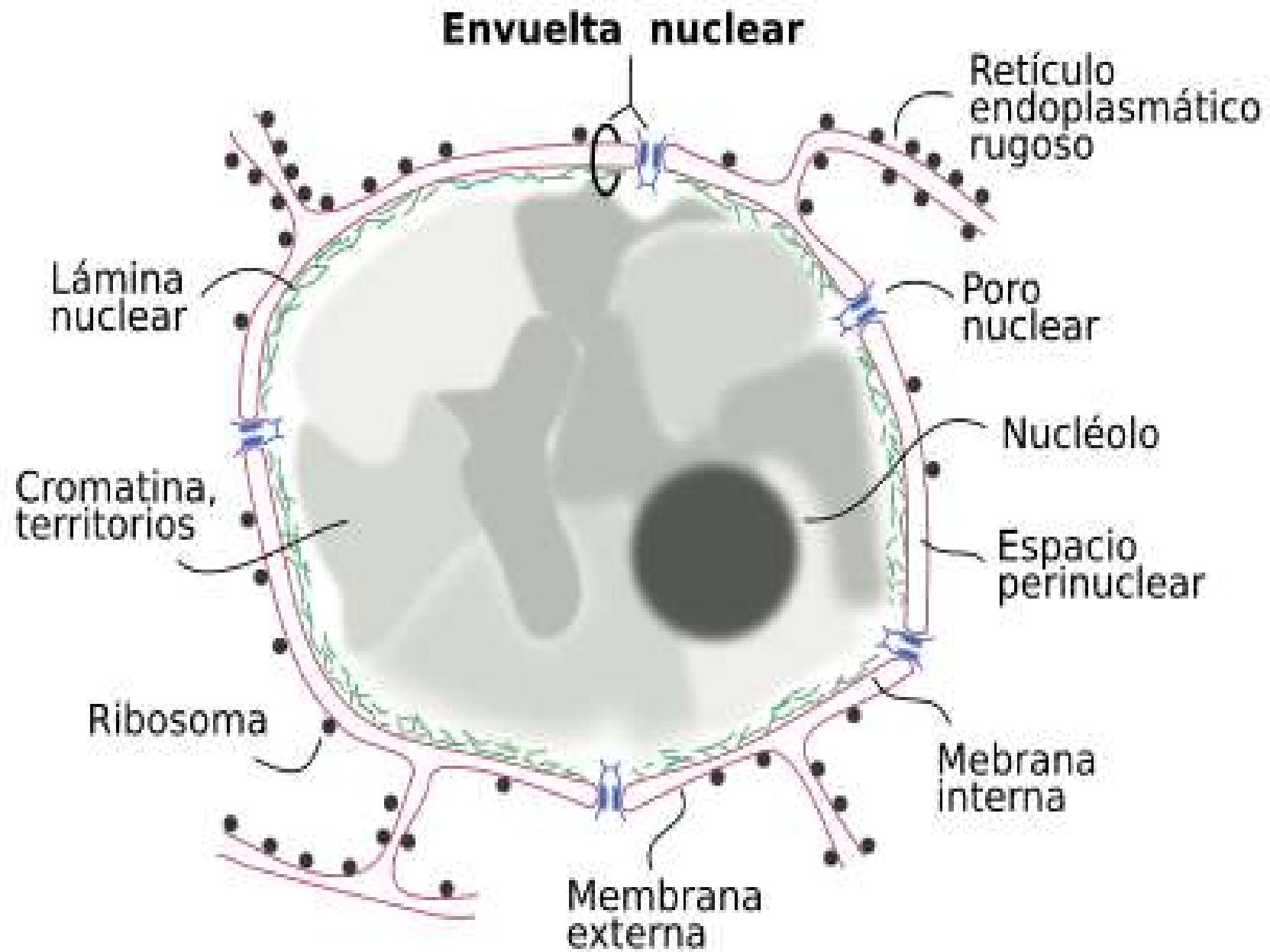
1. Envoltura nuclear, membrana nuclear o carioteca
2. Carioplasma o nucleoplasma o cariolinfa.
3. Cromatina
4. Nucléolo

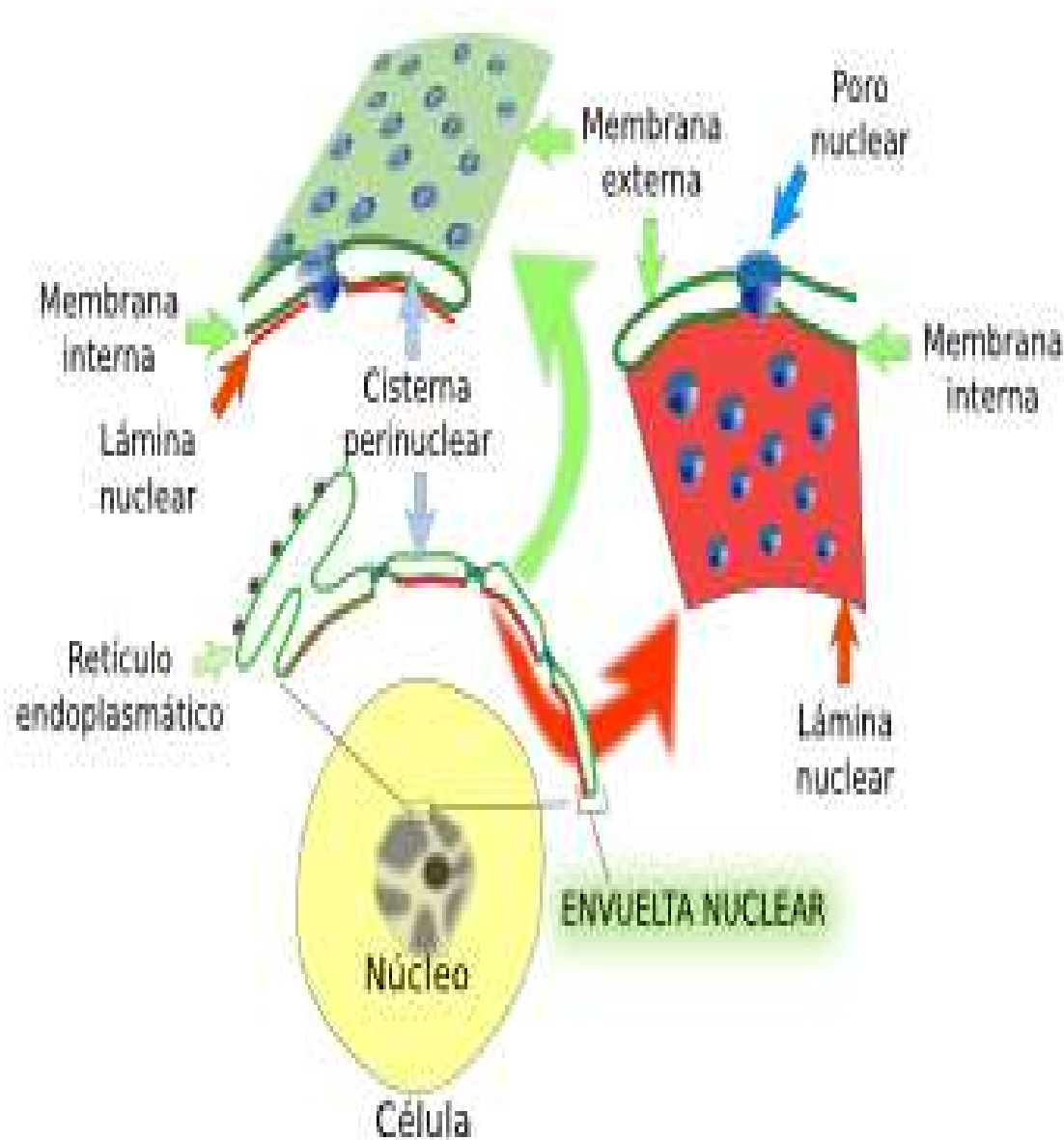


NÚCLEO: Estructura

1. Envoltura nuclear o carioteca:

- **Separa** el núcleo del citoplasma celular.
- Es una **doble membrana** con las mismas características de todas las membranas celulares.
 - **Membrana externa:** En contacto con el citosol, suele tener ribosomas adosados en la cara citoplasmática, y se continúa con el RER.
 - **Membrana interna:** En contacto con el nucleoplasma. El espacio que las separa recibe el nombre de **espacio perinuclear**.
- No es continua, presenta perforaciones o **poros nucleares** que cruzan la doble membrana. Los poros forman un canal que permite el intercambio de sustancias entre el núcleo y el citoplasma. Están formados por complejos de proteínas denominadas **nucleoporinas**.
- **Funciones:**
 - **Separar el citoplasma del nucleoplasma** y mantener separados los procesos metabólicos de ambos medios.
 - Regula el **intercambio de sustancias** a través de los poros.
 - Preservar la estabilidad del ADN, regula la expresión génica.





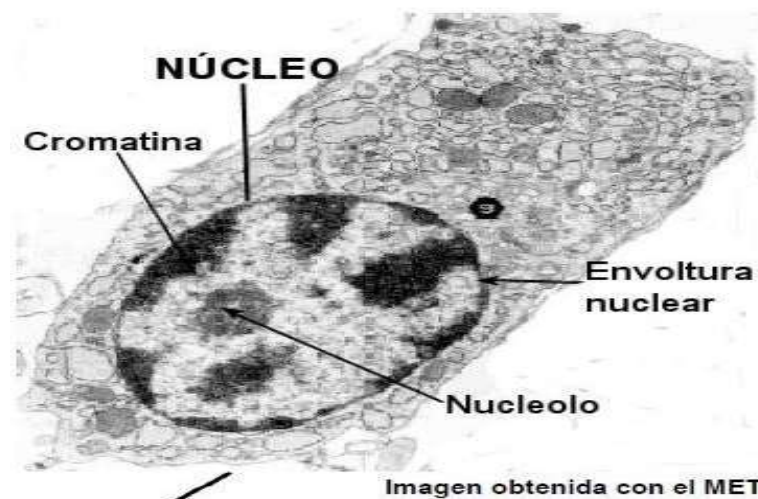
La **lámina nuclear**, en las células animales, es un **entramado proteico** que separa la membrana interna de la cromatina.

Cubre toda la cara interna de la membrana nuclear

NÚCLEO: Estructura

2. Carioplasma o nucleoplasma:

- Es el medio interno del núcleo celular.
- Aspecto: **viscoso e incoloro**.
- En él se encuentran: el **ADN** (cromatina), el **ARN** (ARNm, ARNt, ARNr), agua, **sales** y muchas **proteínas**, especialmente enzimas relacionadas con el metabolismo de los ácidos nucleicos.
- En el nucleoplasma, se realiza la síntesis **de ácidos nucleicos**.



NÚCLEO: Estructura

3. Cromatina:

Es el **material genético** de la célula en reposo. Es la **sustancia fundamental del núcleo**.

Está constituida por la asociación de **ADN y proteínas** (*histonas y no histonas*) <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Nucleosoma>

El nombre de cromatina (del griego *kroma*, “color”) se debe a la facilidad con que este material se tiñe con colorantes químicos.

Es una sustancia **basófila** que se tiñe con la *hematoxilina*.

Para que la cromatina sea funcional debe estar extendida, ya que condensada no es activa. Durante la división celular, la cromatina se condensa espiralizándose para formar **cromosomas**. Al terminar la división celular, la cromatina se desespiraliza en mayor o menor medida resultando **2 tipos de cromatina**:

a) **Heterocromatina o cromatina condensada (espiralizada)**

b) **Eucromatina o no condensada (desespiralizada)**

NÚCLEO: Estructura

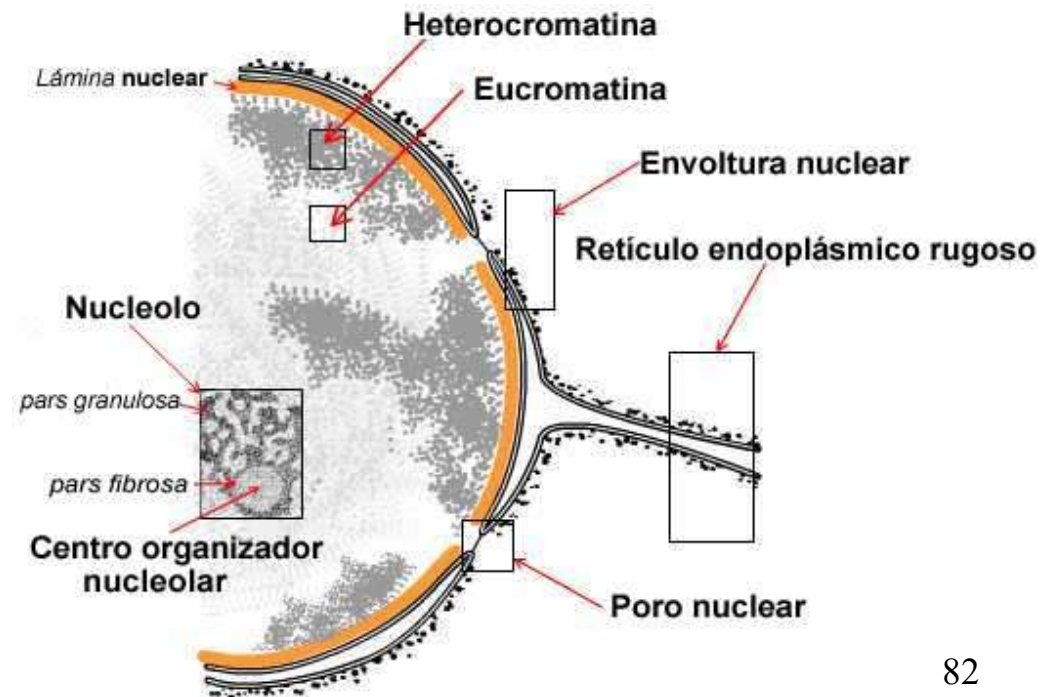
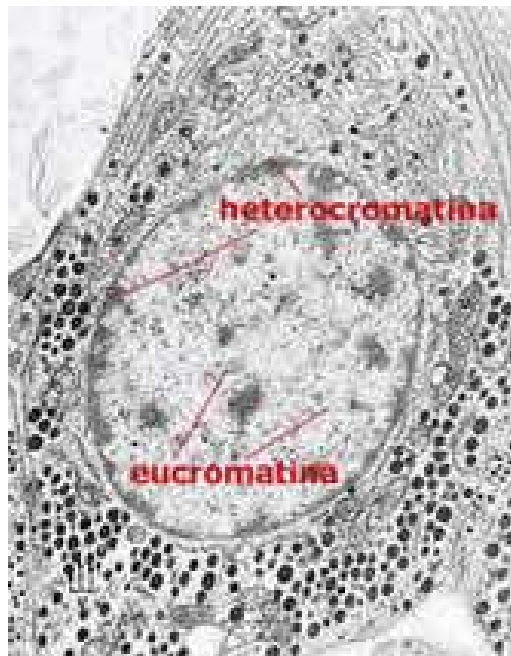
Tipos de cromatina (según el grado de condensación):

a) **Heterocromatina o cromatina condensada**

- Forma inactiva (no se transcribe al ARNm). Abundante en células en reposo.
- Forma grumos.
- Localización: Principalmente en la periferia del núcleo, bajo la membrana nuclear.

b) **Eucromatina o no condensada**

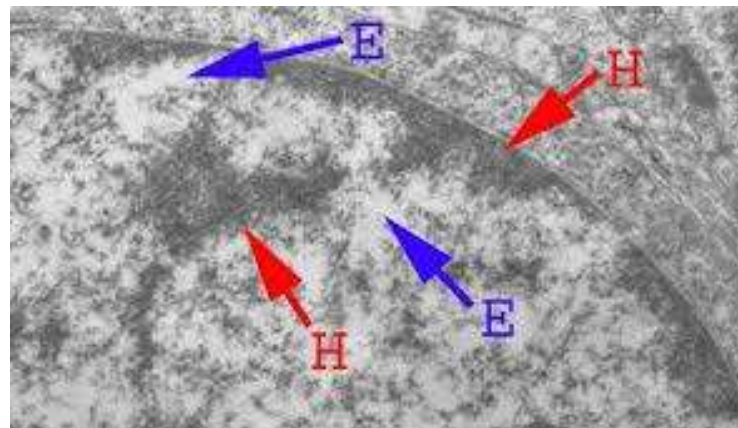
- Forma activa (se transcribe al ARNm). Abundante en células activas.
- Cromatina fina, no forma grumos.
- Localización: dispersa por el núcleo



NÚCLEO: Estructura

3. Cromatina:

- La **cantidad** presente de cada tipo de cromatina **informa** sobre el **grado de actividad funcional del núcleo**:
 - Abundante heterocromatina indica **escasa actividad** o reposo
Por ej. el núcleo denso de los pequeños linfocitos circulantes.
 - Abundante eucromatina indica **gran actividad celular**.
P. ej. los núcleos claros y de aspecto vesicular.
- La cromatina es el **depósito de la información genética o herencia**, hecho que se hace más patente durante la división celular, cuando la cromatina se condensa en forma de 46 cromosomas, 23 de procedencia materna y otros 23 de procedencia paterna (dotación diploide que poseen todas las células somáticas humanas).
-

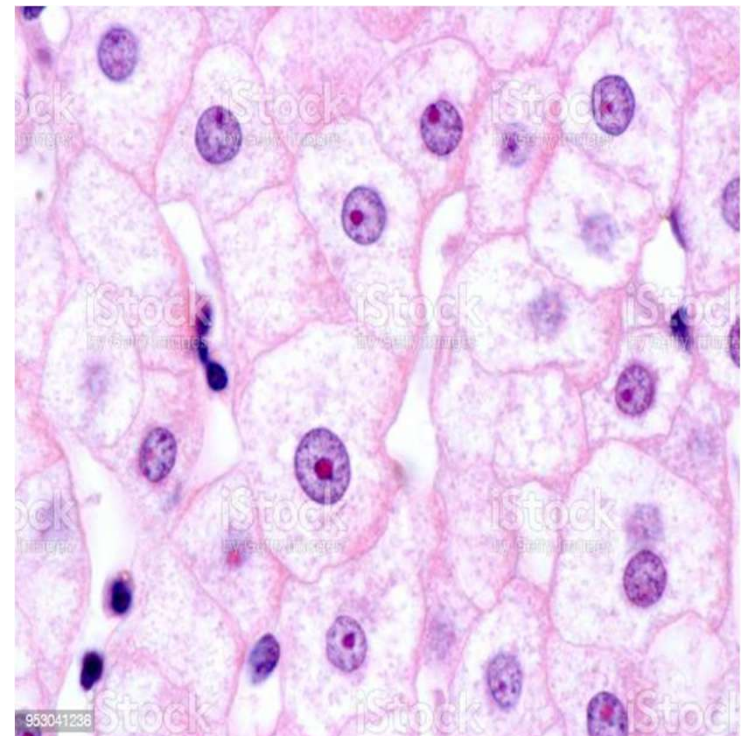
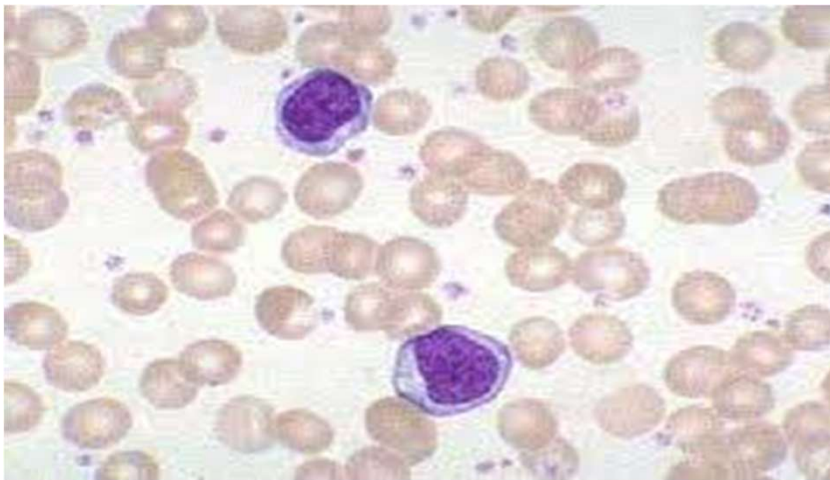


4. Nucléolo:

- **Corpúsculo redondeado sin membrana** situado **en el centro o en la periferia del núcleo**.
- Está constituido por **proteínas y ARN ribosómico (ARNr)**.
- **Función principal: Sintetizar ARNr** y combinarlo con proteínas para **formar ribosomas**.
- **Tamaño, forma y número: variables.**
El tamaño y el número (de 1-5, en mamíferos) orientan sobre la intensidad de la síntesis proteica en la célula.
- Es **acidófilo (eosinófilo)** por lo que se tiñe con colorantes ácidos, como la eosina (roja) y el naranja G. No obstante, en condiciones de exceso de coloración con hematoxilina, puede observarse con una tonalidad azulada.
- Es el componente del núcleo que mejor se ve en tinciones generales, aún que puede no ser visible en algunas fases del ciclo celular.

En general, es posible deducir el grado de actividad de cualquier célula a partir del aspecto del núcleo:

- Las **células inactivas** tienen:
 - Núcleo pequeño con cromatina condensada
 - Nucléolos pequeños o inexistentes.
- Las **células muy activas**:
 - Material nuclear disperso (eucromatina)
 - Nucléolos prominentes.

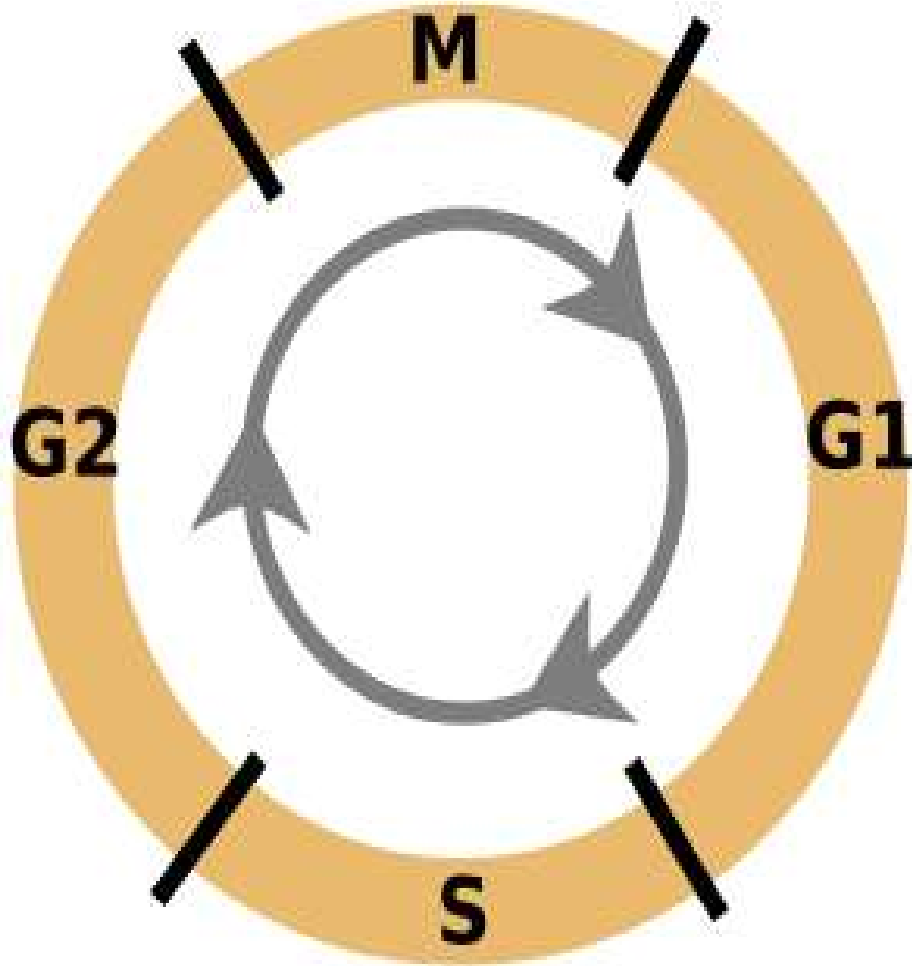


NÚCLEO: Funciones

Las principales son:

- **Dirigir las actividades de la célula** (crecimiento, síntesis proteica, reproducción,...) ya que contiene el material genético
- **Transmitir la información genética** en la reproducción celular mediante la duplicación del ADN.
- **Fabricar ribosomas** en el nucléolo.

CICLO CELULAR



Sucesión de etapas por las que transcurre la vida de una célula que está proliferando*.

Dos tipos principales de células en los organismos pluricelulares: Somáticas y germinales (precursoras de los gametos).

La frecuencia y el tiempo en los que un tipo celular completa ciclo celular y variable y explica una mayor o menor **tasa de proliferación**, es decir, de producir nuevas células.

El ciclo celular de los distintos tipos celulares dentro de un tejido o de un organismo debe estar **controlado y coordinado**.

En algunas ocasiones , se producen errores, células que “escapan” a dichas regulaciones del ciclo celular y se dividen sin control: son las células cancerosas.

➤ La **fase G1** es la primera por la que pasa una célula.

Es la etapa más **larga y variable**; se produce el **crecimiento** celular hasta alcanzar el tamaño óptimo.

Existe un sistema molecular, denominado **punto de control**, que impide que la célula comience la siguiente etapa, fase S, si no se alcanzaron todos los requisitos necesarios para avanzar en el ciclo celular. Por ejemplo, un tamaño inadecuado o tener daños en el ADN .

➤ En la **fase S o de síntesis**, se duplica el ADN; es una acción compleja: errores en la copia del ADN puede llevar a daños letales para las células hijas o incluso para la totalidad del organismo.

➤ La **fase G2** es la segunda etapa de **crecimiento**, más breve que la G1, en la que además, se sintetizan productos necesarios para la siguiente etapa, la fase M, en la que se producirá la división celular.

REPRODUCCIÓN CELULAR

La **reproducción celular** es el proceso por el cual a partir de una célula inicial o **célula madre** se originan nuevas células llamadas **células hijas**.

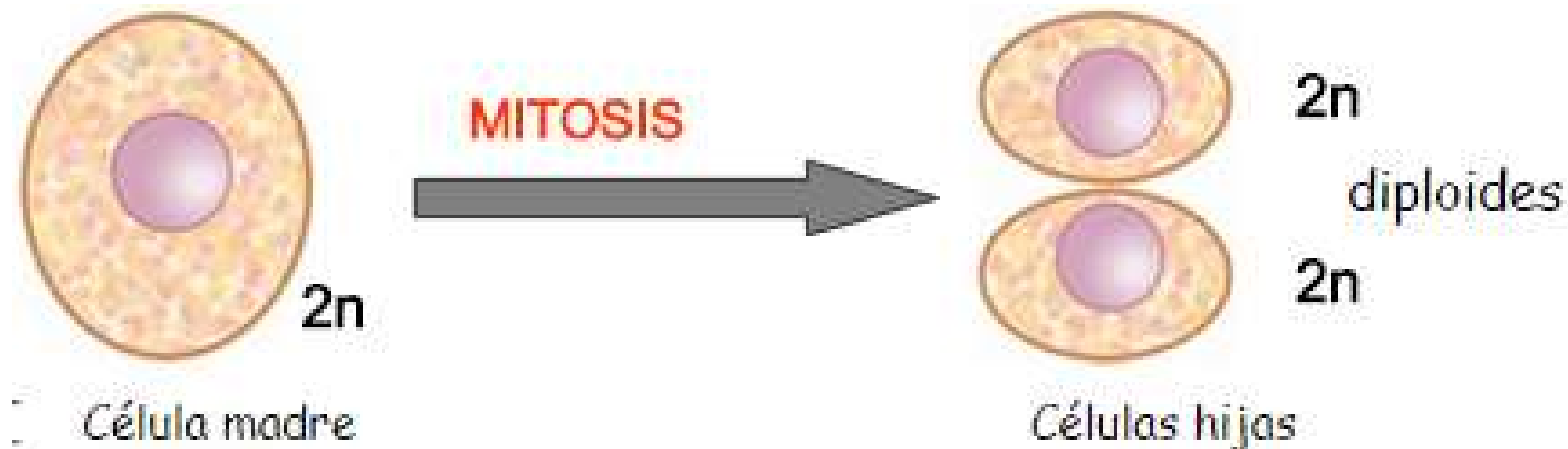
Tipos de reproducción:

❑ MITOSIS

❑ MEIOSIS

❑ **MITOSIS:** Es un proceso de reproducción celular propio de las células **somáticas** (cualquier célula del cuerpo excepto las sexuales), mediante el cual una célula madre da origen a dos células hijas idénticas a la célula madre.

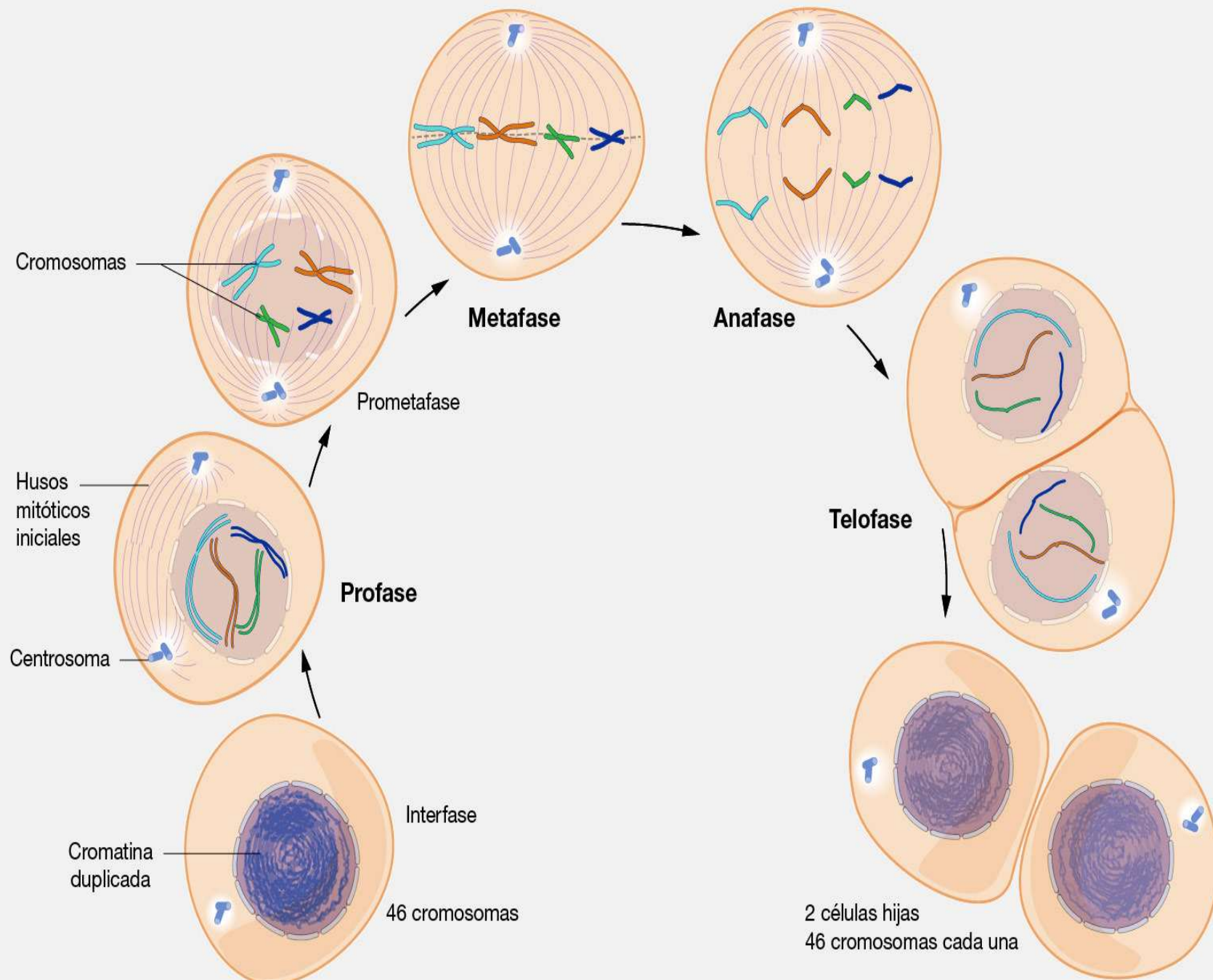
- Mediante este proceso los organismos pluricelulares crecen y reparan o sustituyen las células dañadas o envejecidas.



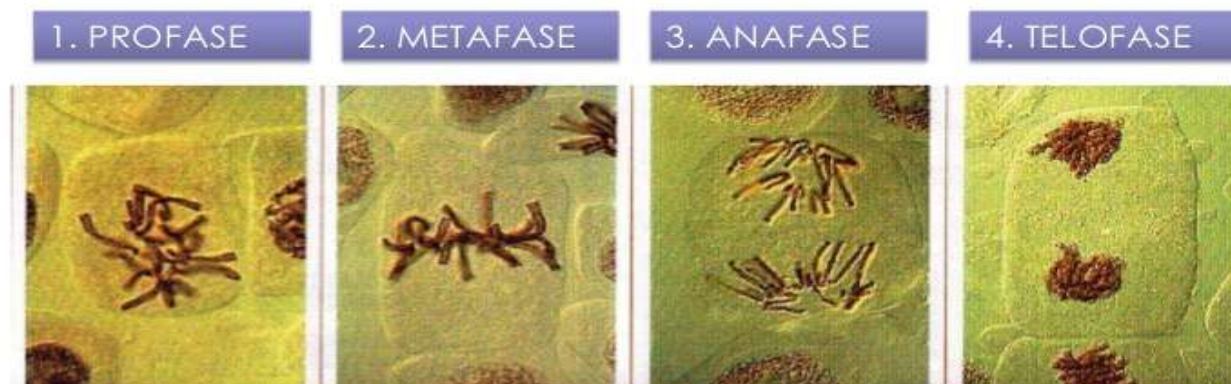
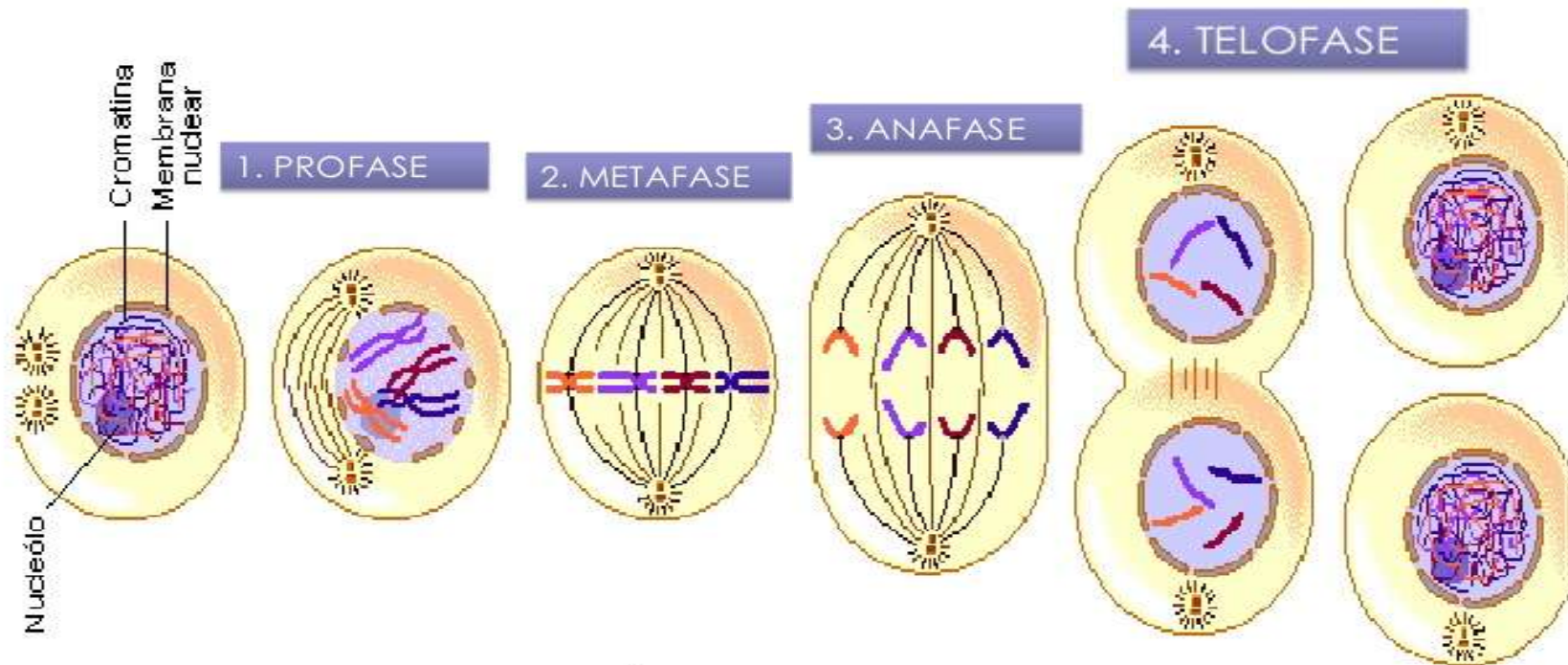
La mitosis se puede dividir en varias etapas relacionadas con los diferentes estados por los que va pasando el ADN: **profase, metafase, anafase y telofase**.

- Durante estas fases, el ADN se compacta, forma cromosomas que se organizan, y finalmente, se descondensan para formar los núcleos de las células hijas.
- Durante todo este proceso, ocurren otros en paralelo: rotura de la envoltura nuclear, formación del huso mitótico y reparto de los componentes citoplasmáticos.
- Al mismo tiempo, en las últimas fases de la mitosis comienza la **citocinesis**, mecanismo molecular para la división del citoplasma de la célula madre en dos.

- La **profase** es la primera fase de la mitosis y comienza con la **condensación del ADN**, de manera que llegan a ser visibles las **cromátidas**, y con la desaparición del nucléolo.
- Al final de la profase (o prometafase) las cromátidas hermanas están unidas entre sí y también a los microtúbulos cinetocóricos del huso mitótico.
- Las dos cromátidas hermanas unidas forman los cromosomas, que son desplazados hacia el centro del huso mitótico, equidistante de los dos polos, formándose la denominada **placa ecuatorial**. Esto define a la **metafase**.
- La **anafase** comienza con la **rotura de las conexiones entre cromátidas hermanas** a nivel del centrómero gracias a la participación de proteasas, de manera que cada cromátida irá hacia uno de los centrosomas arrastrada por los microtúbulos del huso.
- **Telofase**: Durante esta fase se organiza de nuevo la **envuelta nuclear** alrededor de cada conjunto de cromátidas (que han migrado hacia cada uno de los centrosomas) formando los **dos núcleos hijos**
- La **citocinesis** es la etapa final del ciclo celular y supone la **separación del citoplasma de la célula madre en dos partes** que conformarán a las células hijas.



MITOSIS

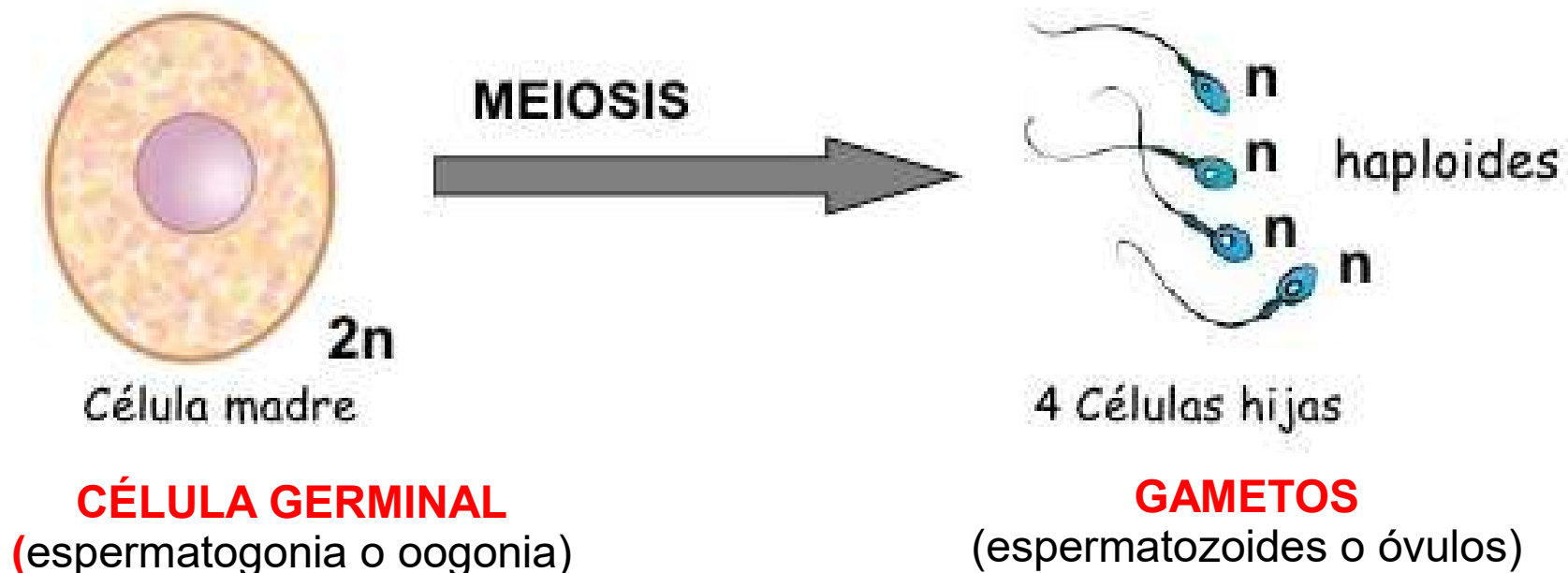


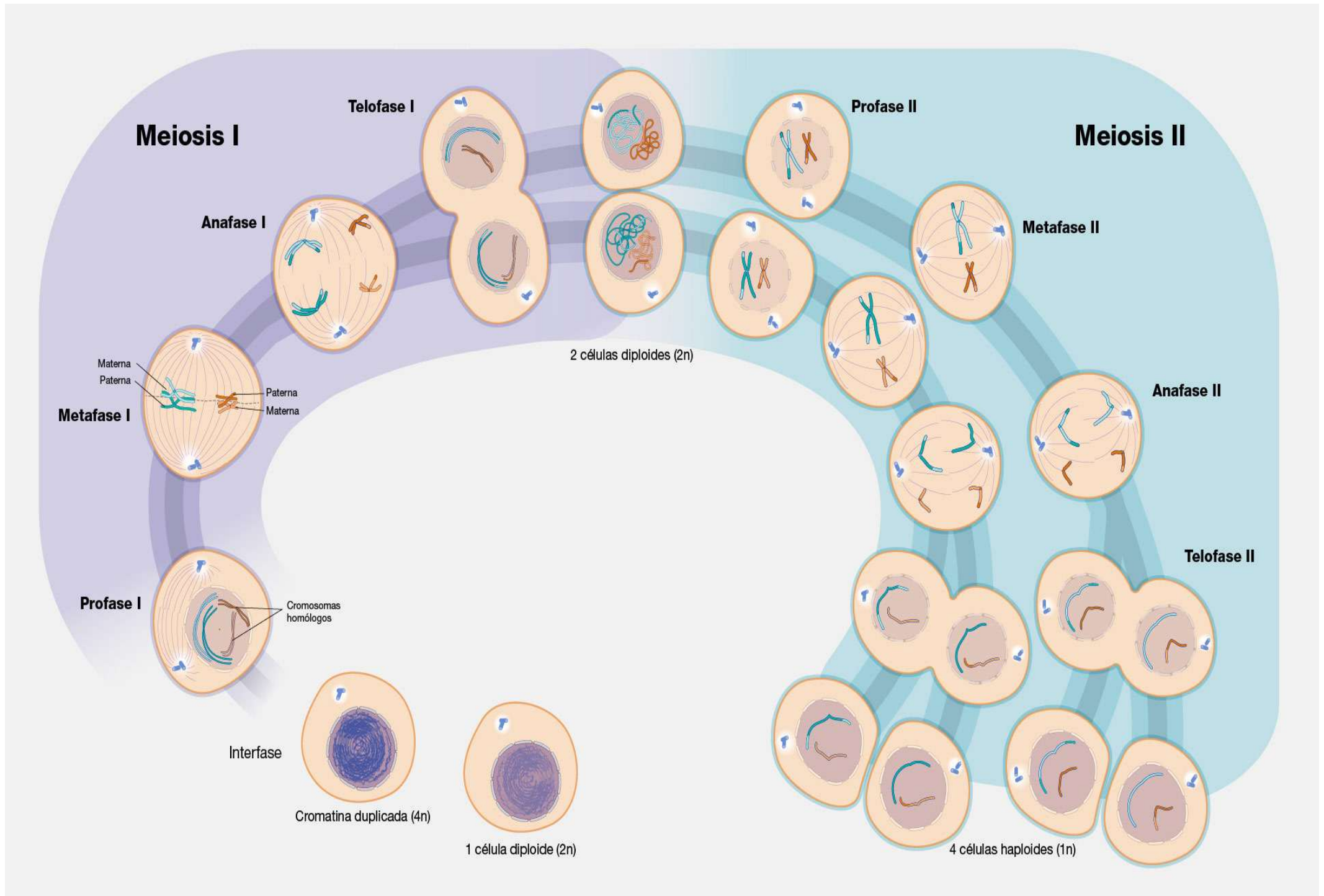
REPRODUCCIÓN CELULAR

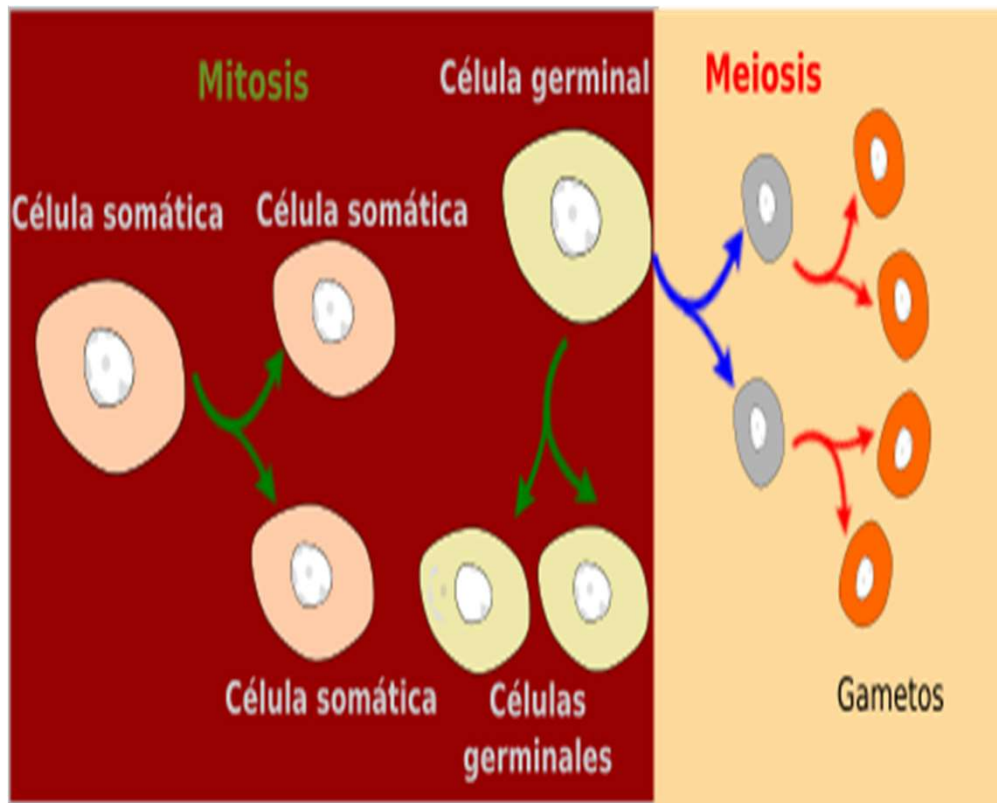
- **MEIOSIS:** Es un proceso de reproducción celular que solo se produce en las **células germinales** de las gónadas durante la formación de los gametos.
- Se originan 4 células hijas (4 gametos) con la mitad de cromosomas que la célula madre. Por lo tanto la meiosis está destinada a producir los **gametos** (óvulo y espermatozoide).

Células germinales: Son las células madre de los gametos, es decir, las espermatogonias y las oogonias.

Gametos: Son las células sexuales (espermatozoides y óvulos)







La mitosis se produce en las células somáticas, pero también en las germinales. Pero las células germinales son capaces de realizar meiosis, un proceso de división celular que permite la producción de gametos, células haploides.

Células somáticas	Células germinales o células madre de los gametos	Células sexuales o gametos
Todas las células del cuerpo excepto las sexuales	Se encuentran en las gónadas (ovarios y testículos)	Óvulo y espermatozoide
Contienen 46 cromosomas (23 pares) - 44 A + XX, para la mujer - 44 A + XY, para el hombre	Contienen 46 cromosomas (23 pares) - 44 A + XX, para la mujer - 44 A + XY, para el hombre	Contienen 23 cromosomas (uno de cada par) - 22 A + X, en eo óvulo - 22 A + X o Y, en el espermatozoide
Se dividen por mitosis originando más células somáticas. Cada célula hija tendrá la misma información genética que la célula madre.	Se dividen por mitosis dando más células germinales y por meiosis, originando, tras dos divisiones celulares, cuatro células hijas haploides o gametos.	No se dividen