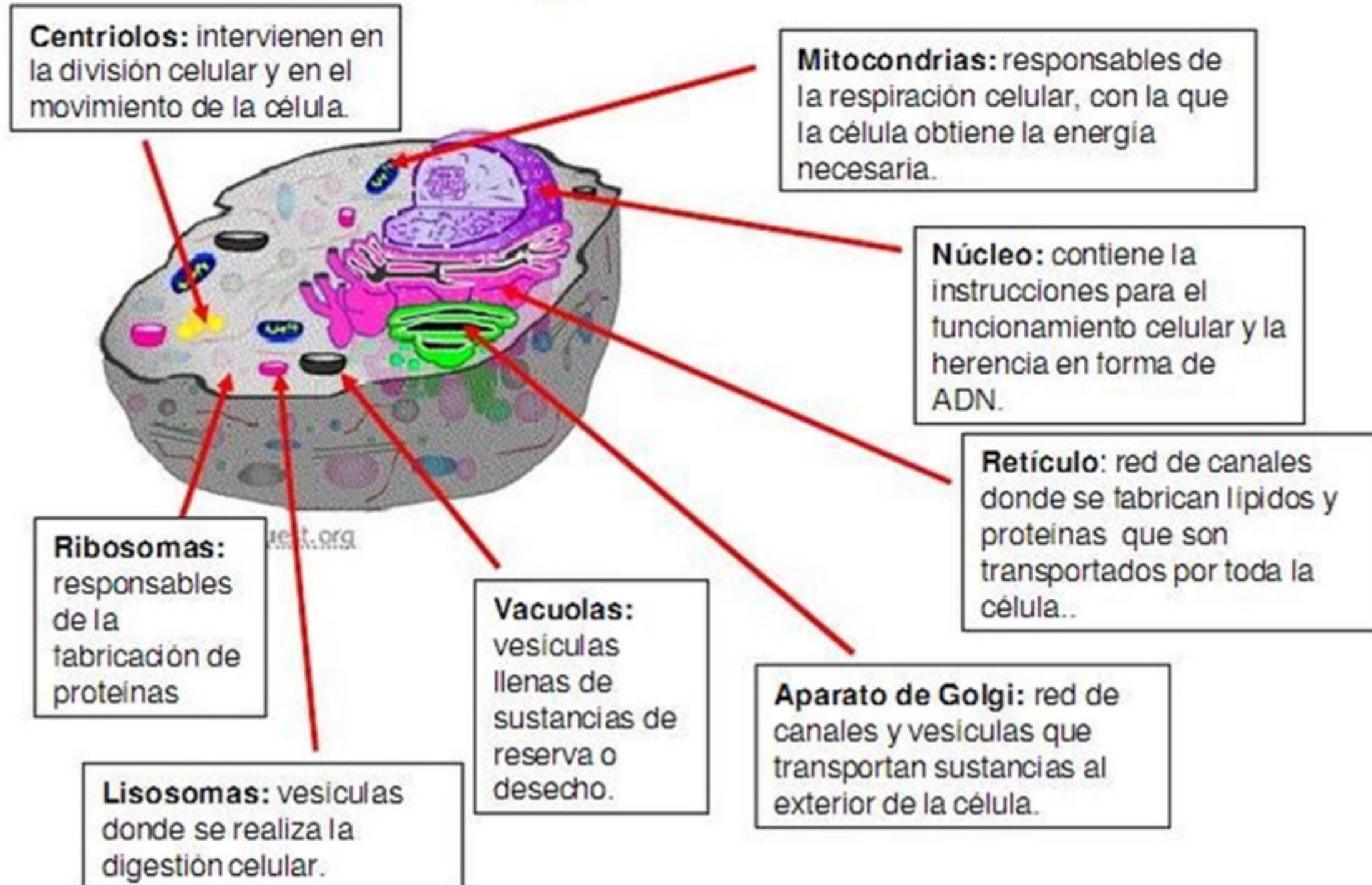
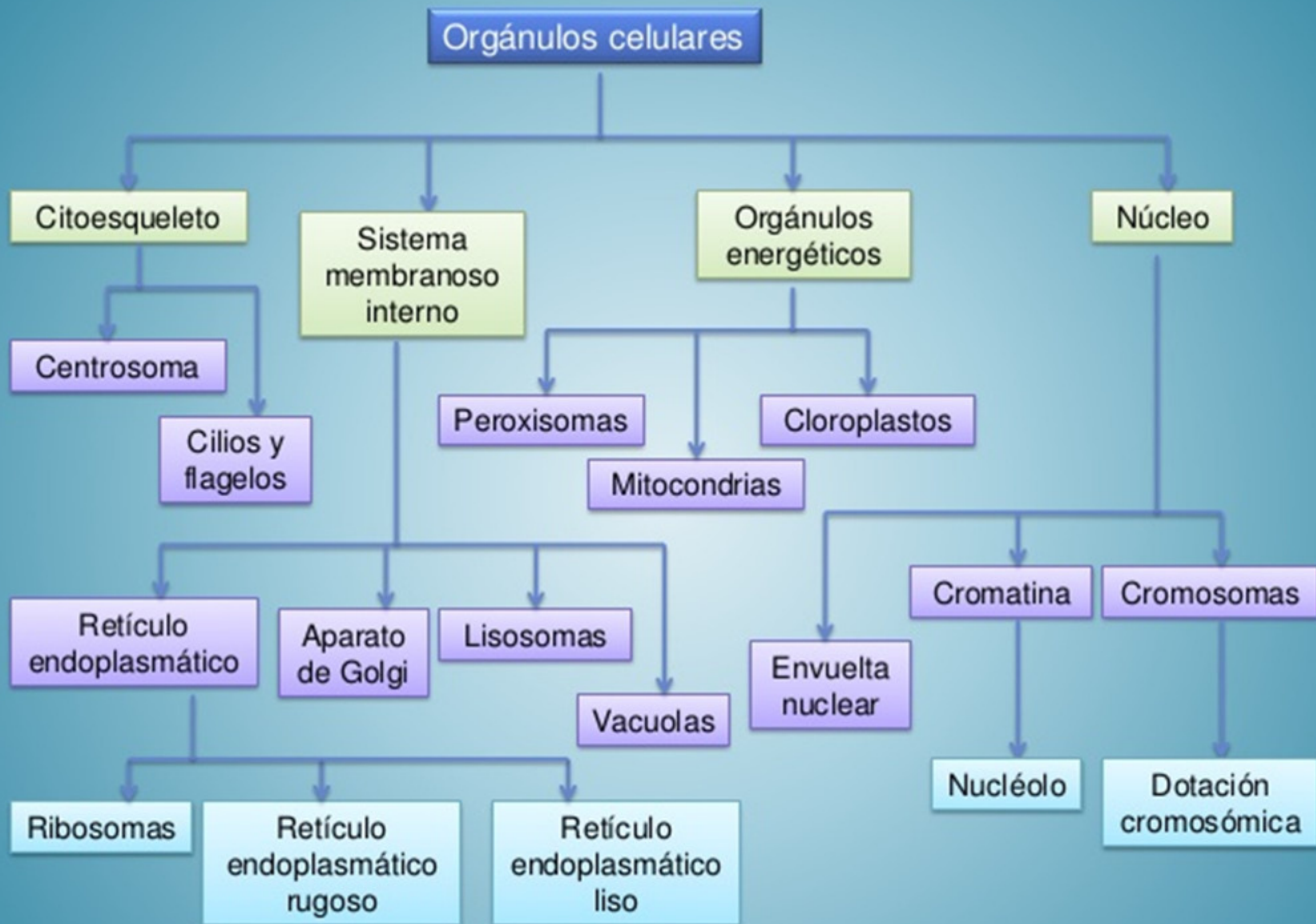


# Los orgánulos celulares









# CITOESQUELETO

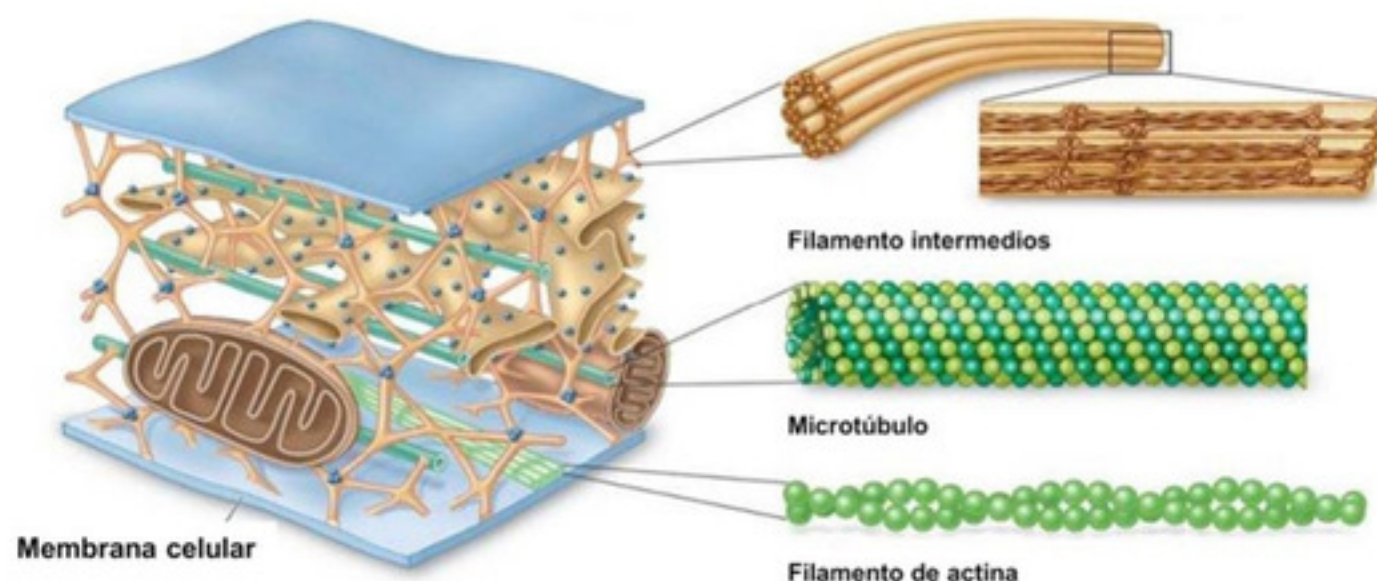
El citoesqueleto es el armazón interno de la célula y está formado por filamentos y túbulos.

Las estructuras citoesqueléticas mantienen y modifican la forma de la célula mediante el reordenamiento de los elementos citoesqueléticos.

Resultan esenciales en la endocitosis, la división celular, los movimientos ameboides y la contracción de las células musculares.

Existen varias clases de estructuras citoesqueléticas:

- ☐ Microfilamentos de actina.
- ☐ Microtúbulos de tubulina.
- ☐ Filamentos intermedios formados por proteínas filamentosas intermedias, como la queratina.



Estas estructuras pueden entrecruzarse con otras proteínas para formar redes u orgánulos especializados; los más comunes son los siguientes: centriolos, cilios, flagelos, microvellosidades, pseudópodos, uniones (puntos de adhesión intercelulares y de la célula con la membrana basal



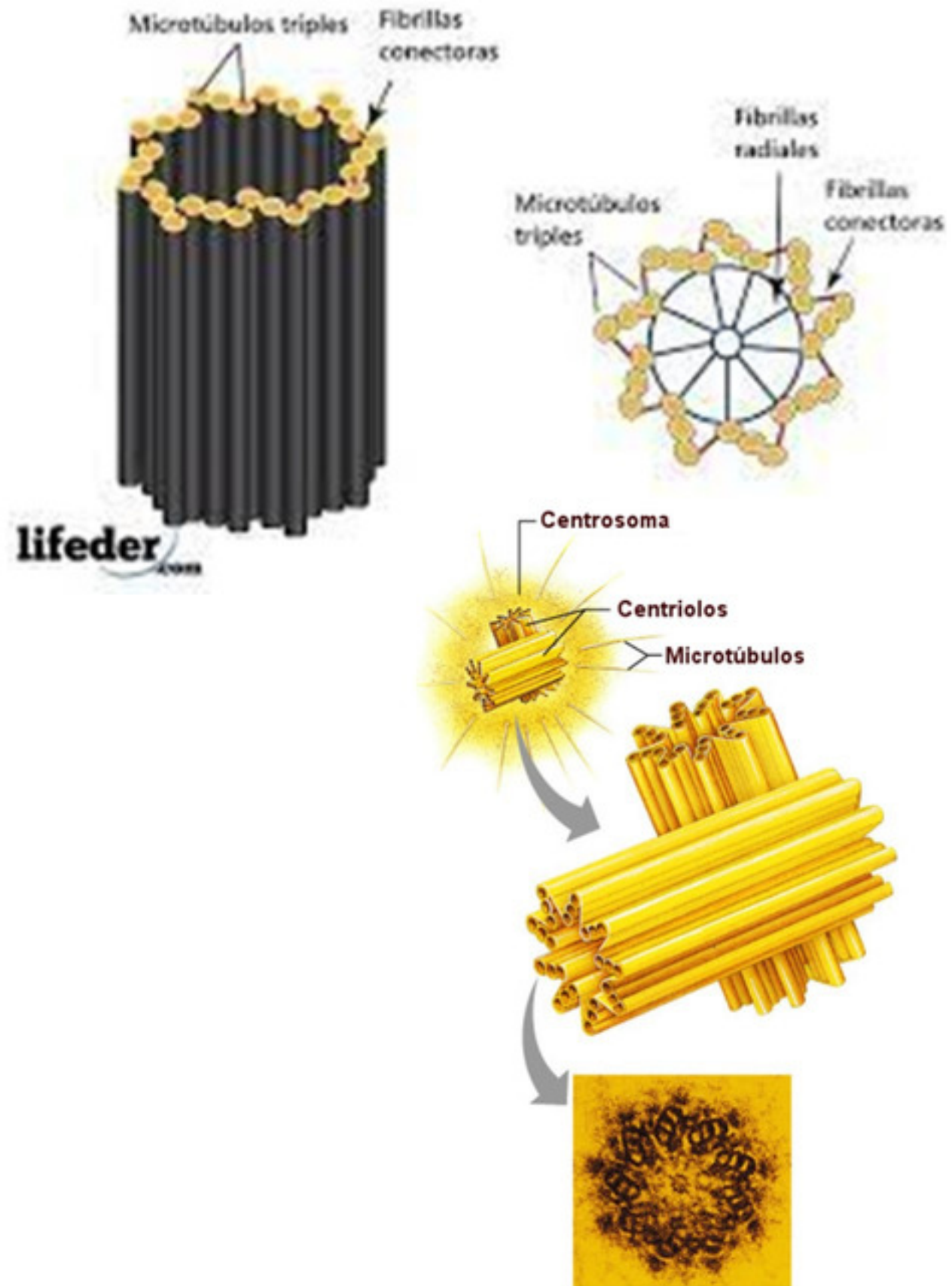
## CENTRIOLOS

Suelen encontrarse en parejas y, en las células que no se dividen, están alineados en perpendicular entre sí.

La estructura básica del centriolo está formada por nueve grupos de tres microtúbulos unidos como un cilindro alrededor de una cavidad central.

Cuando las células se preparan para dividirse, el par de centriolos se separa y cada uno se dirige al polo opuesto de la célula, donde constituyen el lugar de ensamblaje del huso mitótico en la división celular.

## La estructura de los centriolos

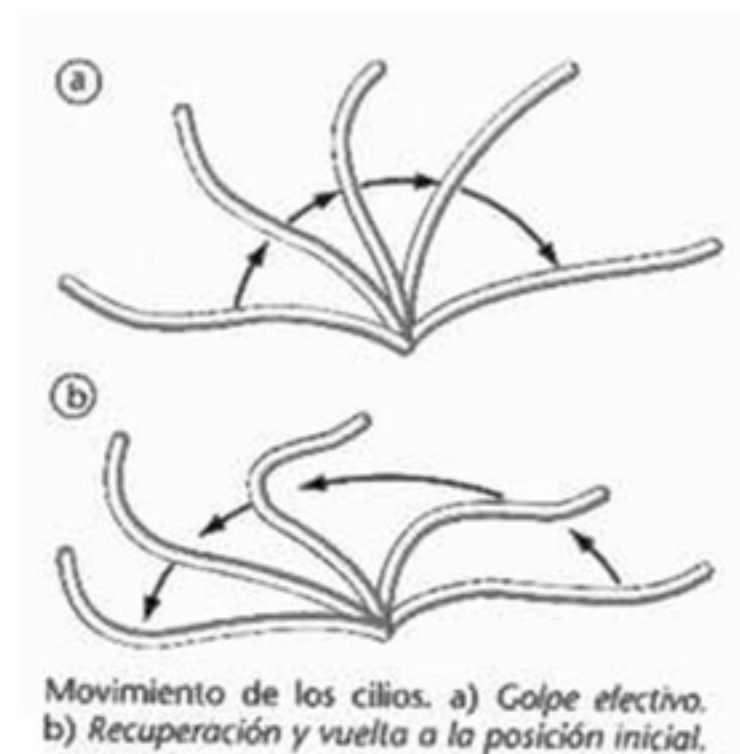
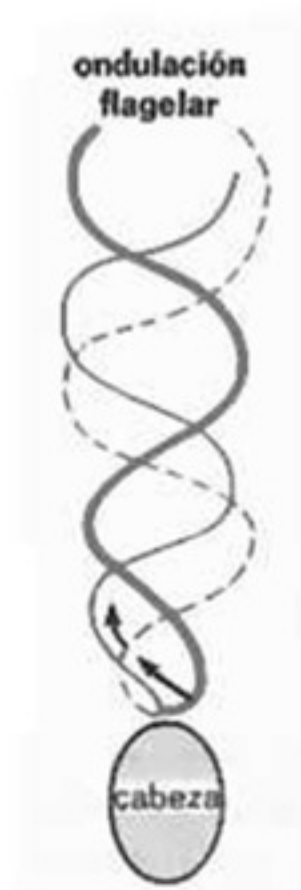




# CILIOS Y FLAGELOS

**Cilios:** usados por algunas células para ayudar en el movimiento de la célula o de sustancias a lo largo de la superficie celular. Se unen a unas estructuras denominadas cuerpos basales, cuya estructura es idéntica a la de los centriolos, que están anclados a la cara citoplásmica de la membrana plasmática.

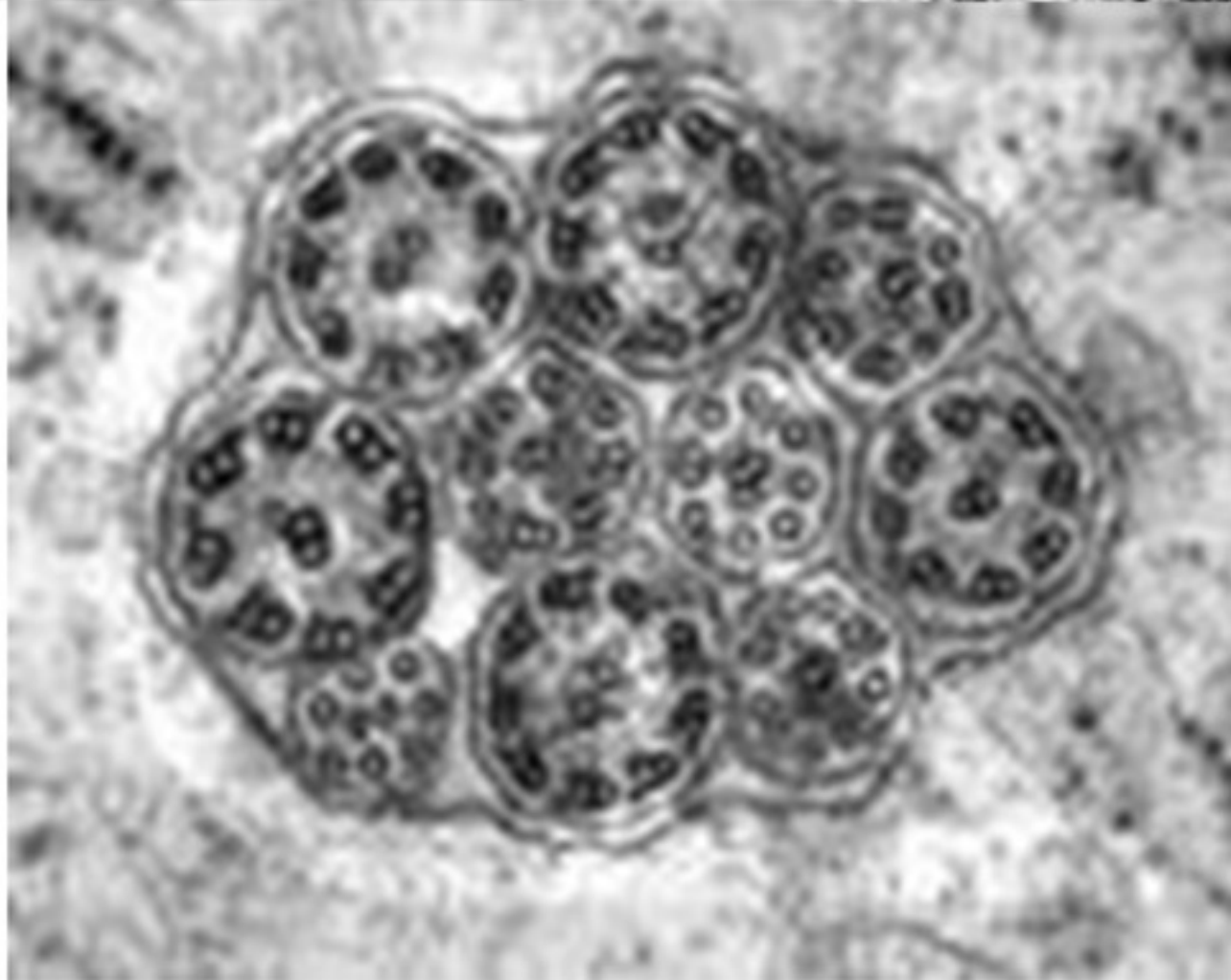
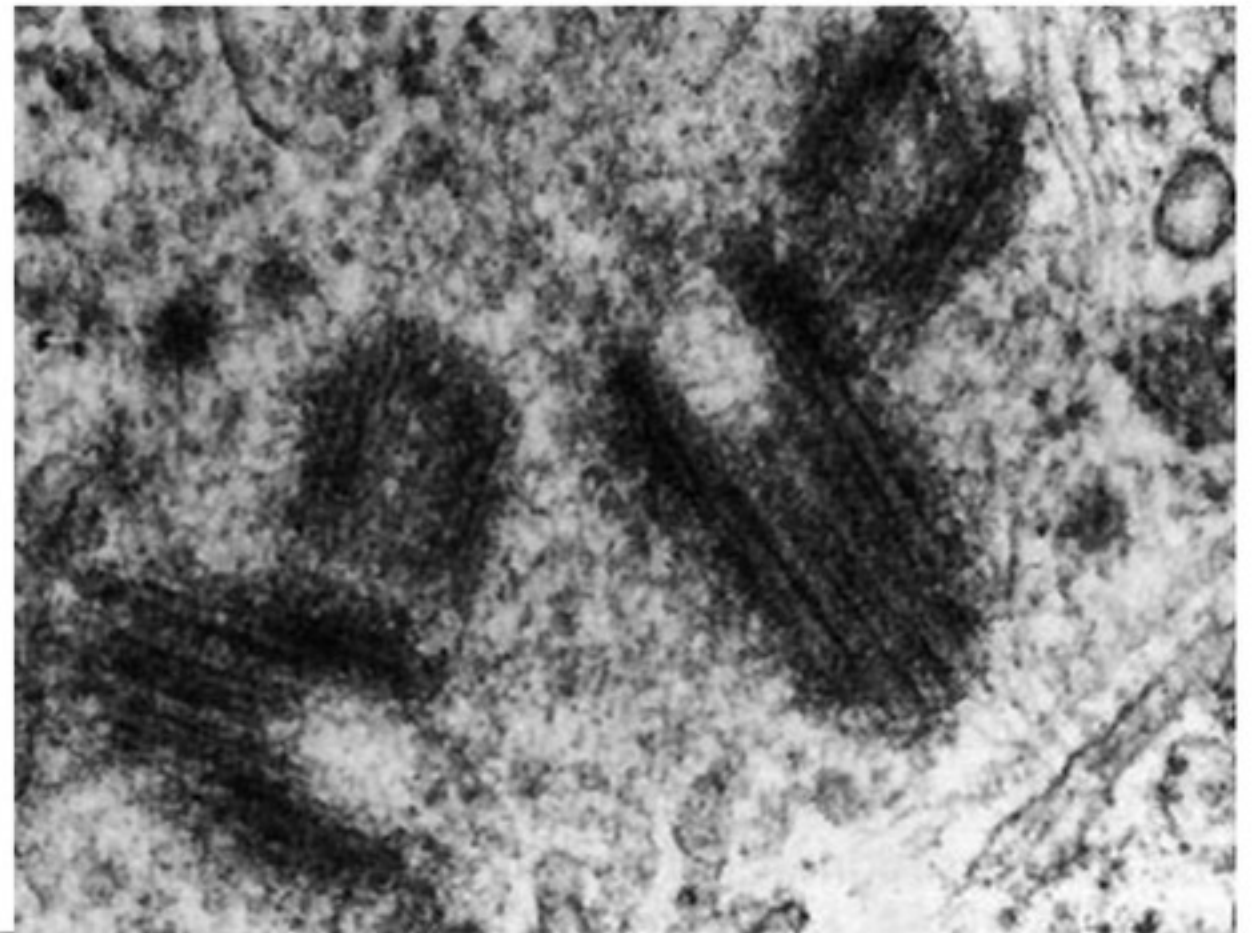
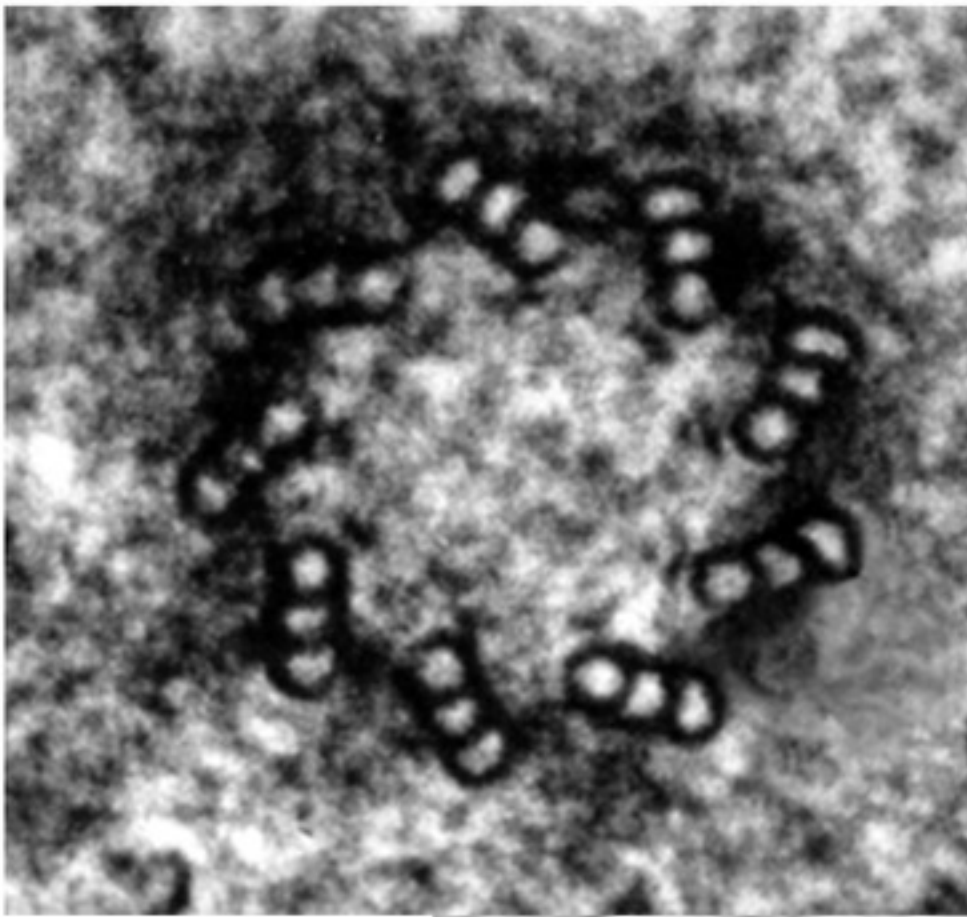
Los microtúbulos, originados de los cuerpos basales, se organizan en una disposición «9+2» con nueve dobletes de microtúbulos que rodean dos microtúbulos únicos.



**Flagelos:** son cilios de gran longitud empleados en la propulsión de los espermatozoides.

Los flagelos de los eucariotas tienen una estructura «9+2», por lo que su estructura y origen son distintos a los de los flagelos procariotas.

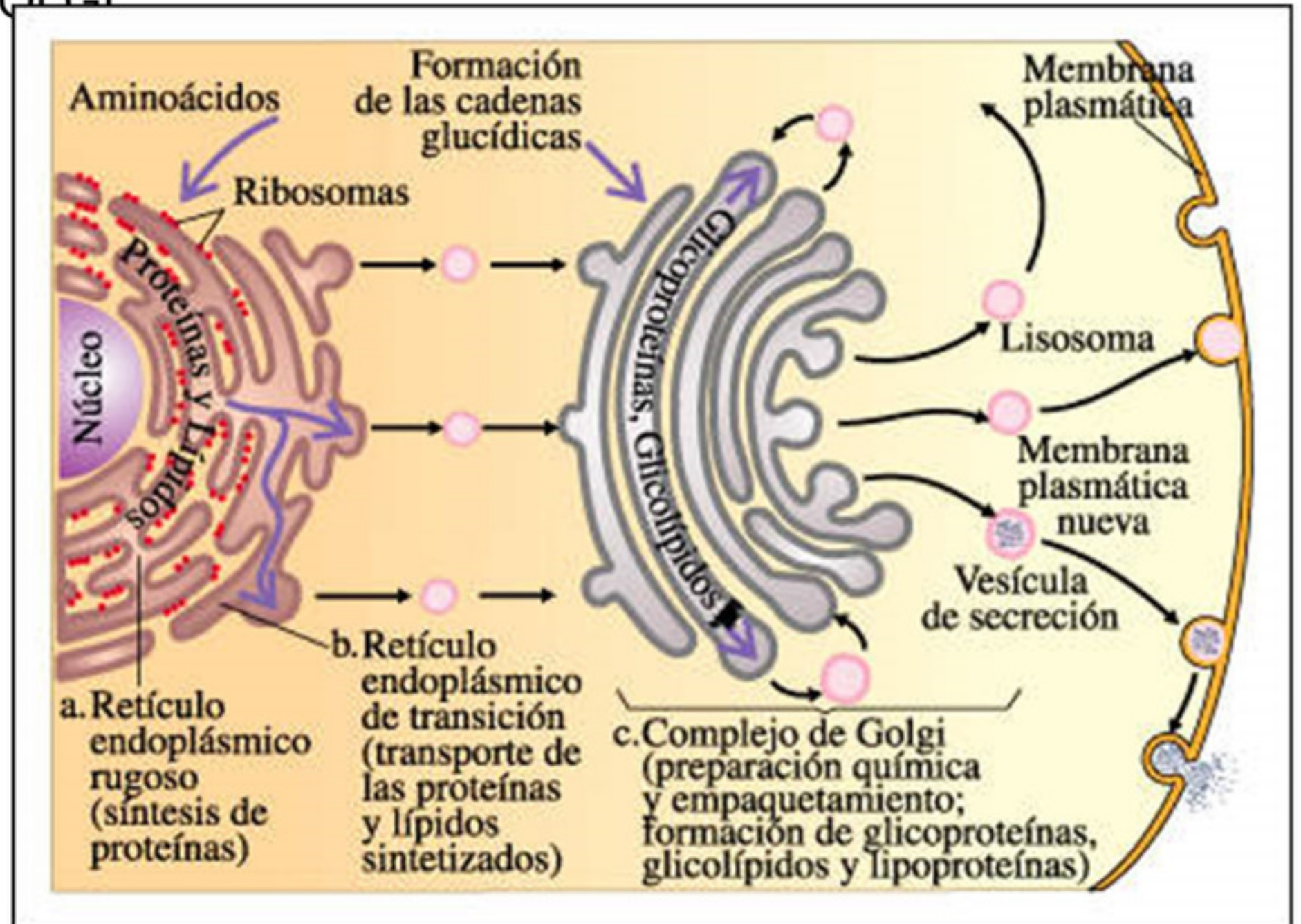






# SISTEMA MEMBRANOSO

RETÍCULO  
ENDOPLASMÁTICO  
APARATO DE GOLGI  
LISOSOMAS  
VACUOLAS





# RETÍCULO ENDOPLÁSMICO RUGOSO (GRANULAR) REG

Es un laberinto de sacos membranosos, denominados cisternas, a los que se unen ribosomas, lo que les proporciona una apariencia «rugosa» al microscopio electrónico.

Los ribosomas de las cisternas producen polipéptidos que, a su vez:

- ☐ Se insertan en la membrana.
- ☐ Se liberan a la luz de las cisternas.
- ☐ Son transportados al complejo de Golgi o a distintos lugares.

Las proteínas producidas dentro del RER se almacenan en vesículas o se secretan.

Las células que producen grandes cantidades de proteínas secretoras tienen un RER muy desarrollado (p. ej., las células de los acinos pancreáticos y las células plasmáticas).

## SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Todas las proteínas sintetizadas en la célula (excepto las codificadas por ADN mitocondrial) son iniciadas por ribosomas libres del citosol.

Muchas de ellas, las proteínas nucleares, las citosólicas y las que están destinadas a cloroplastos, mitocondrias o peroxisomas, concluyen su síntesis en dichos ribosomas para luego dirigirse, por el citosol, hacia sus compartimentos diana.

Otras, en cambio, como las proteínas integrales de membrana, las de secreción y los enzimas lisosomales, terminan su síntesis en el REG.



## RETÍCULO ENDOPLÁSMICO LISO (AGRANULAR)

### REL

Es un laberinto de cisternas, con muchas enzimas adheridas a su superficie o localizadas dentro de sus cisternas. El REL:

- ☐ Produce hormonas esteroideas (p. ej., en el ovario).
- ☐ Depura los líquidos corporales (p. ej., en el hígado).

### SÍNTESIS DE LÍPIDOS:

En las membranas del REL se sitúan los enzimas responsables de la síntesis de la mayor parte de los lípidos celulares: triglicéridos, fosfoglicéridos, ceramidas y esteroides.

Los precursores para la síntesis provienen del citosol, hacia el cual se orientan los sitios activos de las respectivas enzimas. Por lo tanto, los lípidos recién sintetizados quedan incorporados en la monocapa citosólica del REL.

Sin embargo, gracias a la participación de las flipasas del retículo, se logra el movimiento hacia la monocapa luminal de los lípidos correspondientes, asegurándose de esta forma la asimetría entre ambas capas.



## El REL en las células musculares.

El REL actúa como reservorio de calcio, el cual -frente a la llegada de un estímulo- es liberado al citosol, donde dispara una respuesta específica.

Esta función es particularmente importante en las células musculares.

Allí el REL, que toma el nombre de **retículo sarcoplásmico**, adopta una conformación muy especializada.

El calcio es liberado frente al impulso nervioso desencadenado por la acetil colina en la unión neuromuscular, y una vez en el citosol participa en la contracción muscular.

Cuando retorna al REL, por la acción de una bomba de calcio, se produce la miorrelajación.

## REL en las células hepáticas

Está involucrado en dos funciones:

1. La detoxificación consiste en la transformación de metabolitos y drogas en compuestos hidrosolubles que puedan ser excretados por orina.
2. La glucogenólisis (degradación del glucógeno) tiene lugar en el citosol, donde los gránulos de glucógeno se encuentran en íntima relación con el REL.



# APARATO DE GOLGI

Es un sistema polarizado de sacos membranosos aplanados, cada uno de los cuales tiene una cara cis y otra trans.

Están implicados en la modificación, clasificación y empaquetado de macromoléculas, para su secreción o transporte hacia otros orgánulos.

La ordenación de las proteínas y su empaquetamiento se produce en la cara trans.

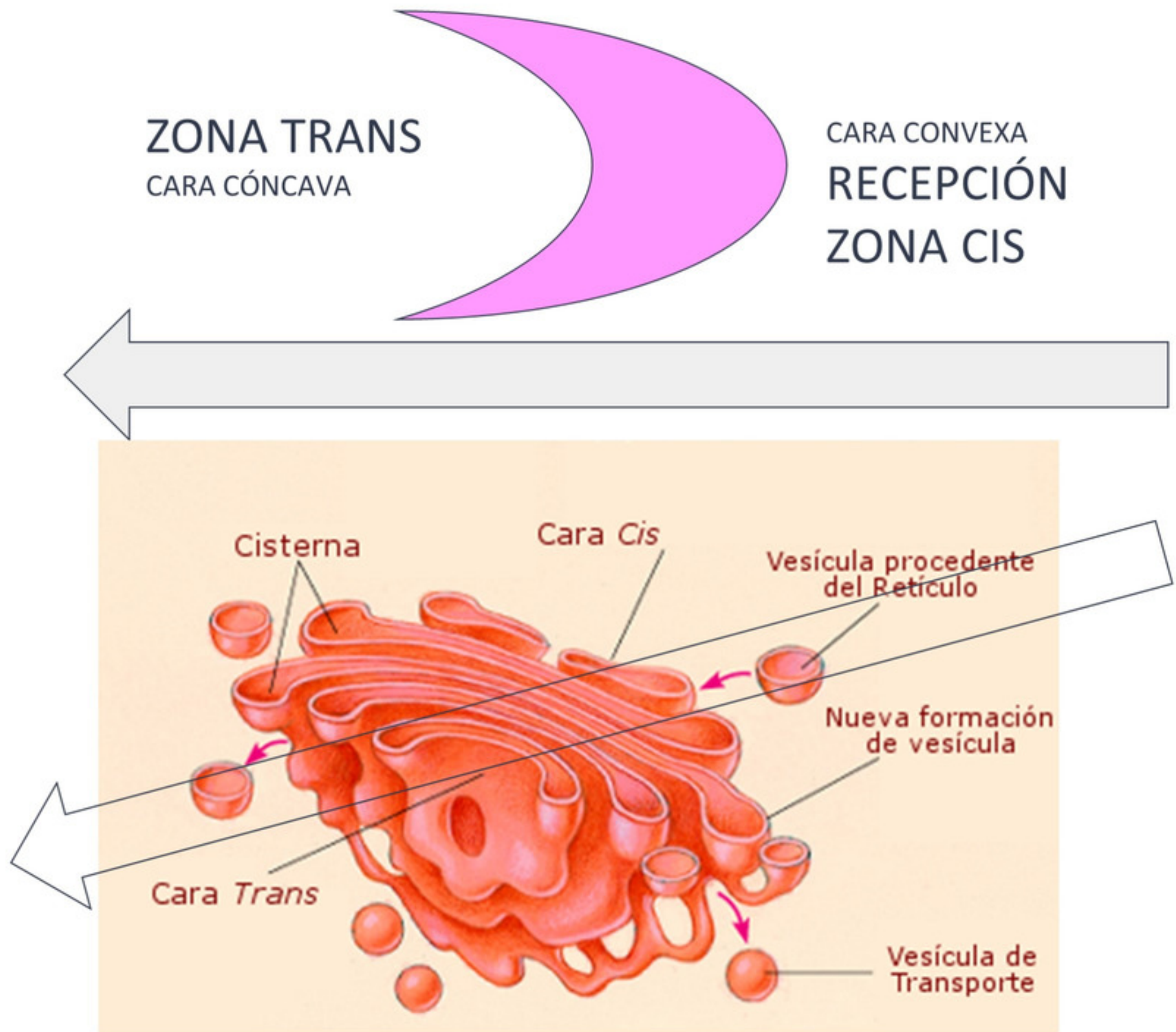
Las células que sintetizan muchos productos de secreción poseen aparatos de Golgi muy desarrollados (p. ej., los hepatocitos).

El aparato de Golgi es la estación distribuidora final del sistema. Las macromoléculas sintetizadas en REL y REG llegan a él mediante transporte vesicular y son recibidas en la cara convexa del aparato o cara de recepción, donde se encuentra una zona de transición con el RE, la red cis.

Desde allí, por el mismo mecanismo, son enviadas a la cisterna cis, luego a la medial, y por último al compartimento trans del complejo de Golgi, que se corresponde con su cara cóncava.

A partir de otra zona de transición, la red trans, brotan las vesículas que contienen los productos definitivos. Además del transporte de las sustancias recibidas, en este sector se da la forma final a las moléculas que ingresan.







## SECRECIÓN

Las vesículas que brotan de la cara TRANS, transportan los productos acabados destinados al medio extracelular.

La fusión de dichas vesículas con la membrana plasmática —exocitosis— da como resultado la secreción o exportación de diversas sustancias: enzimas, hormonas, moléculas de la matriz extracelular o de la pared celular, anticuerpos y otras, según el tipo celular.

*Hay dos rutas secretoras: la continua o constitutiva y la discontinua o regulada.*

La secreción continua está presente en todos los tipos celulares. Las vesículas que siguen esta ruta se exocitan en forma continua, a medida que brotan del aparato de Golgi. Por ejemplo, se secretan por esta vía las moléculas que se incorporan a la matriz extracelular.

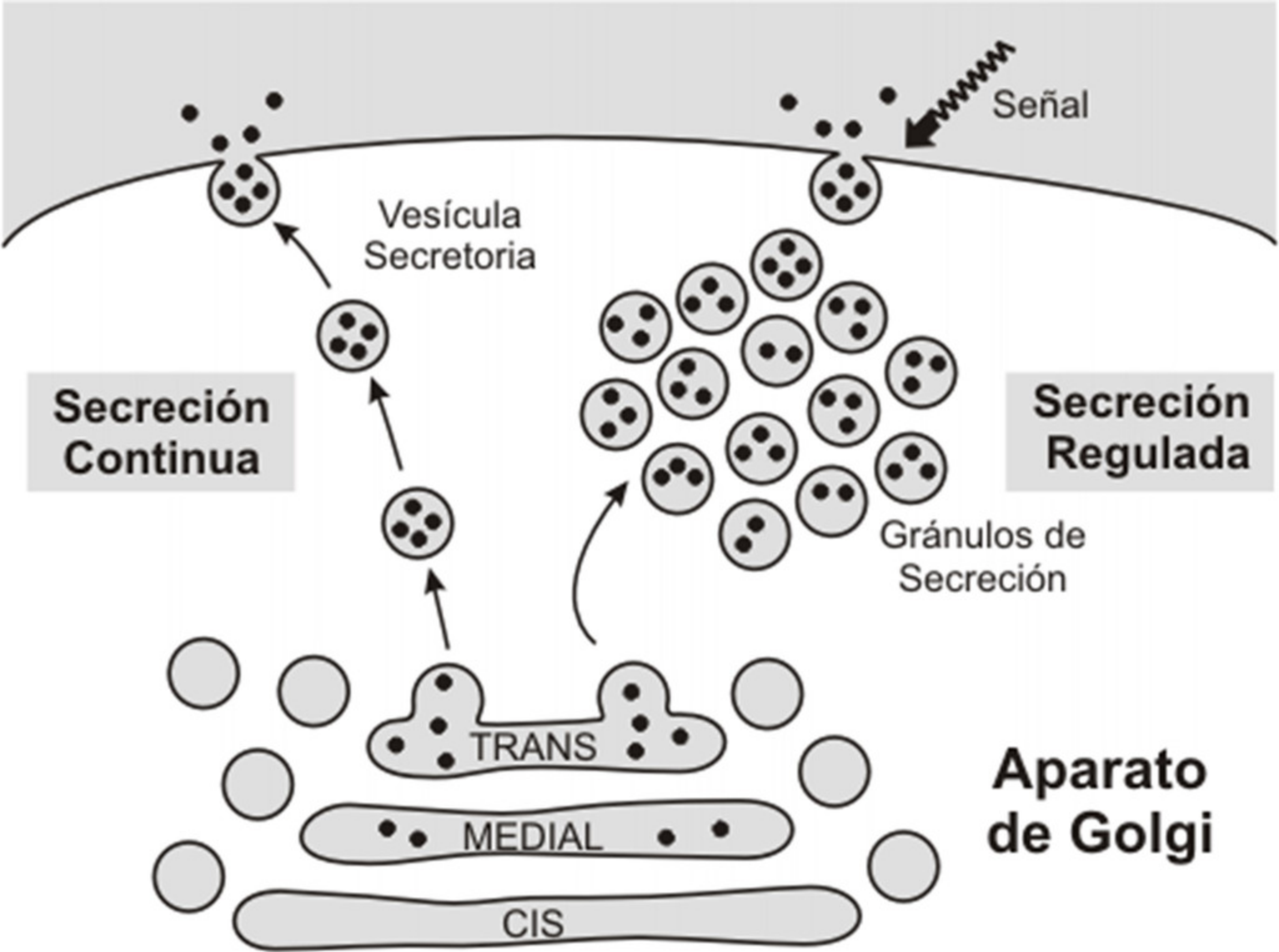
La secreción regulada es propia de células secretoras especializadas.

Las vesículas se acumulan en el polo secretor de la célula, como gránulos de secreción, y la exocitosis se dispara sólo ante señales muy específicas.

*Por ejemplo, las células  $\beta$  de los islotes de Langerhans (en el páncreas), contiene gránulos de insulina que son exocitados en respuesta a una elevación de la glucemia.*

La secreción regulada requiere también un aumento de la concentración de calcio citosólico.







# LISOSOMAS

Es un orgánulo unido a la membrana que contiene hidrolasas ácidas capaces de degradar macromoléculas.

Son componentes fundamentales de la digestión intracelular y derivan de la cara trans del aparato de Golgi. El confinamiento de dichas enzimas en estos orgánulos protege al resto de la célula de sus efectos potencialmente deletéreos (letal, venenoso).

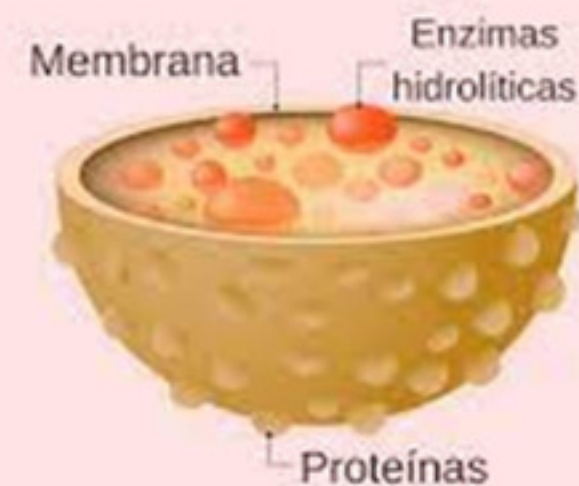
Poseen una única membrana constituida por una bicapa de fosfolípidos que puede fusionarse selectivamente con otros orgánulos membranosos.

Los nuevos lisosomas derivan del complejo de Golgi y se denominan lisosomas **primarios**.

Los lisosomas **secundarios** se forman por fusión con una vesícula que contiene el sustrato.

La mayoría de las células poseen centenares de lisosomas y las células fagocíticas (p.e. macrófagos) contienen miles de

## Estructura del lisosoma





**Las funciones del lisosoma son:**

- 1. Autofagia:** digestión de sustancias de procedencia intracelular (es decir, fusión con vacuolas procedentes del interior celular).
- 2. Heterofagia:** digestión de sustancias de procedencia extracelular (es decir, fusión con vacuolas procedentes del exterior de la célula: pinocíticas, endocíticas o fagocíticas).
- 3. Biosíntesis:** reciclado de los productos de la endocitosis mediada por receptor, que incluye al receptor, su ligando y la membrana asociada.

La endocitosis es un tipo de captación de sustancias al interior celular que puede ser específica (endocitosis mediada por receptor) o inespecífica (pinocitosis). La pinocitosis consiste en la captación de moléculas extracelulares a su concentración extracelular. La fagocitosis es la internalización de moléculas unidas a la membrana por invaginación de la membrana. Sólo se produce en células especializadas. Las vesículas endocíticas que se producen por endocitosis se funden con los lisosomas primarios.

Los productos de la digestión enzimática se transportan a través de la membrana lisosómica mediante receptores específicos. La digestión se facilita por enzimas lisosómicas:

- ☐ Nucleasas (p. ej., ARNasa ácida, ADNasa ácida).
- ☐ Glucosidasas (p. ej., b-glucuronidasa, hialuronidasa).
- ☐ Enzimas de degradación de carbohidratos (p. ej., b-galactosidasa, a-glucosidasa)
- ☐ Proteasas (p. ej., catepsinas, colagenasa).
- ☐ Fosfatasas (p. ej., fosfatasa ácida).
- ☐ Sulfatasas (p. ej., aril sulfatasa).



# PEROXISOMA

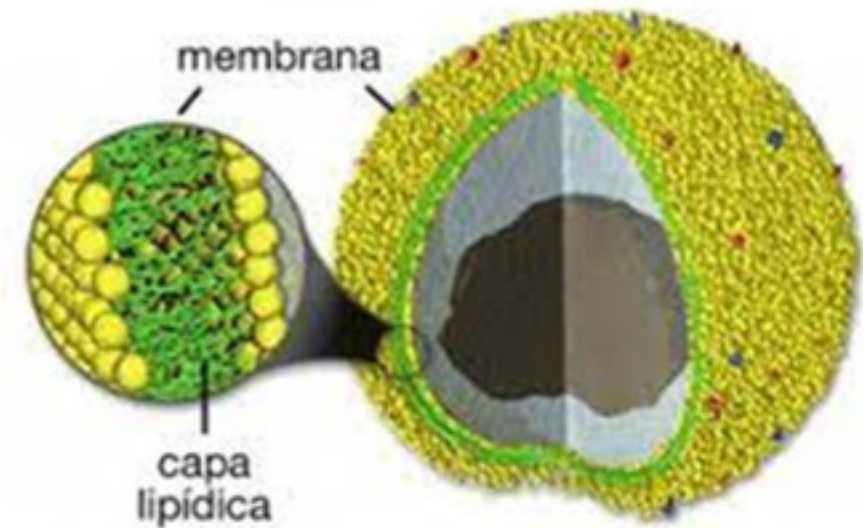
Son cuerpos vesiculares de menor tamaño que los lisosomas.

Contienen enzimas específicas, oxidasas (peroxidasa y catalasa).

Derivan del retículo endoplásmico.

Su función es participar en reacciones metabólicas de oxidación como las de las mitocondrias; sin embargo, la energía resultante se disipa en forma de calor y no en forma de Atp.

Son necesarios para la degradación de compuestos tóxicos, por lo que son muy abundantes en el hígado y el riñón.



El principal enzima de los peroxisomas es la catalasa, que descompone el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) producido en el peroxisoma o el originado en otras localizaciones, como el citosol, RE y las mitocondrias.

La actividad de la catalasa es la única común a todos los tipos de peroxisomas.

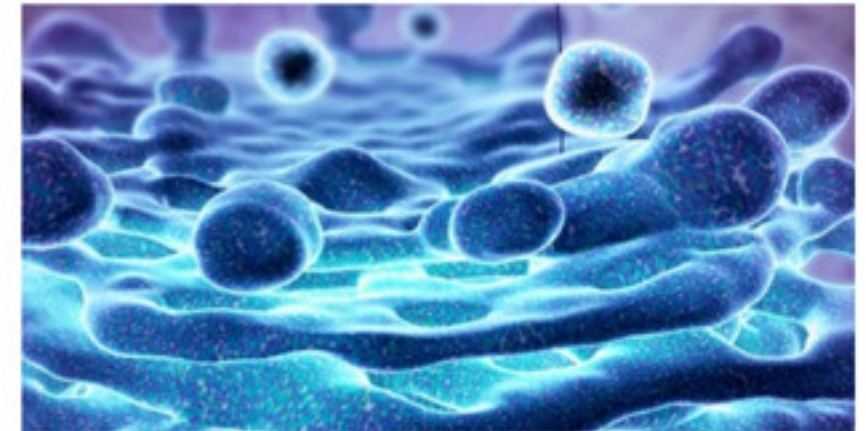


Están constituidos por ARNr y proteínas formando dos subunidades, una pequeña y otra grande, dejando entre ellas dos surcos: uno donde encaja el ARNm y otro por donde sale la cadena polipeptídica recién sintetizada.

Se encuentran tanto en bacterias como en eucariotas, diferenciándose en tamaño y número de proteínas. Cada subunidad se ensambla en el núcleo, concretamente en el nucléolo, pero son exportadas separadas al citoplasma donde tras unirse llevan a cabo su función.

Aquí pueden encontrarse de forma libre, formando polirribosomas, o asociados a retículo endoplasmático. Sintetizan las proteínas:

- ☐ Que formarán parte del citosol
- ☐ Que constituirán los elementos estructurales (periféricas a la membrana plasmática)
- ☐ Interiores del peroxisoma (catalasas)
- ☐ Nucleares (histonas, proteínas de la lámina etc)



## RIBOSOMAS

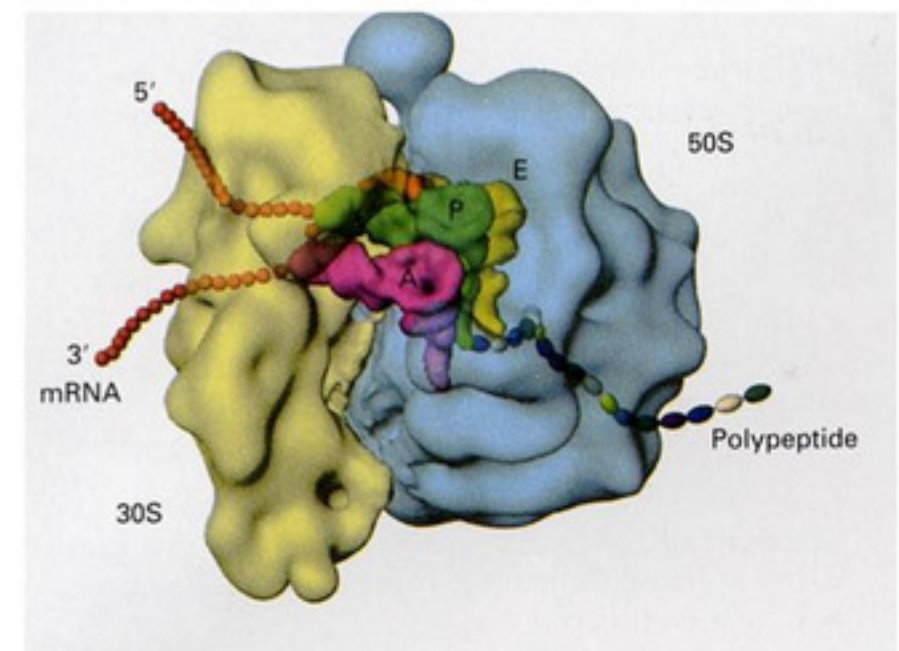
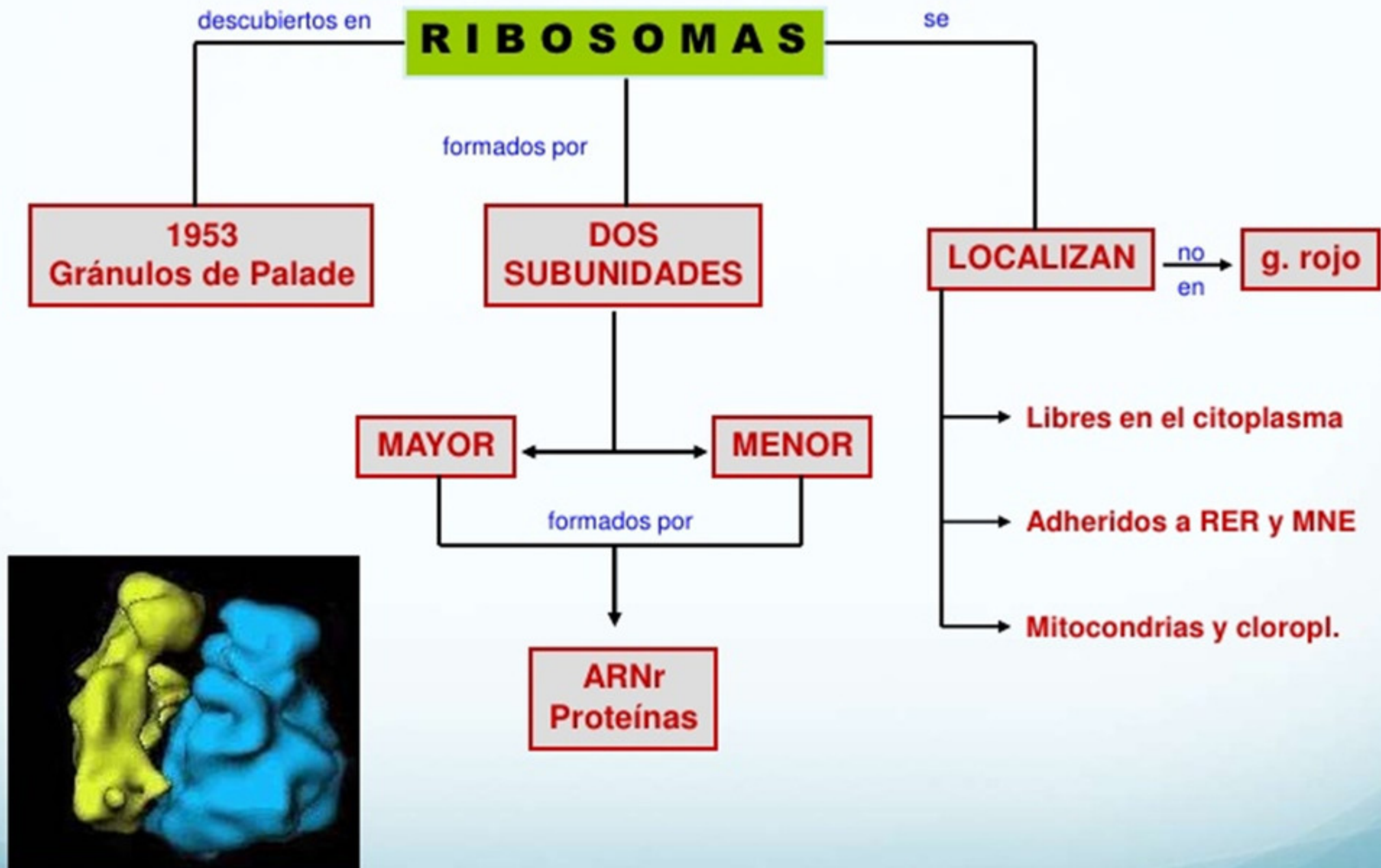


Fig 4.34. Molecular Cell Biology, 4<sup>th</sup> Ed. Lodish, H. et al.







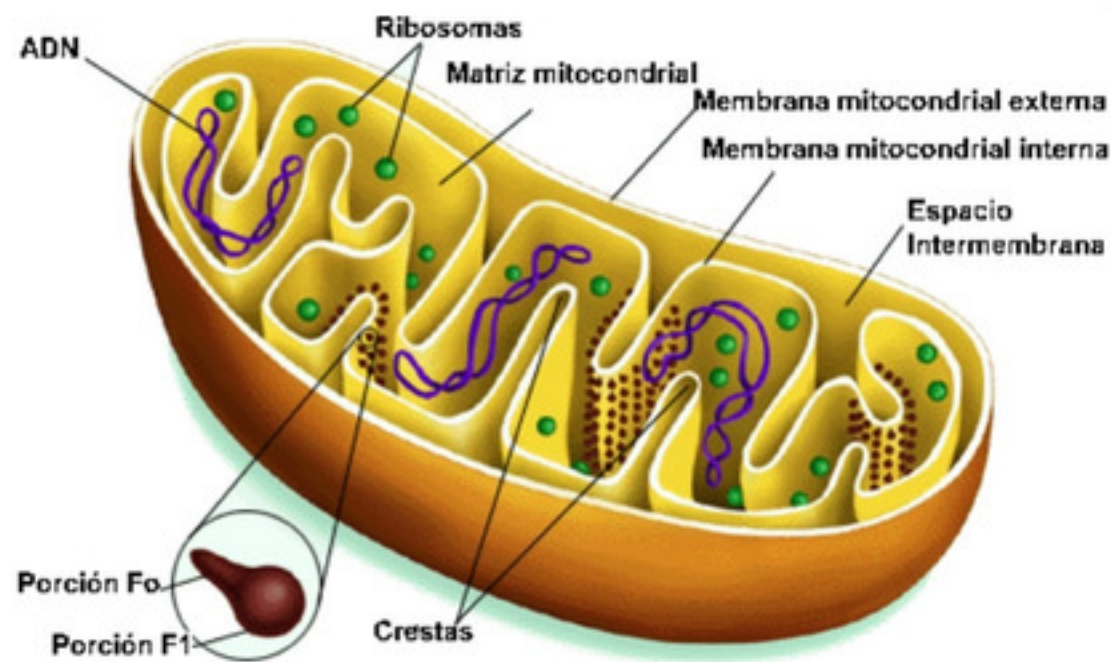
# mitocondrias

Las mitocondrias son los orgánulos celulares que generan la mayor parte de la energía química necesaria para activar las reacciones bioquímicas de la célula.

La energía química producida por las mitocondrias se almacena en una molécula energizada llamada trifosfato de adenosina (ATP).

Las mitocondrias contienen su propio cromosoma (ADN).

En general, las mitocondrias, y por lo tanto el ADN mitocondrial, sólo se heredan de la madre.





**La estructura de la mitocondria es variable**, pero por lo general se compone de tres espacios diferentes: crestas mitocondriales, espacio intermembranoso y matriz mitocondrial, todo recubierto por una membrana doble lipídica, semejante a la membrana celular, pero compuesta mayormente (60 a 70% en la externa, 80% en la interna) de proteínas.

- ❑ **Crestas mitocondriales.** sistema de crestas o pliegues, que conecta con las membranas mitocondriales de vez en cuando, permitiendo así el transporte de materiales al interior del orgánulo y ejerciendo funciones enzimáticas (catalizadoras) concretas.
- ❑ **Espacio intermembranoso.** Entre las dos membranas mitocondriales existe un espacio rico en **protones** (H<sup>+</sup>) fruto de los complejos enzimáticos de la respiración celular, así como las moléculas encargadas del transporte de ácidos grasos al interior de la mitocondria, en donde se procederá a su **oxidación**.
- ❑ **Matriz mitocondrial.** Llamada también mitosol, contiene iones, metabolitos para oxidar, moléculas de ADN circular bicatenario (muy similar al ADN bacteriano), ribosomas, **ARN** mitocondrial y todo lo necesario para la síntesis de ATP. Allí tienen lugar el ciclo de Krebs y la beta-oxidación de ácidos grasos, así como reacciones de síntesis de urea y grupos hemo, todo lo cual genera una cantidad importante de energía química que luego es liberada al citoplasma celular.



## biogénesis

- ❑ Los componentes de la mayoría de las membranas eucariotas se sintetizan en el Retículo Endoplasmático
  - ❑ Fosfolípidos en REL

Luego son transportados a los diferentes orgánulos

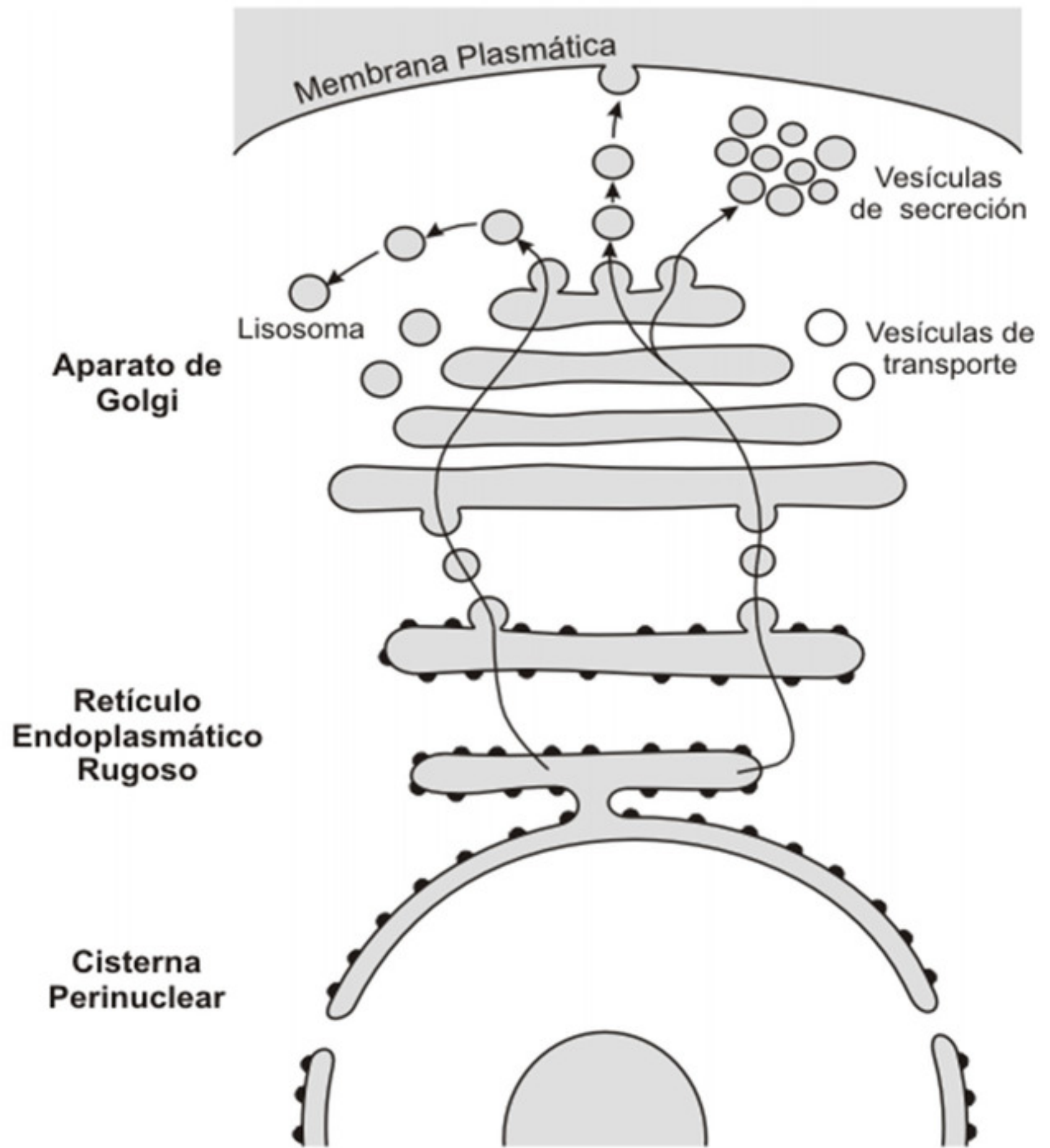
    - ❑ Mediante vesículas a membrana plasmática, golgi, vesículas de secreción, lisosoma, vacuolas
    - ❑ Mediante proteínas transportadoras de lípidos a mitocondrias, cloroplastos y peroxisomas
  - ❑ Proteínas en RER

Luego son transportados a los diferentes orgánulos

    - ❑ Mediante vesículas a membrana plasmática, golgi, vesículas de secreción, lisosoma, vacuolas
- ❑ Los ribosomas y algunas proteínas de Mitocondrias y Plastos son sintetizadas en el interior de estos orgánulos con genoma propio.
- ❑ El resto de proteínas de Mitocondrias, Plastos y Peroxisomas se forman en el citoplasma con una señal para ser incluidos en las membranas o el interior de los orgánulos



# Vías de tránsito intracelular en el SE





# Cuestionario



## Orgánulo responsable de la respiración celular

- ☐ centriolos
- ☐ retículo
- ☐ mitocondria
- ☐ vacuolas



Intervienen en la división celular y en el movimiento de la célula

- ☐ ribosomas
- ☐ vacuolas
- ☐ núcleo
- ☐ centriolos



red de canales donde se fabrican lípidos y proteínas que son transportados por toda la célula

- ☐ centriolos
- ☐ retículo
- ☐ lisosomas
- ☐ ribosomas



No es un orgánulo energético

- ☐ núcleo
- ☐ peroxisomas
- ☐ mitocondrias
- ☐ centrosomas