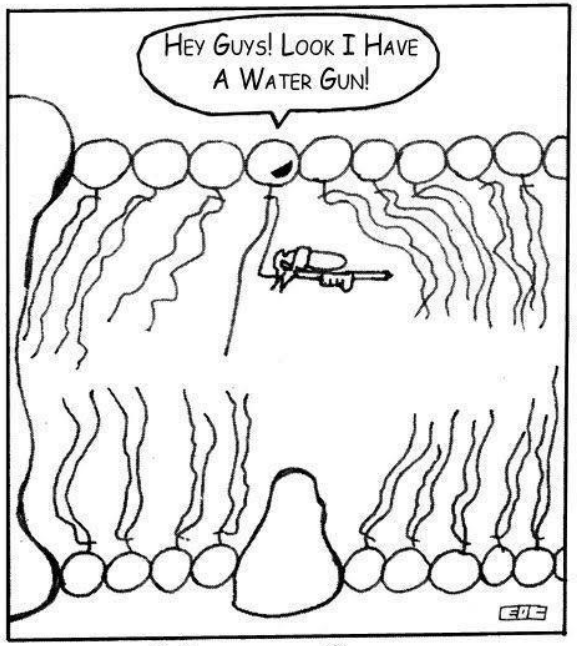
Colegio de
San Francisco de Paula

Tema 7. Biología Celular

7.3 Estructura membrana y orgánulos membranosos

Germán Tenorio
Biología NS-Diploma BI
Curso 2016-2018



MEMBRANE PRANKS

Idea Fundamental: La estructura de las membranas biológicas hace que éstas sean fluidas y dinámicas, permitiendo controlar la composición de las células mediante mecanismos de transporte activo y transporte pasivo.

Para empezar

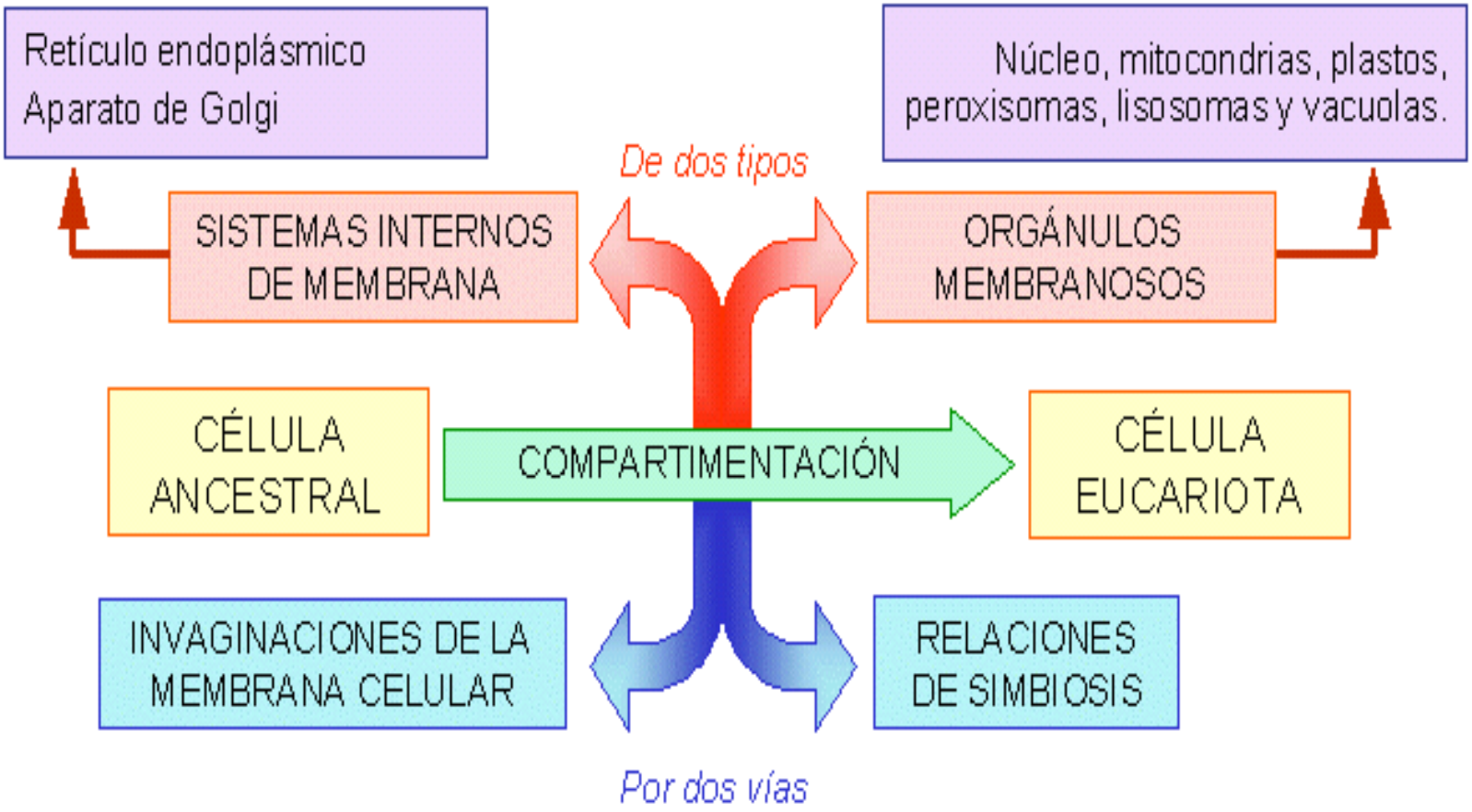
- ¿Por qué el agua no se mezcla con el aceite?

¿Qué vamos a aprender?

- Se han propuesto varios modelos a lo largo de la historia para explicar la estructura de la membrana celular.
- El modelo actualmente aceptado considera la membrana como un mosaico fluido y fue propuesto por Singer-Nicolson en 1972.
- El colesterol determina la rigidez de la membrana de las células animales.
- Las proteínas de membrana tienen multitud de funciones.
- Los orgánulos membranosos tienen una estructura acorde a la función que realizan.

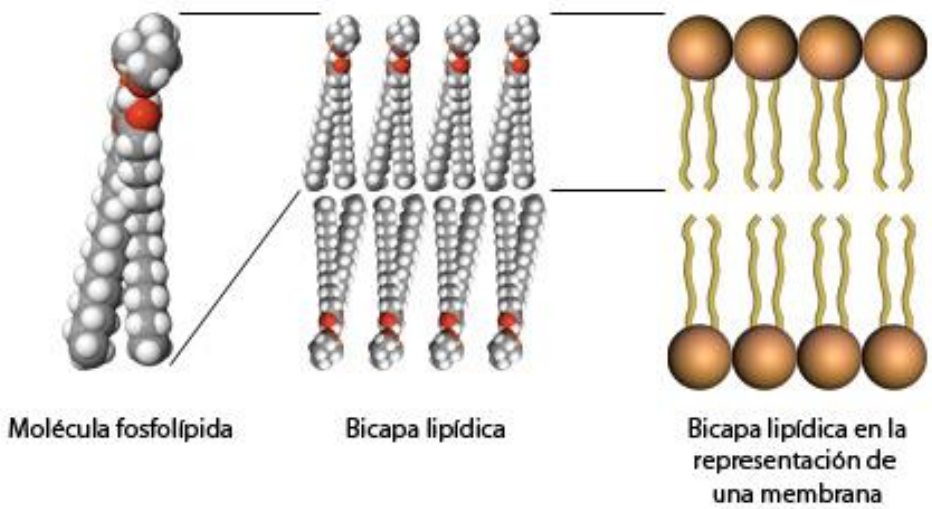
La membrana plasmática

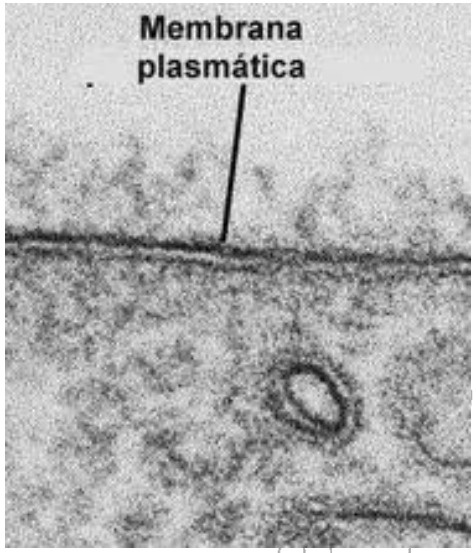
- Las células eucariotas se van a caracterizar por poseer un verdadero núcleo y orgánulos limitados por una membrana.



La membrana plasmática

- Las membranas celulares son sistemas altamente especializados, unos para la secreción, otros para la absorción, otros para procesos biosintéticos, etc.
- No son visibles al microscopio óptico, y con el electrónico se ven estructuras trilaminares (dos láminas oscuras y una clara) de 6 a 10 nm de grosor.





- En 1972, **Singer y Nicolson** propusieron el modelo de membrana llamado **mosaico fluido**. Según este modelo, las membranas celulares están formadas por una bicapa lipídica (su componente estructural básico) y un conjunto de proteínas irregularmente distribuidas a un lado u otro de la bicapa o inmersas en ella.

NATURALEZA CIENCIAS: Uso de modelos como representación del mundo real

- Previamente al modelo de mosaico fluido propuesto por Singer y Nicolson, se habían propuesto **otros modelos alternativos de la estructura de las membranas**.
- En **1925 Gorter y Grendel** observaron que el área ocupada en una superficie de agua por los lípidos extraídos de eritrocitos era el doble del área calculada para la superficie celular, por lo que dedujeron que la membrana está formada por una bicapa lipídica. Sin embargo, su modelo no explicaba dónde se localizaban las proteínas presentes en la membrana.
- En **1935 Danielli y Davson** propusieron el modelo de "sándwich" donde describían a la membrana como una bicapa lipídica rodeada por sendas monocapas de proteínas globulares.

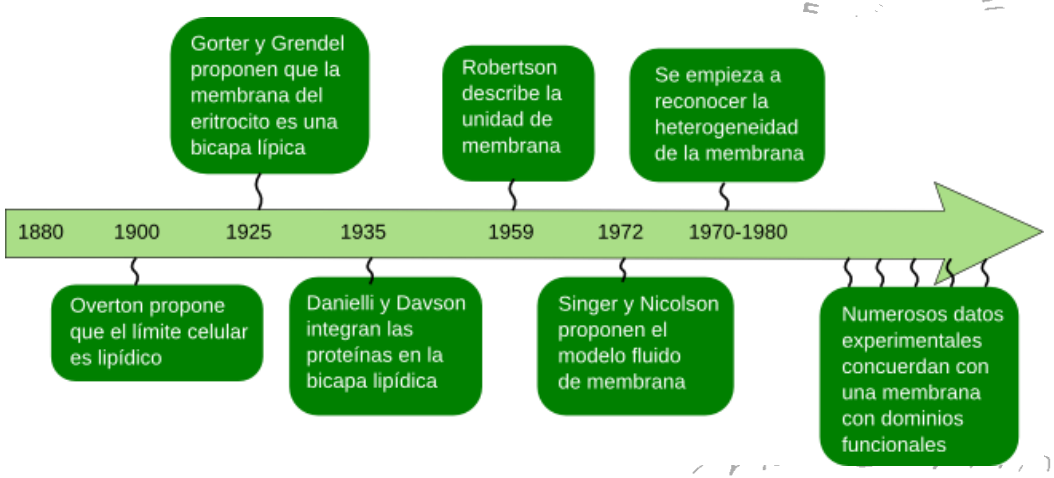
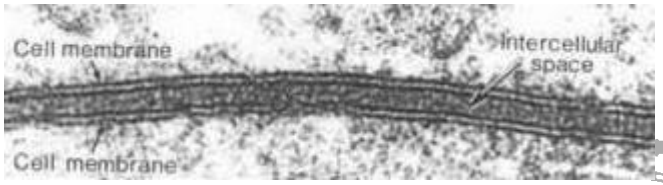
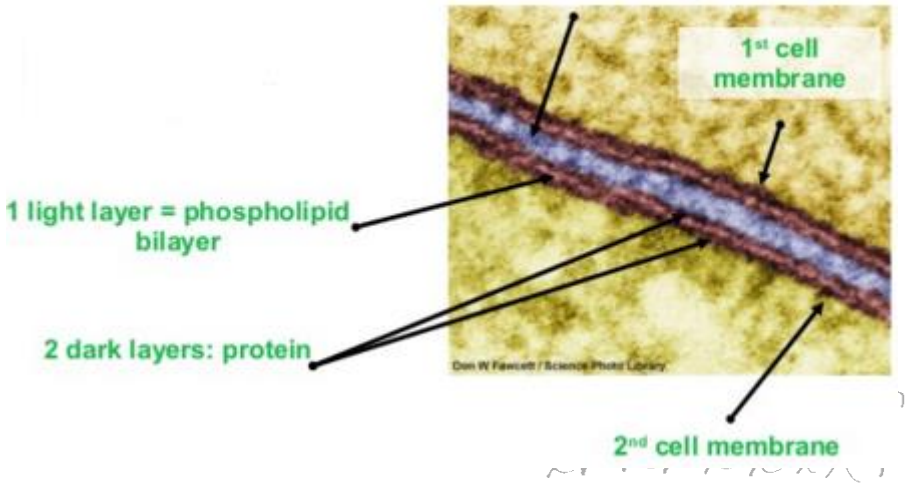


IMAGEN: mmegias.webs.uvigo.es

HABILIDAD: Análisis de prubeas de microscopía electronica que condujeron al modelo de Danielli y Davson

- El modelo de "sándwich" de **Danielli y Davson** fue aceptado por la mayoría de la comunidad científica durante más de 30 años, siendo avalado por los resultados obtenidos mediante microscopía electrónica.
- En micrografías electrónicas de alta resolución, las membranas aparecían como dos líneas paralelas oscuras con una region más clara entre ambas.
- Como las proteínas aparecen oscuras al ME, mientras que los fosfolípidos aparecen claros, esta imagen posiblemente indicaba la existencia de dos capas de proteínas a ambos lados de una capa central de fosfolípidos.
- En ese momento se sabía que las membranas estaban compuestas mayoritariamente de lípidos porque las sustancias lipídicas eran fácilmente disueltas en la membrana.

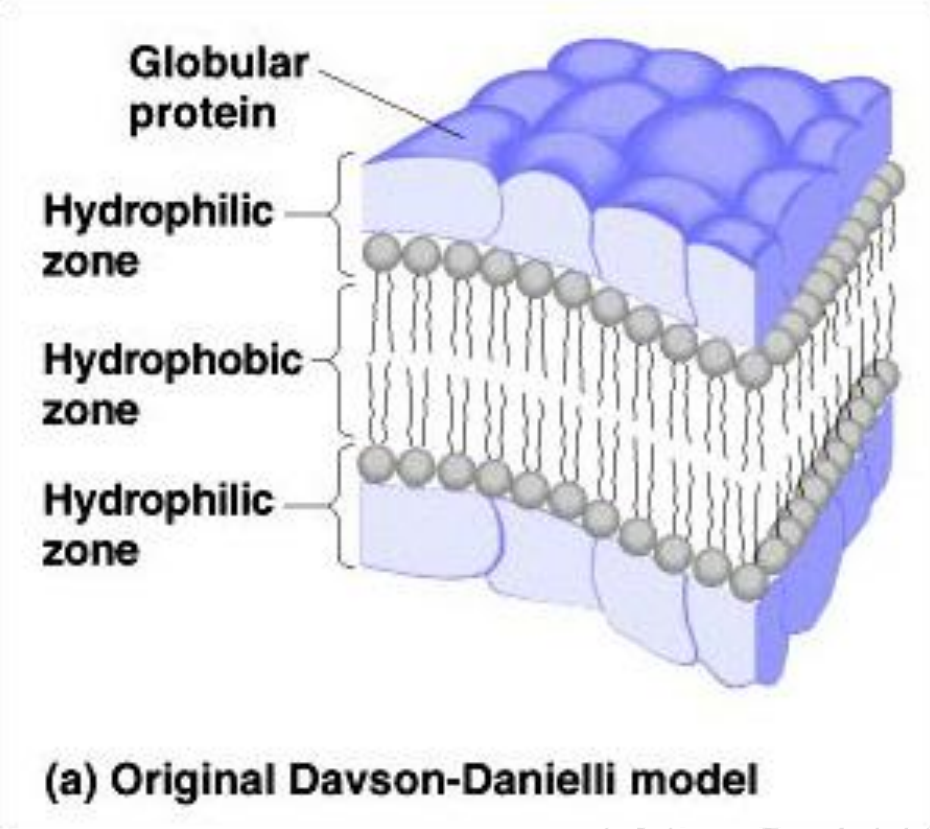




HABILIDAD: Análisis de prubeas de microscopía electronica que condujeron al modelo de Danielli y Davson

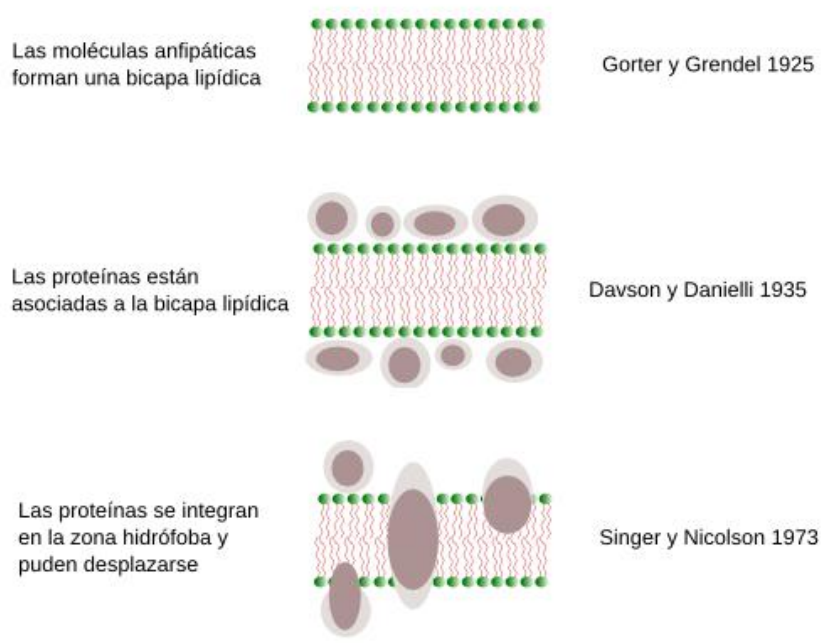
- Según el modelo de **Danielli y Davson,** la membrana poseía:

1. Estructura tipo sandwich de proteína-lípido.
2. Bicapa lipídica compuesta de fosfolípidos con las colas hidrofóbicas hacia el interior y las cabezas hidrofílicas hacia el exterior.
3. Una cubierta de proteínas en la superficie externa.
4. Proteínas no penetraban en la bicapa lipídica.



HABILIDAD: Análisis de la refutación del modelo de Danielli y Davson

- Mientras que el ordenamiento de los fosfolípidos era correcto en este modelo de Danielli y Davson, no ocurría lo mismo para las proteínas.
- Las proteínas poseen regiones hidrofílicas por las que interaccionar con las cabezas de los fosfolípidos, impidiendo que estos interaccionen con el medio acuoso externo.
- Además, el modelo tampoco explicaba satisfactoriamente las diferentes estructuras y funciones de las proteínas de membrana.
- La refutación del modelo condujo al modelo propuesto en 1972 por Singer-Nicholson, que permanence en vigor hasta la actualidad.

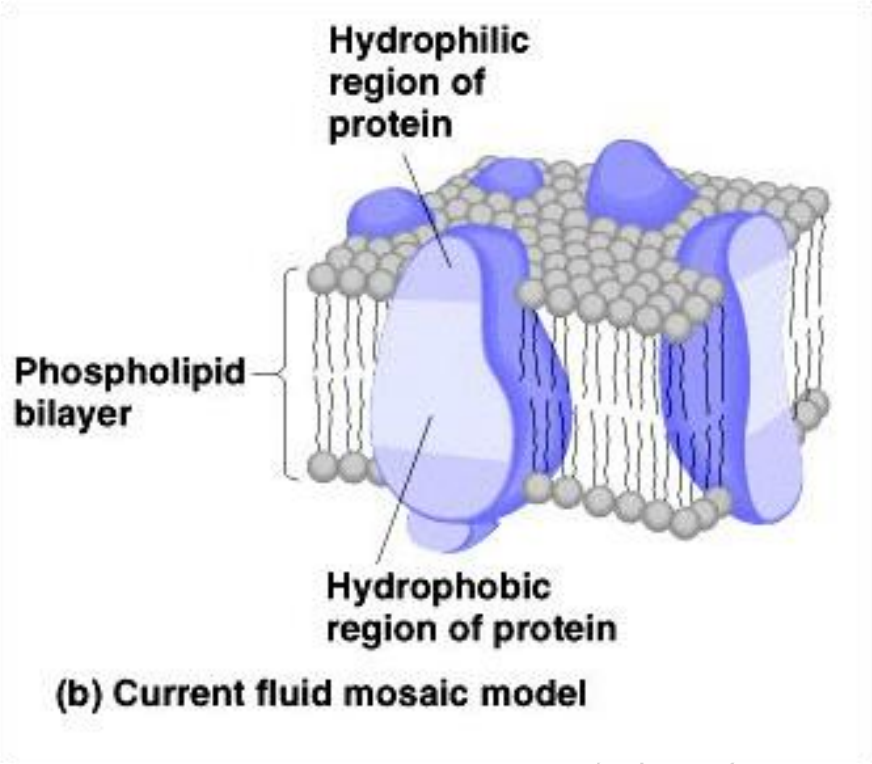


Principales modelos de organización de la membrana celular (modificado de Becker et al., 2003).

HABILIDAD: Análisis de la refutación del modelo de Danielli y Davson

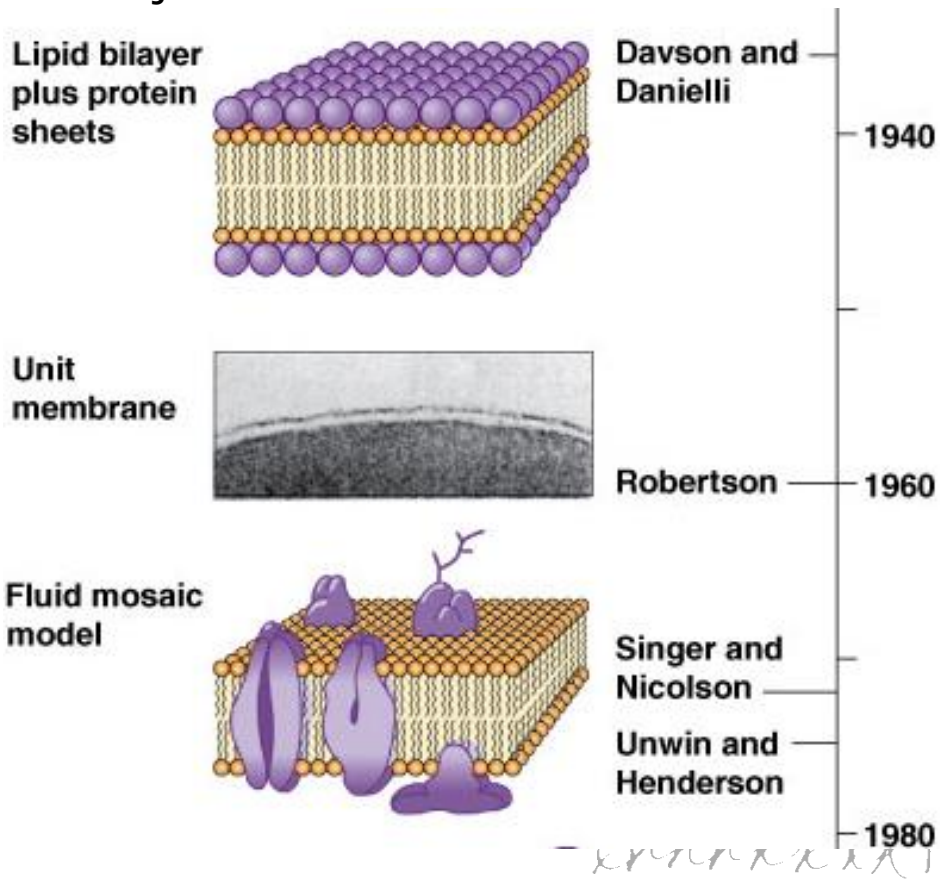
- El modelo de **Singer-Nicholson,** la membrana poseía:

1. Estructura tipo mosaico fluido.
2. Bicapa lipídica compuesta de fosfolípidos, que pueden moverse lateralmente, con las colas hidrofóbicas hacia el interior y las cabezas hidrofílicas hacia el extererior.
3. Las proteínas se encuentran distibuidas desigualmente, como un mosaico, y también pueden desplazarse lateralmente.
4. Proteínas periféricas localizadas en la superficie tanto interna como externa de la membrana, y proteínas integrales que penetran en la bicapa lipídica.



NATURALEZA CIENCIAS: Refutación de teorías

- El modelo de "sándwich" de **Danielli y Davson fue** aceptado por la mayoría de la comunidad científica durante más de 30 años. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XX se obtuvieron varias evidencias experimentales que no se ajustaban al modelo del sándwich.
- Estas evidencias experimentales, basadas en diferentes tipos de técnicas, llevaron a la **refutación del modelo de Davson-Danielli, siendo reemplazado por el de Singer-Nicholson.**



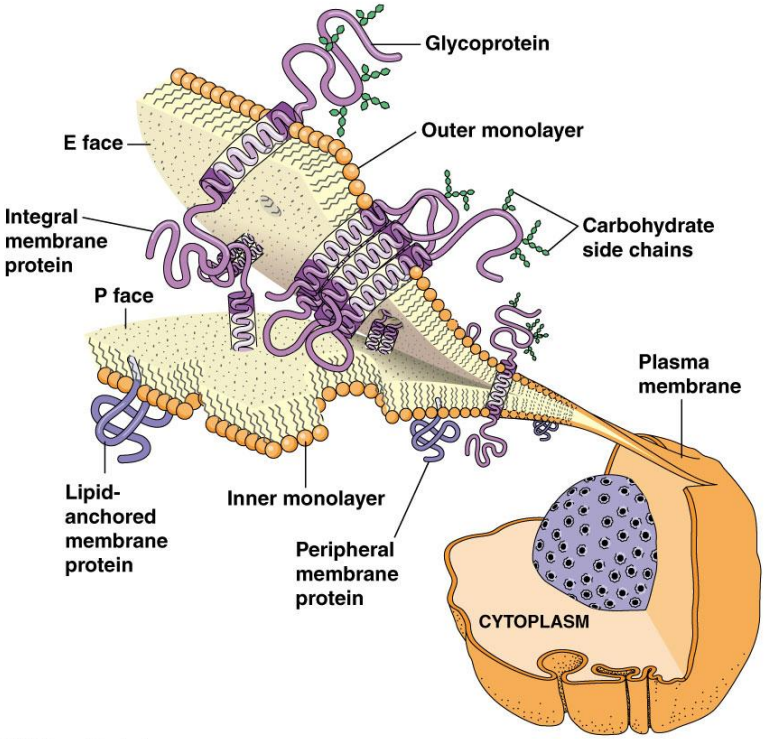
NATURALEZA CIENCIAS: Refutación de teorías

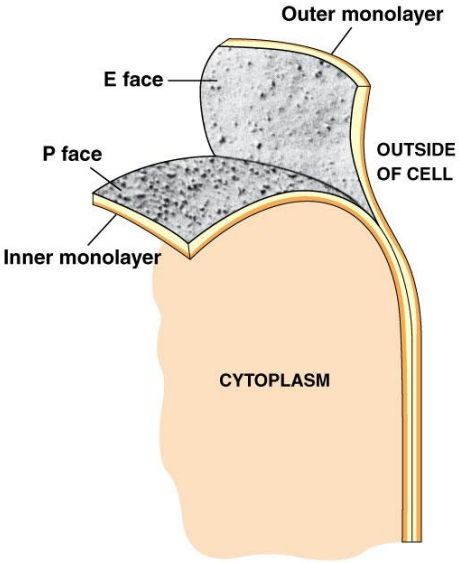
Criofractura al ME. Esta técnica implica la rápida congelación y rotura de las células. La rotura tiene lugar a lo largo de las membranas, entre otras zonas.

Imágenes con estructuras globulares en el centro de la membrana fueron interpretadas como proteínas transmembranas.

(a) Separation of membrane monolayers. Notice how the fracture plane has passed through the hydrophobic interior of the membrane, revealing the inner surfaces of the two monolayers. Integral membrane proteins that remain with the outer monolayer are seen on the E (exoplasmic) face, whereas those that remain with the inner monolayer are seen on the P (protoplasmic) face.

(b) Surface view of monolayers. This sketch of a freeze-fractured membrane shows electron micrographs of the E and P faces from the plasma membrane of a mouse kidney tubule cell. Individual proteins imbedded in either face show up as small particles (TEMs).



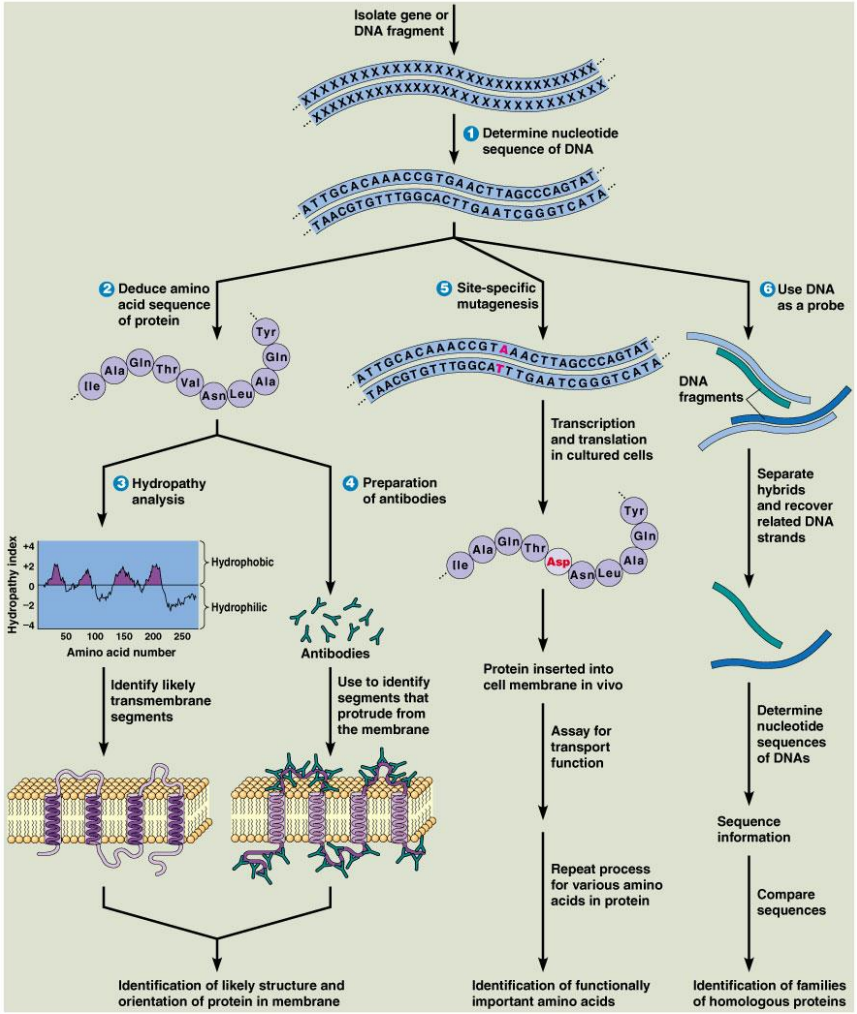


© 2012 Pearson Education, Inc.

NATURALEZA CIENCIAS: Refutación de teorías

Técnicas bioquímicas. El asilamiento de proteínas de membrana permitió determinar que eran globulares y variables en tamaño, por lo que era improbable que estas proteínas formaran capas continuas en la periferia de las membranas.

Además, había proteínas con regiones hidrofóbicas, por lo que parte de su estructura debía estar en contacto con las colas hidrofóbicas de los fosfolípidos en el interior de la bicapa lípida.

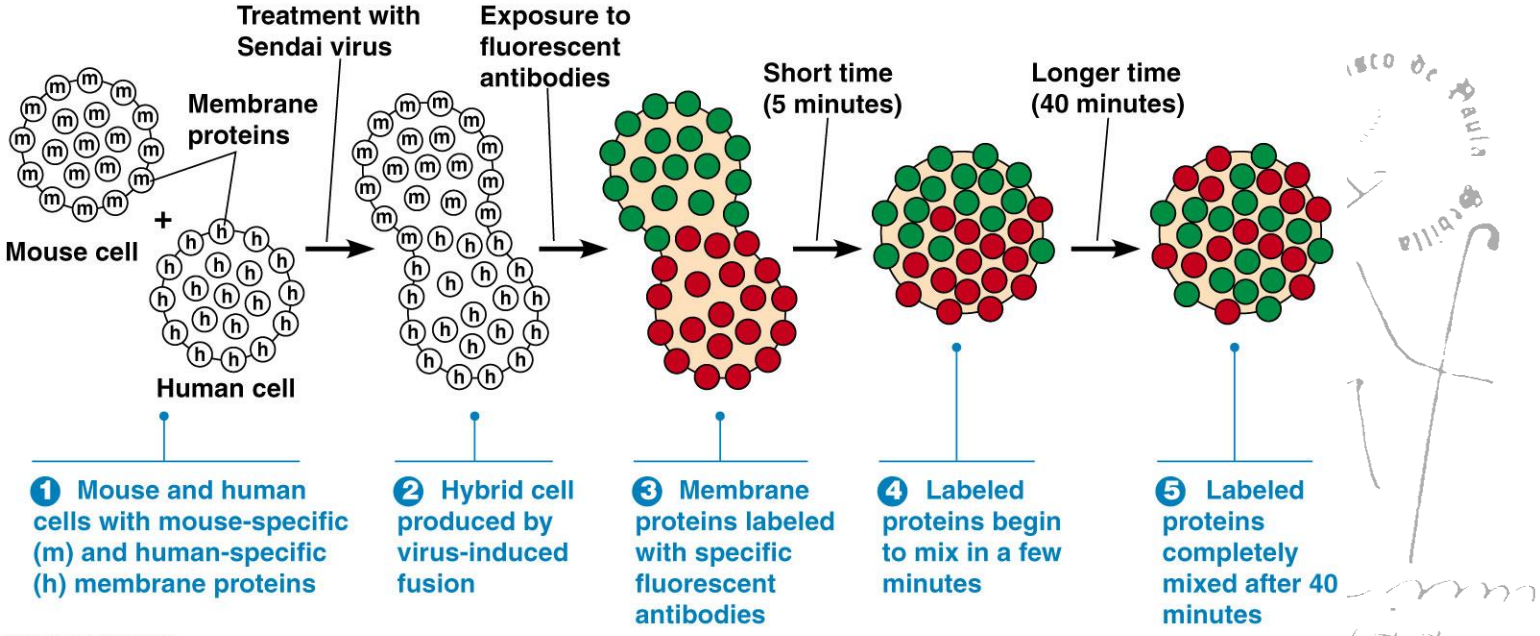


© 2012 Pearson Education, Inc.

NATURALEZA CIENCIAS: Refutación de teorías

Marcaje con anticuerpos fluorescentes. Células de ratón marcadas con anticuerpos fluorescentes verdes anti-proteínas de membrana fueron fusionadas con células humanas marcadas con anticuerpos fluorescentes rojos anti-proteínas específicas humanas de membrana.

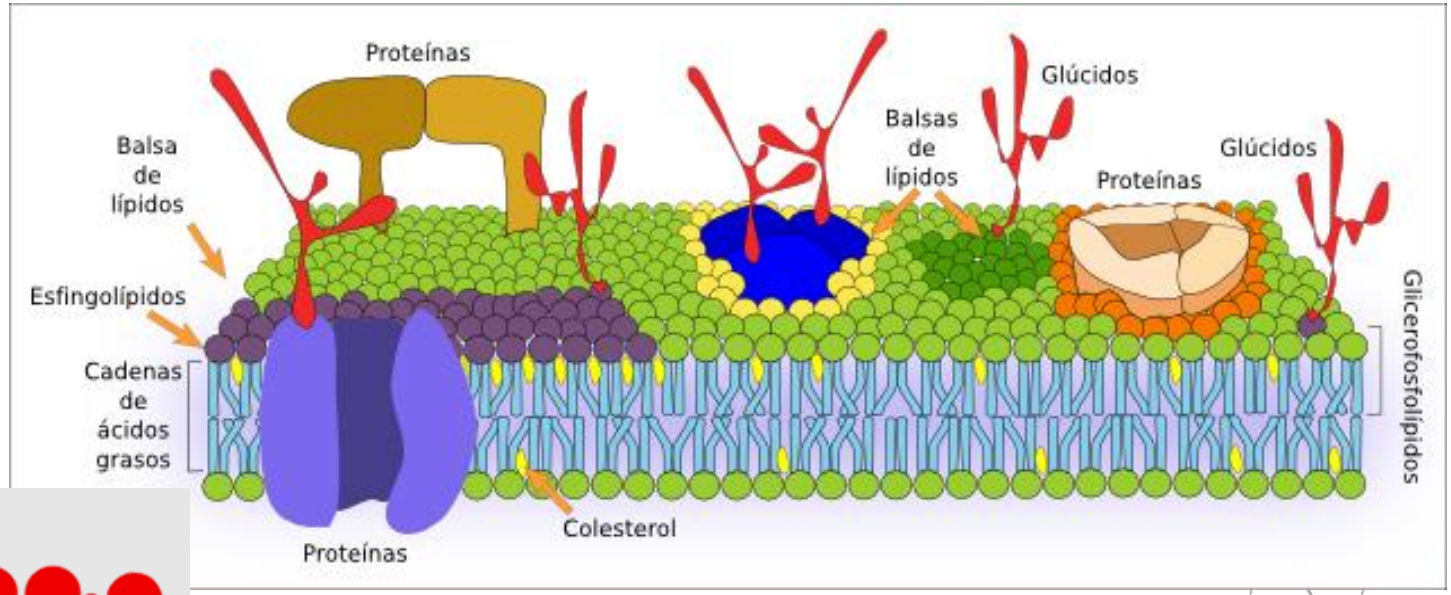
Al cabo de 40 minutos se observaba que la fluorescencia se mezclaba a lo largo de las membranas fusionadas, mostrando que las proteínas tienen libertad para desplazarse en lugar de encontrarse fijas en la periferia.

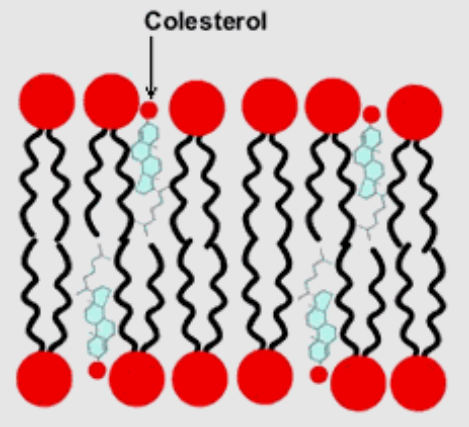


© 2012 Pearson Education, Inc.

Membrana plasmática: la bicapa de lípidos

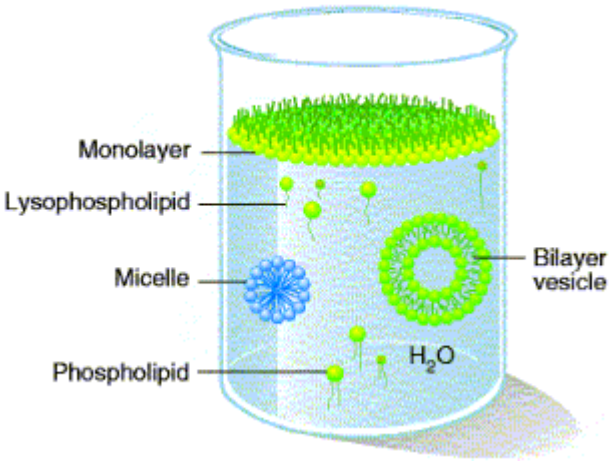
- La bicapa de lípidos está formada por **fosfolípidos** (los más abundantes), **esfingolípidos** y **colesterol** (exclusivo de las células animales).

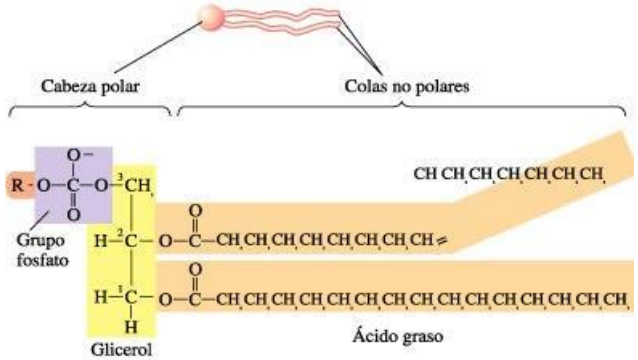


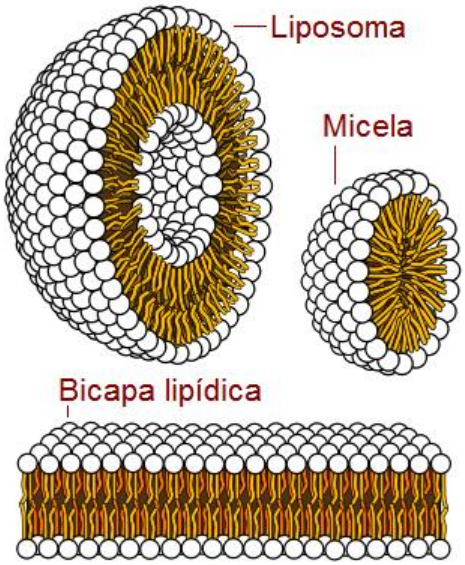


Membrana plasmática: la bicapa de lípidos

- Todas estas moléculas son **anfipáticas**, con extremo hidrófilo o polar (fosfato y glicerol) y extremo hidrofóbico o apolar (dos ácidos grasos), por lo que en agua son capaces de **autoensamblarse** espontánemante para formar bicapas.







Animación1

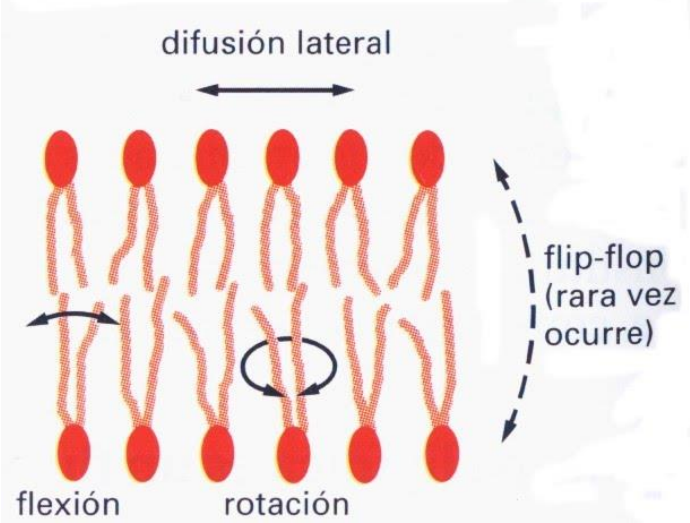
- **Los fosfolípidos forman bicapas en el agua debido a las propiedades anfipáticas de las moléculas de fosfolípidos.**
- Los fosfolípidos **se mantienen unidos** mediante interacciones hidrofóbicas entre las colas apolares.
- Las capas de fosfolípidos **se estabilizan** mediante la interacción de las cabezas polares con el agua que los rodea.

Membrana plasmática: la bicapa de lípidos

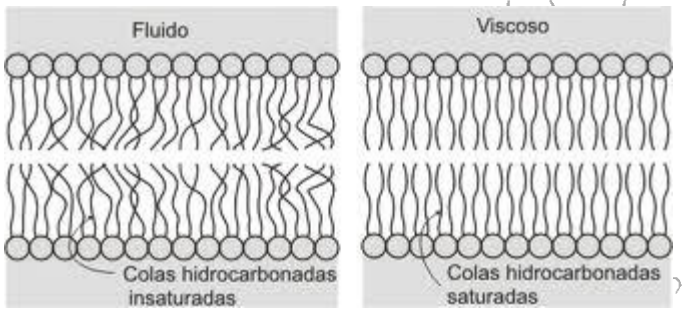
- El **modelo de mosaico fluido** nos indica que es una representación (**modelo**) de una colección de diferentes componentes juntos (**mosaico**) que se encuentran en continuo movimiento (**fluido**).
- La **fluidez** de la membrana **se debe a los fosfolípidos** que la forman, ya que pueden moverse en la bicapa. Este movimiento puede ser:

  - Difusión lateral.
  - Rotación.
  - Flexión.
  - Flip-flop (de una monocapa a otra).

Video1

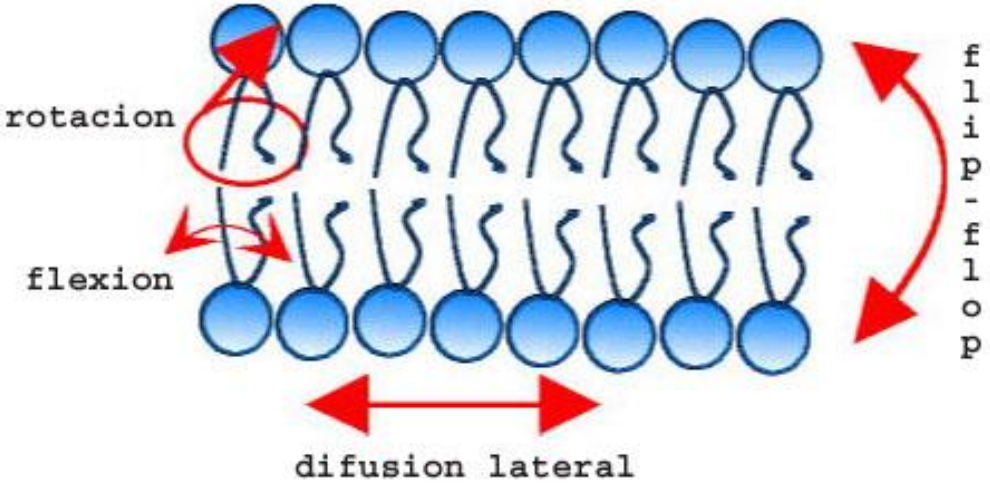


- La fluidez **aumenta con la temperatura** y viceversa, es decir, la viscosidad aumenta a medida que la temperatura disminuye.
- Para aumentar la fluidez de la membrana, las células modifican la composición lipídica de la misma sintetizando **ácidos grasos más insaturados y de cadenas más cortas**,



Membrana plasmática: la bicapa de lípidos

- La membrana es flexible, adaptable y móvil. No es sólida o frágil como la superficie de un globo.
- Es bastante difícil romper la membrana plasmática gracias a las propiedades de fluidez de la bicapa lipídica, permitiendo que su forma se recupere muy fácilmente.

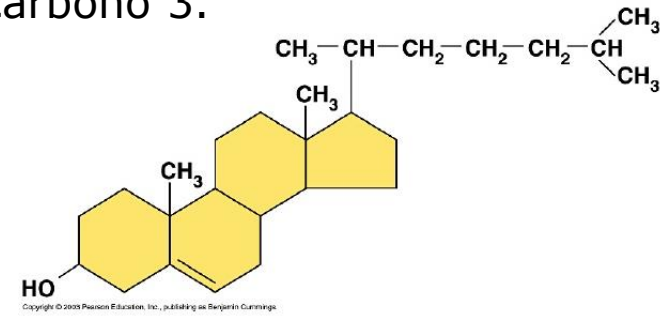


Video 2. Nuclear transfer

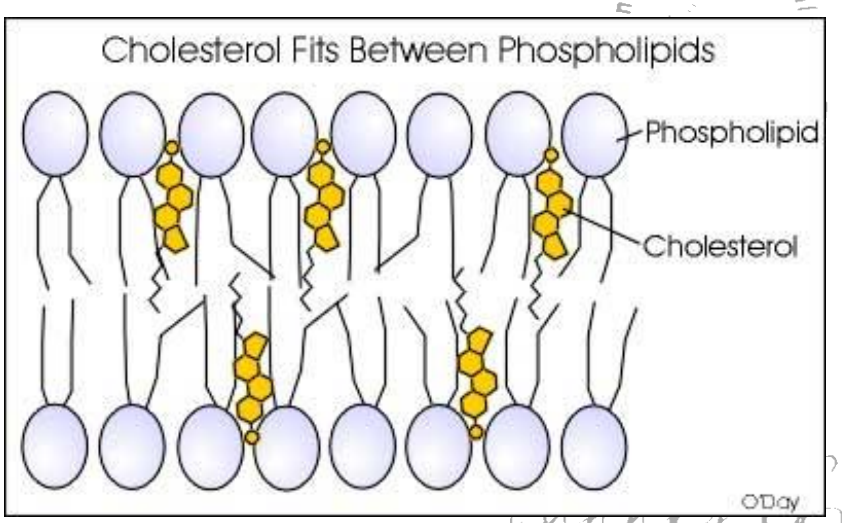
- La fluidez de la membrana permite la rotura y recuperación de la misma en los procesos de endocitosis y exocitosis.
- **El colesterol es un componente de las membranas de las células animales,** aumentando su rigidez y resistencia.

Membrana plasmática: colesterol

- El colesterol es un lípido no sapanificable, que pertenece al grupo de los esteroides, caracterizados por ser un compuesto policíclico derivado del ciclopentano-perhidrofenantreno, también llamado **esterano** o **gonano**, que posee un grupo hidroxilo (-OH) en el carbono 3.



- La mayor parte de la estructura de la molécula es hidrofóbica, permaneciendo unida a las colas de los fosfolípidos mediante interacciones hidrofóbicas. Sin embargo, el grupo –OH es hidrofílico, permitiendo que se una a las cabezas polares de los fosfolípidos.
- El colesterol por tanto se localiza en la membrana de las células animales entre las moléculas de fosfolípidos.



APLICACIÓN: Función del colesterol en la membranas animales

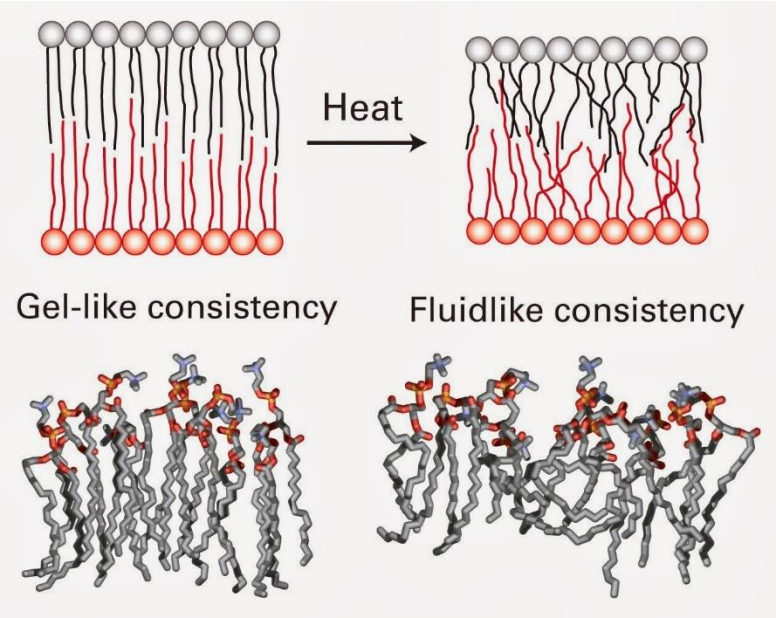
- La **fluidez** de la membrana **se debe a los fosfolípidos** que la forman, dado que mientras sus colas hidrofóbicas se comportan como un líquido, sus cabezas polares lo hacen como un sólido. De forma global, la membrana es fluida, dado que sus componentes tienen libertad de movimiento.

- **Es muy importante regular la fluidez de las membranas**, dado que:

  - Deben ser lo suficientemente fluidas como para que las sustancias requeridas puedan atravezarla.

  - Deben ser lo suficientemente fluidas como para que las células puedan desplazarse.

  - Deben ser lo suficientemente rígidas como para restringir el paso de sustancias.



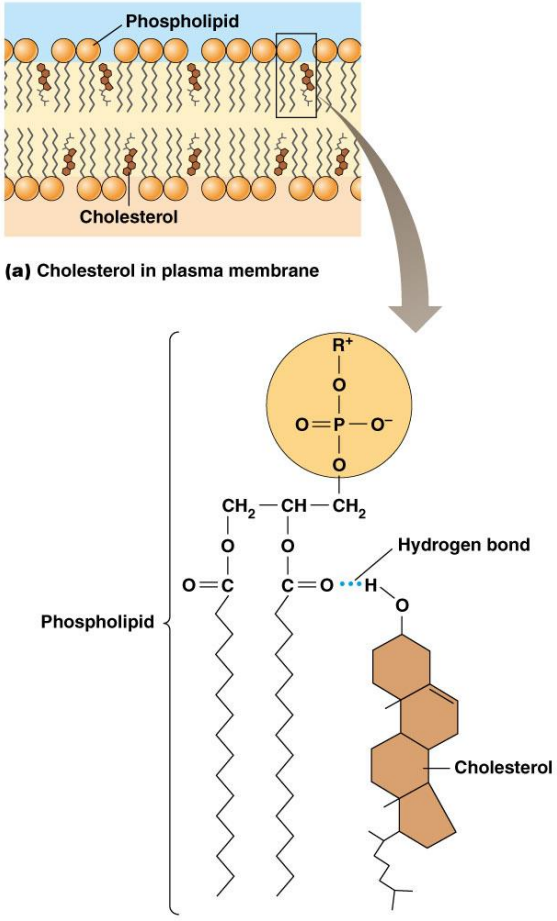
APLICACIÓN: Función del colesterol en la membranas animales

- **El colesterol reduce la fluidez de la membrana** porque:

  - previene el compactamiento de las cadenas hidrocarbonadas a bajas temperaturas, ya que evita que las colas se junten, aumenten las interacciones débiles entre las mismas y se "cristalicen" (adopten una estructura muy compacta).

  - inmoviliza las cadenas hidrocarbonadas de los fosfolípidos, restringiendo el movimiento de los mismos, por lo que hace a la membrana *menos fluida*.

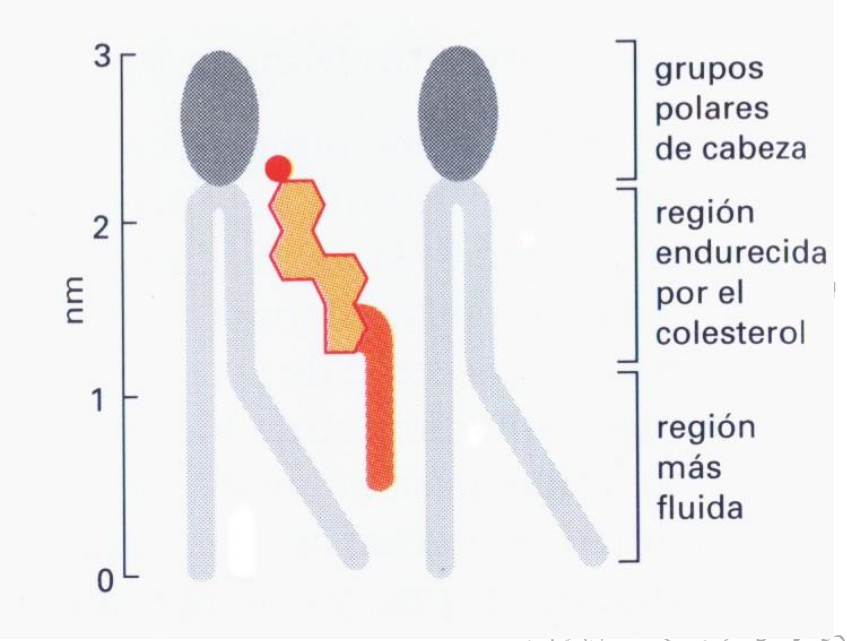
- **El colesterol además reduce la permeabilidad de la membrana a algunos solutos,** como las moléculas hidrofílicas y algunos iones como los de sodio e hidrógeno, ya que aumenta la hidrofobicidad de la parte interna de la bicapa lipídica.



© 2012 Pearson Education, Inc.

APLICACIÓN: Función del colesterol en la membranas animales

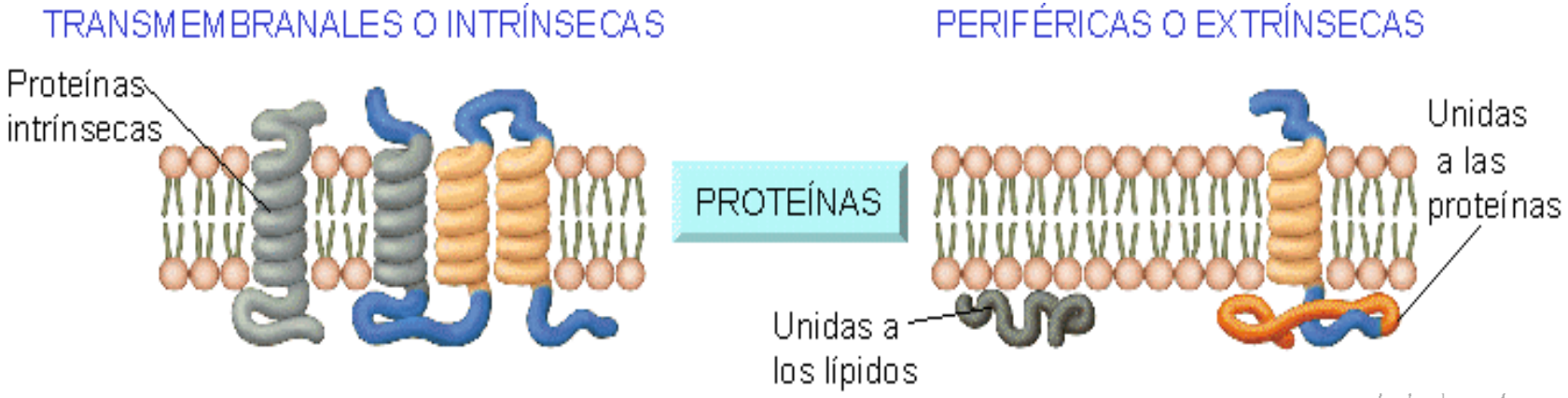
- En general se puede decir que mayor concentración de colesterol disminuye la fluidez de la membrana plasmática, sin embargo, a bajas temperaturas favorece la fluidez, previniendo el congelamiento, ya que evita que las cadenas carbonadas se ajusten y se "empaqueten" y vuelvan más rígidas a la membrana.
- Así es como, a baja temperatura esta disminución del empaquetamiento puede determinar que las membranas no se congelen.
- Por tanto, **la fluidez de las membranas depende de la temperatura, el tipo de ácido grado (saturado o insaturado) que formen los fosfolípidos y del contenido en colesterol**.



Membrana plasmática: proteínas de membrana

- **Las proteínas de membrana difieren en lo que se refiere a su estructura, ubicación en la membrana y función.**
- Según el tipo de asociación que tengan con la membrana, se clasifican en:

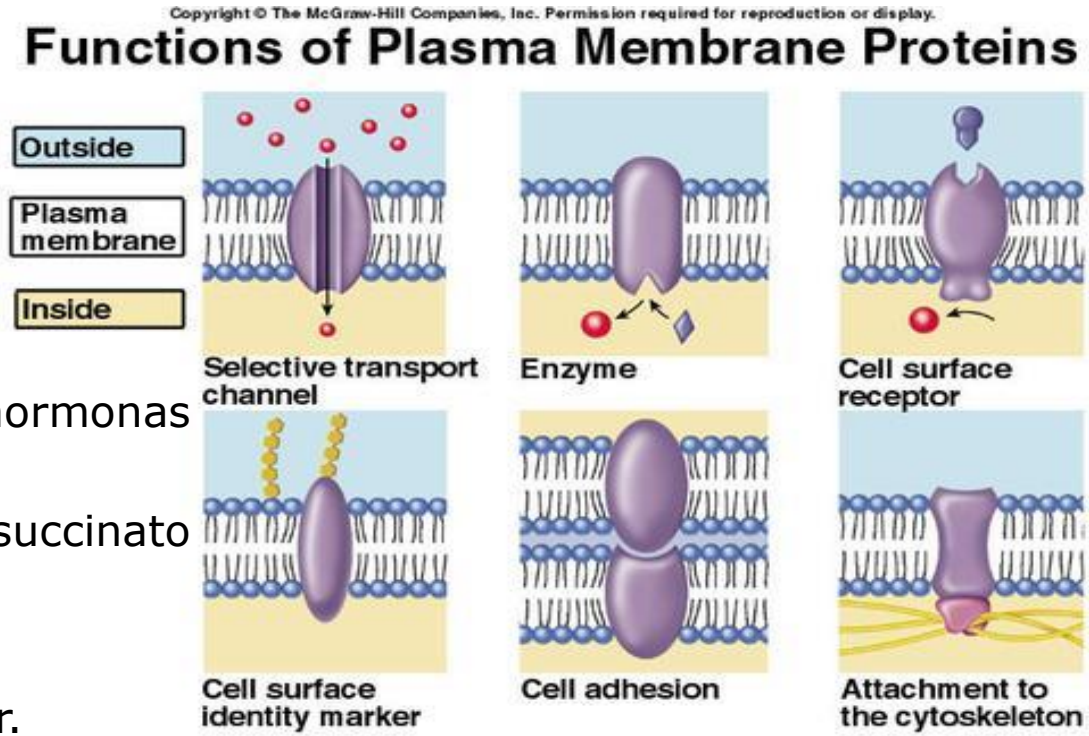
1. **Proteínas integrales**: unidas íntimamente a los lípidos de membrana. Atarviesan la bicapa lipídica una o varias veces, por lo que se las conoce como proteínas **transmembrana**. Otras están fuera de la bicapa, pero se unen covalentemente a algún lípido de ella.



2. **Proteínas periféricas**: se localizan a un lado u otro de la bicapa y están unidas débilmente a las cabezas polares de los lípidos o a proteínas integrales mediante enlaces de hidrógeno o fuerzas electrostáticas.

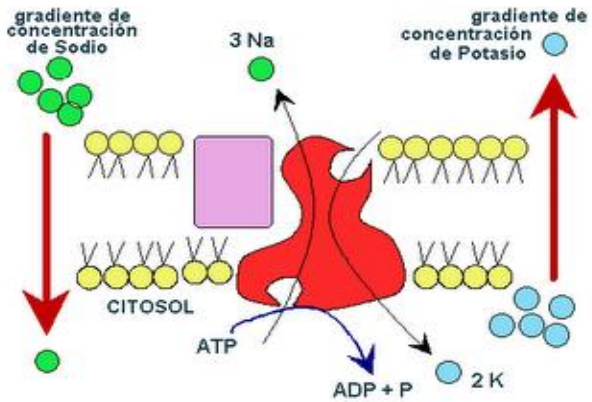
Membrana plasmática: proteínas de membrana

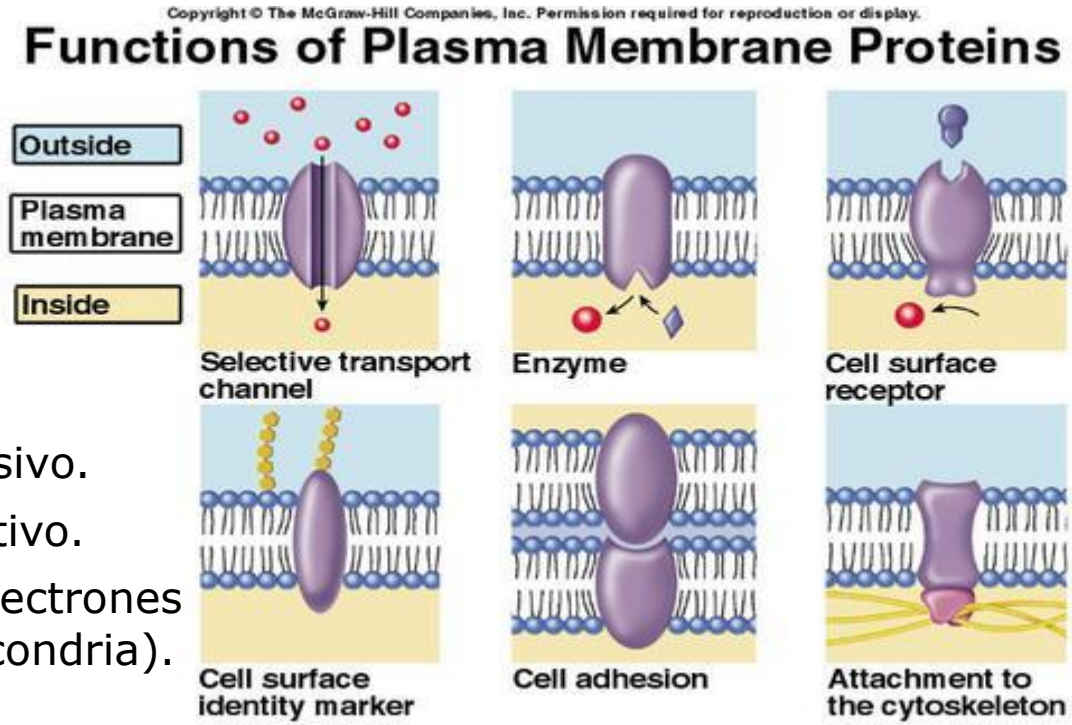
- Las proteínas de membrana desempeñan funciones diversas, entre las que se encuentran:



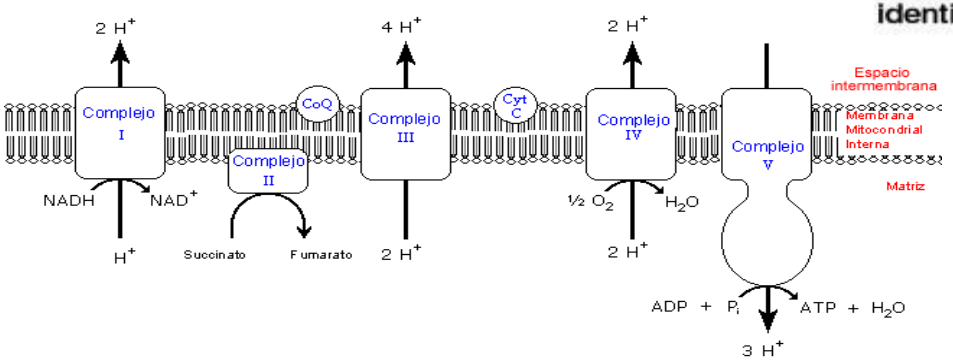
1. Sitios de unión a hormonas (insulina).
2. Enzimas inmovilizadas (succinato deshidrogenasa).
3. Adhesión celular.
4. Comunicación intercelular.
5. Receptores de neurotransmisores (acetilcolina).

Membrana plasmática: proteínas de membrana

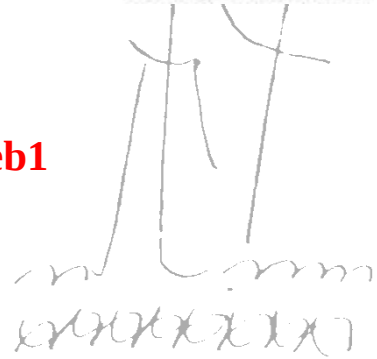




6. Canales de transporte pasivo.
7. Bombas de transporte activo.
8. Transportadores de electrones (respiración celular en mitocondria).



Web1



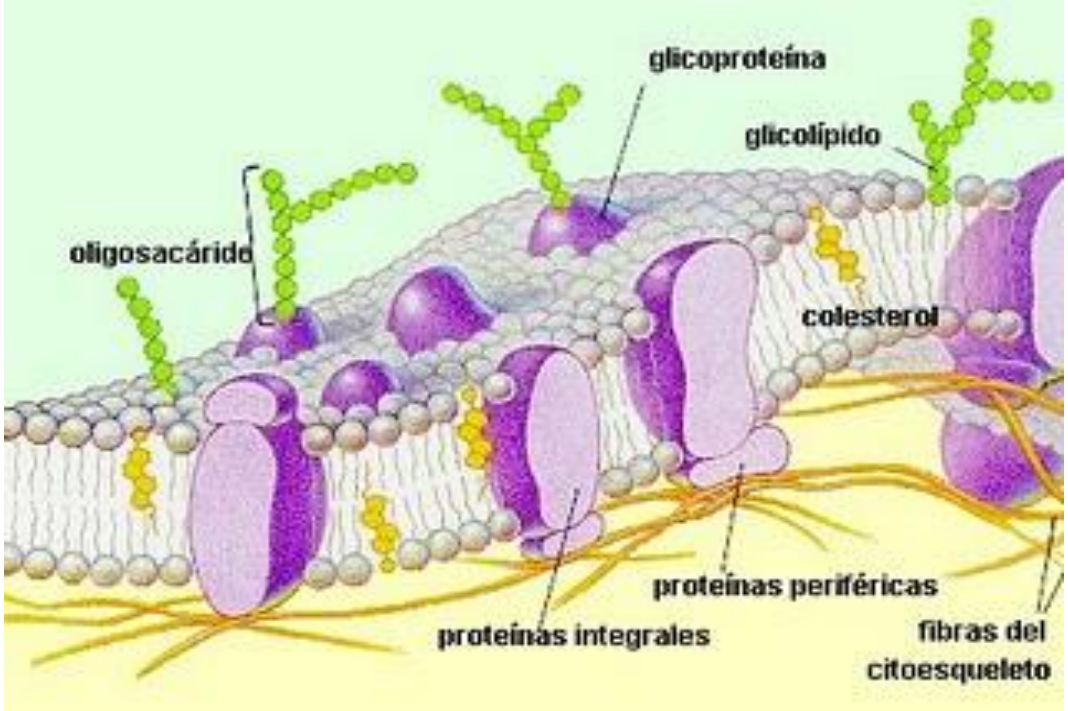
Membrana plasmática: Glucocalix

- Elemento importante de la membrana plasmática de todas las células, que se localiza **exclusivamente en la cara externa** de la membrana y está formado por oligosacáridos unidos a lípidos (**glucolípidos**) o a proteínas (**glucoproteínas**).

- Representa el carné de identidad de la célula, ya que varía entre especies, entre individuos e, incluso entre unos tipos celulares y otros del mismo individuo.

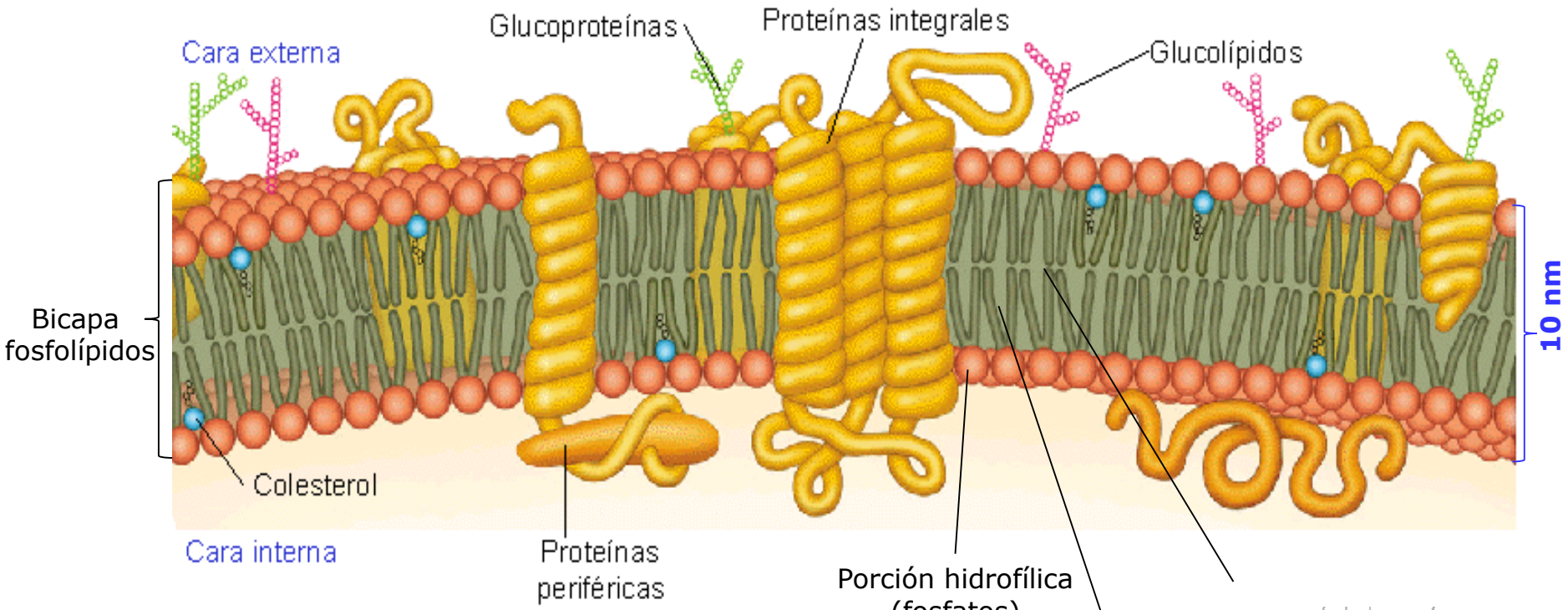
- Sirve para el reconocimiento y la adhesión celular. Un ejemplo es la interacción óvulo-espermatozoide.

- Las membranas son estructuras asimétricas en cuanto a la distribución de los componentes químicos.



Colegio de
San Francisco de Paula

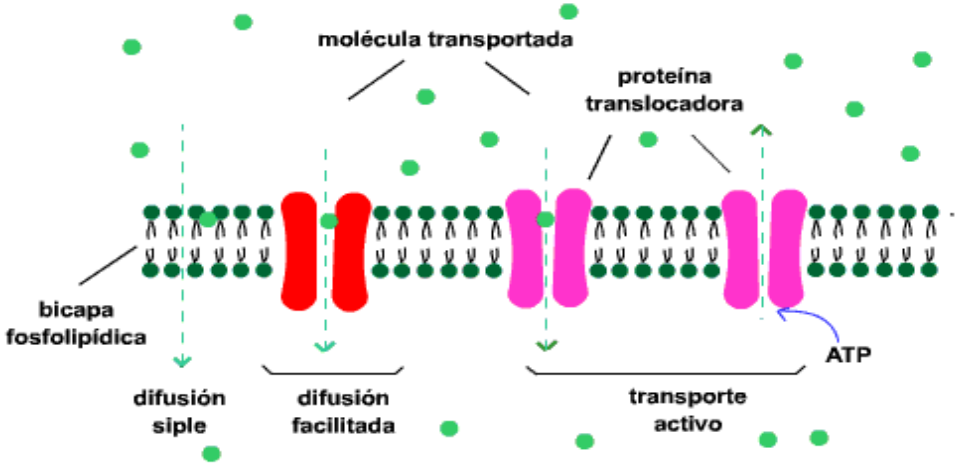
HABILIDAD: Dibujo del modelo del mosaico fluido

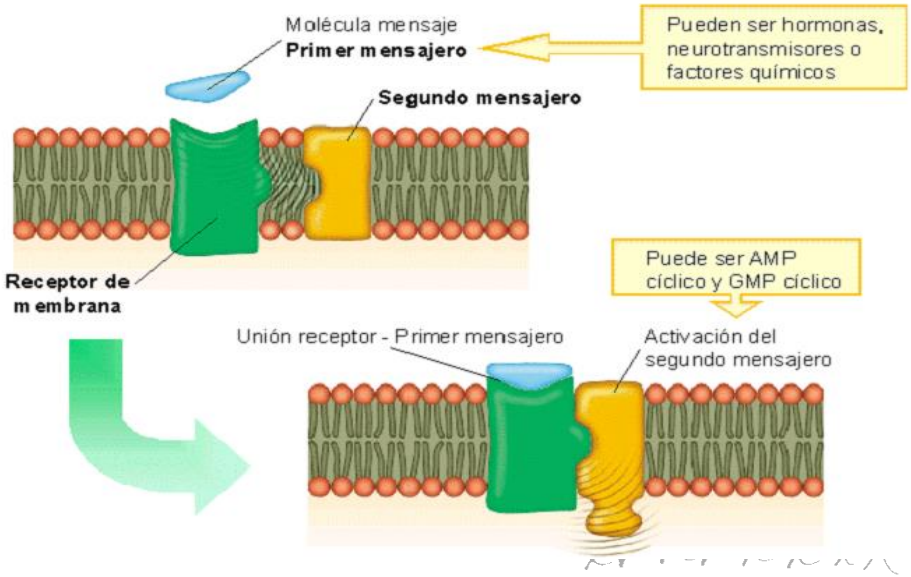


Membrana plasmática: Funciones

- **Transporte de sustancias**. La principal consiste en limitar la célula y, por tanto, en separar el citoplasma y sus orgánulos del medio que los rodea. Este papel no es pasivo, ya que la membrana actúa como barrera selectiva para el intercambio y el transporte de sustancias. Las membranas son semipermeables.

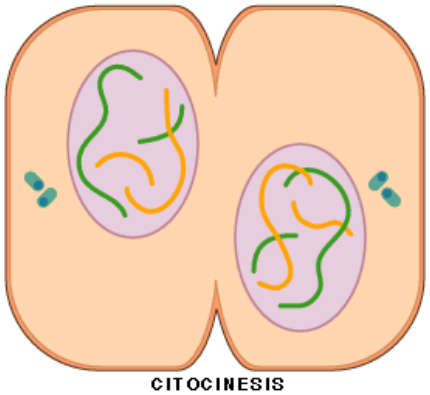
- **Intercambio de señales**. La membrana muestra señales al exterior (glucocalix) que sirvan para el reconocimiento celular, receptores de moléculas externas, adhesión celular, etc.

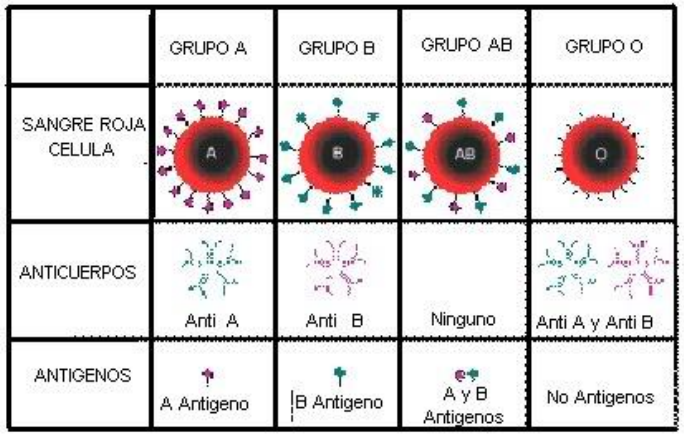




Membrana plasmática: Funciones

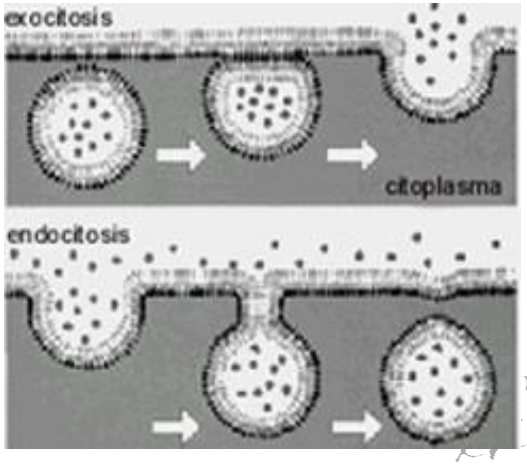
- **División celular**. La membrana está implicada en el control y desarrollo de la división celular o citocinesis.



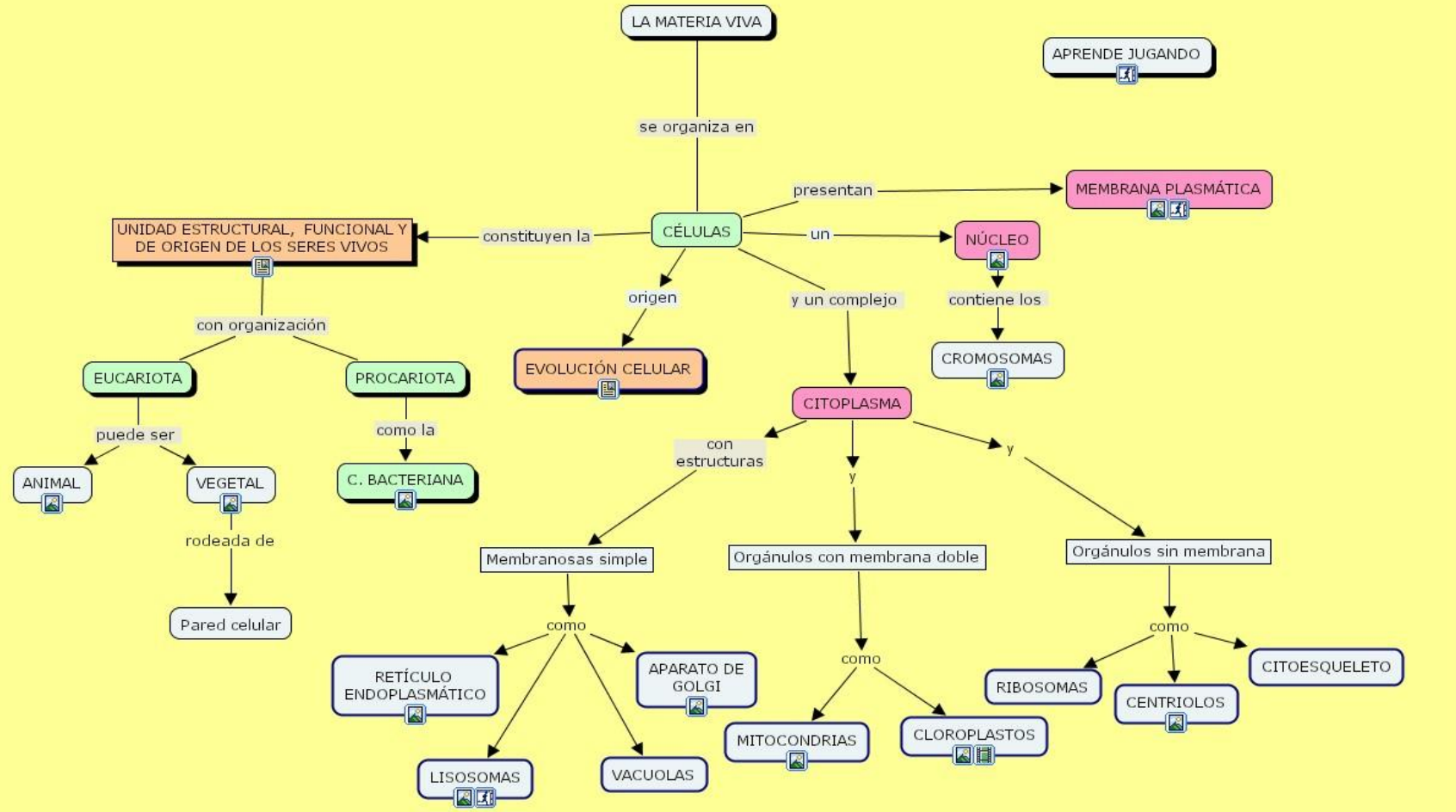


- **Inmunidad celular**. En la membrana se localizan algunas moléculas con propiedades antigénicas.

- **Endocitosis y exocitosis**. La membrana está implicada en los procesos de captación de partículas de gran tamaño (endocitosis) y de secreción de sustancias al exterior (exocitosis).



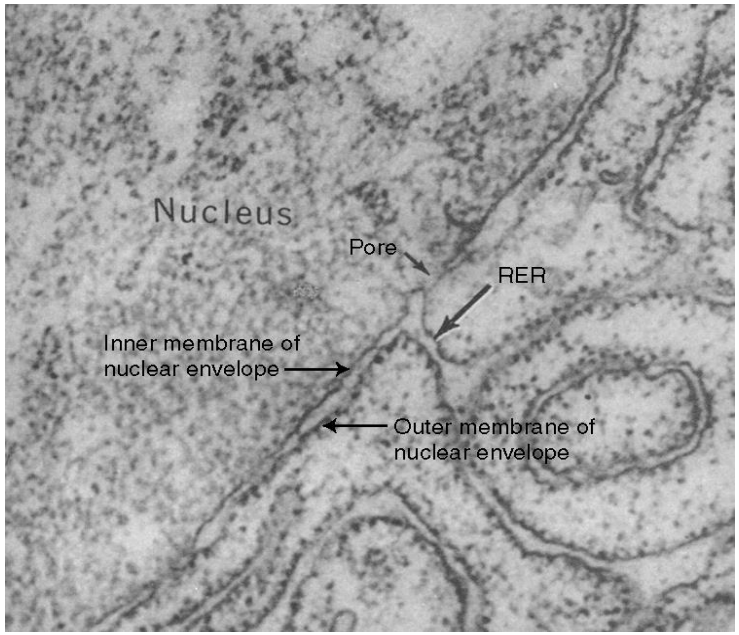
Orgánulos con membrana

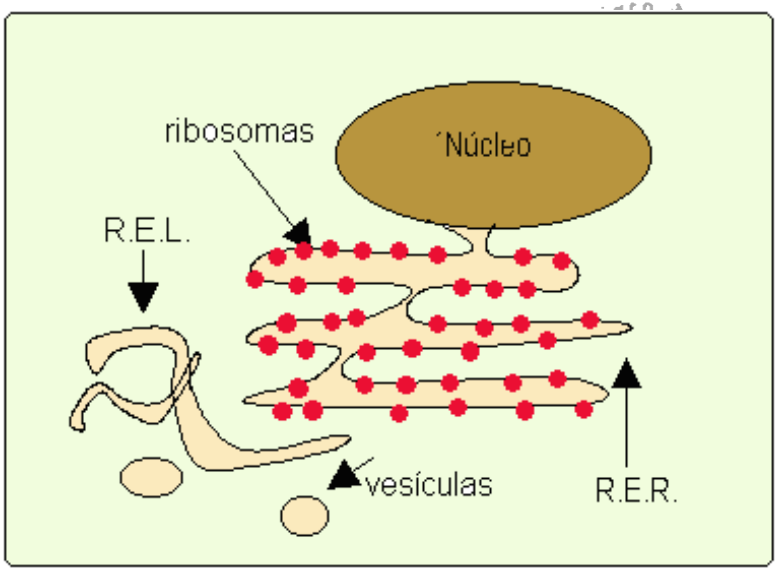


http://www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/organizacion_celular/organizacion_celular.html

Retículo Endoplasmático

- Complejo sistema de membranas, compuesto por sáculos aplanados (RER) y una red de túbulos (REL) conectados entre sí, que delimitan un espacio interno denominado **lumen**. Está comunicado con el complejo de Golgi y con la membrana nuclear. Es el orgánulo más grande de las células eucariotas.
- Se encarga de la síntesis de proteínas y de lípidos que van a servir para renovar la membrana plasmática y el resto de membranas de los orgánulos, o que van a ser excretados al exterior.
- Puede tener ribosomas adosados (RER) o carecer de ellos (REL).





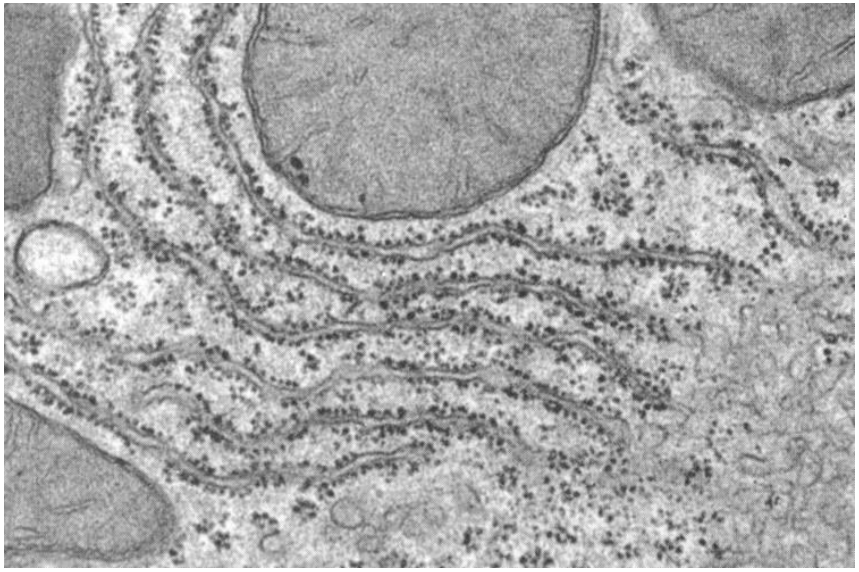
Retículo Endoplasmático Rugoso

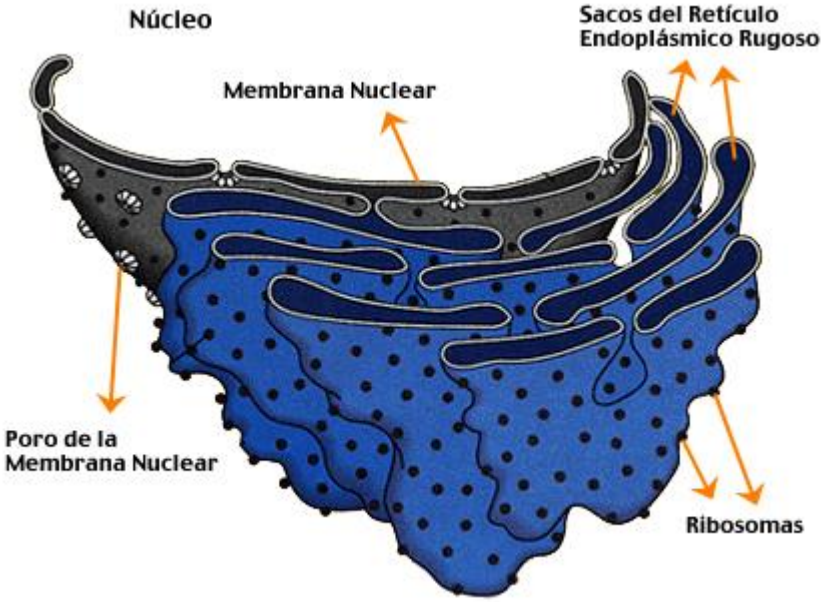
- En el RER tiene lugar:

  - La **síntesis de proteínas** de algunos de los orgánulos celulares y de todas las proteínas que son secretadas por la célula.

  - La adquisición por parte de las proteínas de su **estructura plegada definitiva** y del inicio de su **glucosilación** en el caso de las glucorpoteínas.

  - **Almacenamiento** de muchas de las proteínas sintetizadas.





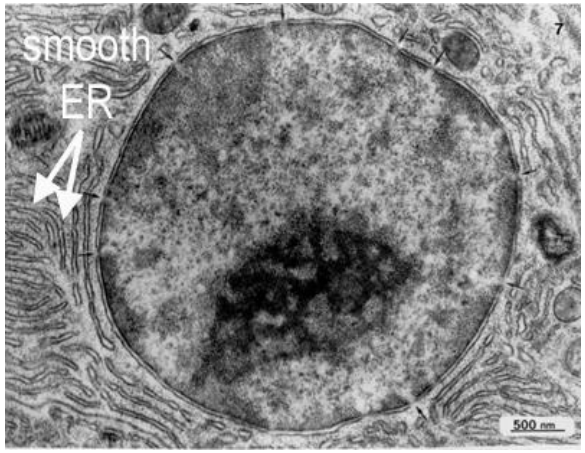
Retículo Endoplasmático Liso

- En REL tiene lugar:

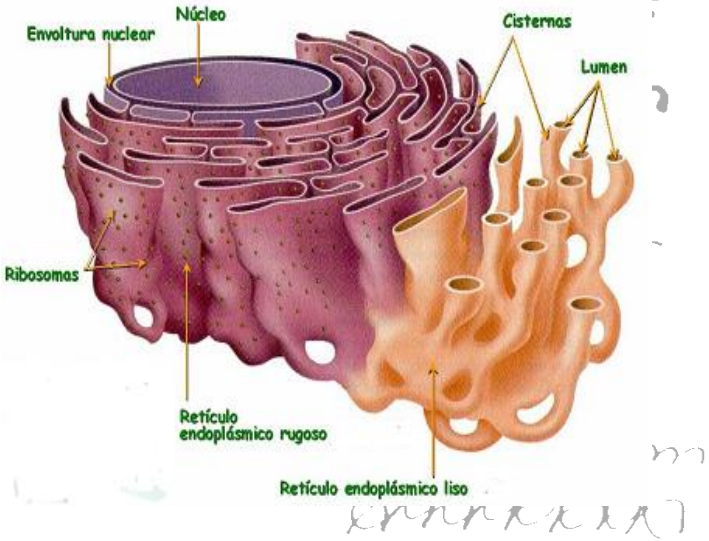
  - La **síntesis de lípidos** y **derivados lipídicos**. Casi todos los lípidos celulares como los fosfolípidos y el colesterol, se forman en la cara citoplásmica del REL. En ciertos tipos celulares se sintetizan hormonas esteroideas (como la testosterona) o los ácidos biliares.

  - **Detoxificación**. Muchos productos tóxicos liposolubles procedentes del exterior (medicamentos, drogas, conservantes, etc.) o del metabolismo celular se inactivan en el REL, principalmente de los hepatocitos.

  - **Contracción muscular**. El REL es muy abundante en el músculo estriado, donde acumula muchos iones calcio en su interior, necesario en la contracción muscular.



Video3



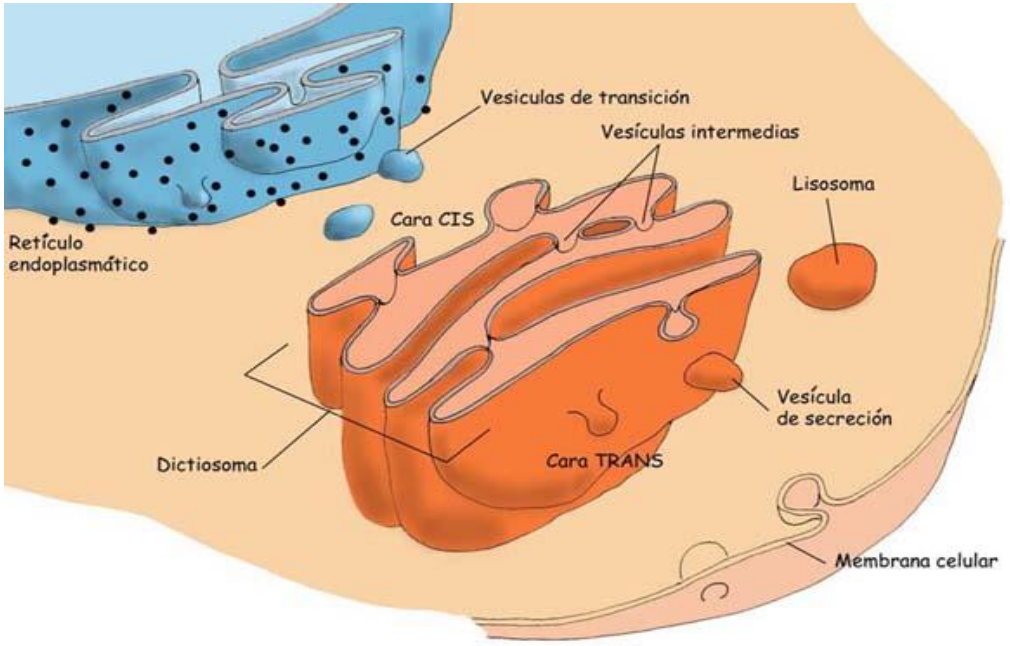
Complejo de Golgi

- Debe su nombre a **Camillo Golgi**, premio Nobel de medicina en 1906 junto a Santiago Ramón y Cajal.
- Se localiza cerca del RE y se desarrolla enormemente en las células secretoras, como las pancreáticas que secretan insulina, o las intestinales mucus.
- Está formado por varias unidades conectadas entre sí denominadas **dictiosomas**, consistentes en un conjunto de 4-6 sáculos o cisternas apilados, con los extremos dilatados, y donde se distinguen 3 partes:

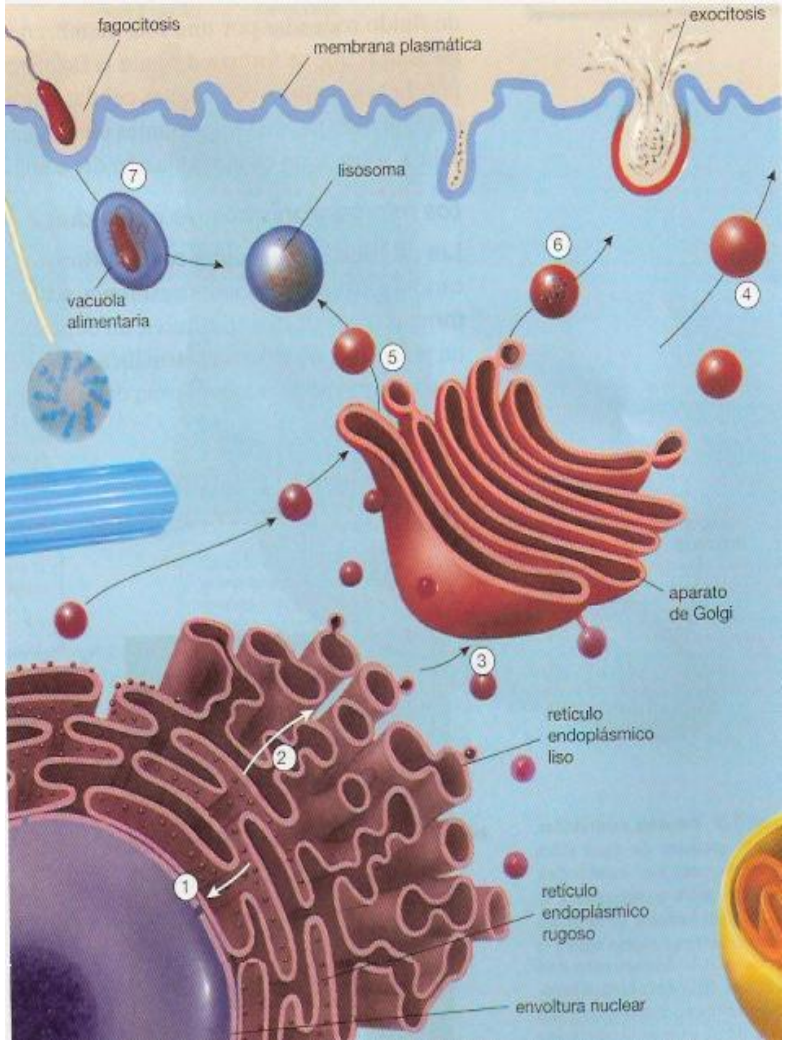
  - **Cara cis** o cara de **formación**, que es la más próxima al RE.

  - **Zona media**.

  - **Cara trans** o cara de **maduración**, que es la más cercana a la periferia celular y de donde se originan las vesículas de secreción.



Complejo de Golgi



- **Funciones** del complejo de Golgi:

  - **Modificación de las proteínas** sintetizadas en el RER. Se termina la glucosidación de las proteínas iniciada en el RER.

  - **Secreción de proteínas**. Las proteínas pasan a través del Golgi, desde la cara cis a la trans, al tiempo que van siendo modificadas, y salen dentro de *vesículas de secreción*, liberando su contenido al exterior (membrana plasmática) o interior celular (membrana de otro orgánulo).

  - Participa en la **formación de la pared celular** de vegetales al final de la mitosis.

  - Interviene en la formación de los **lisosomas**.

  - **Empaquetado lípidos de membrana**.

Ruta de transporte celular

- Las células producen moléculas como hormonas, neurotransmisores, citocinas y enzimas que deben ser llevadas a otros lugares del interior celular o exportadas al exterior en el momento justo.
- Pequeñas vesículas rodeadas de membrana transportan distintos contenidos entre los orgánuloso o se fusionan con la membrana celular para liberar su contenido al exterior.
- La regulación de este transporte intracelular es de vital iimportancia, ya que "dispara" la activación nerviosa en el caso de sustancias neurotransmisoras, o controla el metabolismo, en el caso de hormonas.
- **¿Cómo saben estas vesículas cuándo y dónde deben liberar su contenido?**

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013
James E. Rothman, Randy W. Schekman, Thomas C. Südhof

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013

Photo: A. Mahmoud
James E. Rothman

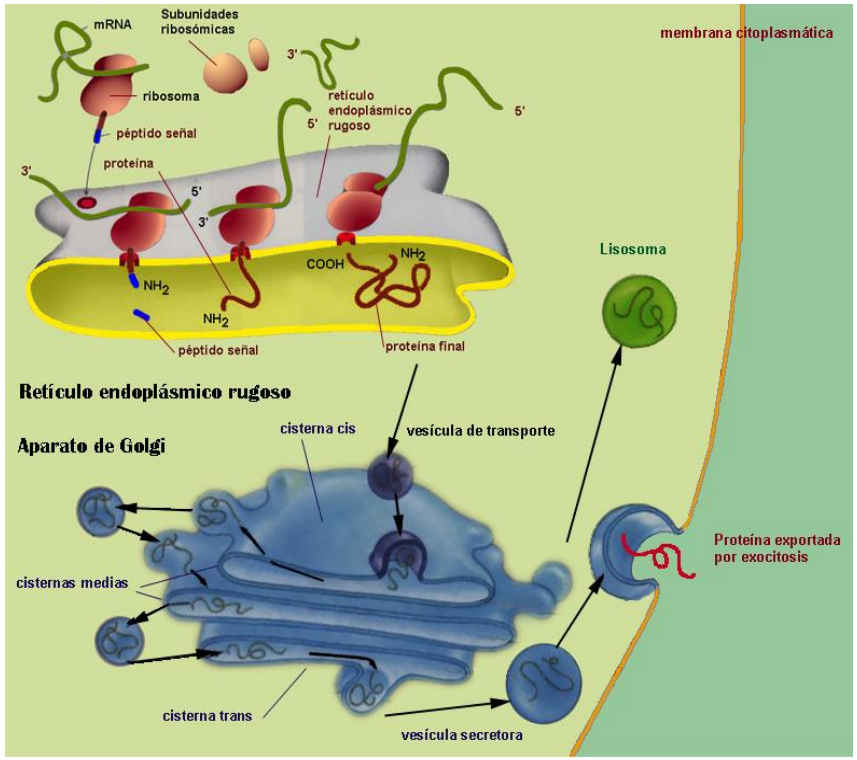
Photo: A. Mahmoud
Randy W. Schekman

Photo: A. Mahmoud
Thomas C. Südhof

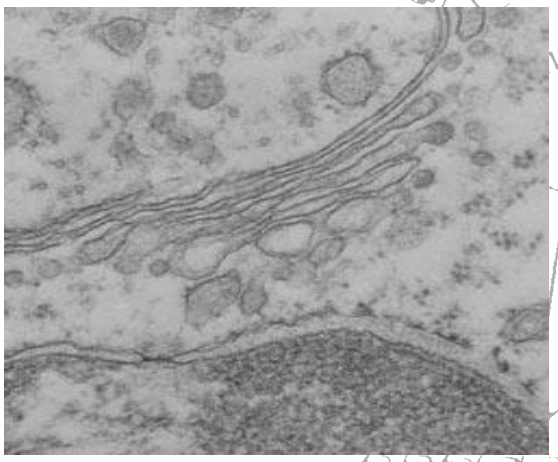
The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013 was awarded jointly to James E. Rothman, Randy W. Schekman and Thomas C. Südhof *"for their discoveries of machinery regulating vesicle traffic, a major transport system in our cells".*

Ruta de transporte celular

- Las proteínas en **vesículas de transición** procedentes del RER o REL entran por la cara cis del Golgi, atraviesan la zona media y llegan a la cara trans del dictiosoma, desde donde salen en **vesículas de secreción** para ir a sus diferentes destinos, como puede ser f**usionarse** con la membrana plasmática, en el caso de proteínas de secreción.



- Este movimiento dentro del aparato de Golgi, se produce por medio de **vesículas de transporte** que salen por gemación de una cisterna y se fusionan con la siguiente. Durante este trayecto, las proteínas van sufriendo una serie de modificaciones.



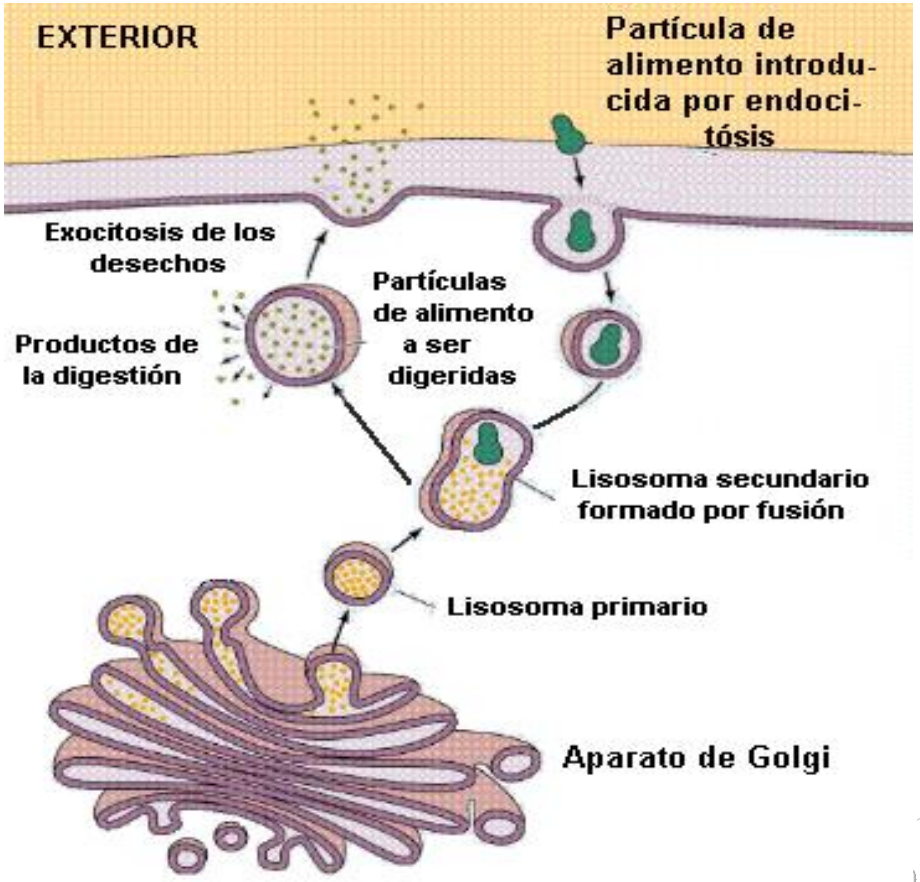
Web3

Lisosomas

- Constituyen el sistema digestivo de las células y son vesículas membranosas que contienen **enzimas hidrolíticos** (proteasas, lipasas, nucleasas, glucosidadas, etc.) utilizados para la **digestión intracelular** de todo tipo de macromoléculas.

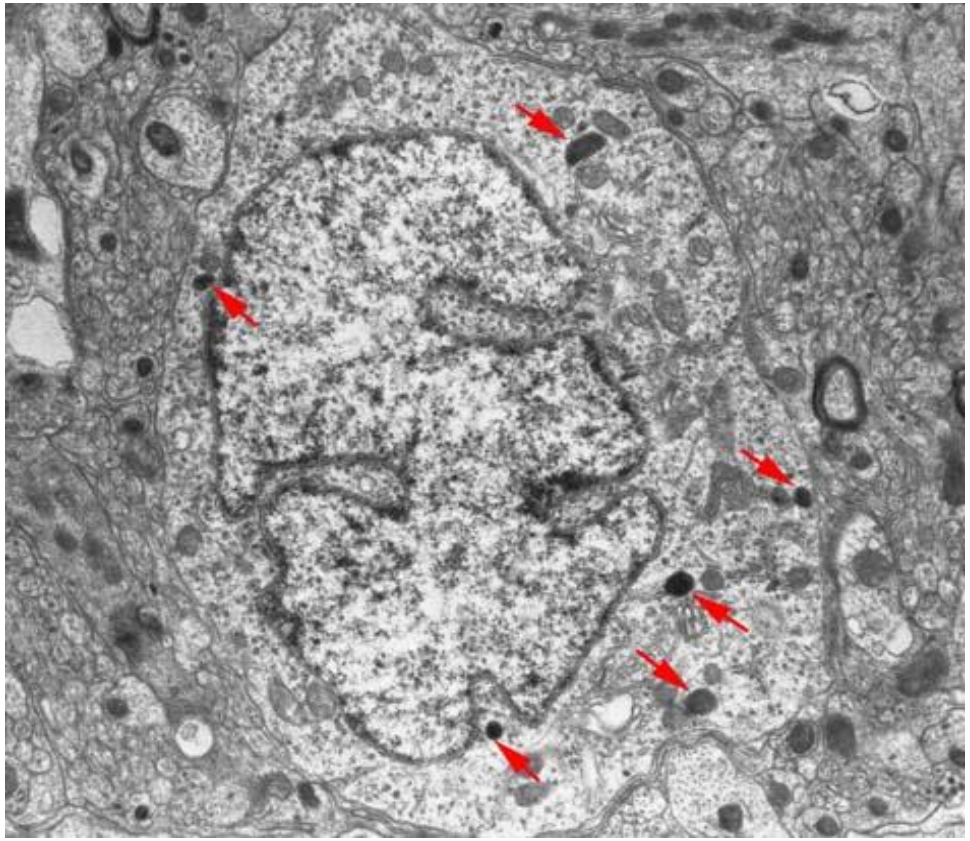
- Todos estos enzimas son **hidrolasas ácidas**, que requieren de un pH ácido para su funcionamiento óptimo.

- Son orgánulos muy heterogéneos morfológicamente (ovalados o esféricos), distinguiéndose aquellas pequeñas vesículas esféricas que sólo contienen enzimas digestivas y que aún no han participado en proceso de digestivos (**lisosomas primarios**) de aquellos de tamaño y forma variables que contienen materiales en vías de digestión (**secundarios**).

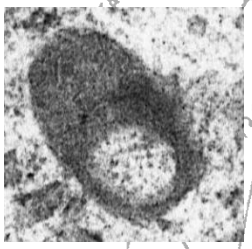


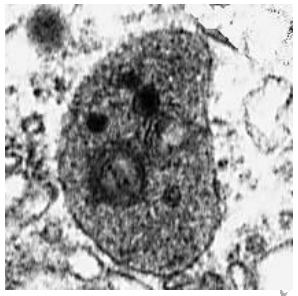
Lisosomas

- **Formación**: Tanto las proteínas de membrana como las enzimas hidrolíticas son glucoproteínas sintetizadas en el RER, que pasan a la cara cis del Golgi, atraviesan la zona media y llegan a la cara trans, donde se forman vesículas especiales que constituyen los **lisomas primarios**.



- Se distinguen fácilmente al ME al ser los orgánulos que más se tiñen (más oscuros) de cuantos tiene la célula en el citoplasma.

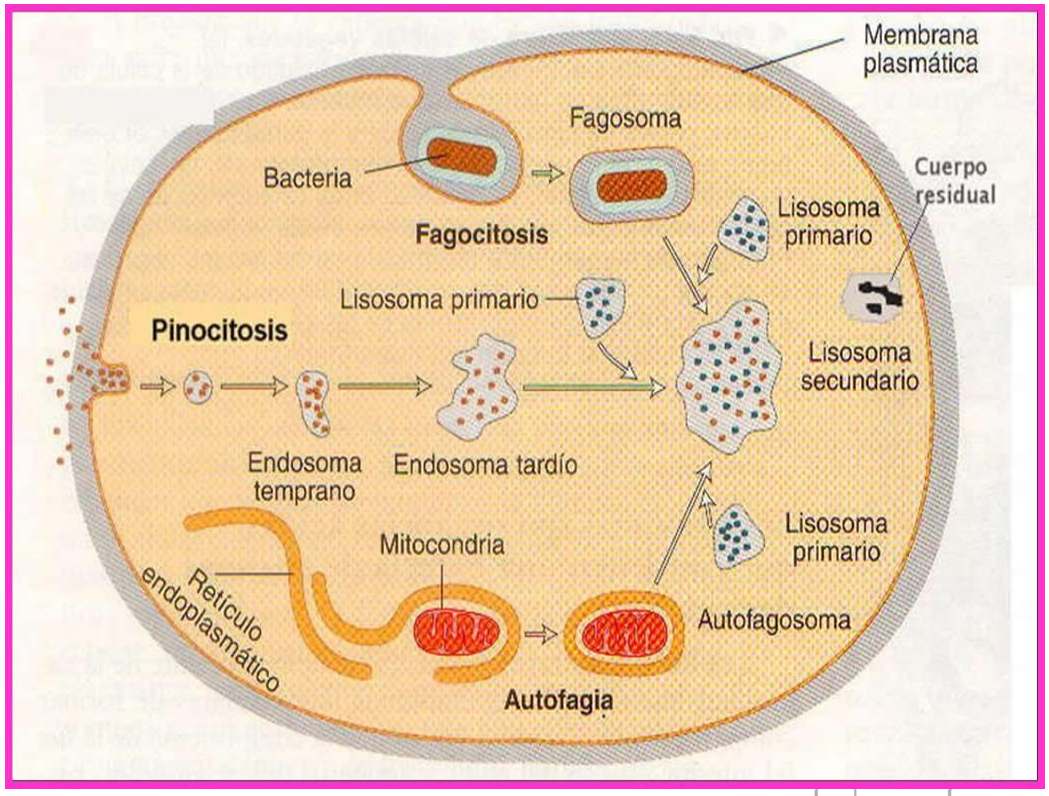




Lisosomas

- **Funciones**: Participan activamente en los procesos de digestión celular, distinguiéndose tres tipos en función de donde tenga lugar dicha digestión.

- **Heterofagia**: Donde los materiales son introducidos por la célula mediante endocitosis en forma de **endosomas tempranos**, donde son clasificados y distribuidos en **endosomas tardíos**, los cuales se fusionan con los lisosomas 1º formando los **lisosomas 2º**, donde se produce la degradación de las moléculas endocitadas.



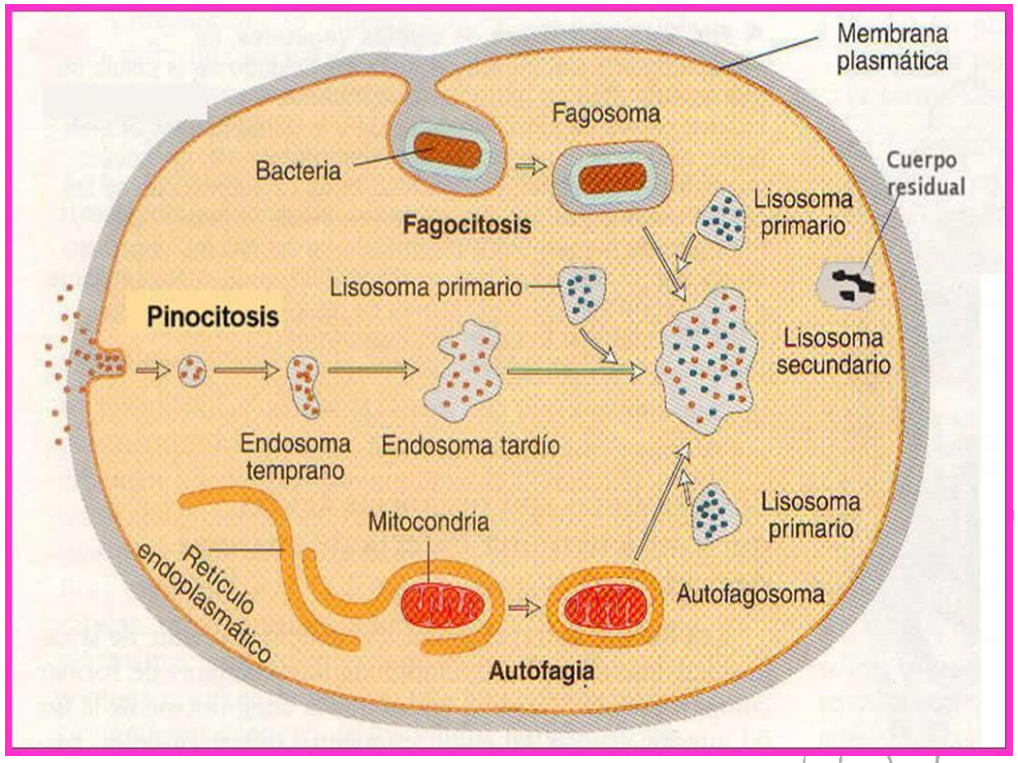
Otra forma de introducir el material extracelular es por **fagocitosis** de grandes partículas o bacterias, siendo el **fagosoma** la vesícula que se fusiona con el lisosoma 1º.

Lisosomas

- **Autofagia**: Permite la destrucción de las estructuras celulares anticuadas y la supervivencia en condiciones de ayuno, en las que la célula debe nutrirse a sus expensas.

El proceso se inicia cuando el orgánulo que va a ser destruido es rodeado por membranas del RE y se forma un **autofagosoma**, que posteriormente se fusionará con el lisosoma 1º.

Animación5



- **Digestión extracelular**. Hay veces que los lisomas 1º vierten su contenido al exterior tras fusionarse con la membrana plasmática. Un caso particular es el **acrosoma** (lisosoma especializado) de los espermatozoides.

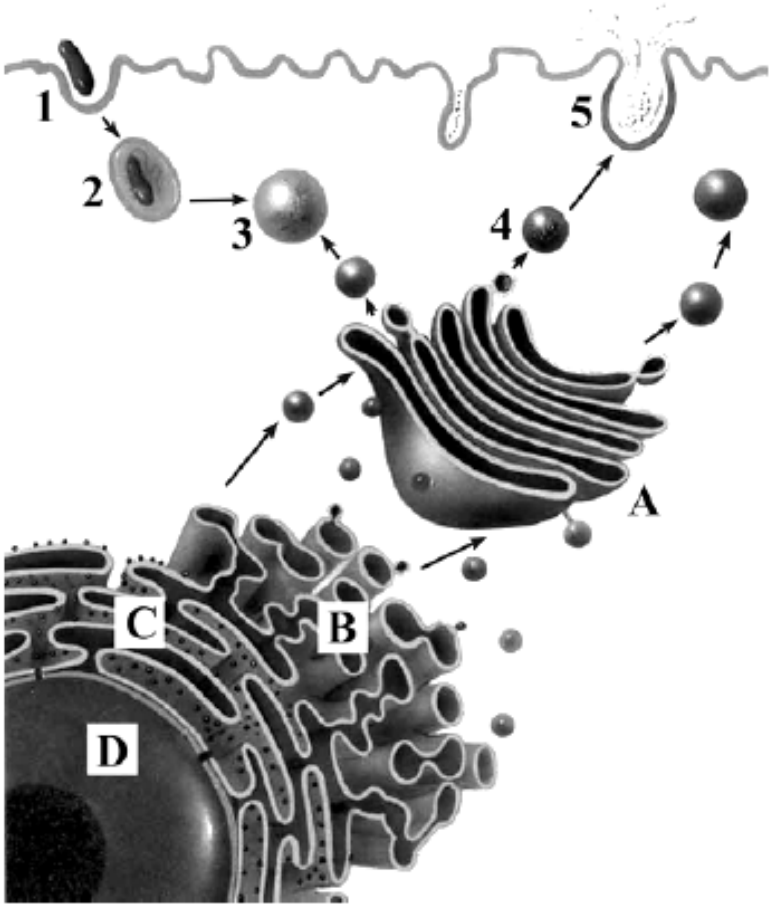
El acrosoma está cargada de hialuronidasa, que digiere la pared de ácido hialurónico que recubre y protege al óvulo.

Prueba de Acceso a la Universidad (PAU)

6.- A la vista del esquema, conteste las siguientes cuestiones:

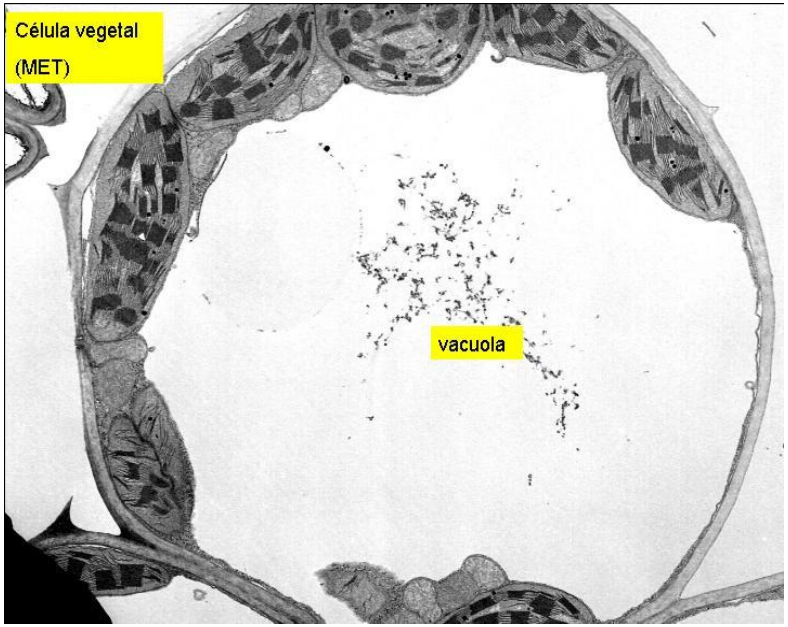
a)- Identifique los dos procesos celulares representados por los números 1 a 3 y 4 a 5 [0,3]. Indique el nombre de los elementos señalados con los números 2, 3 y 4 [0,3]. Explique el proceso señalado con los números 1 a 3 [0,4].

b)- Explique el proceso señalado con los números 4 y 5 [0,2]. Identifique los orgánulos señalados con las letras A, B, C y D e indique una función de cada uno de ellos [0,8].



Vacuolas

- Compartimentos membranosos típicos de células vegetales, donde pueden ocupar cerca del 90% del volumen celular y cuya membrana, llamada **tonoplasto**, presenta sistemas de transporte activo que realizan un bombeo de iones hacia el interior de la vacuola, lo que aumenta su concentración, por lo que entra agua por ósmosis. Aumenta su turgencia, que aporta rigidez mecánica (que se suma a la aportada por la pared celular).



- Las células vegetales inmaduras suelen contener muchas vesículas pequeñas pero a medida que la célula madura, las vesículas se van fusionando para formar una gran vacuola.
- **Funciones**:

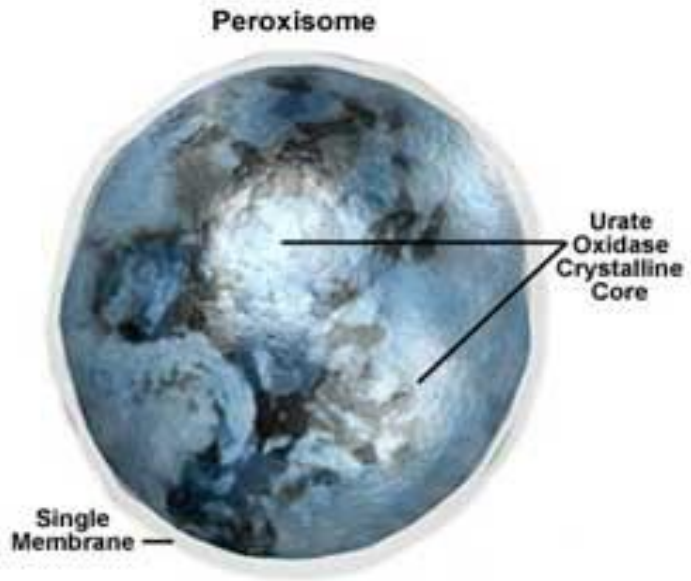
  - Almacén de nutrientes y productos de desecho.

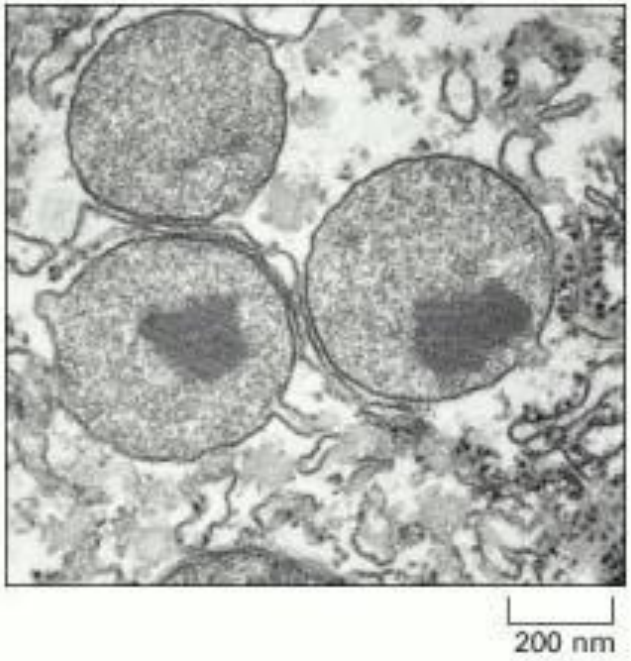
  - Compartimentos de degradación al poseer enzimas hidrolíticos proporcionados por el aparato de Golgi.

  - Mantenimiento de la turgencia celular.

Peroxisomas

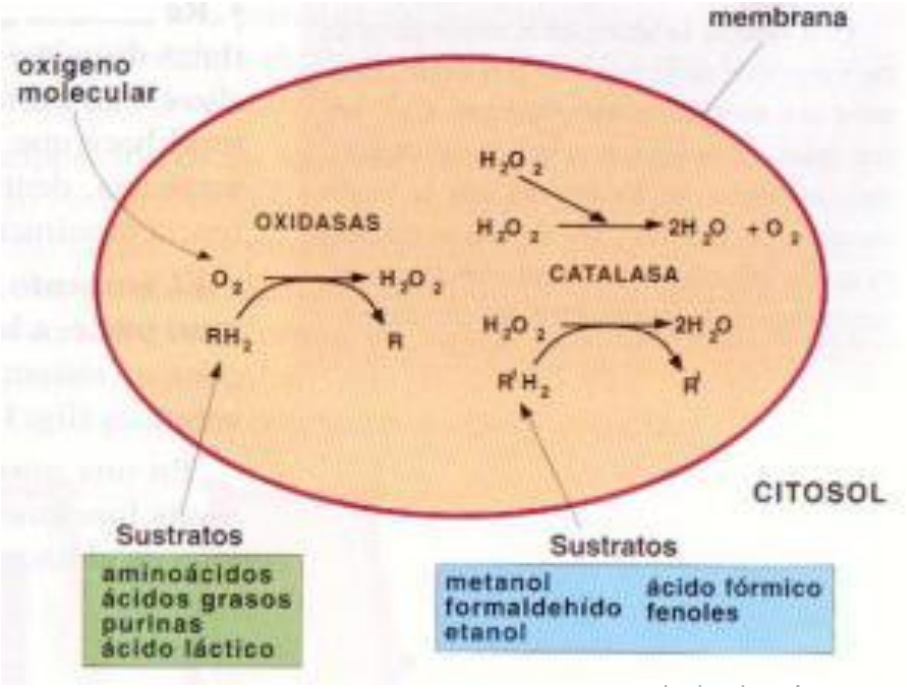
- Orgánulos esféricos de membrana simple parecidos a los lisosomas. Contienen enzimas **oxidasas** que utilizan el oxígeno molecular para oxidar diversos sustratos orgánicos, mediante reacciones oxidativas que producen peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Dado que no poseen ADN ni ribosomas, tienen que importar todas sus proteínas del citosol circundante.
- El H_2O_2 producto de la reacción es altamente tóxico para las células y se elimina gracias a otra enzima de los peroxisomas, la **catalasa**, que lo utiliza para oxidar diversas otras sustancias.





Peroxisomas

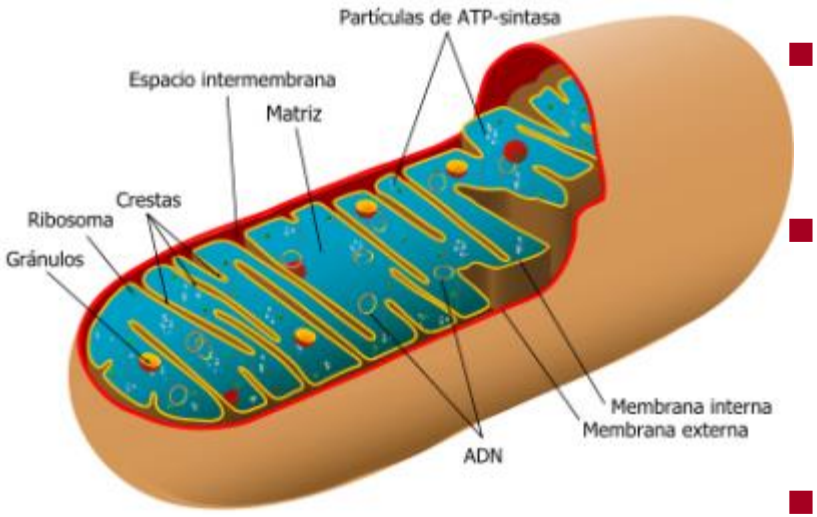
- Se denominan así porque contienen uno o más enzimas que utilizan oxígeno molecular para eliminar átomos de H a partir de sustratos orgánicos específicos a través de una reacción oxidativa que produce peróxido de hidrógeno.
- La **catalasa** utiliza este peróxido para oxidar otras sustancias (como el alcohol etílico). Esta reacción es muy importante en las células del hígado y del riñón. Casi la mitad del etanol que bebemos es oxidado a acetaldehído de esta manera (Leer monografía de ELISA MILLÁN).

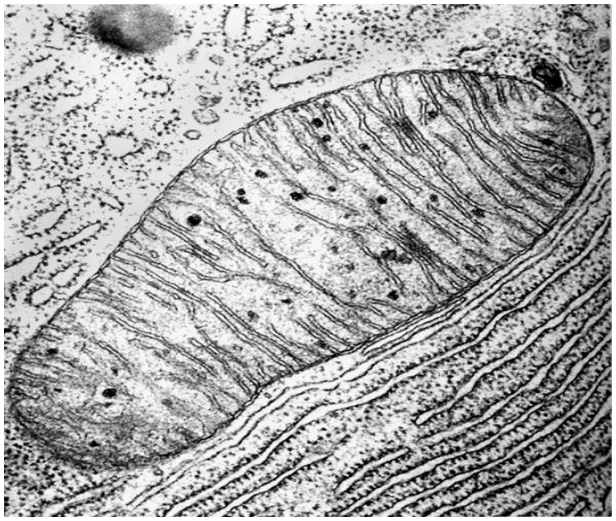


El efecto del alcohol sobre la actividad enzimática de la catalasa hepática

- La actividad de los peroxisomas es particularmente importante en las células del hígado y del riñón, donde se encargan de detoxificar muchas de las moléculas tóxicas que entran en la circulación.

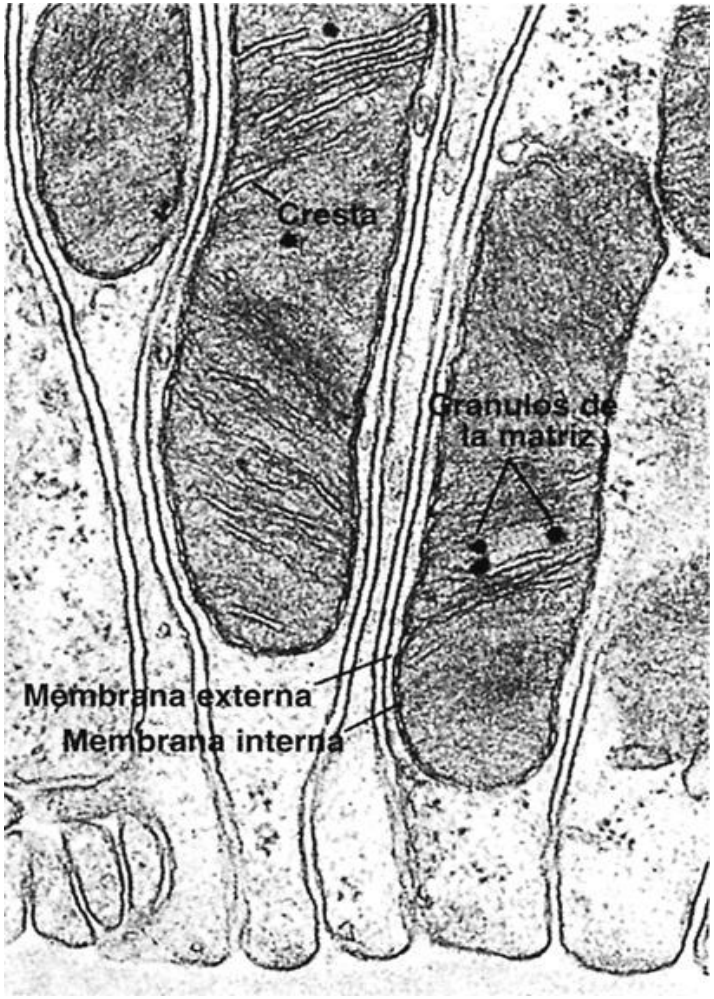
Mitocondrias





- Orgánulos de 2 µm de longitud y 0.5 µm de diámetro, presentes en las células de todos los organismos eucariotas aerobios.
- Presentan una **doble membrana**, con estructura similar a la de la membrana plasmática, que delimitan dos espacios: el espacio intermembrana, entre ambas, y un espacio interno, llamado **matriz**.
- La <u>membrana externa</u> es muy permeable gracias a las **porinas**, proteínas que forman canales acuosos para el paso de pequeñas moléculas.
- La <u>membrana interna</u> es muy impermeable a las partículas con carga (iones o protones) y presenta unos pliegues llamados **crestas**, que aumentan el área superficial. En la cara que da a la matriz presenta unas partículas llamadas F1, que corresponden al complejo enzimático **ATP sintasa**.

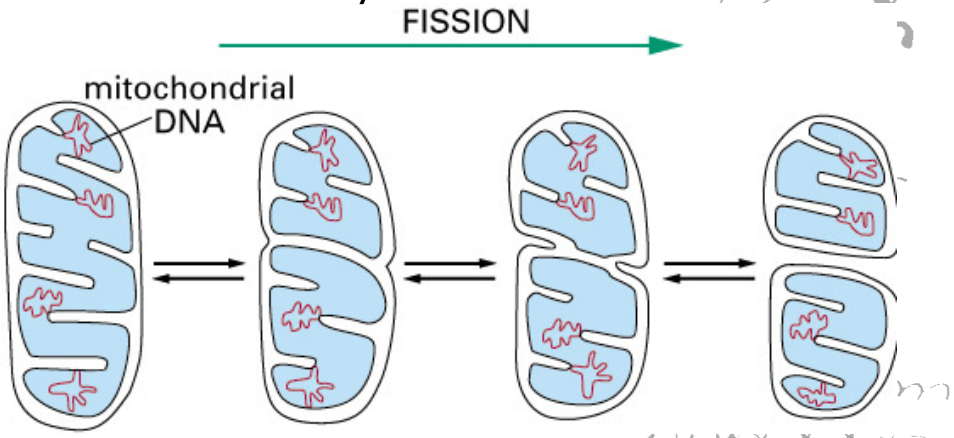
Mitocondrias



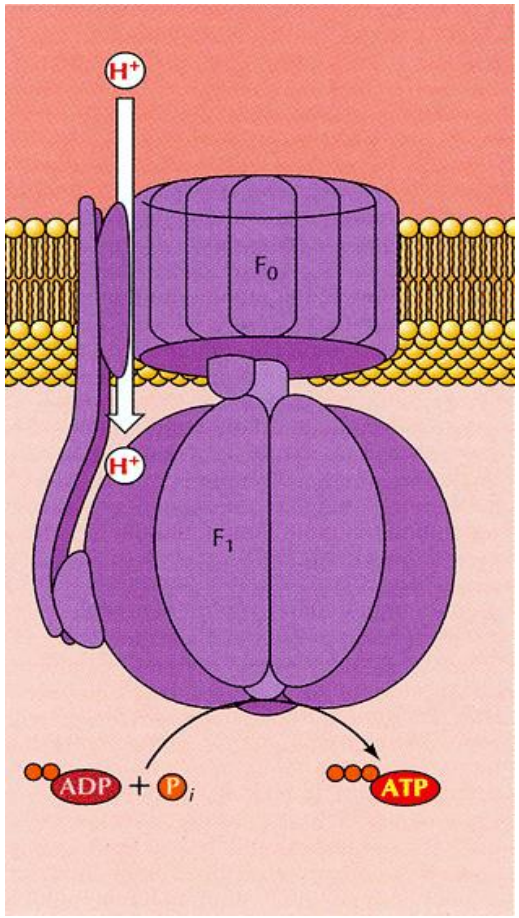
Animación6

- La **matriz**, de consistencia semejante al citosol, contiene la mayor parte de las proteínas de la mitocondria, muchos enzimas, además de contener ADN circular de doble hélice, ribosomas y distintos tipos de ARN.

- Las mitocondrias de las células animales tienen origen materno. La división puede ser por bipartición (crecimiento de una cresta hasta formar un tabique) o por segmentación (estrangulación), después que la mitocondria haya aumentado su tamaño.



Mitocondrias



- Su principal **función** es la obtención de energía para la célula.
- En la **matriz** se produce:

  - La <u>beta-oxidación de los ácidos grasos</u> y la <u>descarboxilación del pirúvico</u>. Se generan acetil-CoA y moléculas reducidas ($NADH+H^+$ y $FADH_2$).

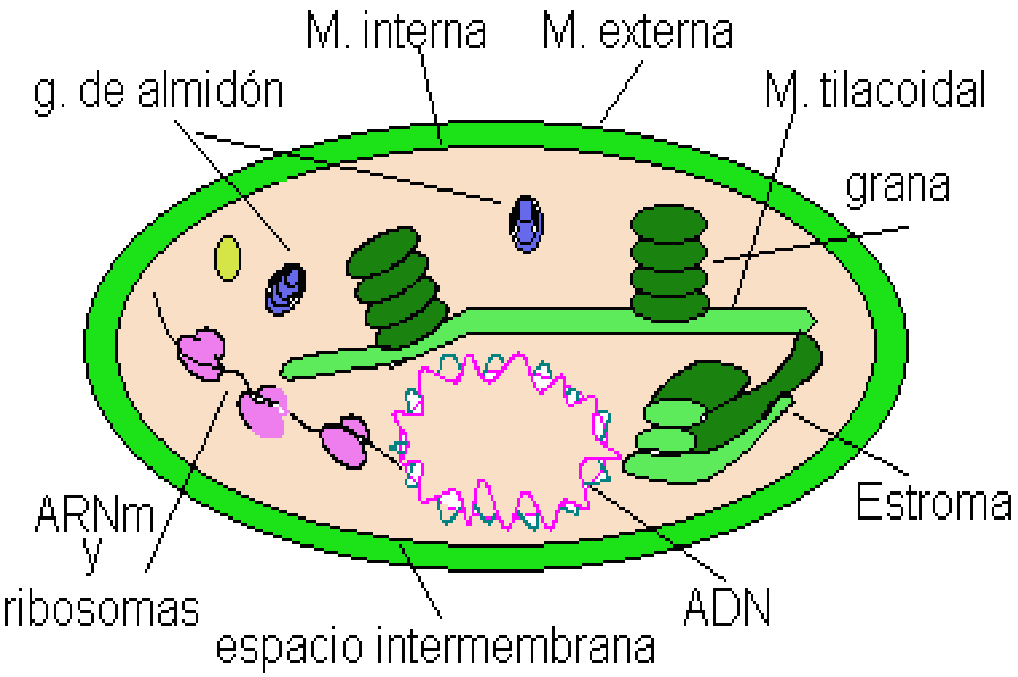
  - <u>El ciclo de Krebs</u>, en el que el acetil-CoA es oxidado completamente a CO_2 y se obtienen intermediarios metabólicos y moléculas reducidas ($NADH+H^+$ y $FADH_2$).

  - La <u>síntesis de proteínas mitocondriales</u> a expensas del ADN mitocondrial y con los ribosomas del propio orgánulo.

- En la **membrana interna** se realiza la <u>fosforilación oxidativa</u>, en la que el $NADH+H^+$ y $FADH_2$ originados en la matriz son donadores de electrones a la cadena de transportadores hasta el O_2, la cual genera un gradiente de electroquímico que es aprovechado por la ATP sintasa de la membrana interna (partículas F1) para formar ATP.

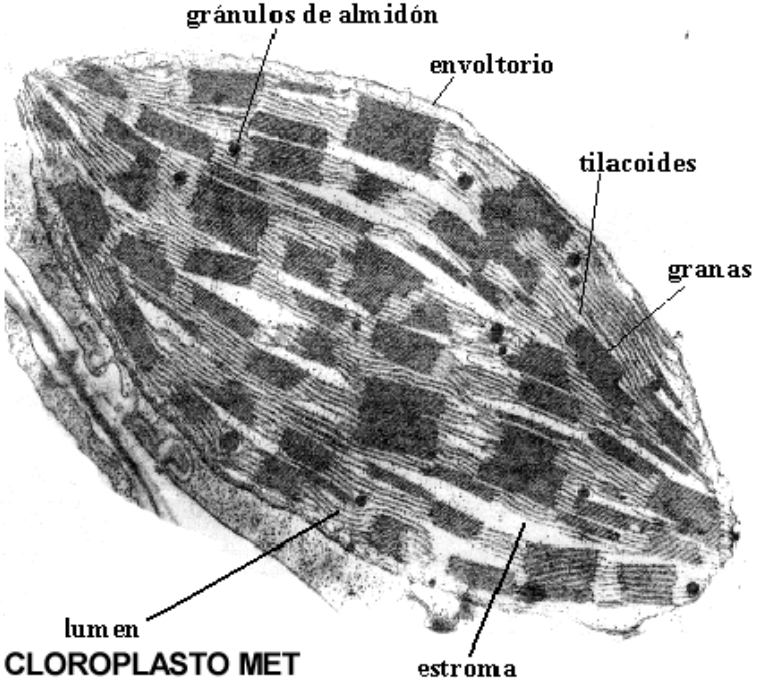
Cloroplastos

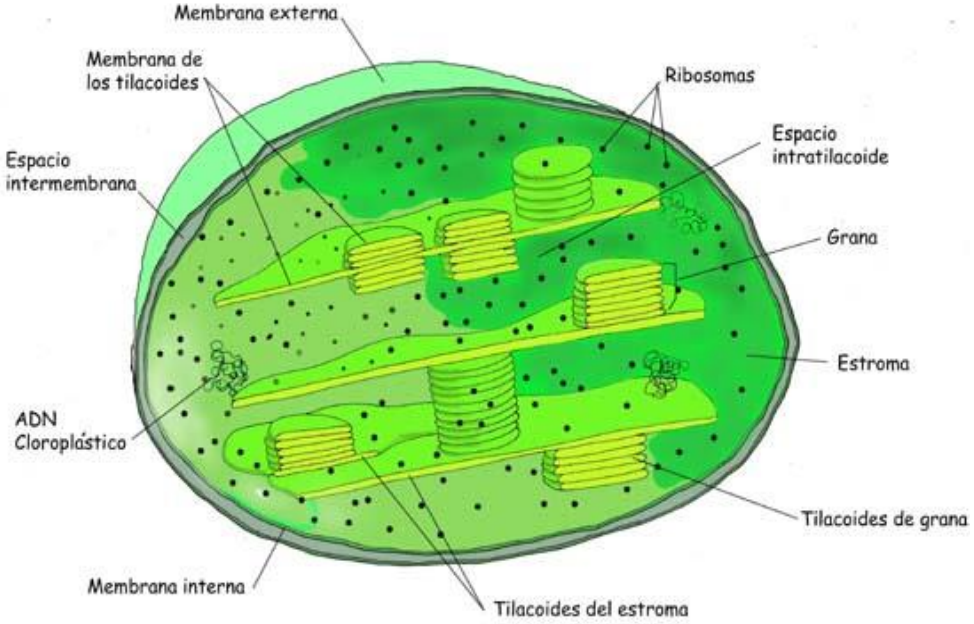
- Son un tipo de **plastos** o **plastidios**, orgánulos de doble membrana exclusivos de las células vegetales.
- Presentan una organización semejante a la de las mitocondrias, aunque de mayor tamaño y con un tercer sistema de membranas.
- La **membrana externa** es muy permeable gracias a la presencia de **porinas**. La **membrana interna** no presenta pliegues o crestas, y entre ambas está el espacio intermembrana.
- El interior es el **estroma** o matriz del cloroplasto, en el que se encuentran los **ribosomas**, copias del **ADN** circular doble hélice, distintos tipos de **ARN**, gránulos de **almidón** y gotas de **lípidos**.



Cloroplastos

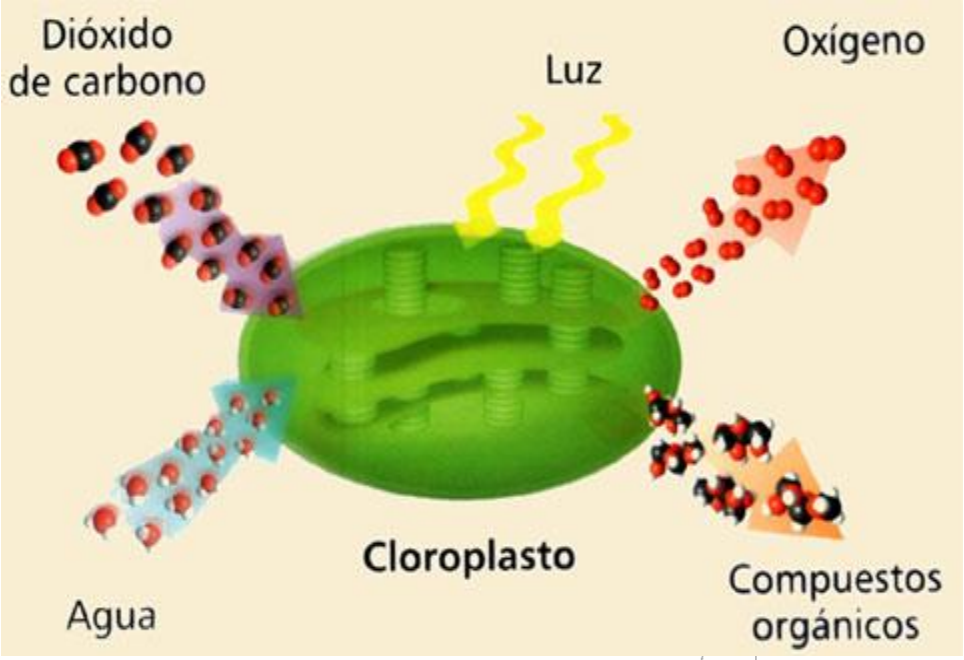
- En el estroma se localiza el tercer nivel de membranas: los **tilacoides**, unos sáculos aplanados interconectados que delimitan un **espacio tilacoidal** común. Forman agrupaciones llamadas **grana**.
- La membrana de los tilacoides es la responsable de la captación de la energía solar, pues contiene las **clorofilas** y demás pigmentos, formando los **fotosistemas**. En dicha membrana también se encuentran las **ATP sintasas**.





Cloroplastos

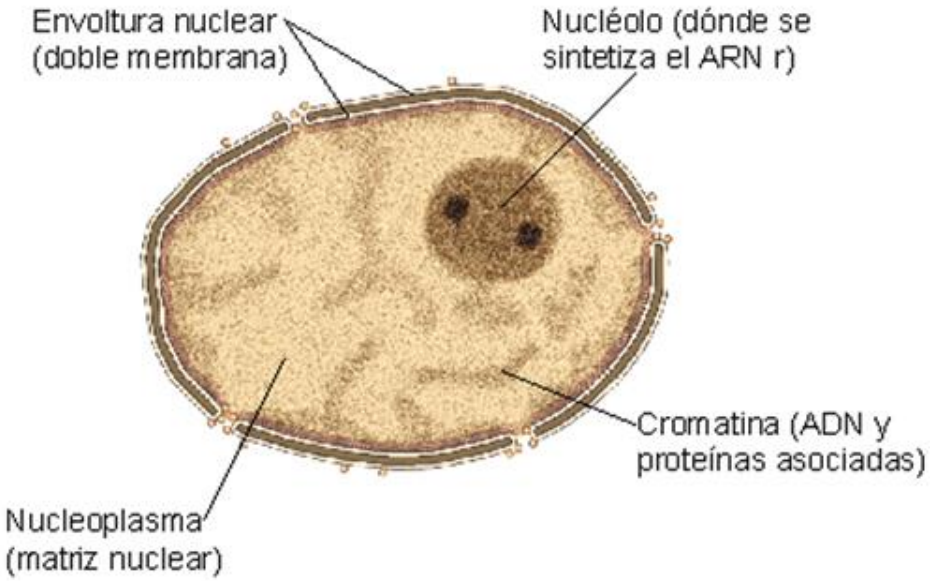
- Su **función** es la **fotosíntesis oxigénica**, proceso metabólico en el que el agua actúa como donador de electrones y se genera oxígeno, la célula utiliza la luz como fuente de energía, y el CO_2 como fuente de carbono.
- En la **membrana de los tilacoides** ocurre la **fase lumínica**, en la que se genera **ATP** a partir de la energía luminosa (**fotofosforilación**) y se produce **poder reductor** (NADPH + H^+).
- En el **estroma** tiene lugar la **fase oscura**, en la que tiene lugar la **fijación del CO_2 en moléculas orgánicas** (ciclo de Calvin). Además ocurre la biosínteisis de ácidos grasos, la asimilación de nitratos y sulfatos, así como la síntesis de proteínas codificadas en el ADN del cloroplasto y con los ribosomas del propio orgánulo.



Web4

Estructura del núcleo

- Cuando las células no se dividen se dice que están en **interfase**.
- Durante este periodo, las células eucariotas presentan un orgánulo llamado **núcleo**, situado en el centro de la célula.
- Los **componentes del núcleo interfásico** (desaparace durante la mitosis) son la **envoltura nuclear**, **nucleoplasma**, **nucleolo** y **cromatina**.



TAMAÑO: Entre 5 y 25 µm de diámetro.

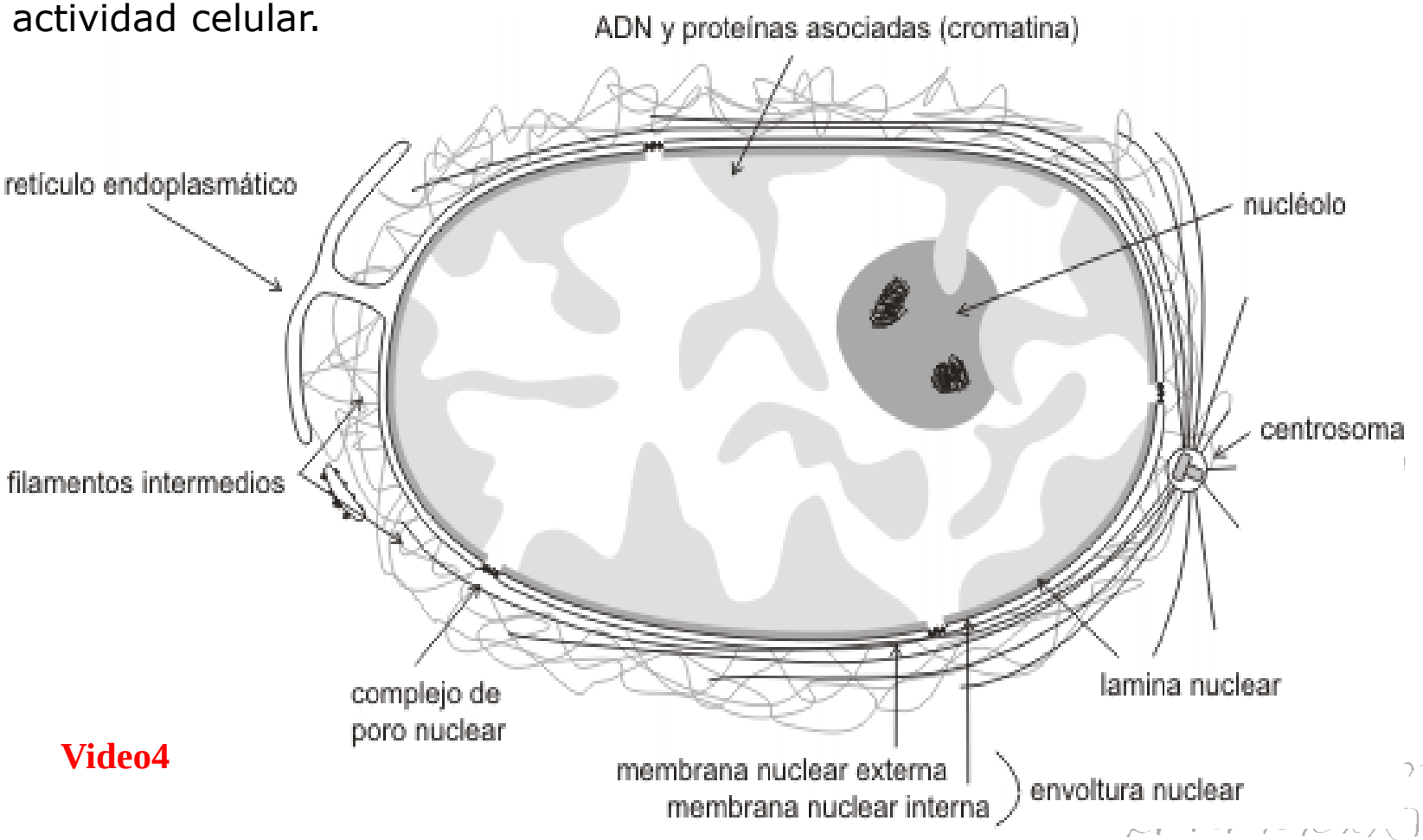
NÚMERO: Suele se único pero se producen excepciones.
- Células anucleadas (eritrocitos)
- Células binucleadas (paramecio)
- Células plurinucleadas (fibras musculares)

POSICIÓN:
- Central (blastómeros)
- Lateralizado (adipocitos)
- Basal (células secretoras)

FORMA:

Estructura del núcleo

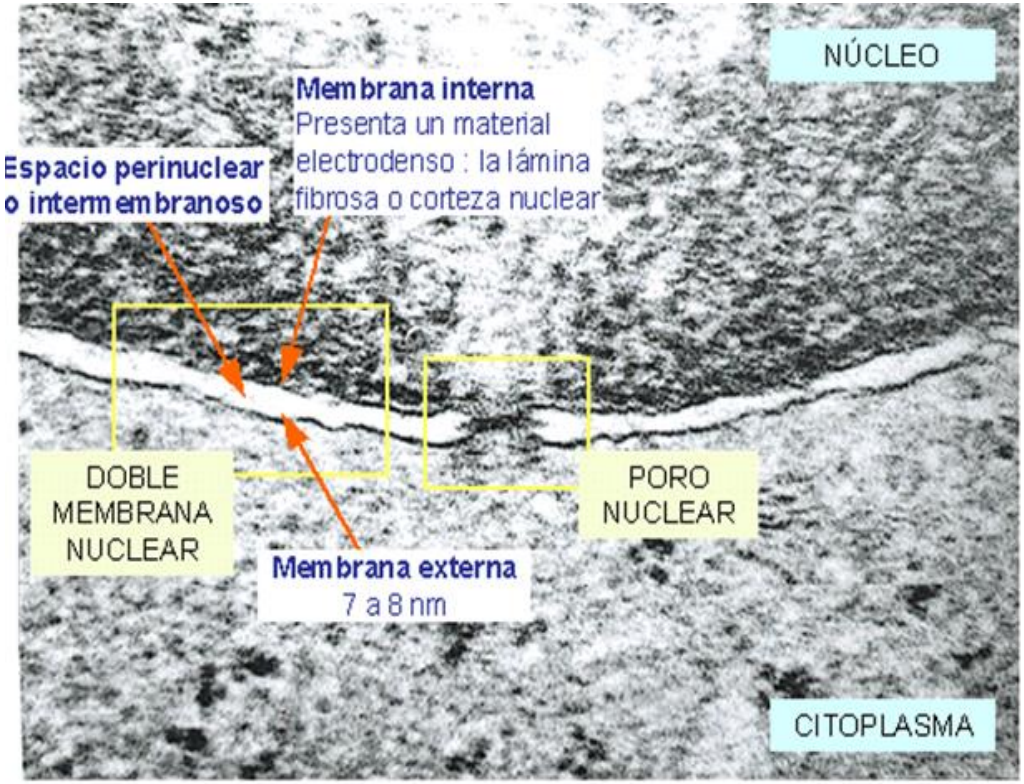
- **Función**: Compartimento celular donde se encuentra el material genético en forma de ADN y desde donde se controla y regula la actividad celular.



Video4

Núcleo: La envoltura nuclear

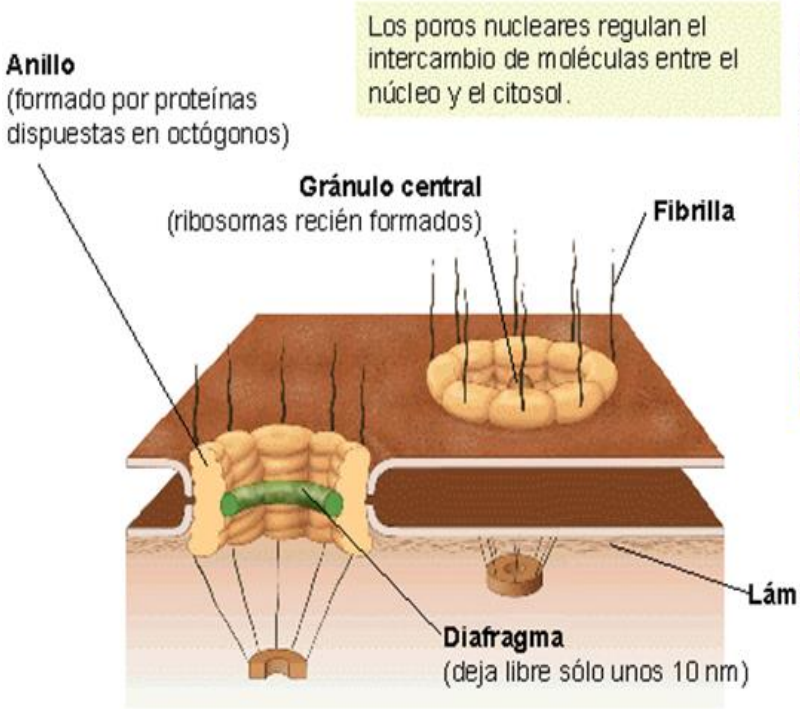
- Formada por **dos membranas**, a modo de esferas concéntricas, separadas por un **espacio perinuclear**, y perforada por numerosos **poros**.

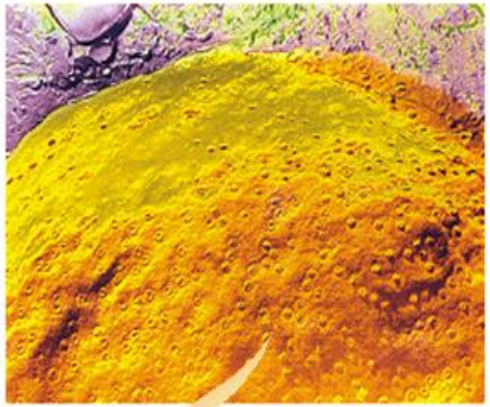


- La **membrana externa** se continúa con las membranas que forman el RE y puede presentar ribosomas adosados.
- La **membrana interna** lleva adosada, en la cara que da al nucleoplasma, una red de filamentos intermedios denominados **lámina fibrosa/nuclear**, que organiza la cromatina y regula la formación de la envoltura nuclear al final de la mitosis y su aparición al principio de la misma.

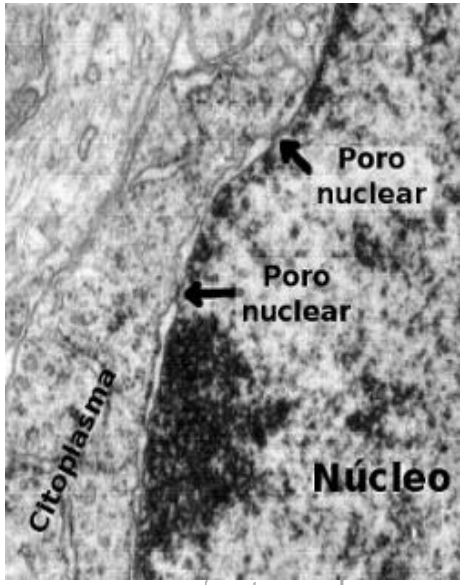
Núcleo: La envoltura nuclear

- Los **poros** son estructuras que constan de un **orificio** originado al unirse la dos membranas nucleares, y de un complejo de naturaleza riboproteica, denominado el **complejo del poro**, que forma un **anillo** perpendicular a la misma.
- Se abren y cierran como un **diafragma**, para regular selectivamente el paso de moléculas (proteínas, ARN, etc.) entre citosol y el nucleoplasma.



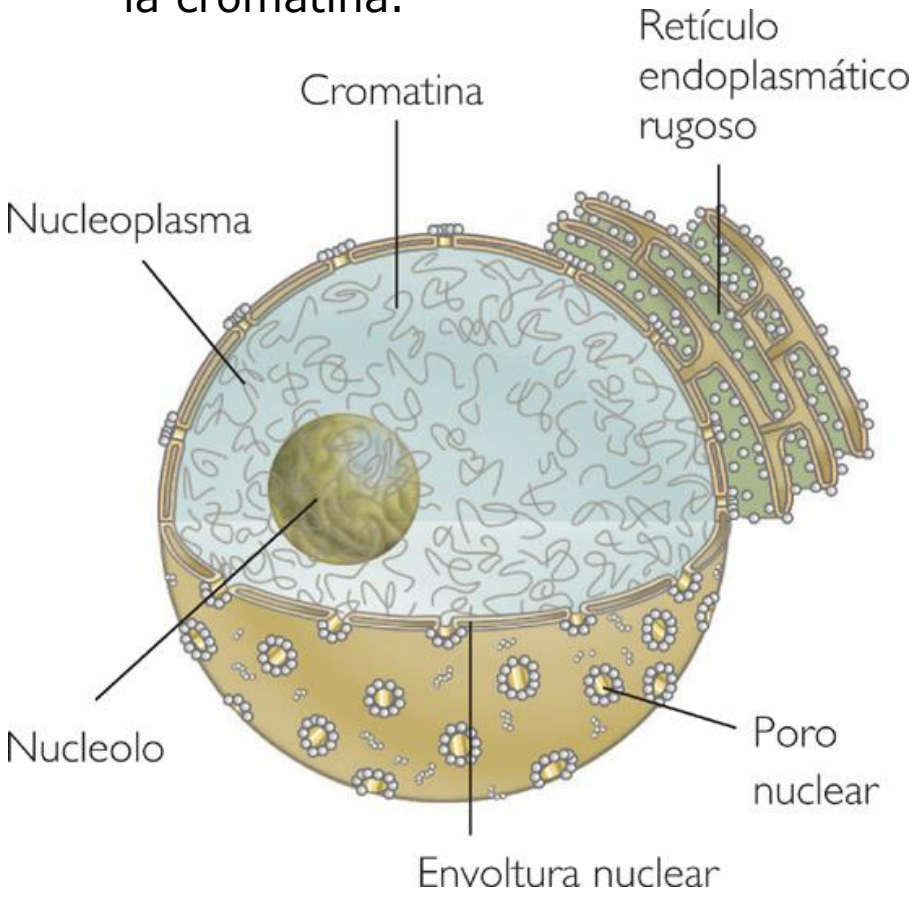


Son estructuras dinámicas, capaces de formarse y desaparecer, dependiendo del estado funcional de la propia célula.



Núcleo: Nucleoplasma

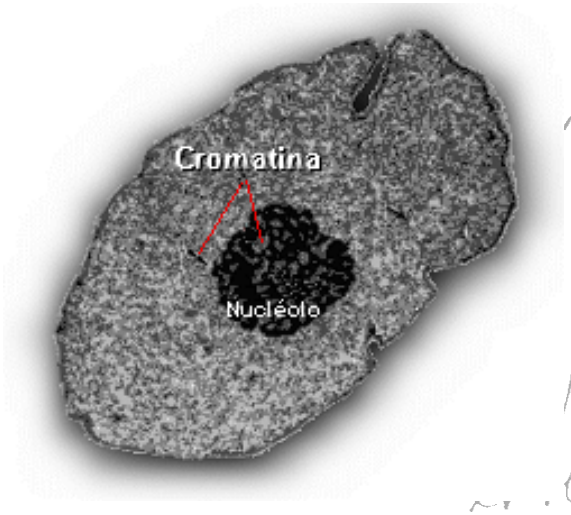
- Medio interno del núcleo, formado por una disolución coloidal (sales minerales, nucleótiods, ARN, proteínas, etc.) que contiene el nucleolo y la cromatina.



NUCLEOPLASMA

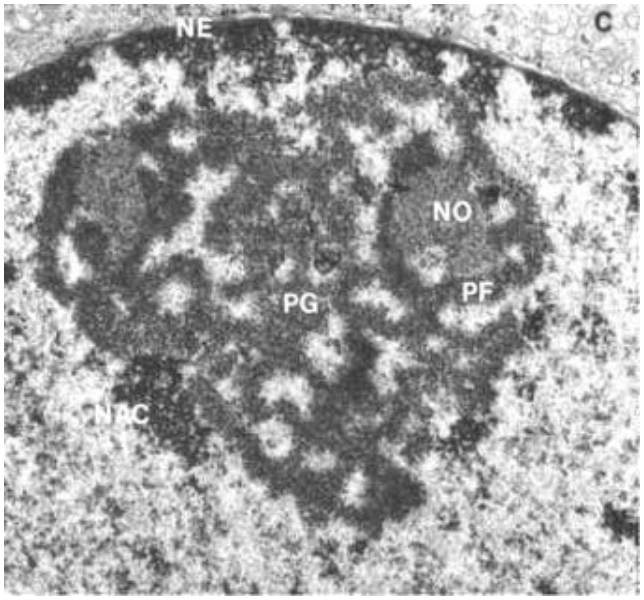
consta de varios componentes

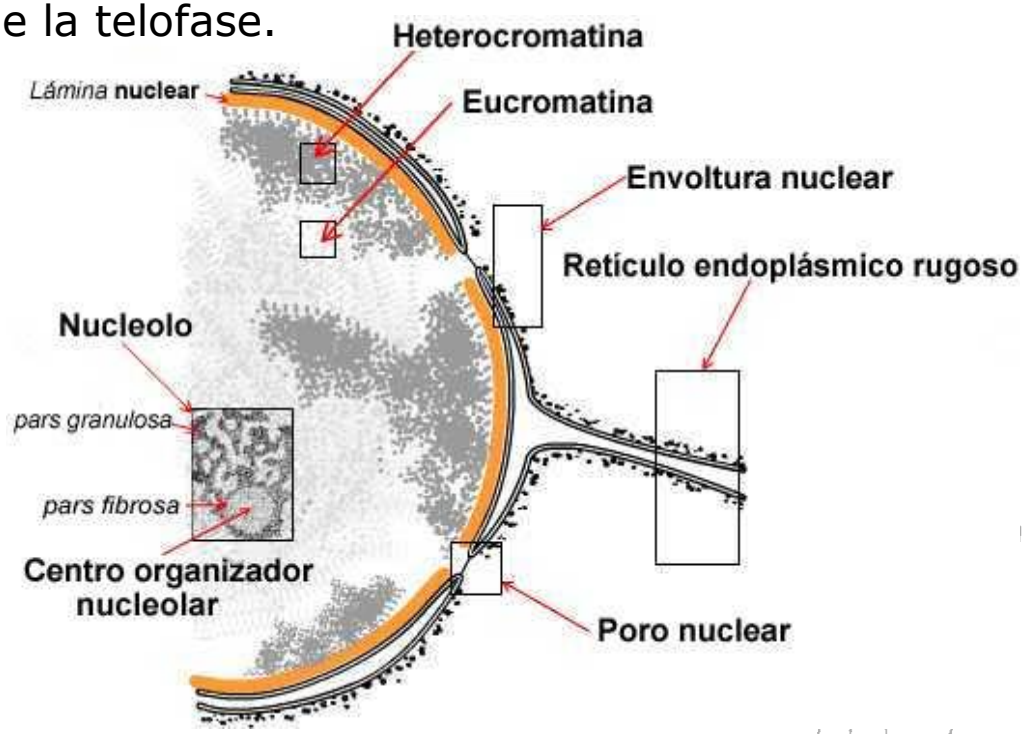
- GRÁNULOS DE INTERCROMATINA
- GRÁNULOS DE PERICROMATINA
- PARTÍCULAS DE RIBONUCLEOPROTEÍNA



Núcleo: Nucleolo

- Estructura casi esférica, rodeada por el nucleoplasma, que se observa durante la interfase y el principio de la profase, momento en el que desaparece hasta el final de la telofase.

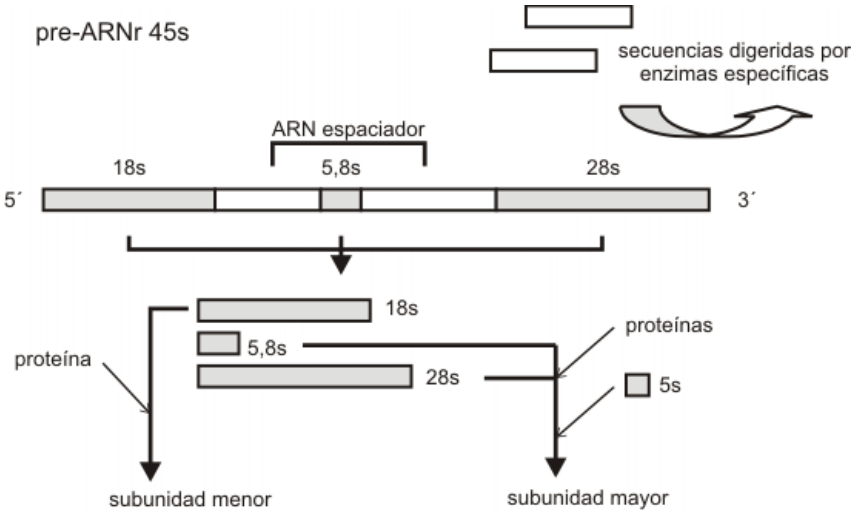


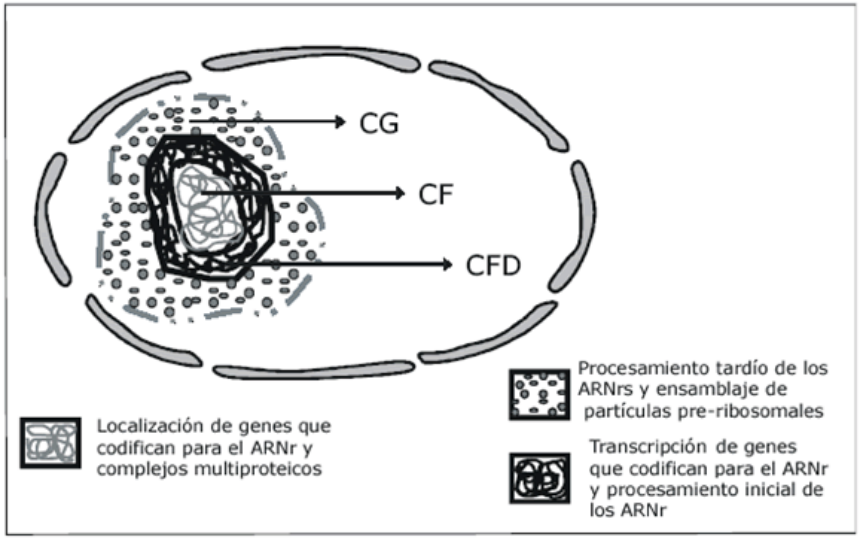


- Su genera a partir de una zona llamada **Región Organizadora Nucleolar (NORs)**, localizada en una determinada región de cromosomas específicos, portadores de genes amplificados que codifican para el ARN nucleolar 45S, precursor de la mayoría de ARNr.

Núcleo: Nucleolo

- **Función**: En el nucleolo tiene lugar la **síntesis y procesamiento de ARNr** y la **formación de subunidades ribosómicas**, y actualmente se considera que desempeña un importante papel en la regulación del ciclo celular.
- Encargado de formar los prerribosomas, que posteriormente pasarán al citoplasma donde se ensamblarán formando los ribosomas.
- En la **zona fibrilar** se fabrica el ARN 45S, que una vez madurado se corta en tres trozos originado tres de los cuatro ARNr, concretamente del ARNr 28S y el ARNr 5,8S (de la subunidad mayor) y el ARNr 18 S (de la subunidad menor). El cuarto se forma en el **nucleoplasma** y emigra al nucleolo.

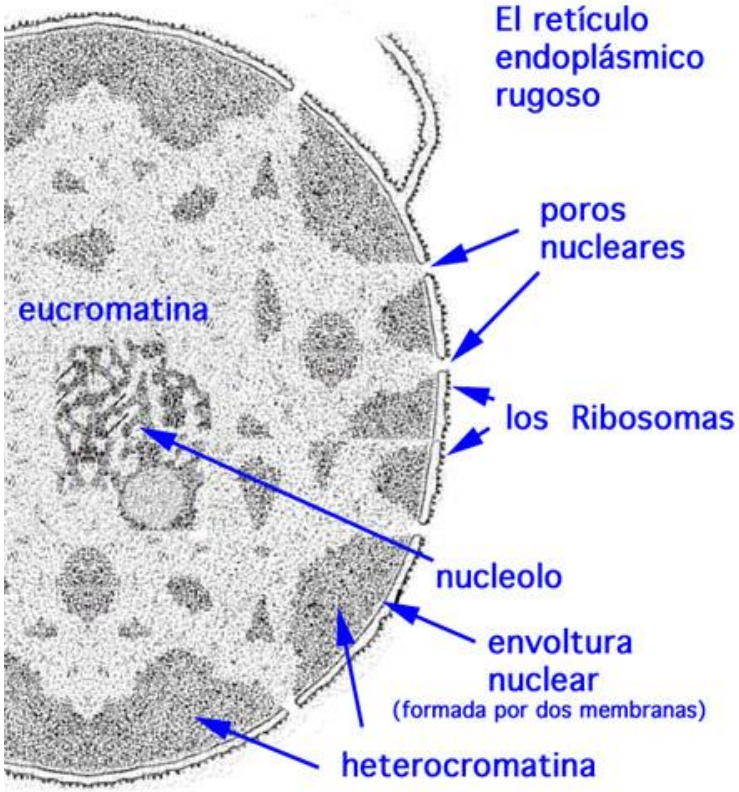




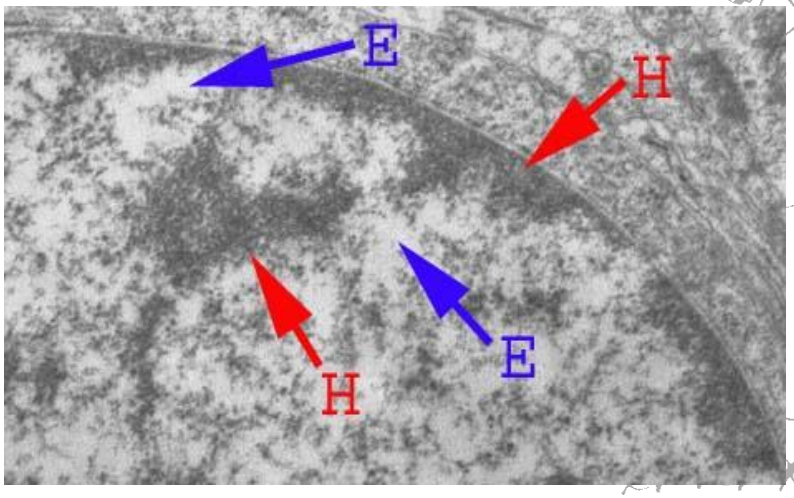
Núcleo: Tipos de Cromatina

- Un núcleo interfásico al microscopio permite distinguir **dos tipos de cromatina**:

  - La **eucromatina** o cromatina laxa, de localización central, que se corresponde con las zonas donde el nivel de empaquetamiento es menor al estar menos condensada. Se transcribe intensamente, pues los bucles de ADN se encuentran suficientemente distendidos y permiten el acceso de las enzimas de transcripción.



  - La **heterocromatina** o cromatina densa, en la periferia del núcleo, se corresponde con las partes del ADN con mayor grado de empaquetamiento. Representa aproximadamente el 10% del total de cromatina y es considerada transcripcionalmente inactiva.



Núcleo: Tipos de Cromatina

* **Heterocromatina constitutiva**: Aparece condensada durante todo el ciclo celular en todas las células del organismo, siendo genéticamente inactiva. Estructuralmente importante en el movimiento de los cromosomas. En los cromosomas humanos se localiza en los centrómeros y en el ADN satélite.

* **Heterocromatina facultativa**: Zonas de ADN que pueden ser activadas y mostrar una transcripción activa (se descondensan) o ser inactivadas y dejan de transcribirse (se vuelven a condensar). Esto lo hacen en respuesta a condiciones fisiológicas o del desarrollo. Las zonas de heterocromatina facultativa aumentan a medida que las células se especializan y diferencian.

Video6

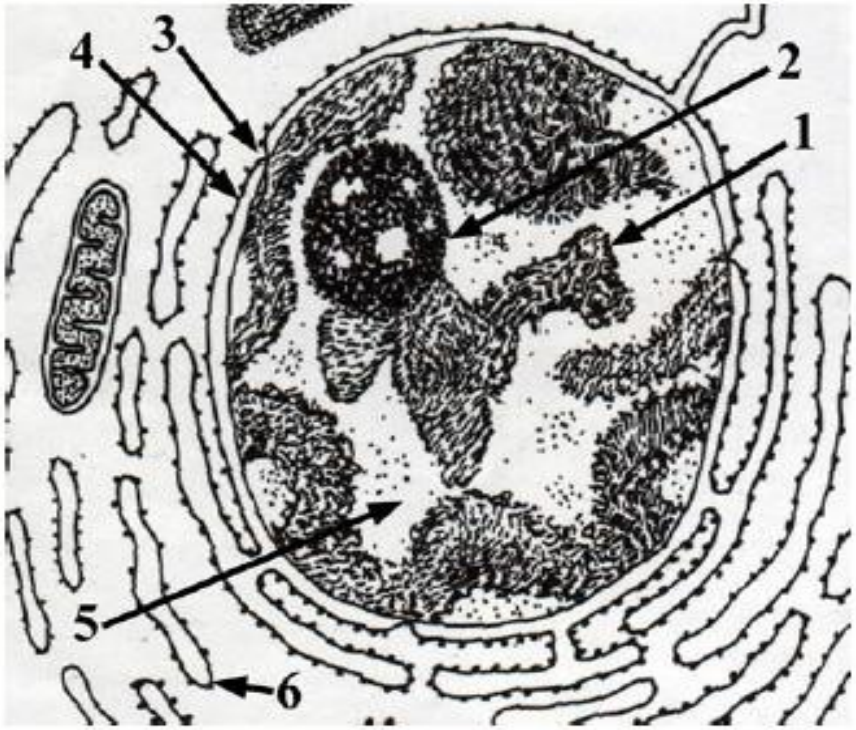
constitutive HC	facultative HC
stable	reversible
contains satellite DNA	enriched in LINES sequences
polymorphism +	polymorphism -
C bands+	C bands -

INSERM U491

- La **epigenética** al estudio de todos aquellos factores no genéticos que intervienen en la determinación del desarrollo de un organismo, desde el óvulo fertilizado hasta su senescencia, pasando por la forma adulta. Consiste por tanto, en el estudio de las interacciones entre genes y ambiente que se producen en los organismos.

Pruebas Acceso a la Universidad

6.- En relación con la figura adjunta, responda las siguientes preguntas:

a).- Nombre las estructuras señaladas con los números 1 al 6 [0,6]. Indique una función de las estructuras señaladas con los números 2 y 6 [0,4].

b).- Las estructuras señaladas con los números 1, 2, 3, 4 y 5 constituyen una de las partes fundamentales de la célula. ¿Cuál es su nombre? [0,2]. ¿Cuál es su función? [0,3]. ¿Existe una parte equivalente en células procarióticas? Razone la respuesta [0,2]. Indique en qué fase del ciclo celular se encuentra la célula representada. Razone la respuesta [0,3].