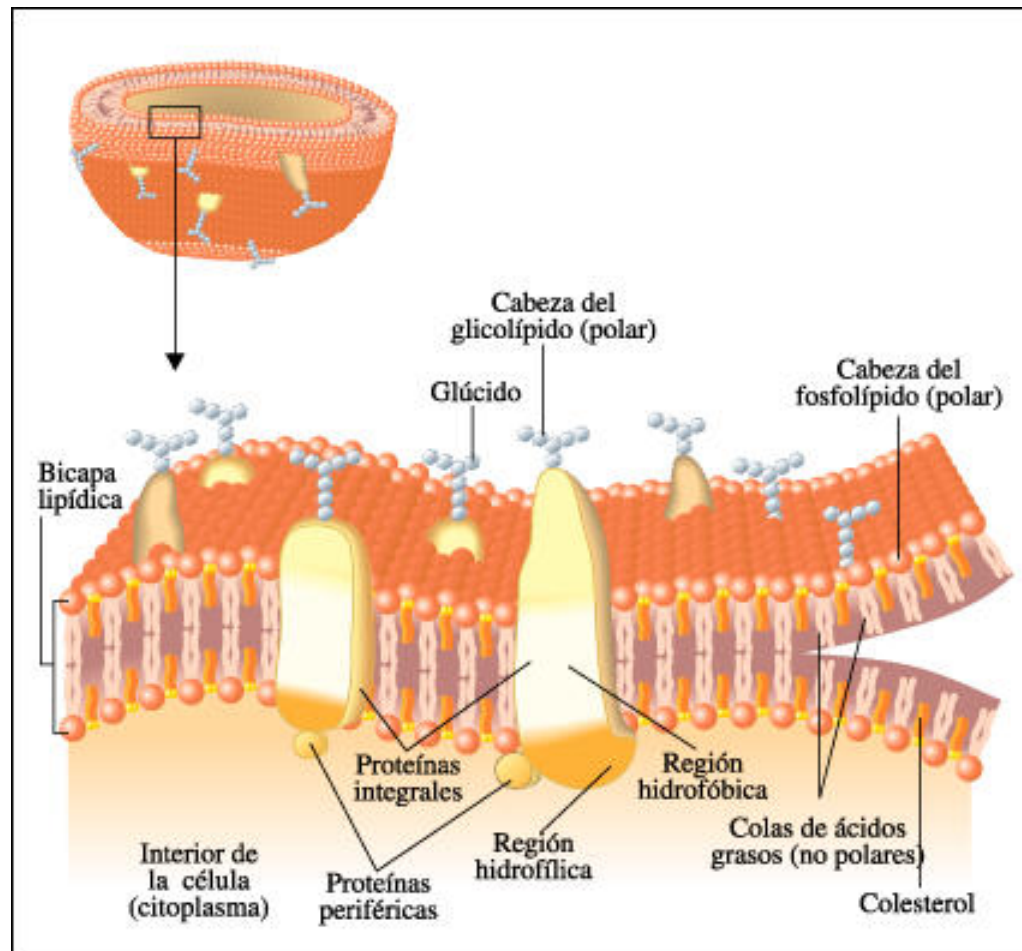
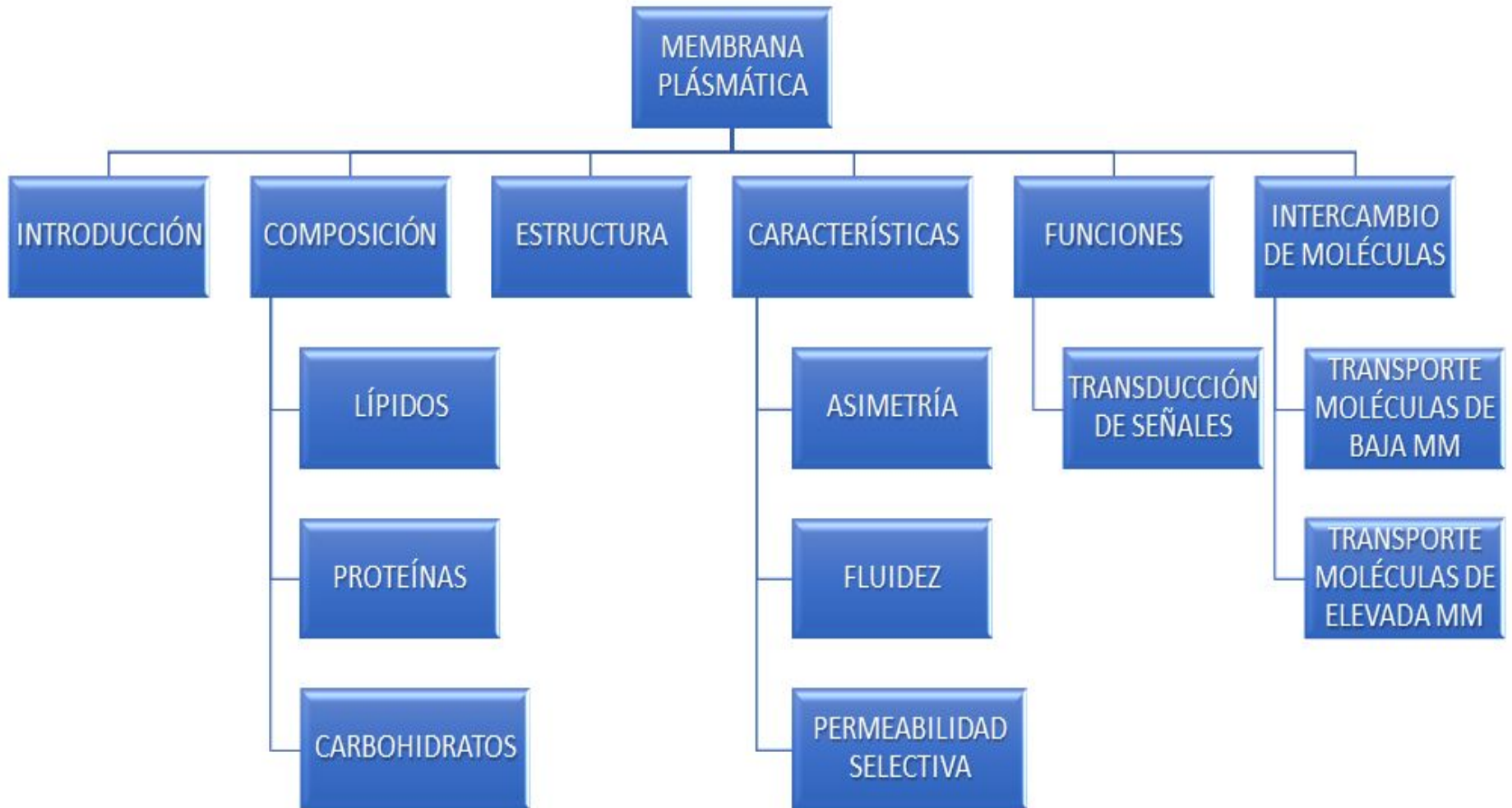
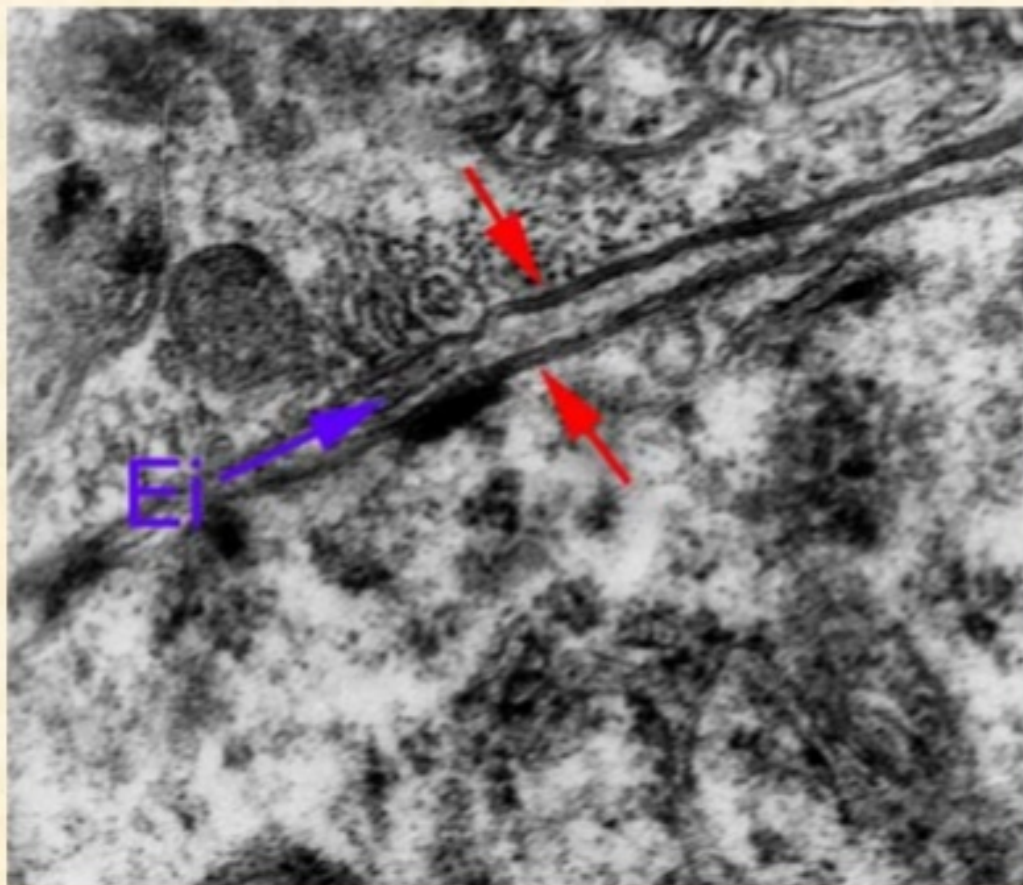


Membrana citoplasmática





- Representa el límite entre el medio extracelular y el intracelular.
- Tiene un grosor de unos 7.5 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ mm}$) por lo que sólo es observable con microscopio electrónico de transmisión.
- La membrana plasmática aparece como una estructura trilaminar: dos bandas oscuras en los extremos (zona hidrófila) y una banda más clara en el centro (zona hidrófoba). Esto es solo un efecto de la tinción que usamos para poder ver las estructuras celulares al microscopio electrónico.



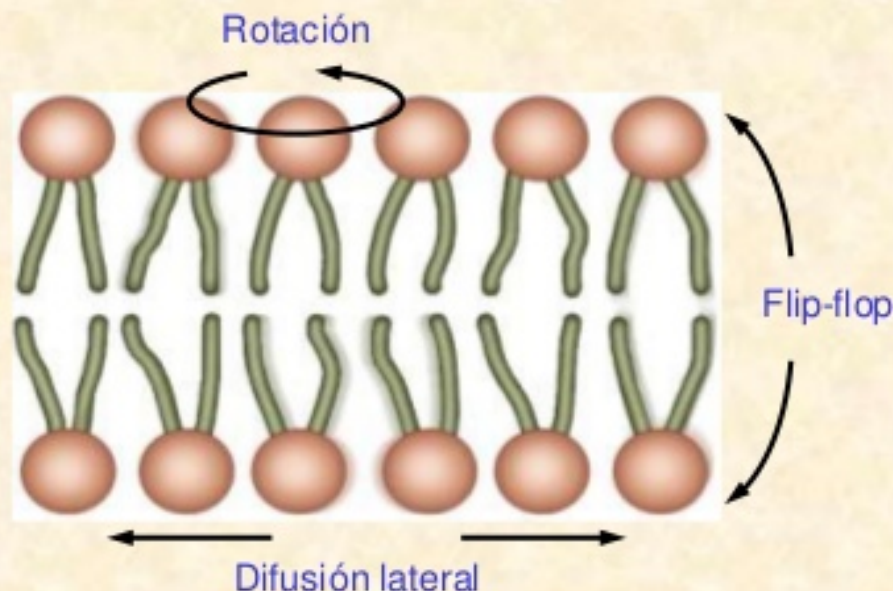
En la imagen se observa la zona de contacto entre dos células. Cada célula presenta un límite que es la membrana plasmática (Flechas rojas) y entre las dos células hay un espacio intercelular (Ei).

http://www2.uah.es/biologia_celular/LaCelula/Celula2MP.html

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA

- **LÍPIDOS.**

- En las membranas de las células eucariotas existen dos tipos de lípidos: **fosfolípidos** y **esteroles (colesterol)**
- Los lípidos presentan carácter **anfipático** y, en medio acuoso, se orientan formando micelas o **bicapas lipídicas**
- Los lípidos tienen posibilidad de movimiento, lo que proporciona una cierta fluidez a la membrana.
- Los lípidos se distribuyen de forma asimétrica y heterogénea, existiendo zonas más o menos fluidas según el tipo de lípidos que existan.



MOVIMIENTOS QUE PUEDEN REALIZAR LOS LÍPIDOS DE MEMBRANA

El más frecuente es el desplazamiento lateral. Los fosfolípidos adyacentes alteran sus posiciones unas 10^7 veces por segundo.

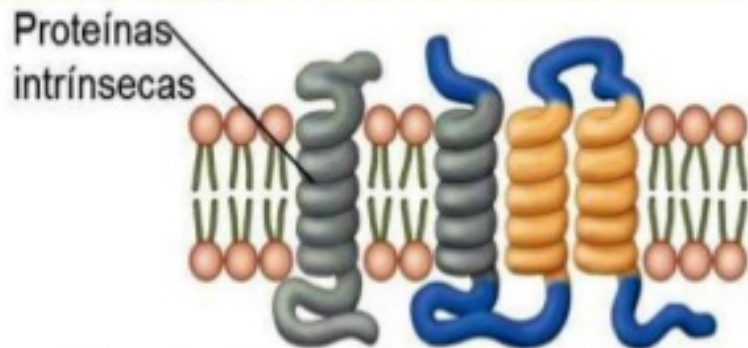
La fluidez de las membranas depende de varios factores como :

- la **temperatura**: la fluidez aumenta al incrementarse la temperatura.
- la **naturaleza de los lípidos**: la presencia de lípidos insaturados y de cadena corta aumenta la fluidez
- la **presencia de colesterol**: la presencia de colesterol reduce la fluidez y la permeabilidad de la membrana.

• **PROTEINAS**

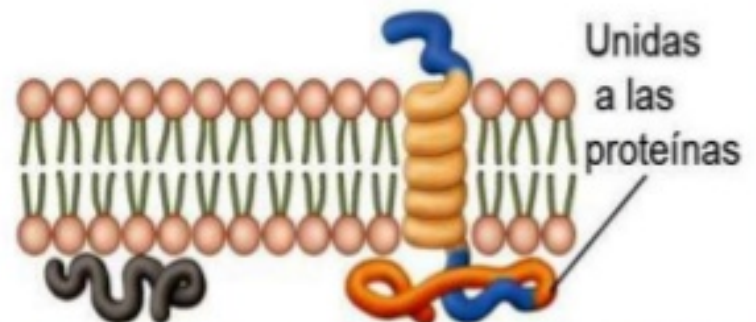
- Poseen movimiento de difusión lateral lo que contribuye a la fluidez de la membrana.
- La mayoría tienen **estructura globular**.
- Según el lugar que ocupan en la membrana se clasifican en:

PROTEINAS INTEGRALES, INTRINSECAS O TRANSMEMBRANALES



- Se hallan inmersas en las bicapas lipídicas, atravesando totalmente la membrana.
- Tienen carácter anfipático: tienen una región polar o hidrófila y otra región apolar o hidrófoba.

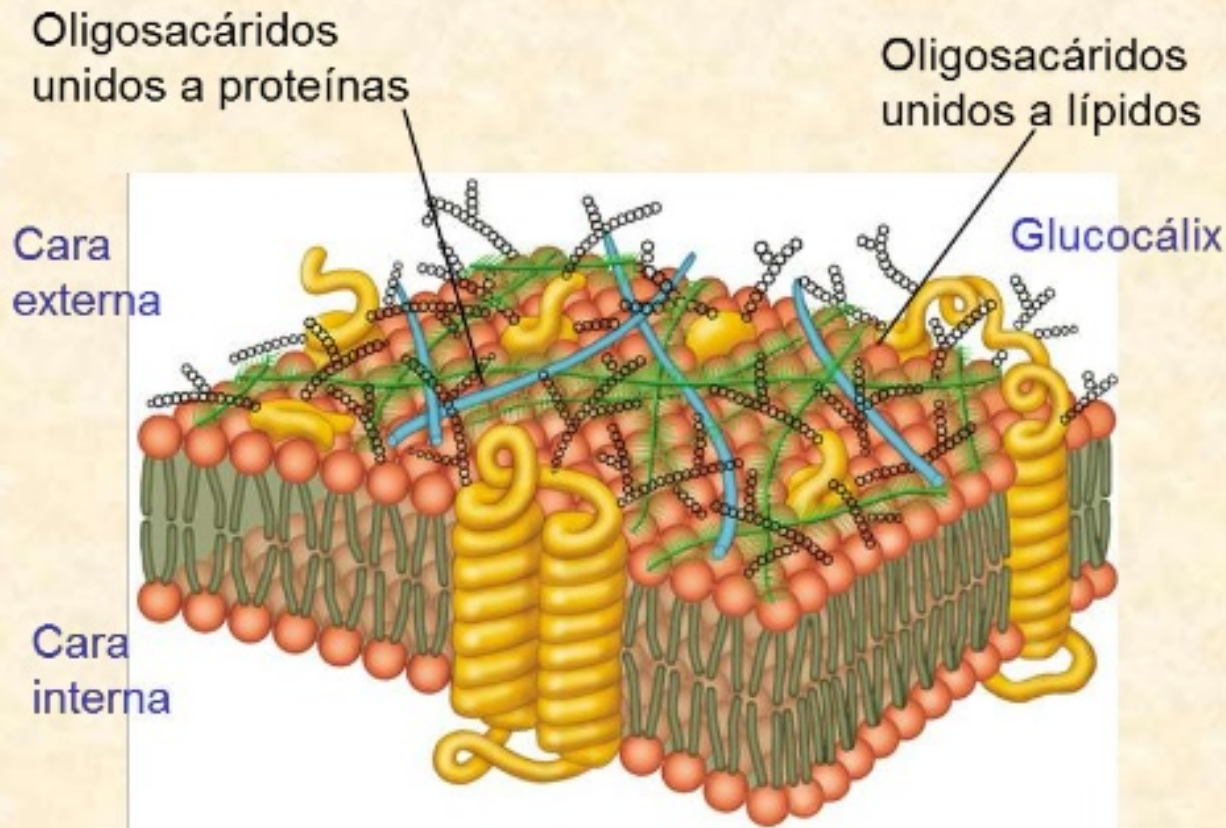
PROTEINAS PERIFERICAS O EXTRINSECAS



- Se encuentran en el interior o exterior de la bicapa. Se pueden unir a los lípidos de la bicapa por enlaces covalentes o a las proteínas integrales por enlaces de hidrógeno.
- Sólo poseen regiones polares

- **GLUCIDOS.**

- Mayoritariamente son **oligosacáridos** unidos covalentemente a las proteínas y lípidos de membrana, formando **glucolípidos y glucoproteínas**. Constituyen el **glucocálix o cubierta celular**
- Su **distribución es asimétrica** ya que sólo se encuentran en la cara externa de la membrana biológica de las células eucariotas.



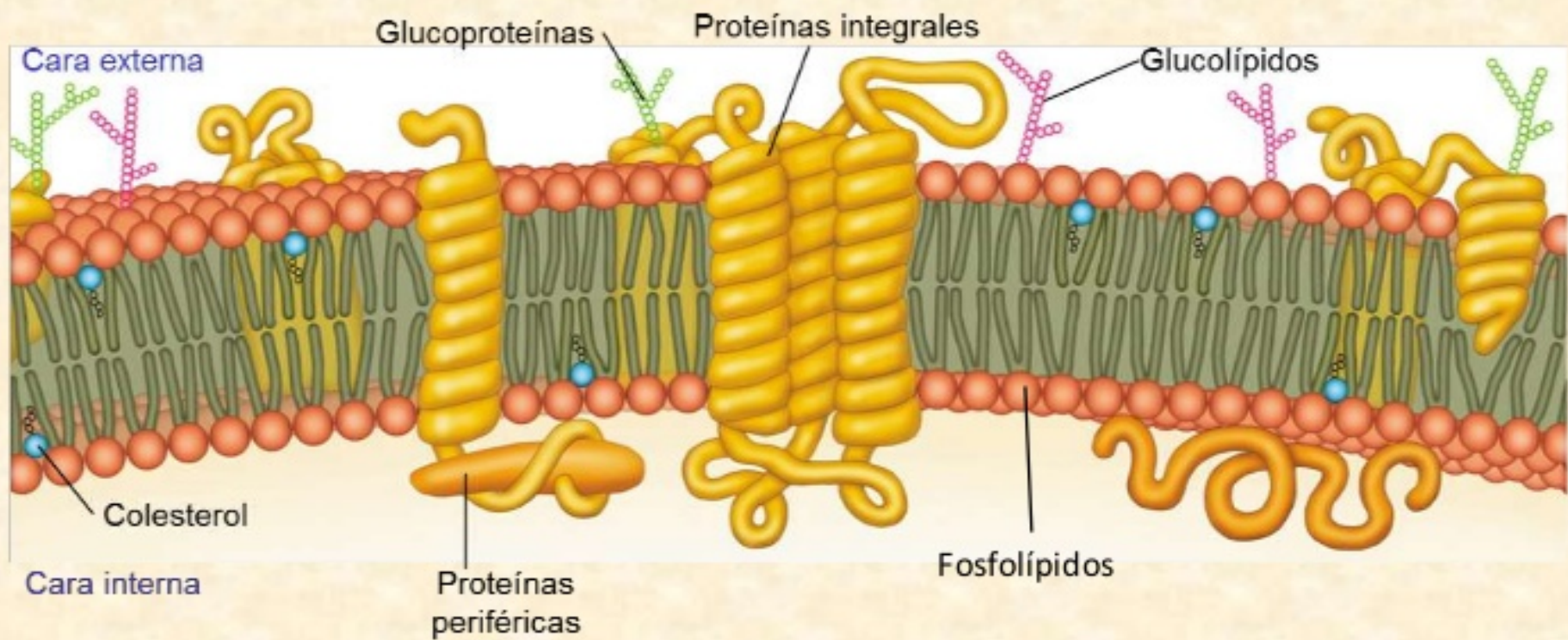
FUNCIONES DEL GLUCOCÁLIX:

- a) (*) Interviene en el **reconocimiento celular**, es decir, son **receptores de membrana**. Algunos ejemplos de reconocimiento celular son:
- ✓ Entre óvulo y espermatozoide de la misma especie.
 - ✓ Entre virus o bacterias y células a las que infectan.
 - ✓ Entre células de un mismo tejido.
 - ✓ Entre antígenos y células inmunitarias
- b) Protege la superficie de las células del daño mecánico y químico.
- c) Se relaciona con otras moléculas de la matriz extracelular
- d) Confiere viscosidad a las superficies celulares (importante para permitir el deslizamiento de células en movimiento)
- e) Presenta propiedades inmunitarias: el glucocáliz se comporta como antígeno que puede ser reconocido por el sistema inmune de un organismo (rechazo de injertos y trasplantes)
- f) Intervienen en el reconocimiento de sustancias que la célula incorpora al interior celular.

ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA

MODELO DE MOSAICO FLUIDO (Singer y Nicolson, 1972)

- ① La membrana plasmática está formada por una bicapa de fosfolípidos con las regiones polares orientadas hacia el medio acuoso (intra y extracelular) y las regiones apolares enfrentadas hacia el interior de la bicapa.
- ② Las proteínas de membrana están dispersas e insertadas individualmente en la bicapa fosfolipídica, con sus regiones hidrófilas (polares) expuestas al medio acuoso. Estas proteínas pueden interaccionar entre sí y, a su vez, con los lípidos de membrana.
- ③ La membrana es un mosaico de moléculas de proteínas que flota en una bicapa de fosfolípidos.
- ④ La membrana es un mosaico fluido: tanto las proteínas como los lípidos pueden desplazarse lateralmente.
- ⑤ Las membranas son estructuras asimétricas en cuanto a la distribución de sus componentes químicos.



Fibras de la matriz extracelular¹

CARA EXTERNA

Oligosacáridos⁶

Glucoproteínas⁸

Glucolípidos⁷

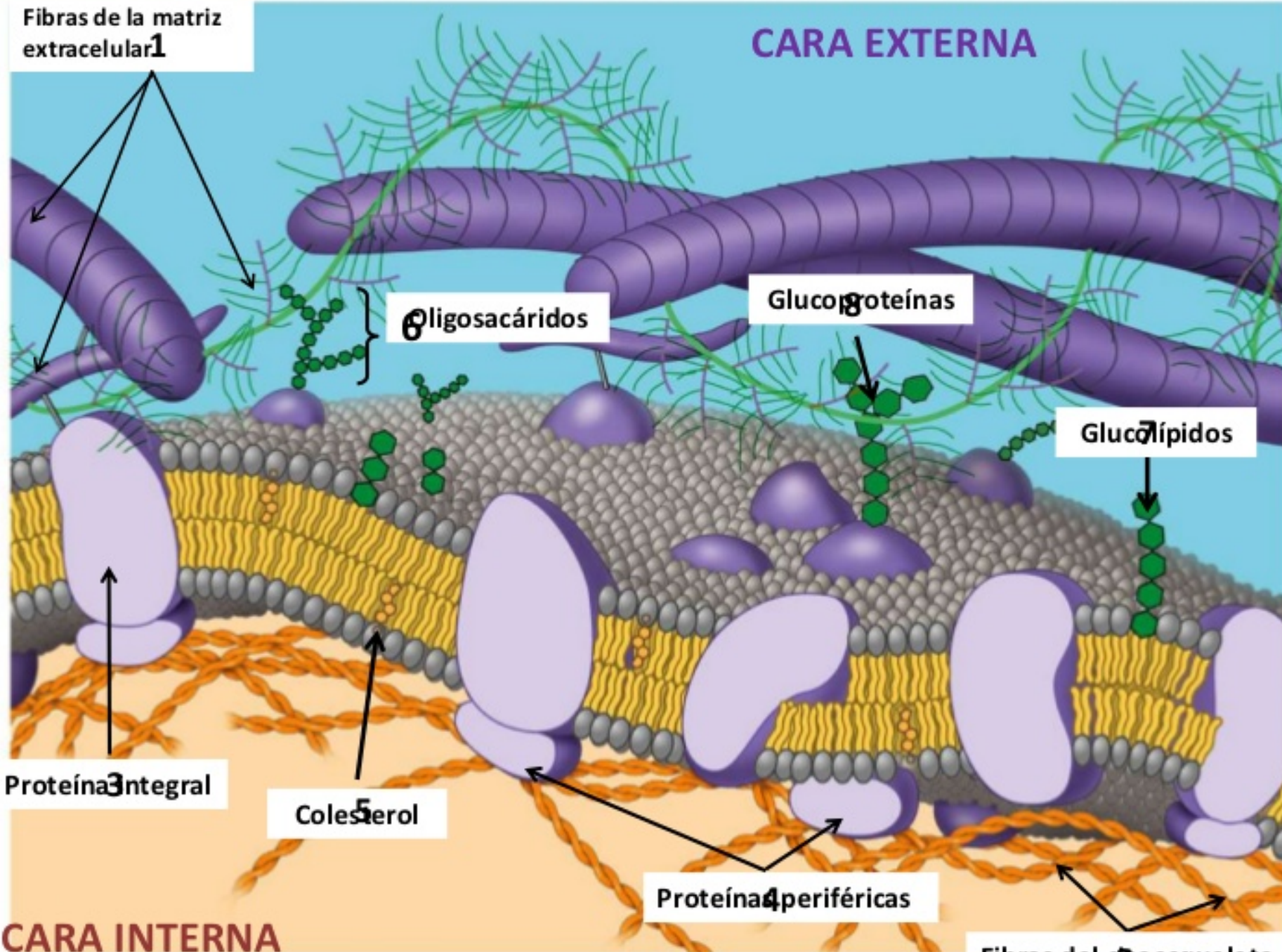
Proteína³ integral

Colesterol⁵

Proteína⁴ periféricas

CARA INTERNA

Fibras del citoesqueleto²



CARACTERÍSTICAS DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA

- **ASIMETRÍA**

Las cadenas de oligosacáridos pertenecientes a glucolípidos y glucoproteínas (glucocálix) sólo se encuentra en la cara externa de la membrana.

- **FLUIDEZ (Estructura dinámica)**

Las membranas no son láminas estáticas de moléculas mantenidas rígidamente en su lugar: las moléculas se pueden desplazar lateralmente.

- **La membrana plasmática presenta PERMEABILIDAD SELECTIVA:**

- Las sustancias lipídicas (hidrófobas) (hormonas esteroideas), las pequeñas moléculas apolares (O_2 , N_2 , ...) o polares sin carga eléctrica (H_2O , CO_2 , urea, etanol,...) pueden atravesar fácilmente las bicapas lipídicas.
- La bicapa lipídica es una barrera muy impermeable a los iones (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{+2} ,...) y a la mayoría de moléculas polares (glucosa, sacarosa, aminoácidos,...) por lo que existen mecanismos que permiten transportar estas sustancias a través de las membranas.

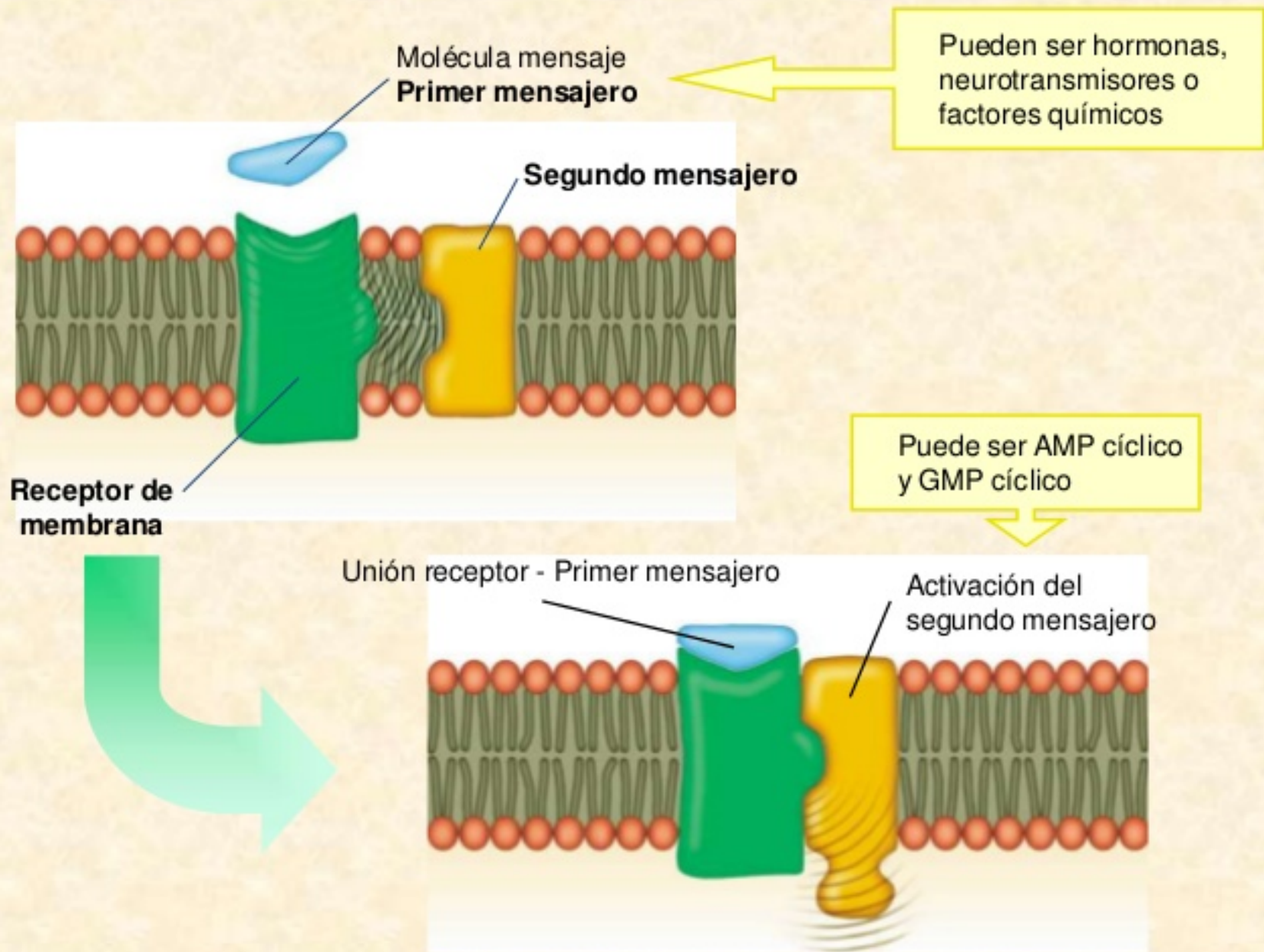
FUNCIONES DE LA MEMBRANA

RECONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE ORIGEN EXTRACELULAR Y TRANSMISIÓN AL MEDIO INTRACELULAR = TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES.

Las células responden a estímulos o señales externas gracias a la presencia de **receptores de membrana** (proteínas) capaces de reconocer, de forma específica, a una determinada molécula-mensaje (hormona, neurotransmisor, factor químico,...) denominada **primer mensajero**.

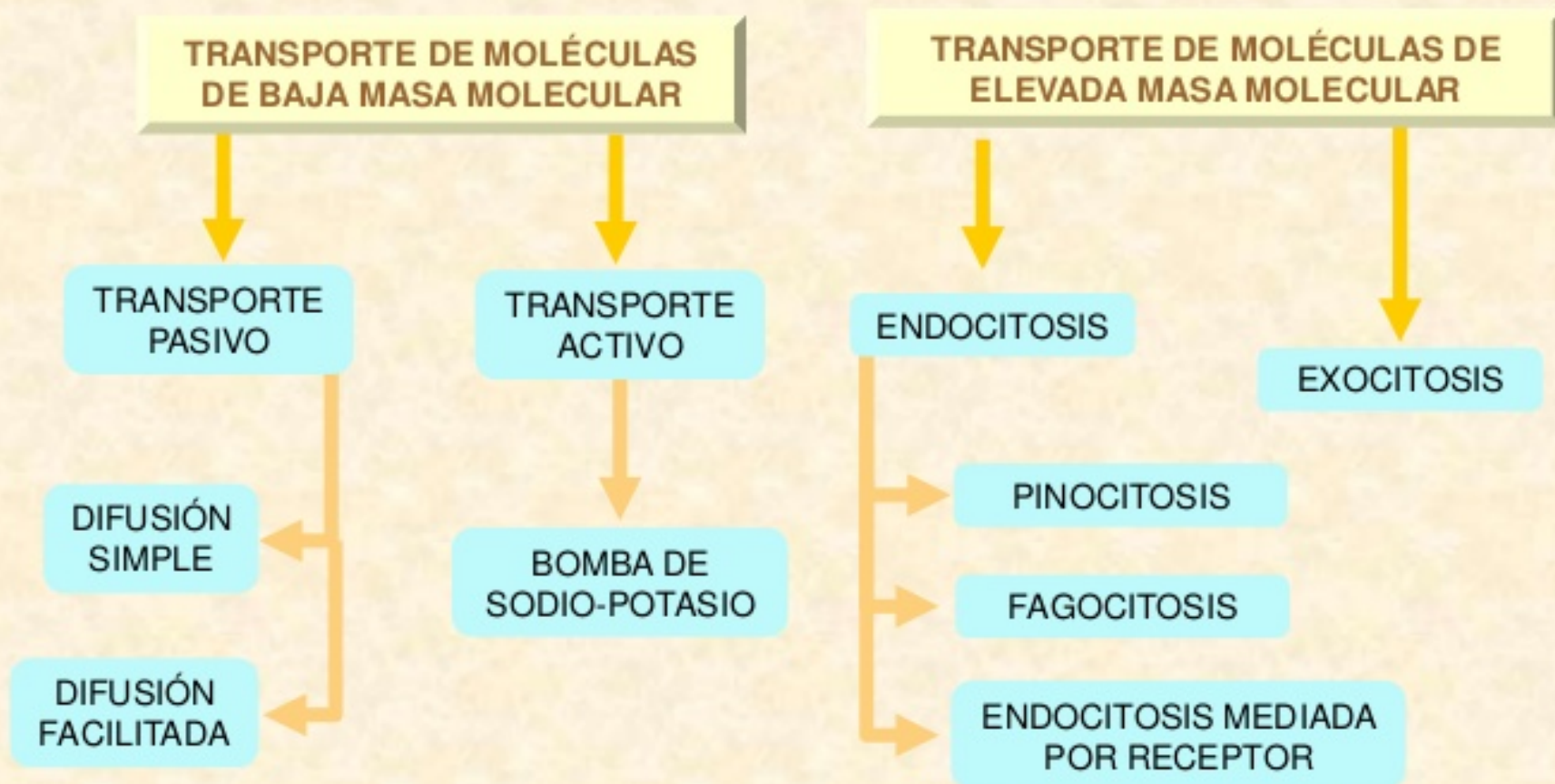
El primer mensajero se une a su receptor de membrana e induce un cambio conformacional en éste que produce la activación de una molécula o **segundo mensajero**. Este segundo mensajero (por ejemplo, el AMP cíclico) actúa activando o inhibiendo alguna **actividad bioquímica**.

MODELO DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES



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 MOLÉCULAS DE BAJA MASA MOLECULAR

TRANSPORTE PASIVO

DIFUSIÓN SIMPLE

DIFUSIÓN FACILITADA

TRANSPORTE ACTIVO

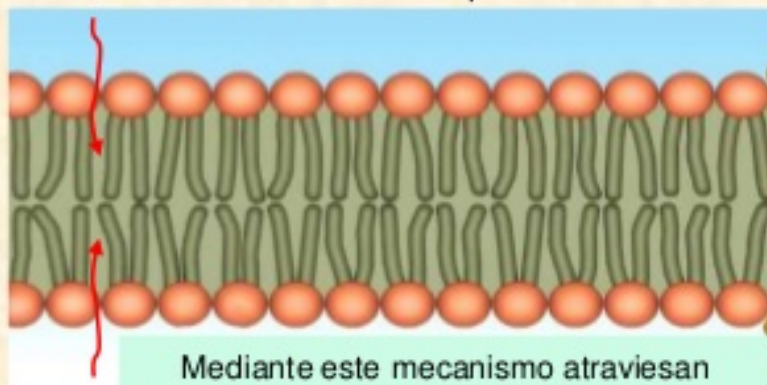
BOMBA DE SODIO-POTASIO

TRANSPORTE PASIVO	TRANSPORTE ACTIVO
A favor de gradiente	En contra de gradiente (de concentración, eléctrico o electroquímico)
Sin consumo de energía	Con consumo de energía
Puede ser por difusión simple o por difusión facilitada	Se realiza por medio de proteínas especializadas denominadas «bombas» (ejemplo «bomba de Na-K»)

El **transporte pasivo** se realiza a favor de gradiente, sin consumo de energía.

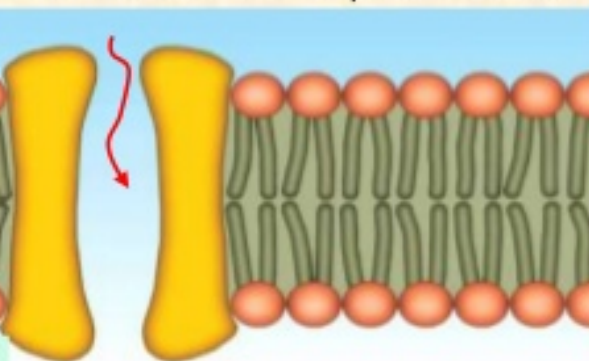
DIFUSION SIMPLE

Difusión a través de la bicapa



Mediante este mecanismo atraviesan **moléculas lipídicas** (hormonas esteroides), **sustancias apolares** (O_2 , N_2) y **débilmente polares** (H_2O , CO_2 , etanol, urea,...) sin carga eléctrica.

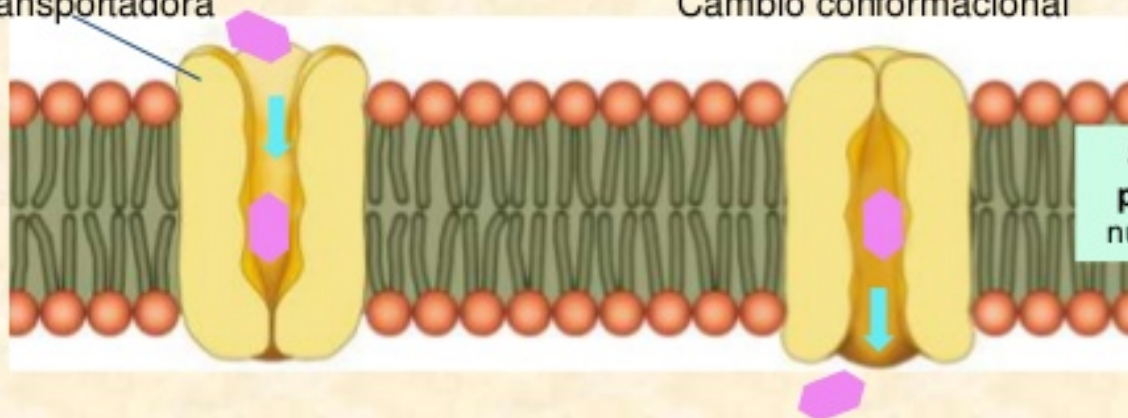
Difusión a través de proteínas canal



Mediante este mecanismo atraviesan **sustancias con carga eléctrica** (pequeños iones: Na^+ , K^+ , Cl^-)

DIFUSION FACILITADA

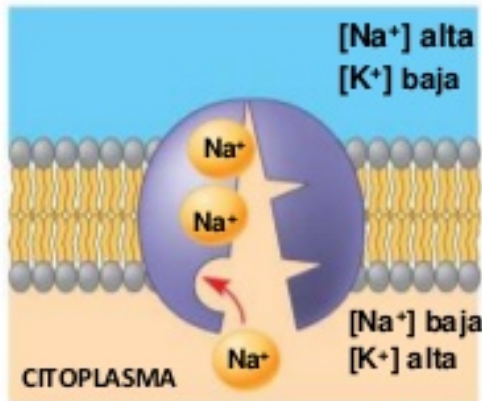
Proteína transportadora o "carrier"



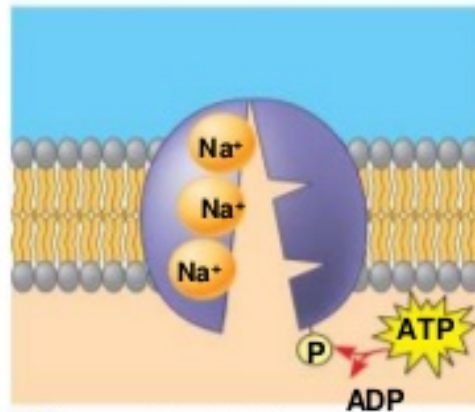
Cambio conformacional

Se transportan **moléculas polares** (glucosa, sacarosa, nucleótidos, aminoácidos,...).

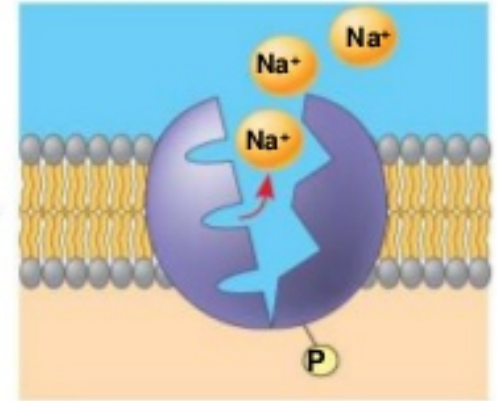
El **transporte activo** se realiza en contra de gradiente, con consumo de energía en forma de ATP. Un ejemplo lo constituye la «bomba de Sodio-Potasio».



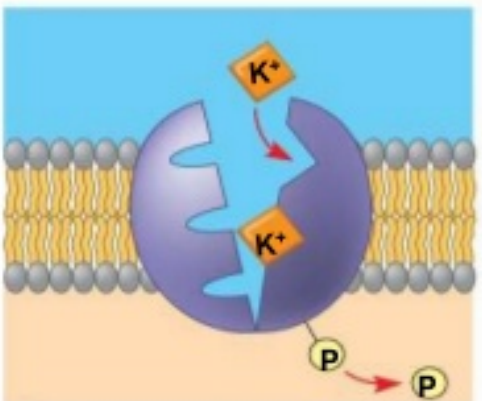
1 El Na^+ citoplasmático se une a la bomba Na-K.



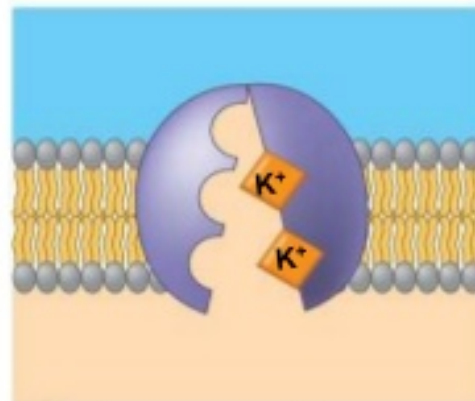
2 La unión del Na^+ estimula la fosforilación de la bomba, por hidrólisis de una molécula de ATP.



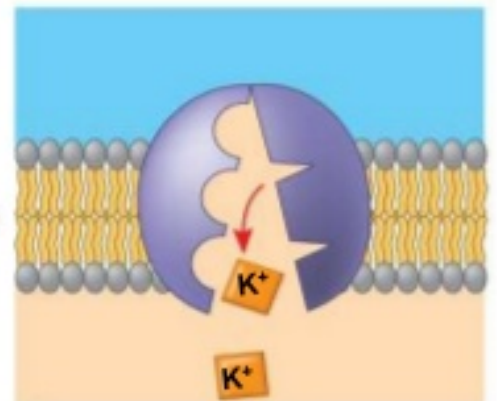
3 La fosforilación causa que la proteína cambie su configuración, y expulse Na^+ al exterior.



4 El K^+ extracelular se une a la bomba, provocando la liberación del grupo fosfato.

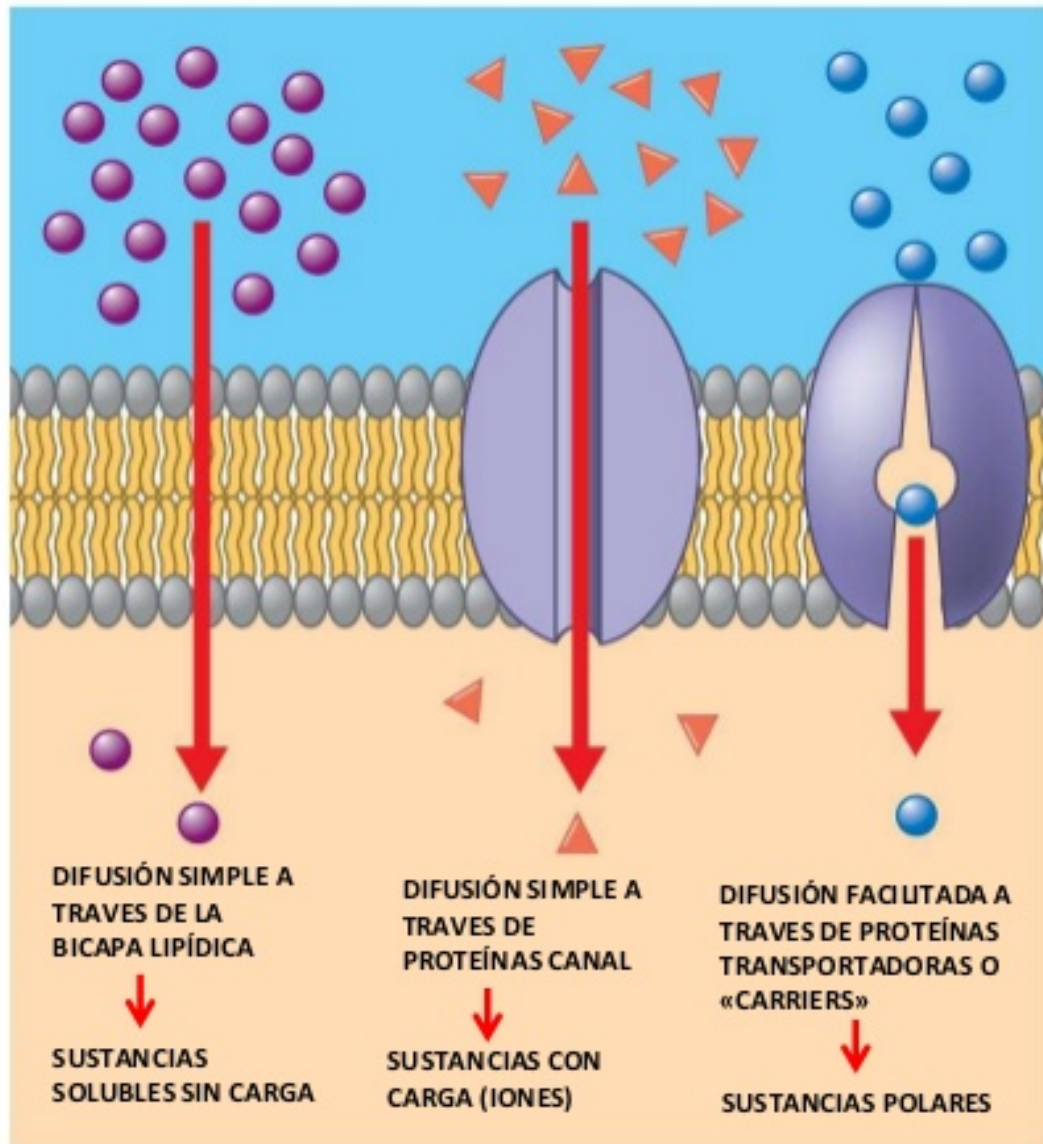


5 La pérdida del grupo fosfato restaura la proteína a su conformación inicial.

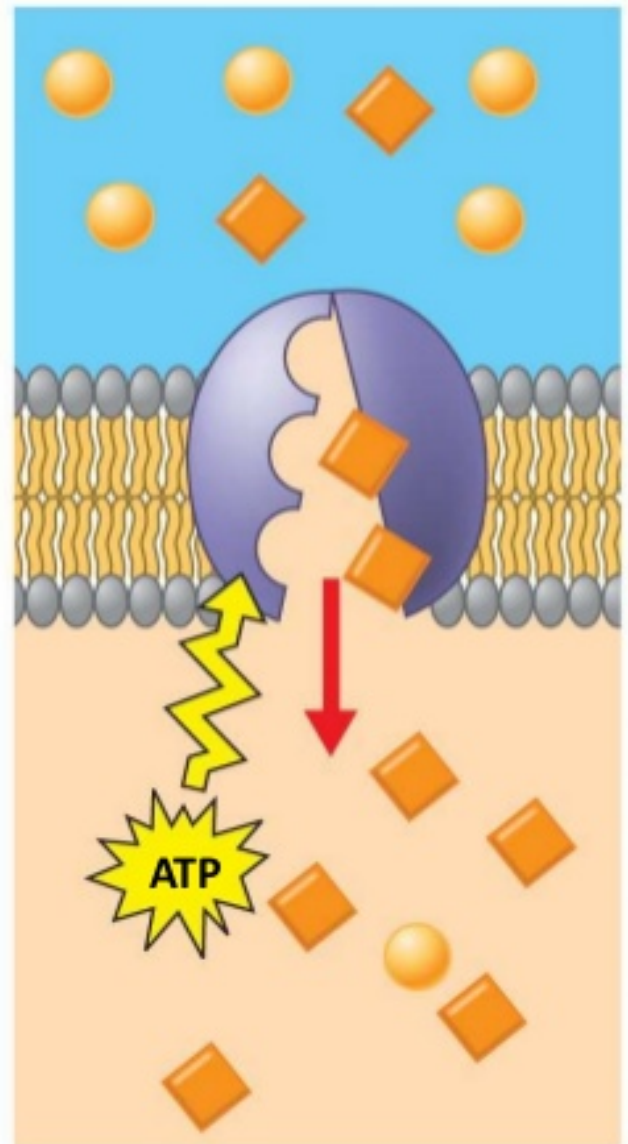


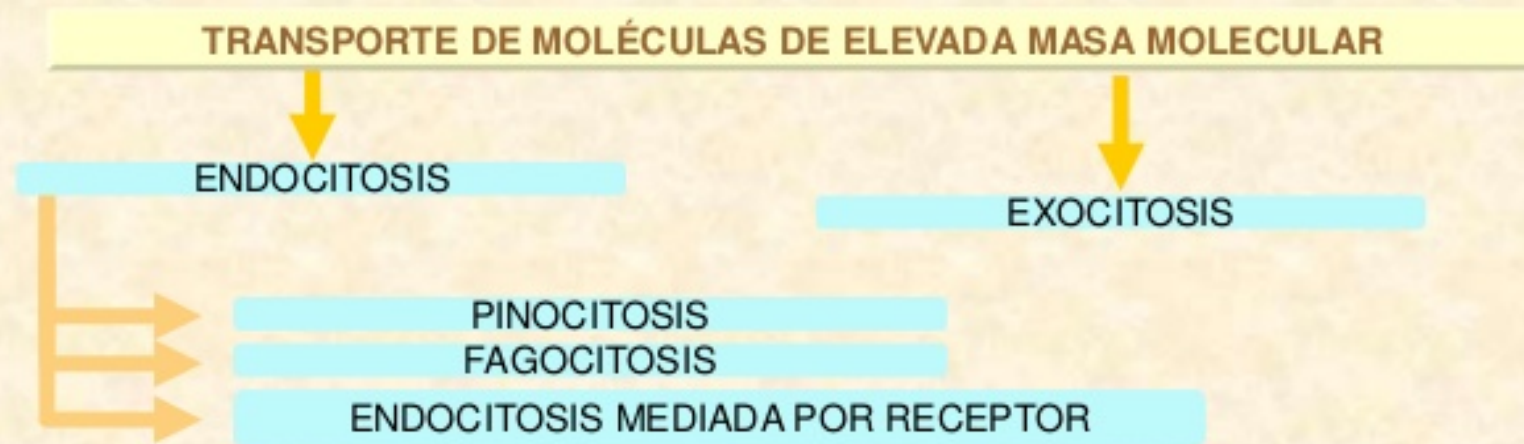
6 El K^+ es liberado y los sitios del Na^+ son receptivos de nuevo; el ciclo se repite.

TRANSPORTE PASIVO



TRANSPORTE ACTIVO





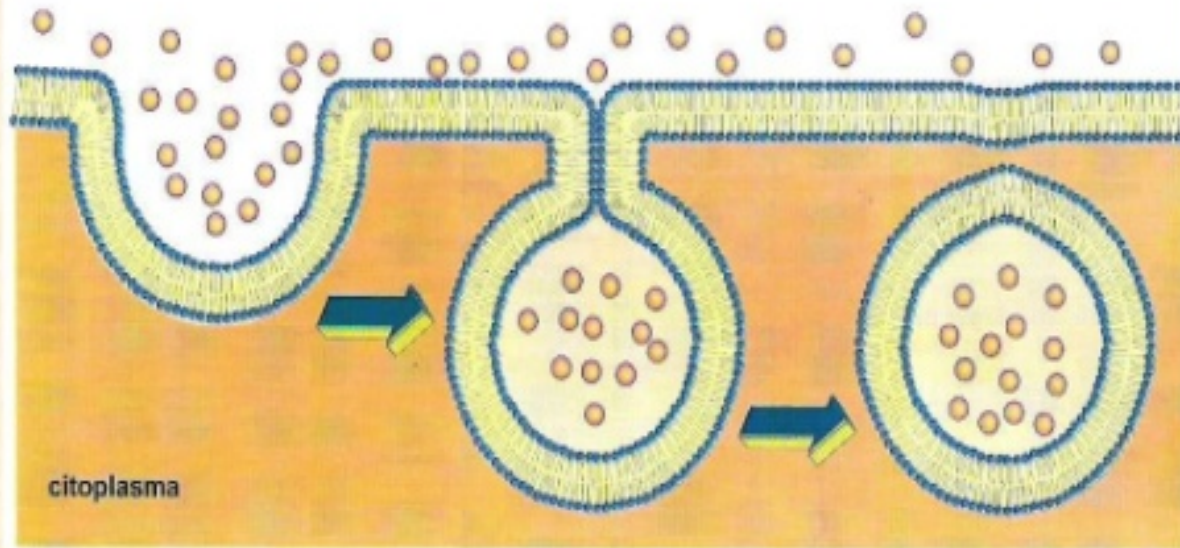
Las macromoléculas, virus o bacterias no pueden atravesar la membrana plasmática. Estas partículas de gran tamaño pueden ser transportadas al interior o exterior celular gracias a la formación de **vesículas membranosas**.

Estas vesículas tienen un tamaño entre 50-200 nm. y se encuentran revestidas de microfilamentos proteicos de **clatrina**.

Podemos distinguir:

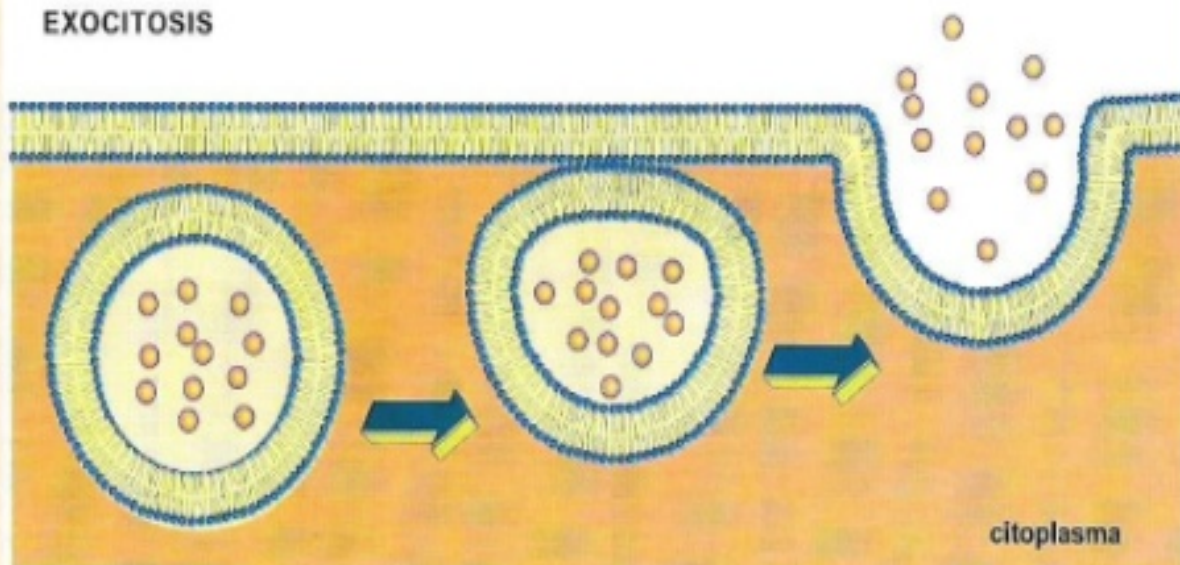
1. **ENDOCITOSIS:** proceso de entrada de macromoléculas y partículas de gran tamaño al interior celular mediante la formación de vesículas membranosas.
2. **EXOCITOSIS:** proceso de salida de macromoléculas y partículas de gran tamaño (sustancias de desecho) hacia el exterior celular gracias a la fusión de la membrana plasmática con la membrana de la vesícula que contiene a estas partículas.

ENDOCITOSIS



El proceso comienza con una invaginación de la membrana en la que se engloba la partícula para ingerir y la estrangulación de esta invaginación, originándose una vesícula que encierra el material ingerido.

EXOCITOSIS



El proceso requiere que la membrana de la vesícula y la membrana plasmática se fusionen.

Figura 12.7

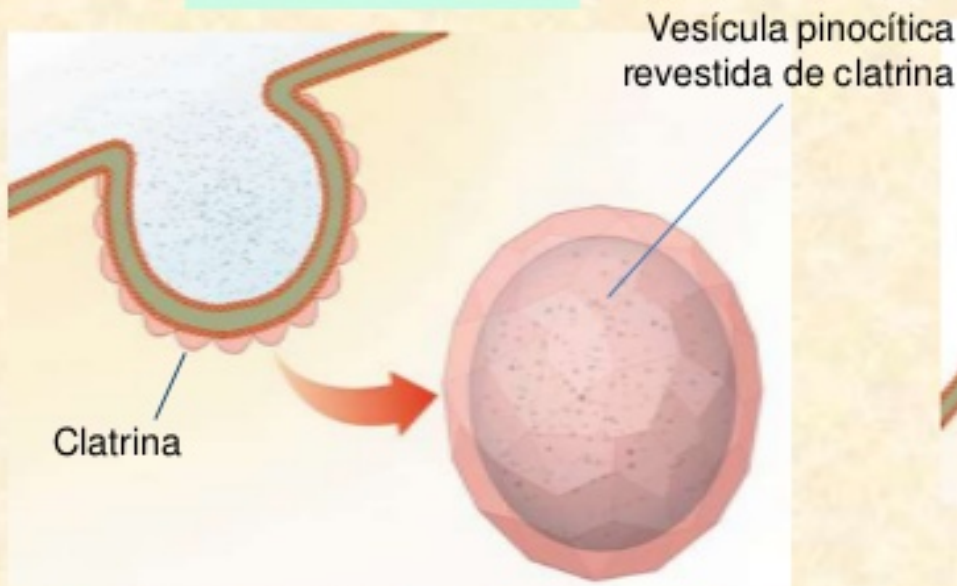
ENDOCITOSIS

Es la entrada de macromoléculas y grandes partículas desde el medio extracelular al interior celular.

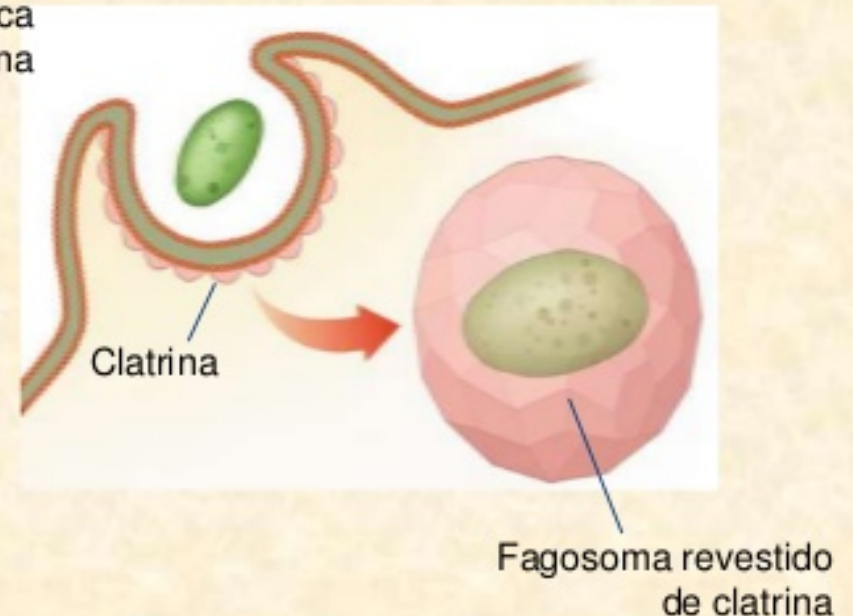
Según la naturaleza y tamaño de la partícula englobada podemos distinguir:

- a. **PINOCITOSIS:** ingestión de líquidos y partículas en disolución.
- b. **FAGOCITOSIS:** ingestión de partículas sólidas grandes como microorganismos o restos celulares.

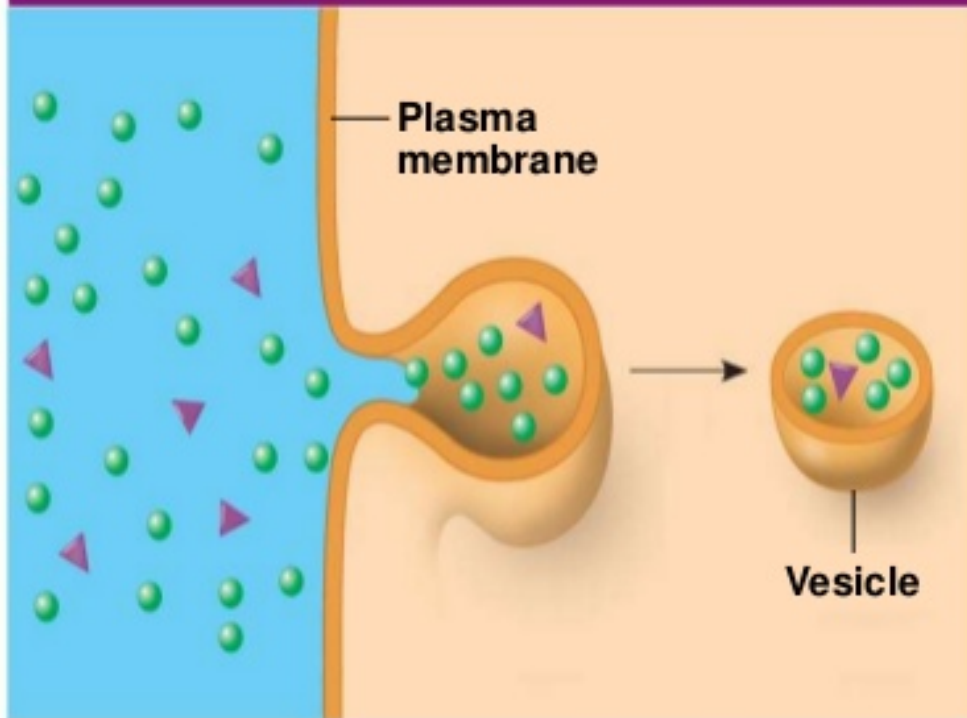
PINOCITOSIS



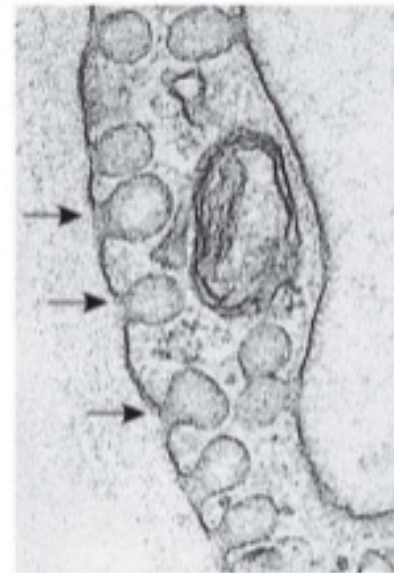
FAGOCITOSIS



PINOCYTOSIS

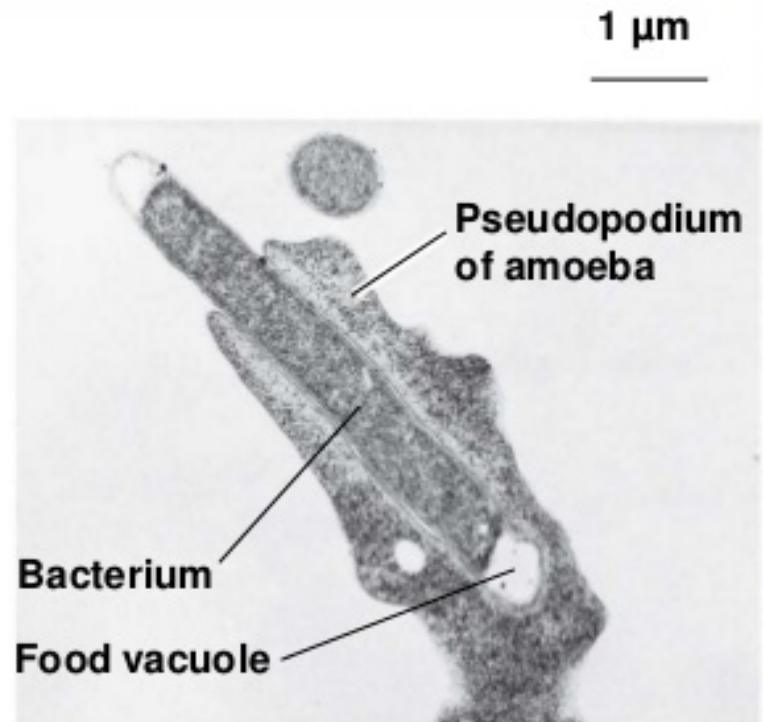
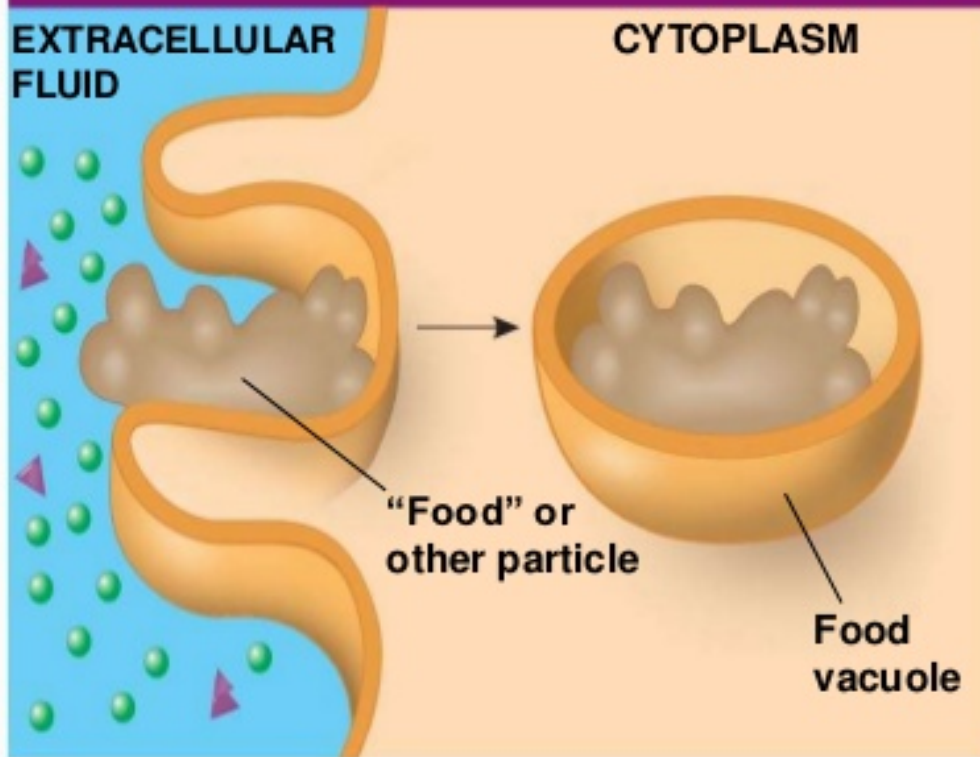


0.5 μm



Pinocytosis vesicles forming (arrows) in a cell lining a small blood vessel (TEM).

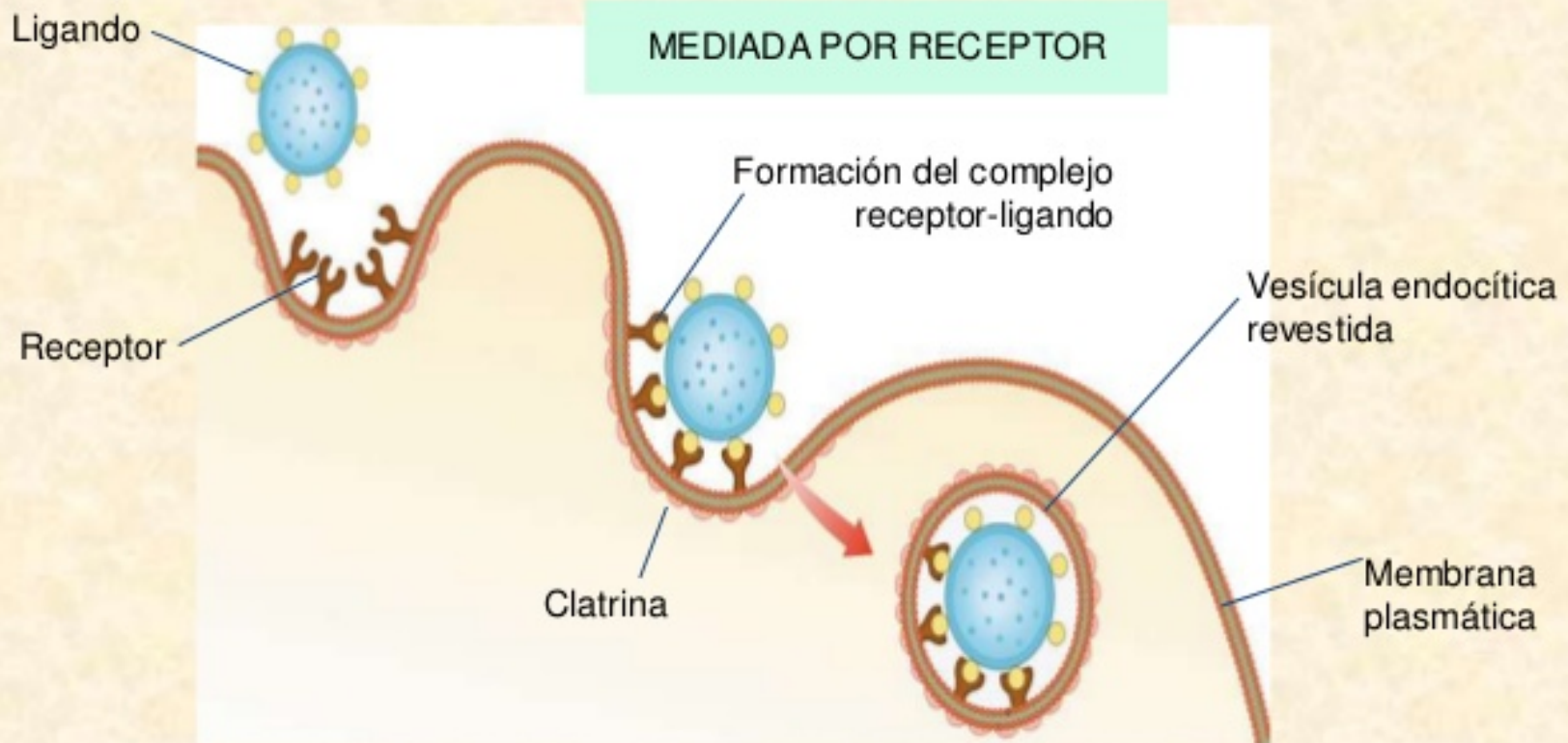
PHAGOCYTOSIS



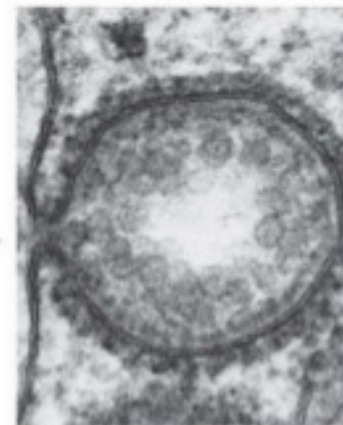
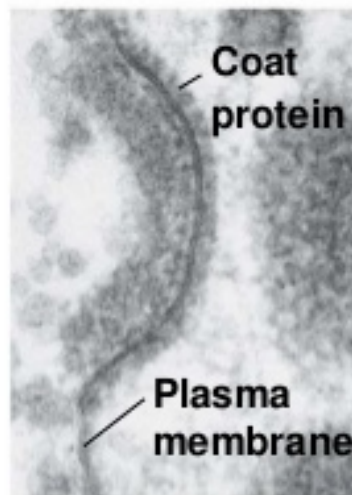
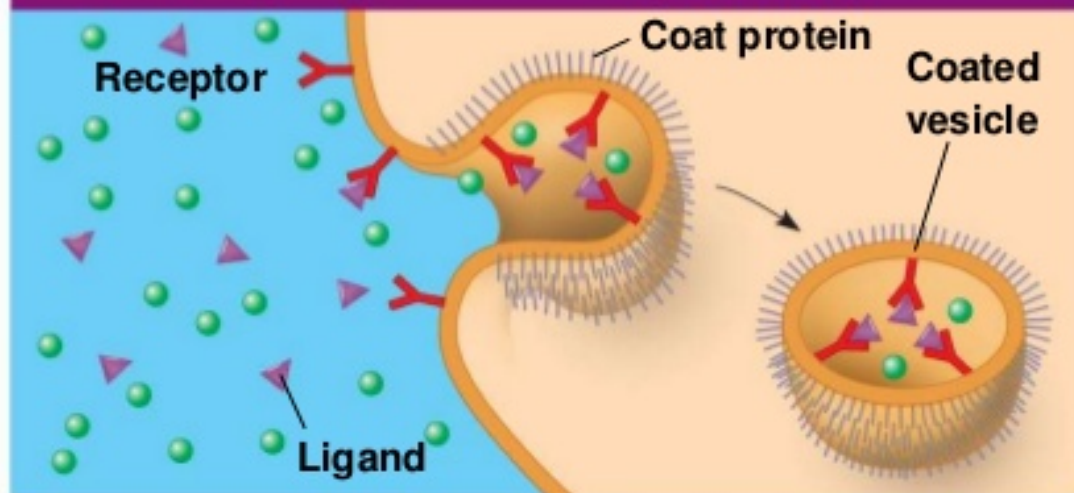
An amoeba engulfing a bacterium via phagocytosis (TEM)

La **endocitosis mediada por receptor** es un tipo especial de endocitosis. En este caso, sólo se produce la endocitosis para una sustancia (**ligando**) si en la membrana existe el correspondiente **receptor de membrana**.

Una vez formado el **complejo ligando-receptor**, se forma la correspondiente **vesícula endocítica revestida**.



RECEPTOR-MEDIATED ENDOCYTOSIS



A coated pit and a coated vesicle formed during receptor-mediated endocytosis (TEMs).

0.25 μm

Los únicos mecanismos de transporte que pueden observarse al microscopio electrónico son los de la endocitosis y la exocitosis. Estos dos procesos distintos muestran la misma imagen al microscopio electrónico. Las vesículas se fusionan con la membrana plasmática (Mp) o se forman en ella y este proceso no se distingue morfológicamente. Observa abajo como las vesículas (flechas rojas) se localizan en la membrana plasmática

