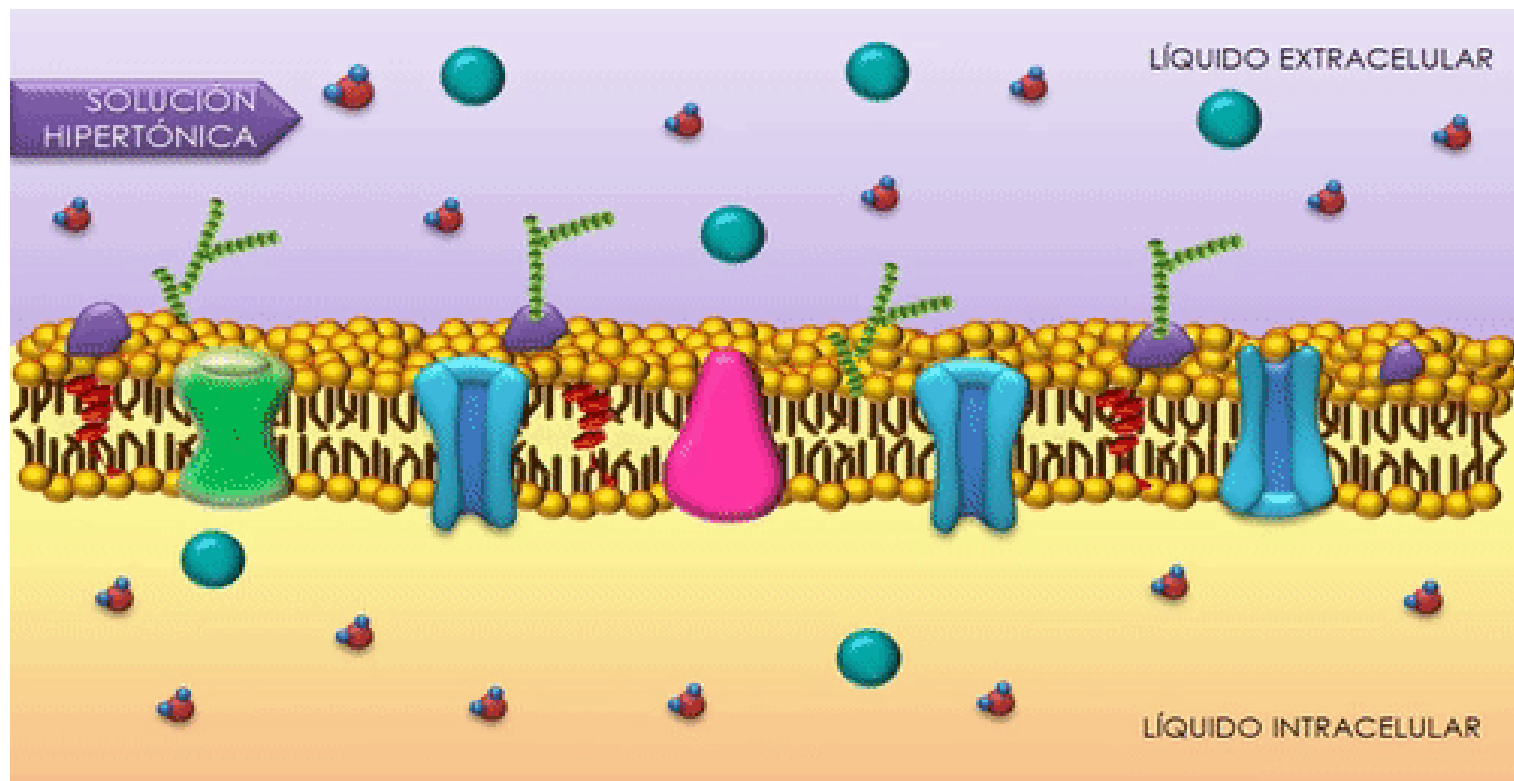


TEMA 8. LA MEMBRANA CEL-LULAR



La membrana plasmàtica

1. La membrana plasmàtica.
 - 1.1. Estructura
 - 1.2. Composició
 - 1.3. Propietats
 - 1.4. Funcions
2. El transport a través de la membrana plasmàtica.
 - 2.1. El transport passiu.
 - 2.2. El transport actiu.
 - 2.3. Endocitosi, exocitosi i transcitosi.
3. Contactes cel·lulars



LA MEMBRANA PLASMÀTICA

1.1. ESTRUCTURA

- La membrana plasmàtica és una làmina fina de **75 A (no visible al microscopi òptic) que envolta la cèl·lula** i la separa del medi extern.
- L'estructura és gairebé **la mateixa en totes les cèl·lules i en tots els orgànuls citoplasmàtics** per la qual cosa també rep els noms de membrana unitària o membrana cel·lular.
- Va haver un **primer model proposat per Davson i Danielli, el 1935, el model de Sandvitx**, però va ser rebutjat perquè no permetia la fluïdesa de la membrana.
- **El model acceptat actualment és el proposat per Singer i Nicholson el 1972**, i diu que la membrana plasmàtica està constituïda *per una doble capa de lípids a la qual s'associen molècules proteiques, que es poden situar a les dues cares de la superfície d'aquesta doble capa o estar-hi englobades. Es forma una estructura anomenada mosaic fluid*, gràcies a la facilitat de totes les molècules per moure's.

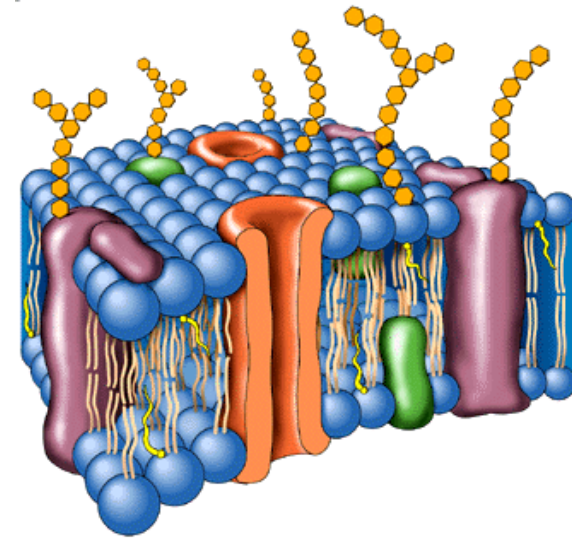
LA MEMBRANA PLASMÀTICA

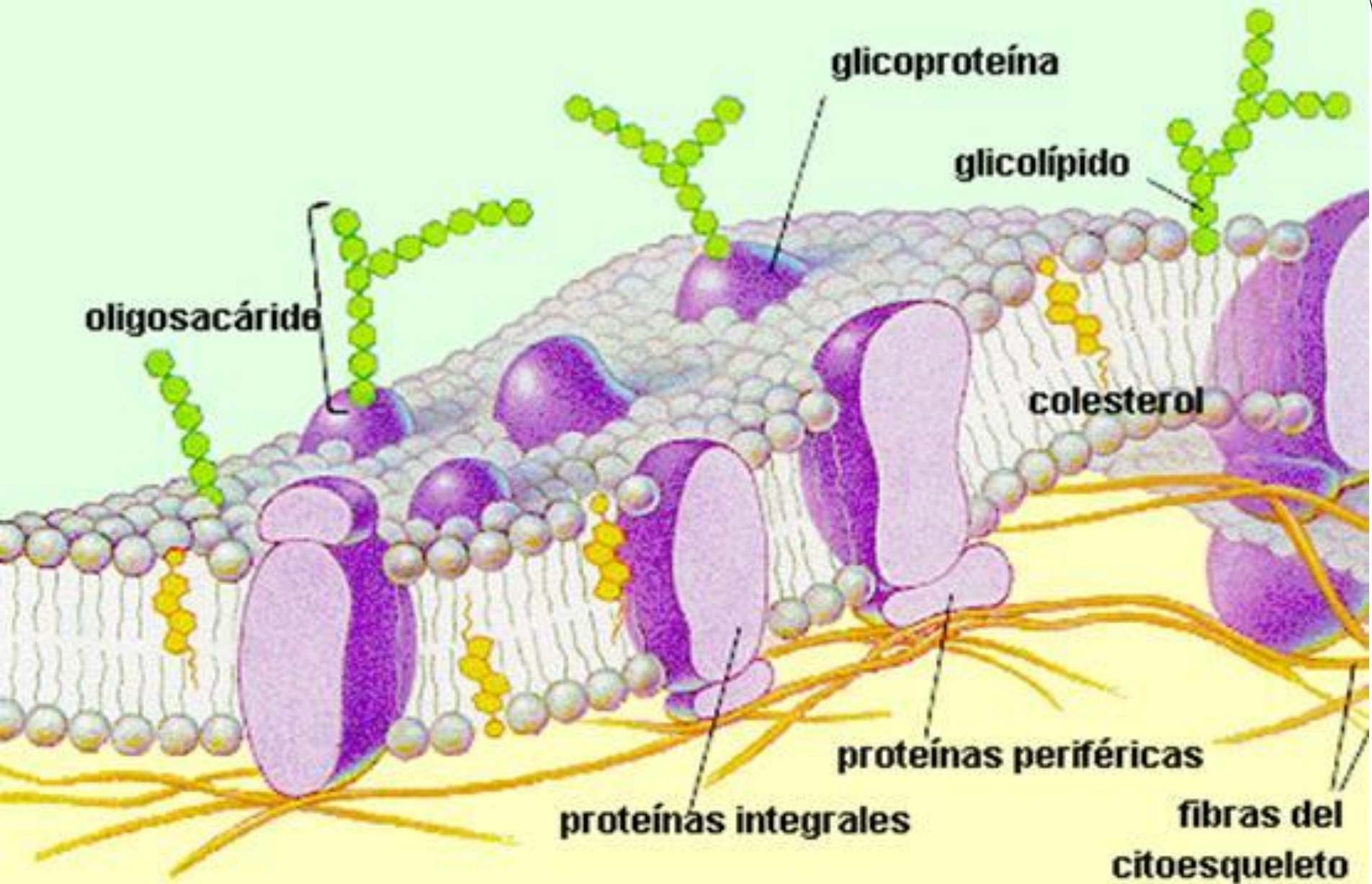
1.2. Composició

A) Els lípids

- Els lípids constitueixen aproximadament un **40 %** de la massa de la membrana i estan disposats en forma d'una doble capa contínua. Aquesta **bicapa lipídica** constitueix l'estructura bàsica de la membrana i actua de *barrera relativament impermeable al pas de la majoria de substàncies hidrosolubles (ions i la majoria de molècules polars)*
- Els lípids que formen la bicapa són: **fosfolípids** (els més abundants), **colesterol i glicolípid**s (glúcids units a esfingolípid)s).
- Són **amfipàtics**: tenen un extrem hidròfil i un altre hidròfob > en medi aquós formen espontàneament bicapes que tendeixen a tancar-se sobre elles mateix.
- La **bicapa** és **fluida** degut als lípids que poden desplaçar-se lliurement

- 1) **Els fosfolípids** presenten un cap hidròfil i dues cues hidrocarbonades hidrofòbiques, que són els àcids grassos, que poden ser més o menys insaturats . Això és important ja que la desigual longitud de les cadenes i el grau de saturació afecta la capacitat dels fosfolípids d'empaquetar-se, i per tant afecta la fluïdesa de la membrana.
- 2) Els **glicolípid**s sols apareixen a la **part externa** sobre la superfície de la membrana. La seva funció és intervenir en la **comunicació entre les cèl·lules**. Són normalment **esfingolípid**s units a **glúcids**.
- 3) El **colesterol** es fixa als altres components lipídics. *Fa menys fluïda la membrana i li dona **estabilitat***





B) Les proteïnes

Les proteïnes constitueixen l'altre **60 % de la membrana** (tot i que el percentatge varia d'una membrana a una altra). Són globulars.

Segons el grau d'associació a la membrana es classifiquen en:

1) Proteïnes integrals o intrínseques.

- Poden estar associades a la cara externa o a la interna o travessar tota la bicapa. En aquest cas s'anomenen transmembranoses
- Formen enllaços amb els lípids i només se separen amb tractaments forts (detergents, dissolvents orgànics...)
- També s'uneixen per enllaços covalents amb els glúcids i formen glucoproteïnes

2) Proteïnes perifèriques o extrínseques.

- Estan adosades a la bicapa. Estan unides per enllaços de tipus iònic (no covalent) i se separen de la membrana amb facilitat.
- Apareixen principalment a la cara interna.

1.3. Propietats de la membrana

La membrana presenta tres propietats derivades de la seva composició:

- a) Estructura asimètrica. No té la mateixa composició en ambdues cares. Només té glicolípid i glicoproteïnes (glicocàlix) a la cara externa** de les cèl·lules animals. Les proteïnes de la membrana també es distribueixen de manera heterogènia, ja que algunes únicament es disposen a la superfície externa, mentre que d'altres són específiques de la cara interna.
- b) Es comporta com a semipermeable.** És selectiva per a l'intercanvi i el transport de substàncies
- c) Estructura dinàmica, és fluïda.** Les molècules que la componen es desplacen lateralment. Això permet que la membrana pugui autoreparar-se (autotancament) si sofreix una ruptura o fusionar-se amb qualsevol altra membrana. Els moviments que fan són:

Moviments de les molècules de la membrana

Moviment dels fosfolípids de la bicapa

Cada molècula de fosfolípids pot:

- a) **rotar** sobre el seu eix
- b) **flexionar-se**
- c) **desplaçar-se lateralment** per difusió lateral i intercanviar-se amb molècules veïnes.
- d) **moviment de flip-flop**, què es el canvi de capa d'una molècula, de la monocapa superior a la inferior, o viceversa. És un moviment restringit i poc freqüent. Està catalitzat pels enzims flipases.

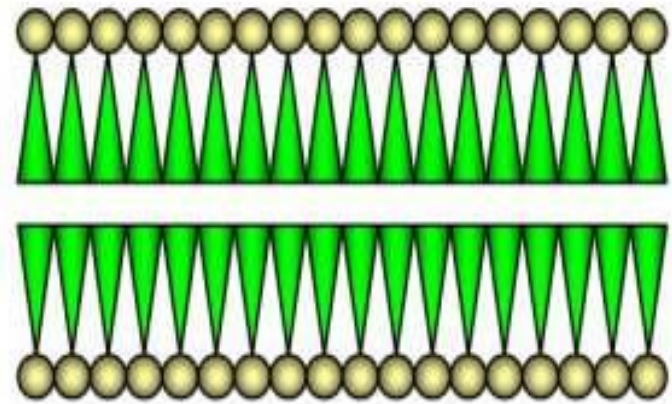
Moviment de les proteïnes

Les proteïnes integrals també poden moure's per **difusió lateral**. També tenen zones hidròfiles i hidròfobes.

Anfipáticas

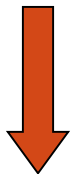


autoensamblaxe

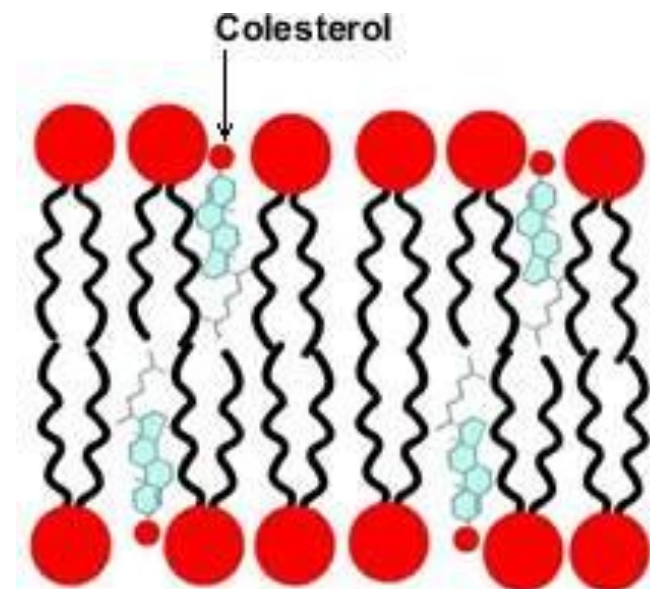
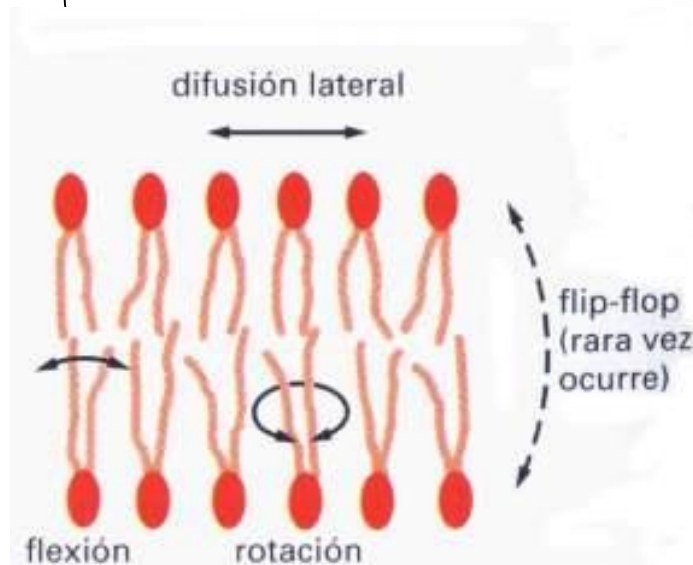
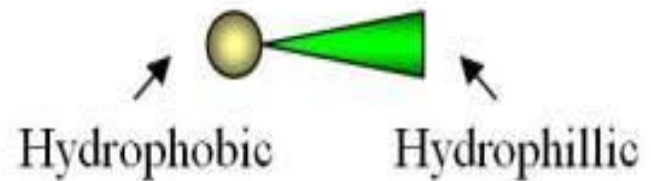


Movimientos:

bicapa
rotación
flip-flop



Fluidez



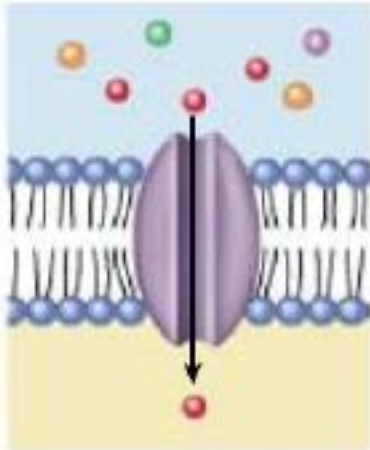
La fluïdesa de la membrana depén de:

- Del nombre de **dobles enllaços en els àcids grassos dels fosfolípids**. *A més insaturacions, major fluïdesa.*
- De la longitud de la cadena hidrocarbonada dels àcids grassos. *Més llargues menys fluïdesa*
- Presència de **colesterol**, que redueix la fluïdesa i dona estabilitat a la membrana en interferir en la mobilitat de les cadenes laterals dels àcids grassos.
- La **temperatura**
A menor temperatura, menor fluïdesa. A això es deu el diferent comportament fisiològic dels animals homeotermes i poiquilotermes en èpoques fredes.
- També depén del tipus de **proteïnes**

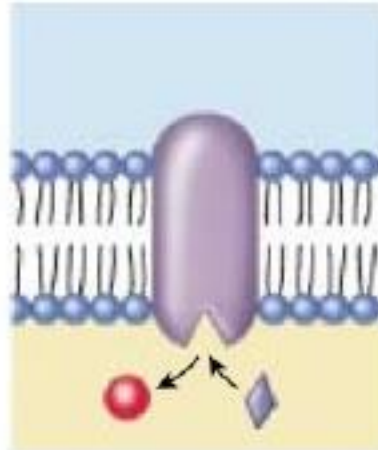
1.4. Funcions de la membrana cel·lular

- **Permeabilitat selectiva** per mantenir estable el medi intracel·lular amb la regulació del pas d'aigua, molècules i elements. Proteïnes i lípids. (transport passiu i actiu)
- **Confereix a la cèl.lula individualitat**
- **Reconeixement cel·lular** (glúcids de la part externa) i **intercanvi de senyals i contacte amb altres c.** (proteïnes)
- **Delimitar compartiments intracel·lulars**
- **Divisió i desenvolupament cel·lular** (citocinesi)
- **Realitzar processos d'endocitosi i exocitosi**

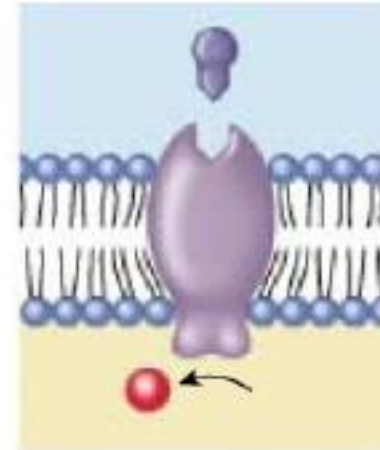
Proteínas tienen variadas funciones:



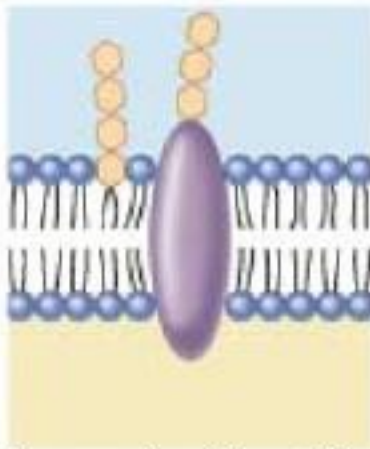
Transportadora



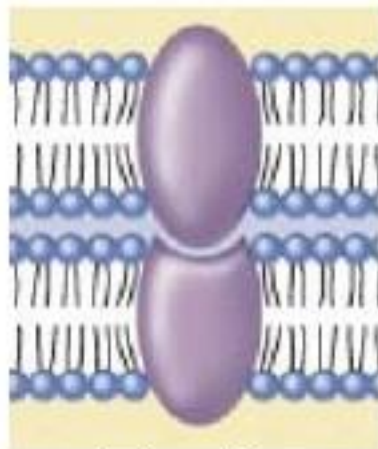
Enzima



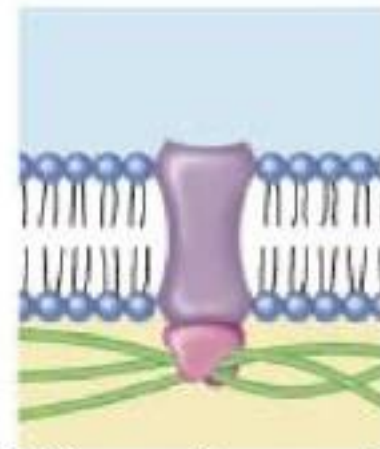
Receptor



Marca de identidad

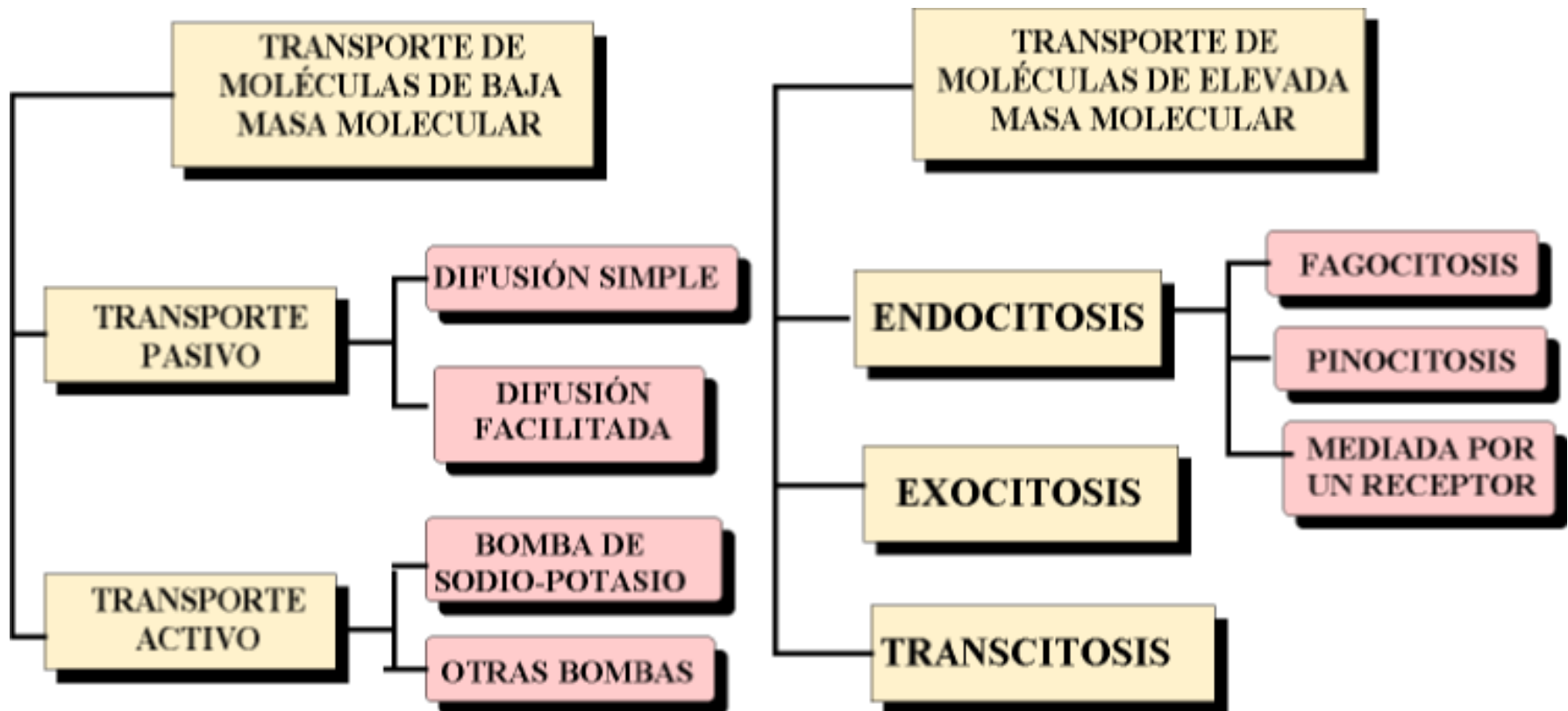


Adhesión



Unión a citoesqueleto

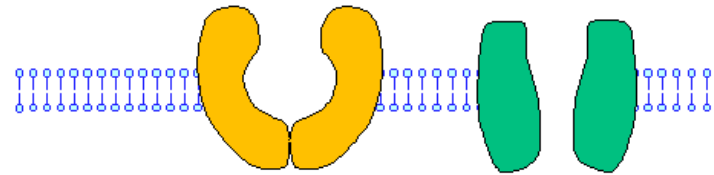
2. El transport a través de la membrana plasmática



2. El transport a través de la membrana plasmàtica

- La bicapa lipídica de la membrana actua com un **barrera que separa dos medis aquosos**: el medi extern del citoplasma.
- Manté el medi intern amb una elevada concentració molecular, a més d'una càrrega elèctrica interna de signe negatiu.
- Les cèl·lules requereixen nutrients de l'exterior i també necessiten eliminar substàncies de rebuig procedents del metabolisme. A més, han de mantenir el seu medi intern estable, amb la regulació de la concentració interna, per a la qual cosa transporten, a través de la membrana, aigua i soluts.
- La membrana presenta una **permeabilitat selectiva, ja que permet el pas de xicotetes molècules**, sempre que siguen lipòfiles, però regula el pas de molècules no lipòfiles. Hi ha dues modalitats de transport: una de passiva, sense desgast d'energia i una d'activa, amb consum d'energia.

2.1. Transport passiu



TRANSPORTE PASIVO

- És un procés *espontani de difusió de substàncies a través de la membrana. Sempre es produeix a favor de gradient*, és a dir, del medi on n'hi ha més al medi on n'hi ha menys. **No requereix despesa energètica en forma d'ATP.**
 - **Gradient de concentració.** Les molècules, per simple difusió, passen des del medi on es troben més concentrades cap al medi on la concentració és més baixa.
 - **Gradient elèctric.** Generalment el medi extern és positiu i l'intern **negatiu**. Per simple difusió, els ions amb càrrega positiva entren a la cèl·lula i els ions negatius ixen.
- La conjunció dels dos gradients origina el **gradient electroquímic que facilita o redueix la difusió** de les molècules a través de la membrana.

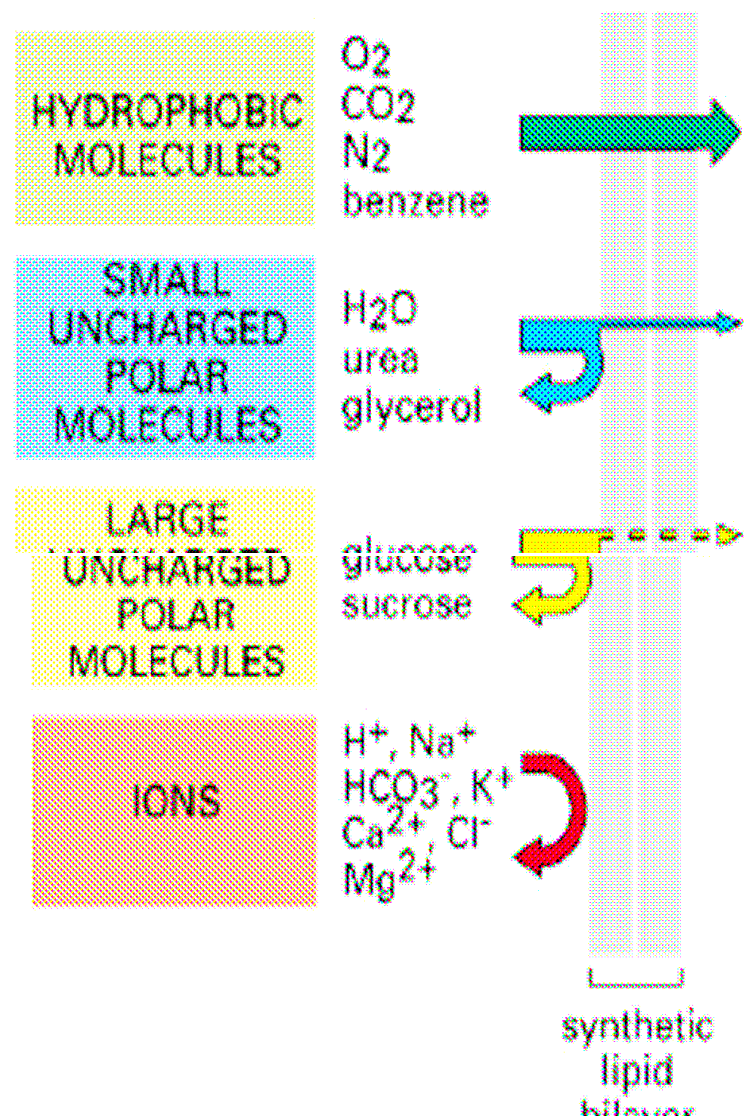
Tipus de transport passiu

- **Difusió simple:** pas de molècules menudes a favor de gradient a través de la bicapa lipídica. Més ràpid quan més menudes siguin les molècules i quan més gran siga el gradient. Per difusió entren o ixen hormones esteroides, O₂, N₂, H₂O, CO₂, urea...
- **Difusió facilitada:**
 - **Per proteïnes canal,** són pr. transmb, que tenen un canal intern. Normalment estan tancades. S'obren per voltatge (canvi en el potencial de mb) o per un lligand que provoquen que s'obri el canal. Transporten ions.
 - **Per proteïnes transportadores o permeases** són pr. transmb, **específiques** per a un determinat tipus de compost (aa, sucres, nucleòtids...). Algunes canvien la conformació (a l'exterior estat pong i a l'interior ping).

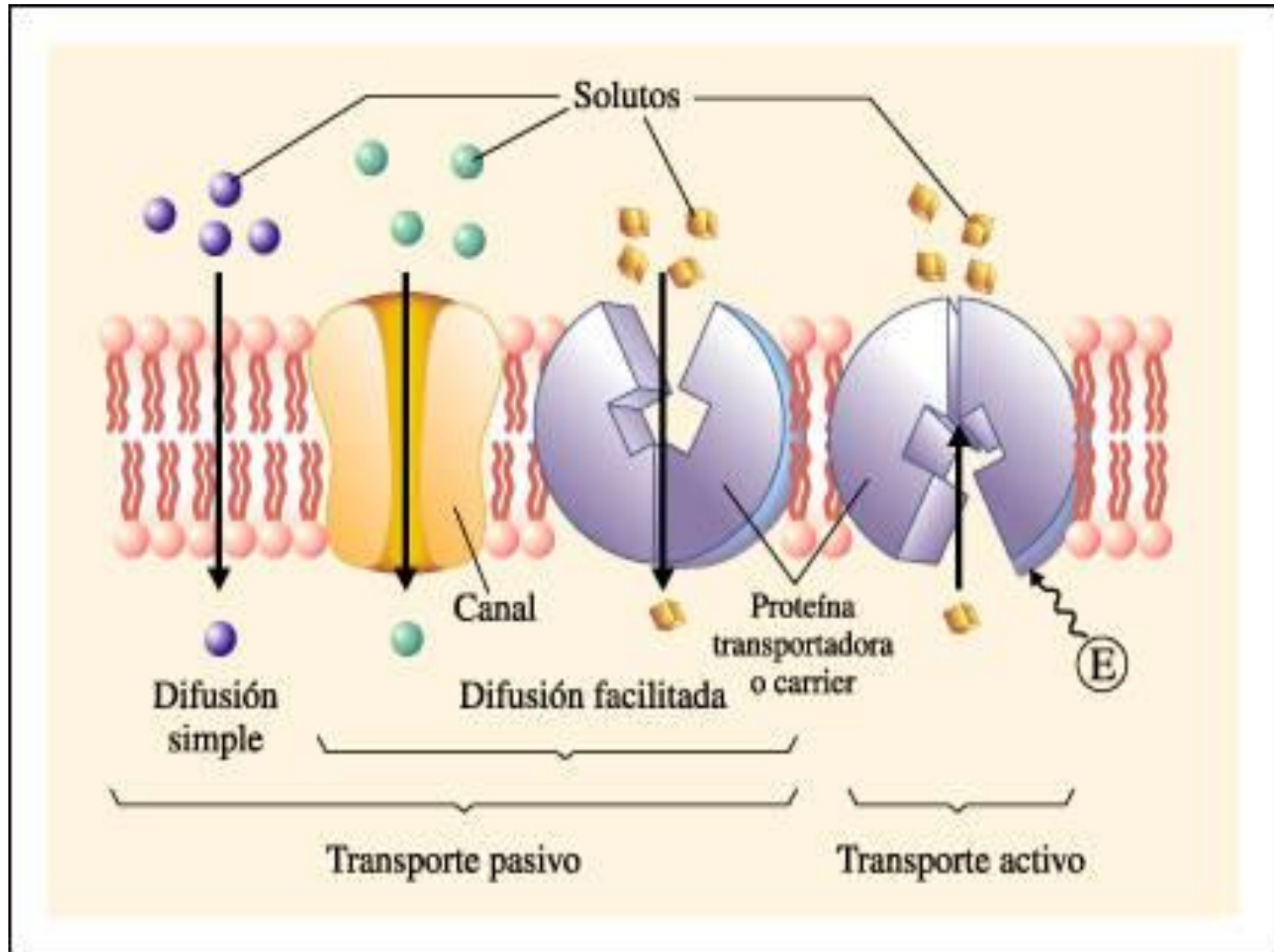
- totalment permeable a molècules hidrofòbiques

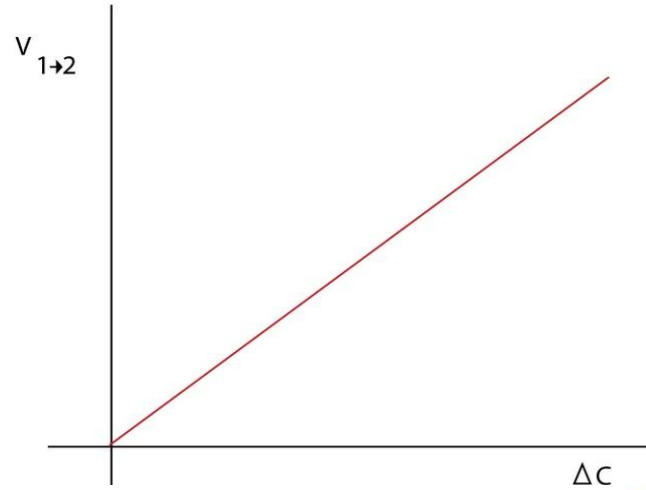
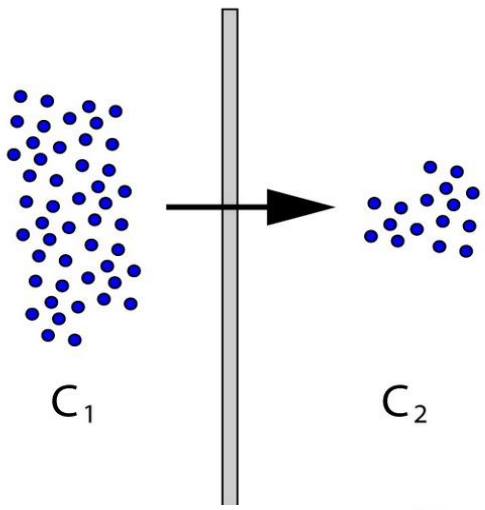
- parcialment permeable a molècules polars

- totalment impermeable a ions

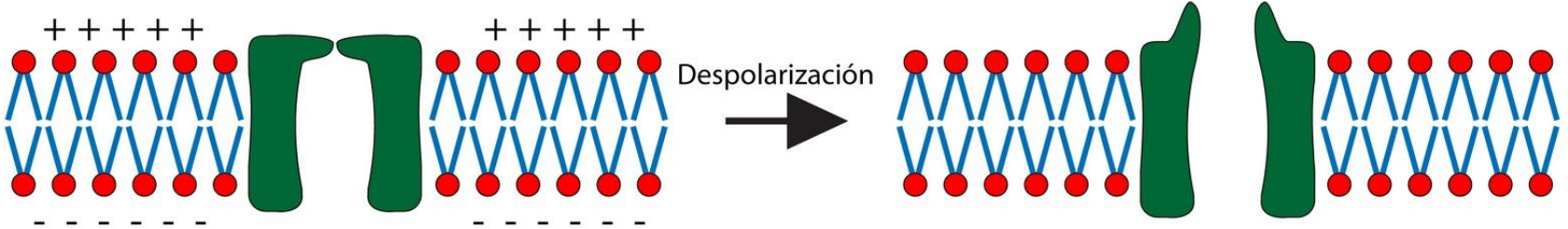
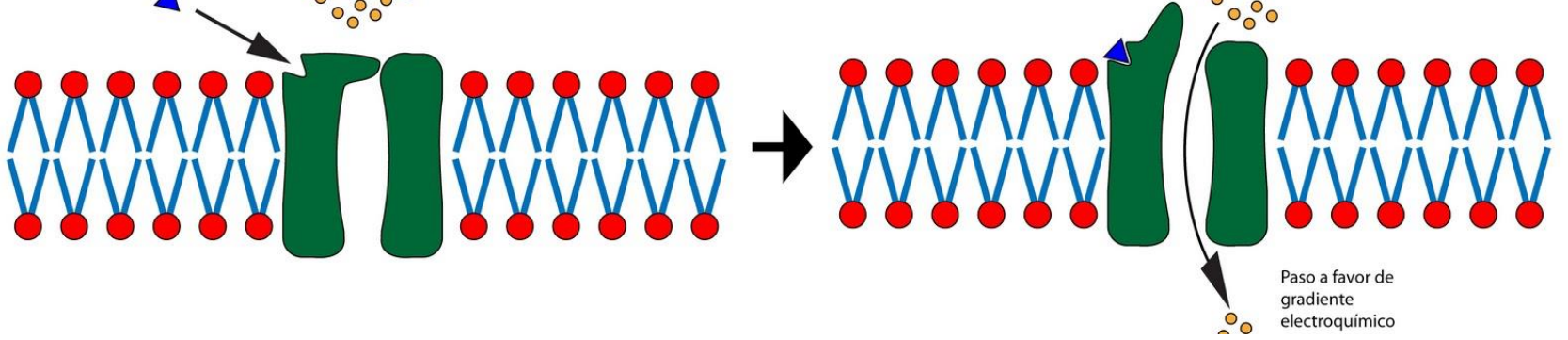


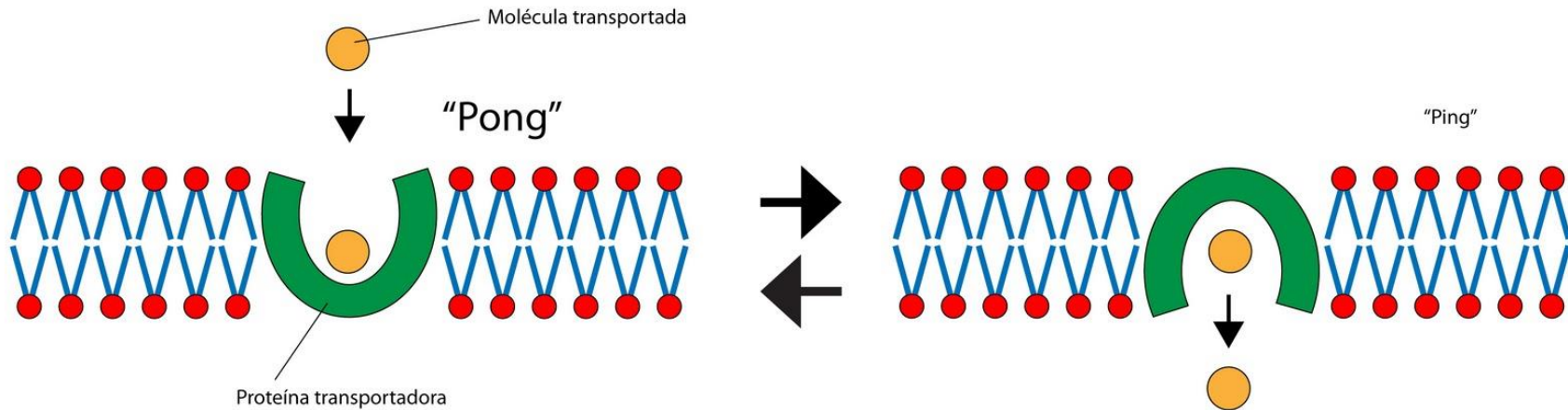
Transport a través de la membrana





Ligando Soluto

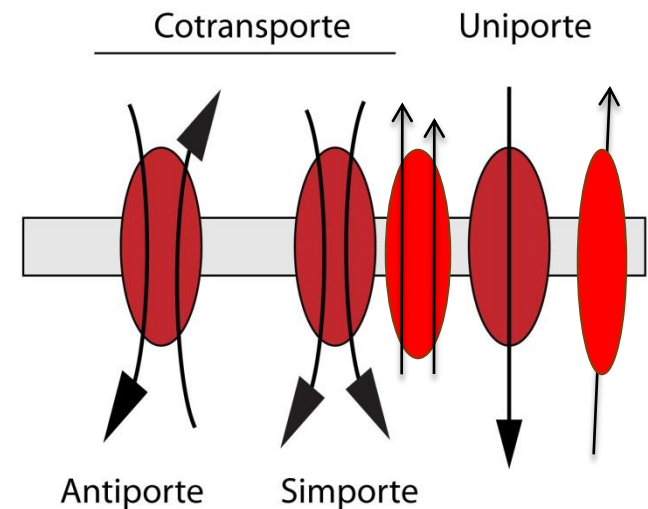




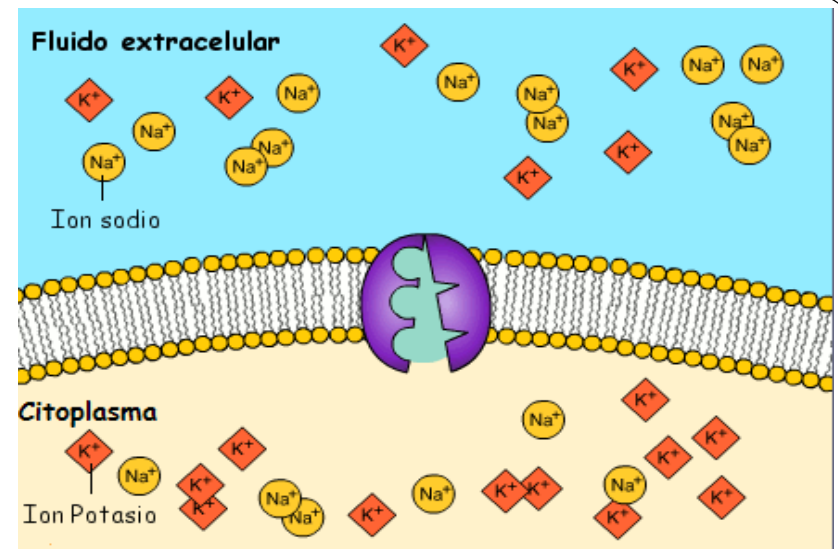
El transport pot ser:

- **Simple o uniport**, quan passa un solut en una direcció determinada
- **Cotransport**: passen dos tipus distints de substàncies. Potser de dos tipus:

- **Antiporte**: si passen en direccions oposades (una entra i l'altre ix).
- **Simporte**: si passen en la mateixa direcció (les dos entren o les dos ixen).

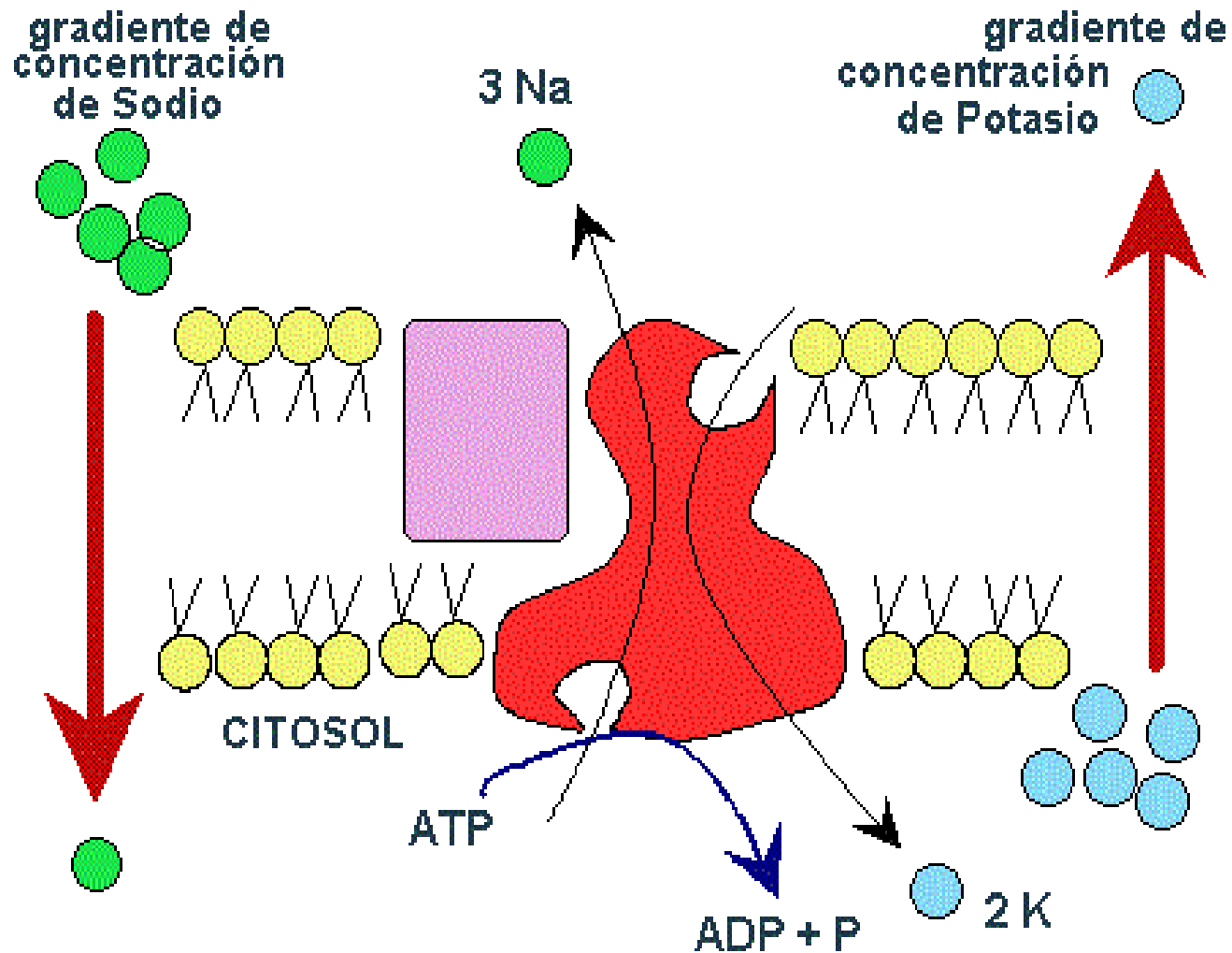


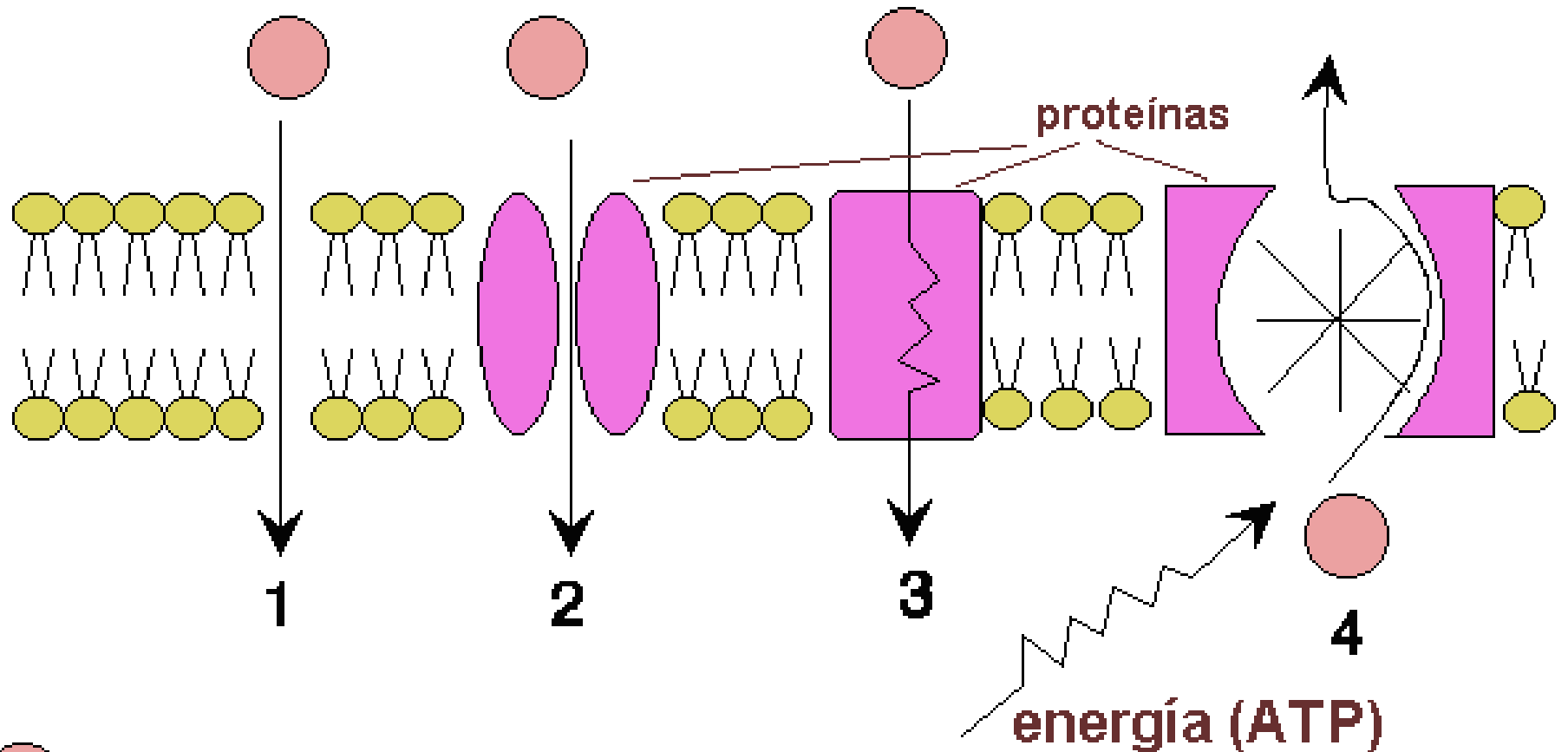
2.2. Transport actiu



- És el transport de substàncies a través de la mb **en contra de gradient electroquímico** i requereix una despesa energètica d'ATP.
- S'utilitzen directament proteïnes anomenades **bombes**. La més important és la **bomba de sodi-potasi**:
Una proteïna transmembrana bombeja ions Na^+ cap a l'exterior de la membrana i introdueix ions K^+ cap a l'interior. Aquesta proteïna actua contra el gradient gràcies a que trenca l'ATP per obtenir l'energia necessària per al transport. Amb cada ATP gastat introdueix 2 K^+ cap a l'interior i trau 3 Na^+ a l'exterior. D'aquesta forma l'exterior de la membrana sempre resulta positiu respecte al medi intern, aquesta diferència de potencial s'anomena **potencial de membrana**.
- Un altre exemple de bomba és la de la glucosa.

Transport actiu





 moléculas transportadas

**** ¿Qué tipo de transporte é o que indican os números?**

2.3. Exocitosi, endocitosi i transcitosi

- L'entrada de macromolècules, bacteris, virus etc. ocorre per processos d'**endocitosi**.
- L'eixida de macromolècules i d'altres partícules ocorre per processos d'**exocitosi**.
- Els dos processos suposen una despesa energètica i la formació de vesícules membranoses.
- Sempre hi ha un equilibri entre l'exocitosi i l'endocitosi per mantenir la mb plasmàtica i el V cel·lular, ja que l'endocitosi suposa una pèrdua de mb i l'exocitosi un guany.

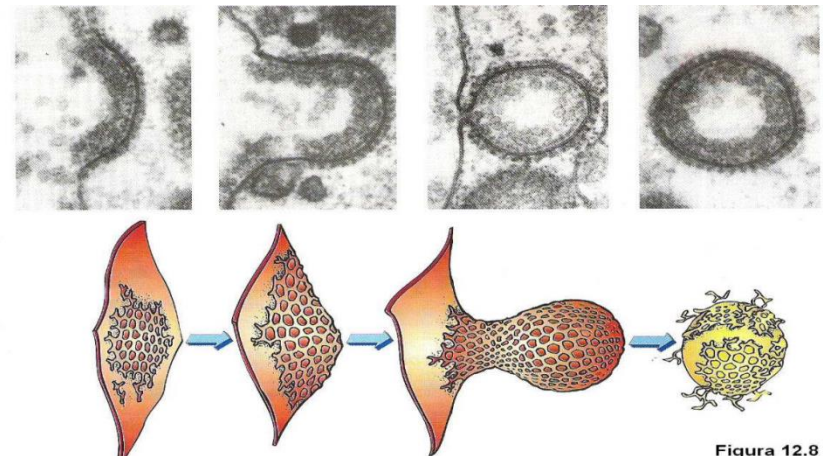


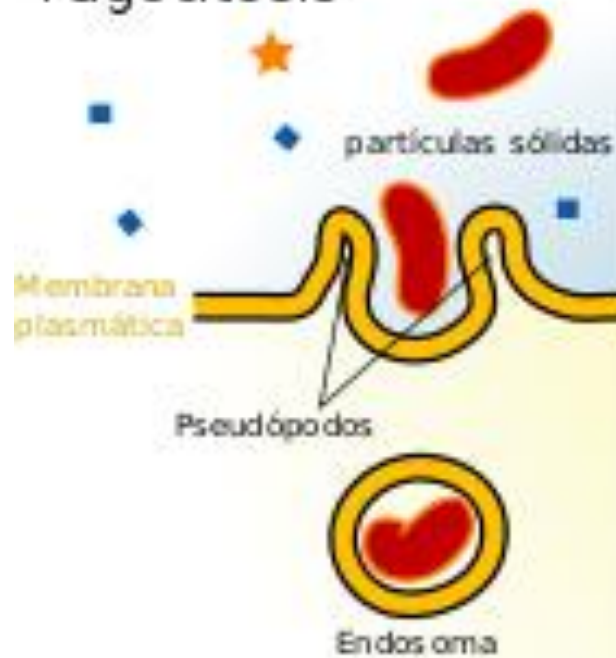
Figura 12.8

Processos d'endocitosi

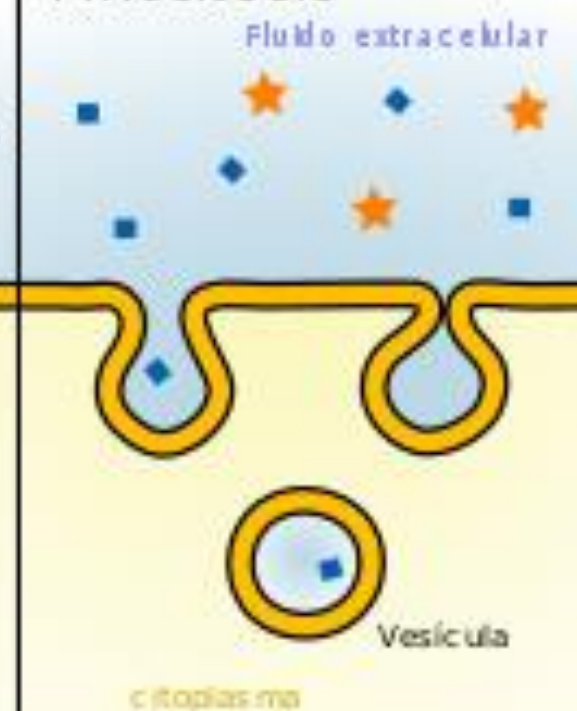
- La mb plasmàtica de la cèl·lula s'invagina i forma una vesícula englobant les partícules del medi. En el citoplasma les vesícules s'uneixen a lisosomes per ser digerides.
- Pot ser:
 - ✓ **Simple**
 - ✓ **Mediada per receptors**: macromolècules específiques (colesterol, insulina...) s'uneixen a receptors específics de la cara externa de la mb i en la cara interna s'associen a la pr filamentosa, clatrina. Es formen vesícules revestides, i després la clatrina torna a la mb.
- Segons la grandària de les partícules ingerides, l'endocitosi pot ser:
 - **Pinocitosi**: ingestió de partícules més menudes o líquids. Vesícules només visibles al microscopi electrònic. Ocorre en tot tipus de c.
 - **Fagocitosi**: ingestió de partícules molt grans. Vesícules visibles al microscopi òptic (fagosomes). Només ocorre en algunes c, sobretot les del sistema immunitari i organismes com els protists.

Endocitosis

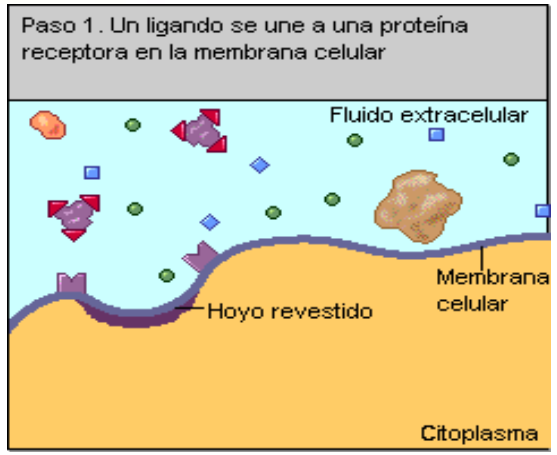
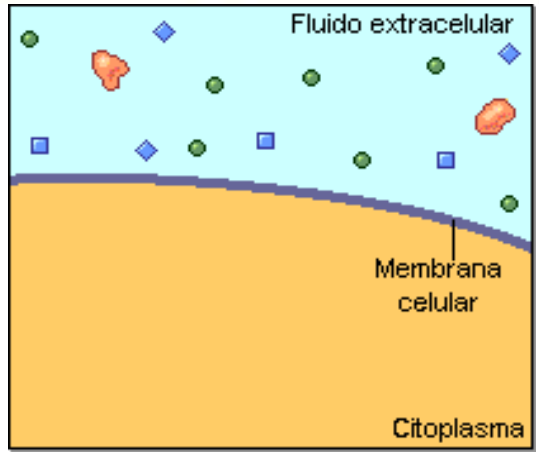
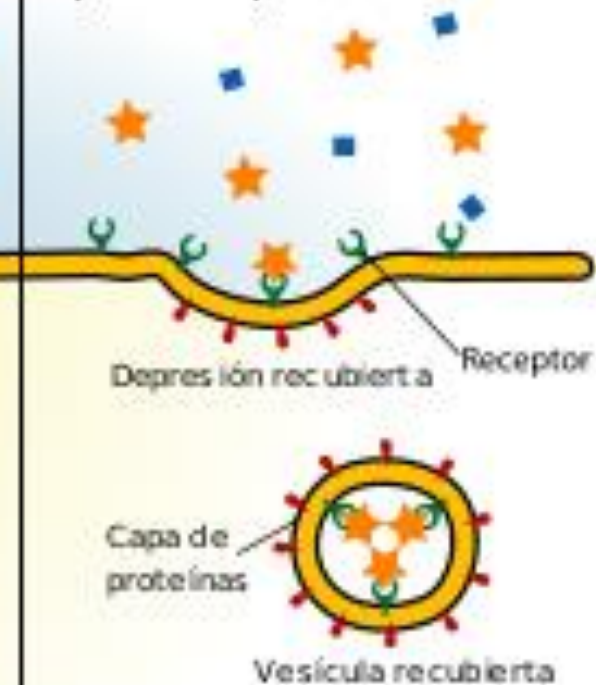
Fagocitosis

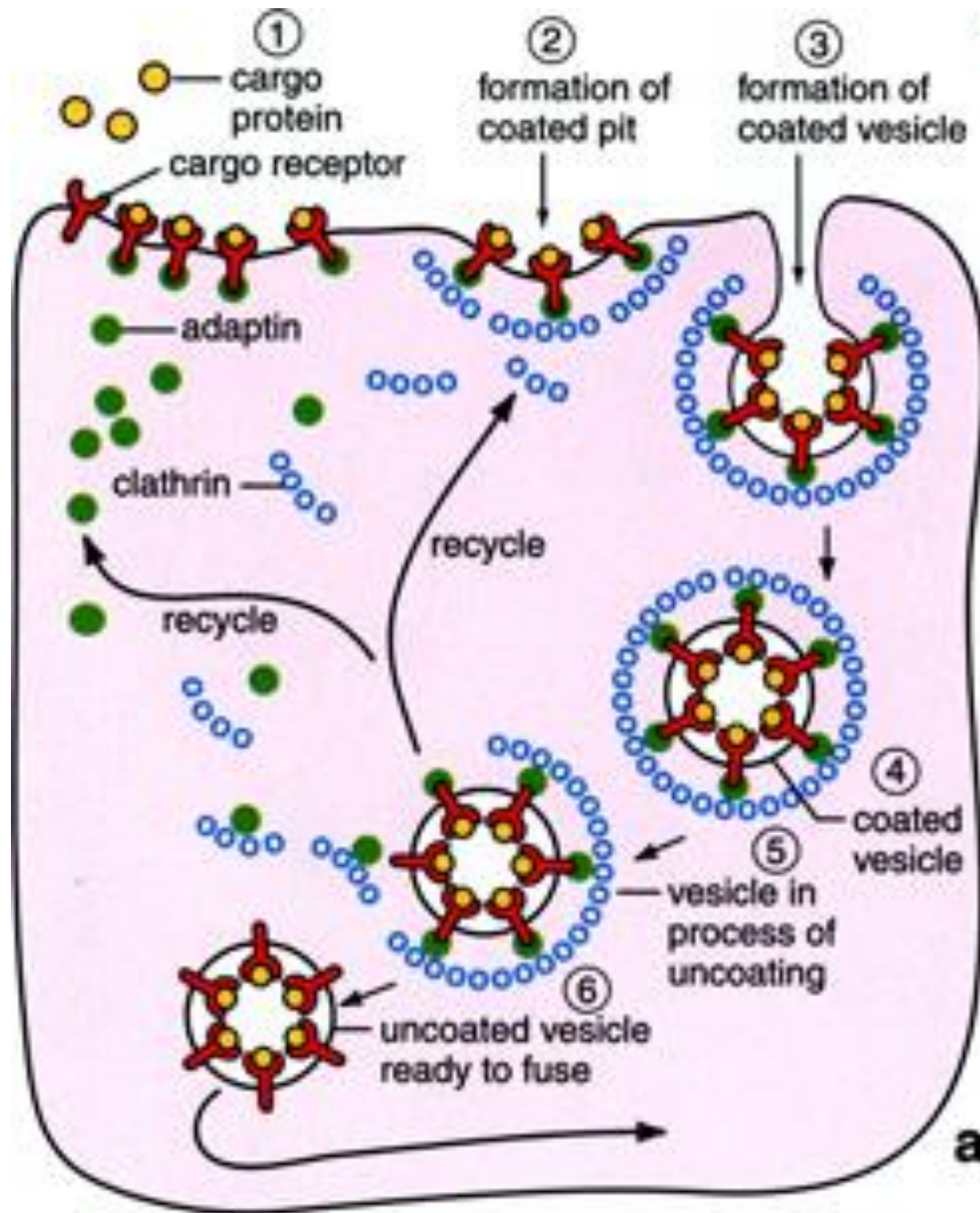


Pinocitosis

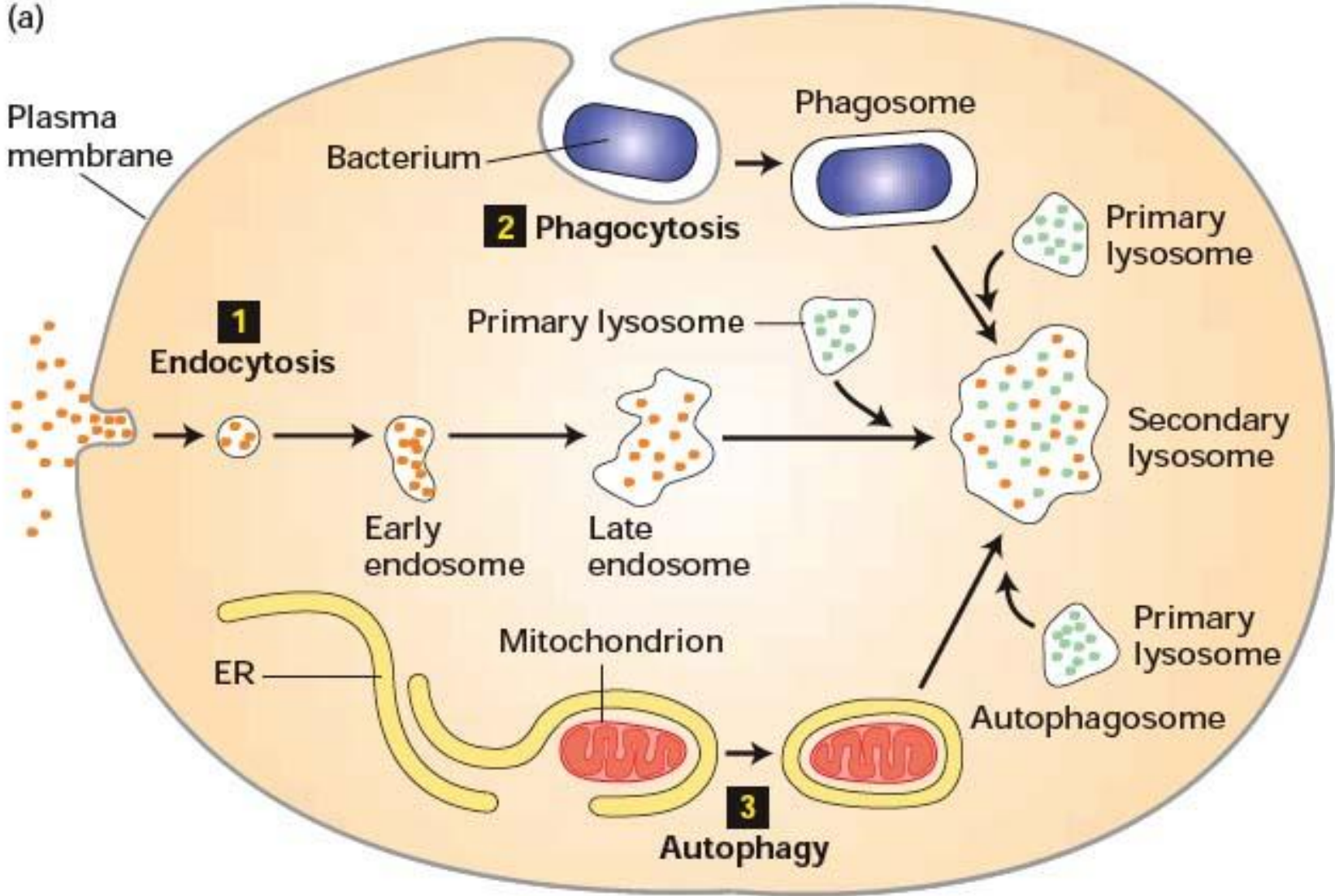


Endocitosis mediada por receptores



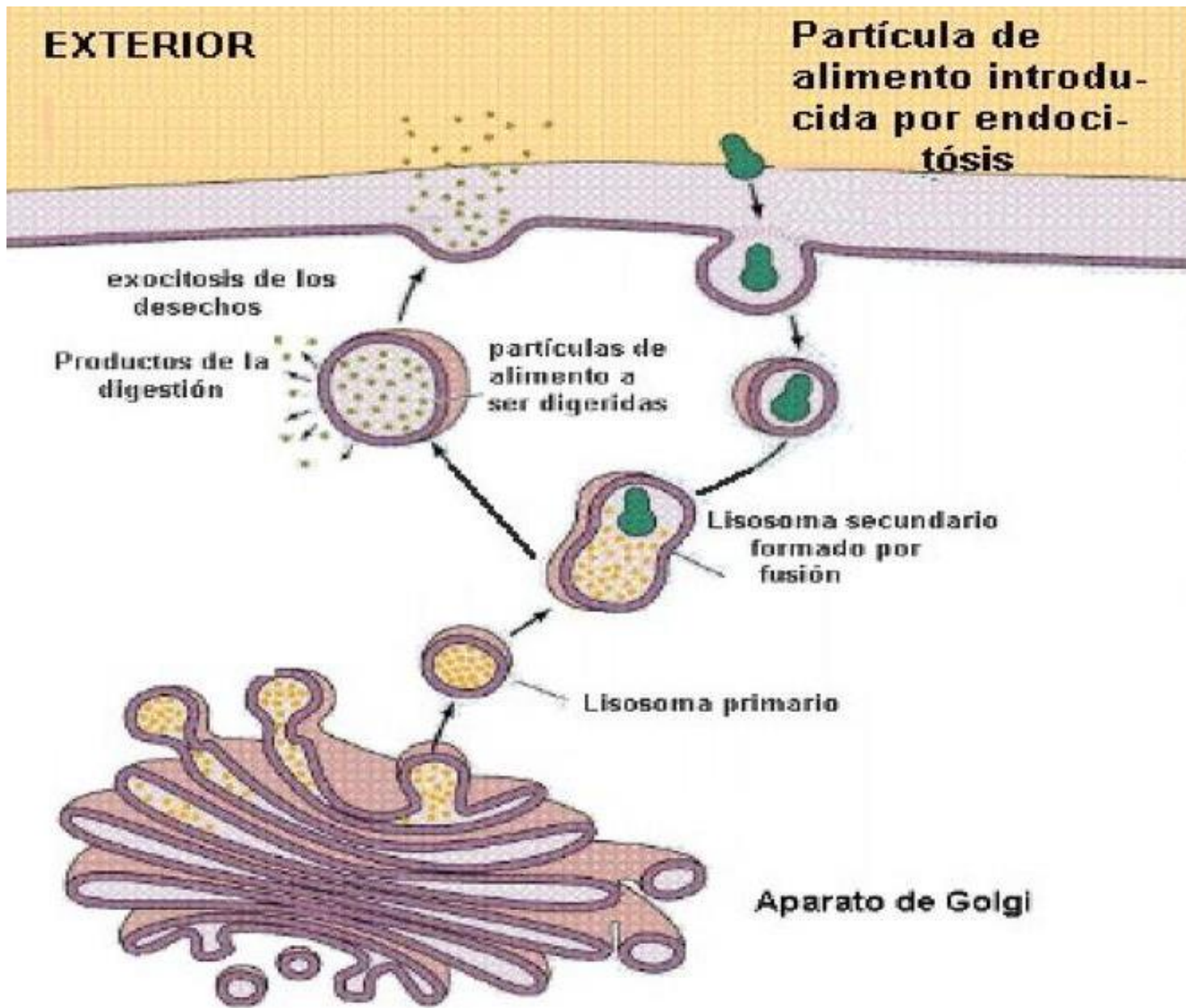


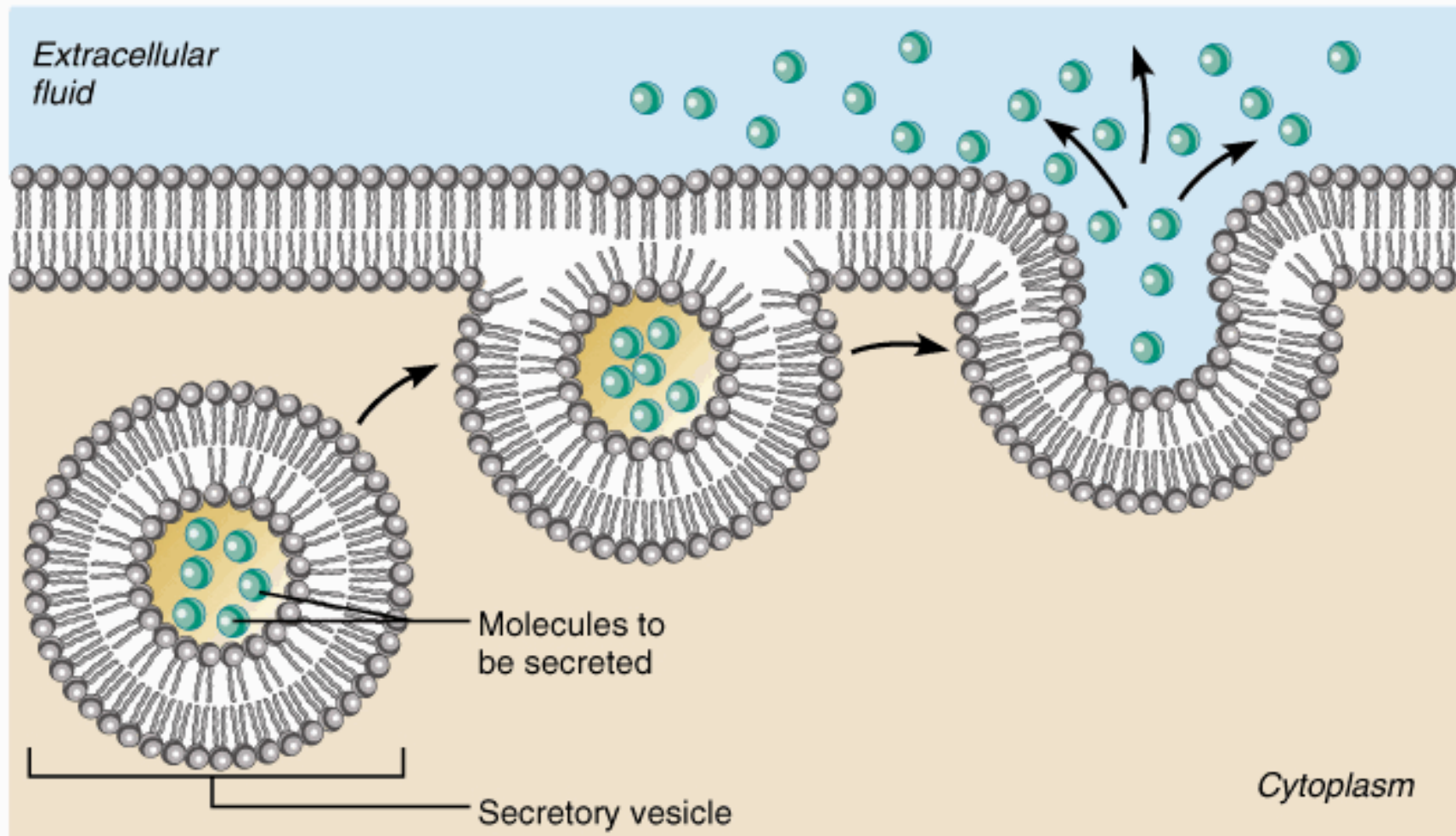
(a)



Processos d'exocitosi

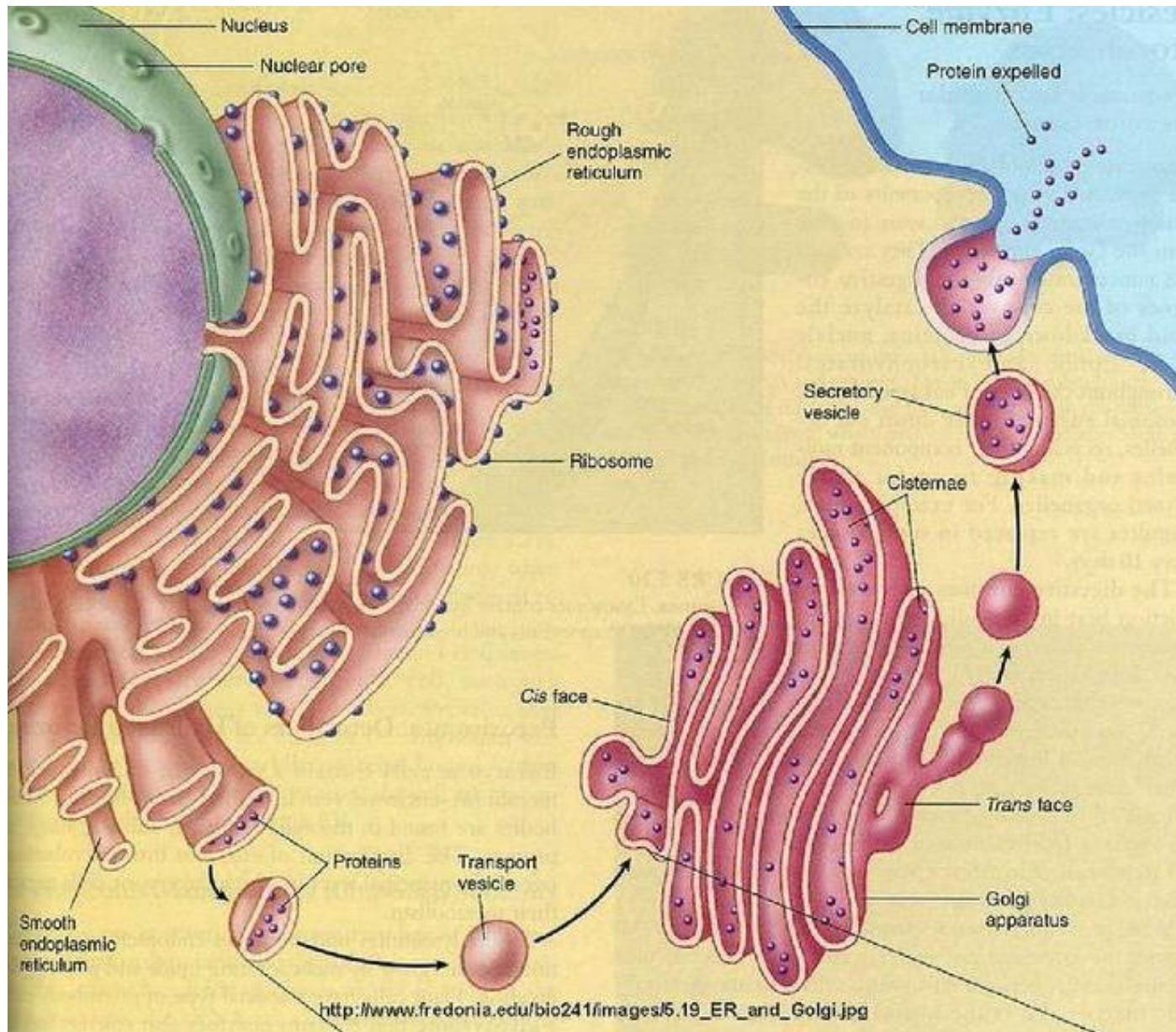
- Secreció de macromolècules i partícules al medi extern de la c. Implica la fusió amb la mb de vesícules del citoplasma cel·lular.
- Les funcions són:
 - **Estructural**: substàncies per formar el glicocàlix
 - **De relació**: interveni de metabòlits o senyals amb altres c o el medi
 - **Excreció**: secreció de productes de rebuig.
- Tipus:
 - **Constitutiva**: es fa de manera contínua a partir de vesícules del RE, Ap de Golgi. Ocorre per qualsevol part de la mb
 - **Regulada**: sols davant d'alguns estímuls externs i sols es fa per llocs concrets de la mb. Típica de c. secretores de glàndules exocrines (secreció d'enzims digestius) o endocrines (hormones) o de les neurones que alliberen neurotransmissors.





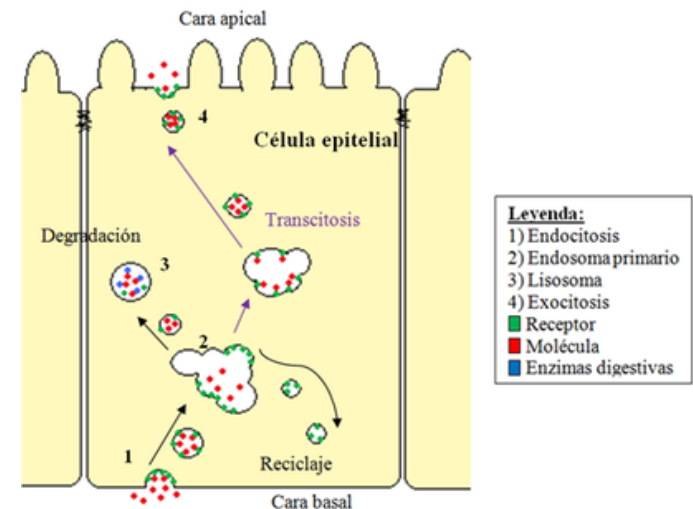
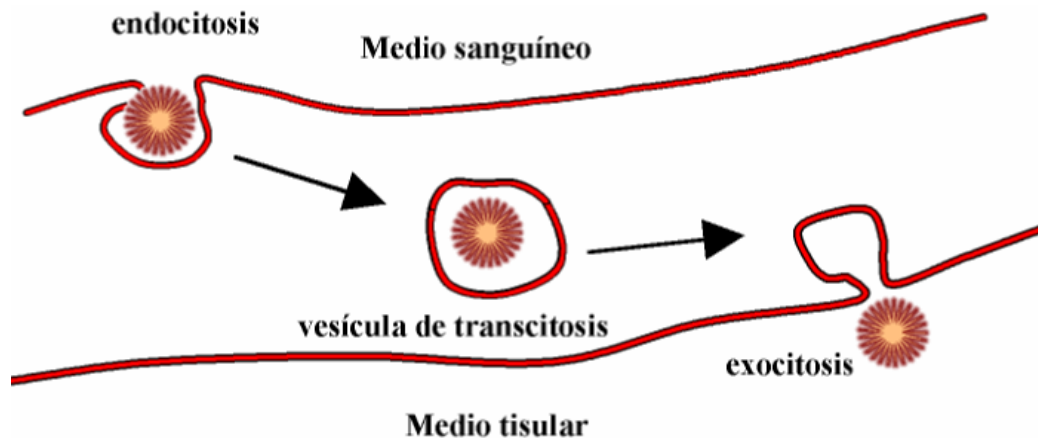
(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.



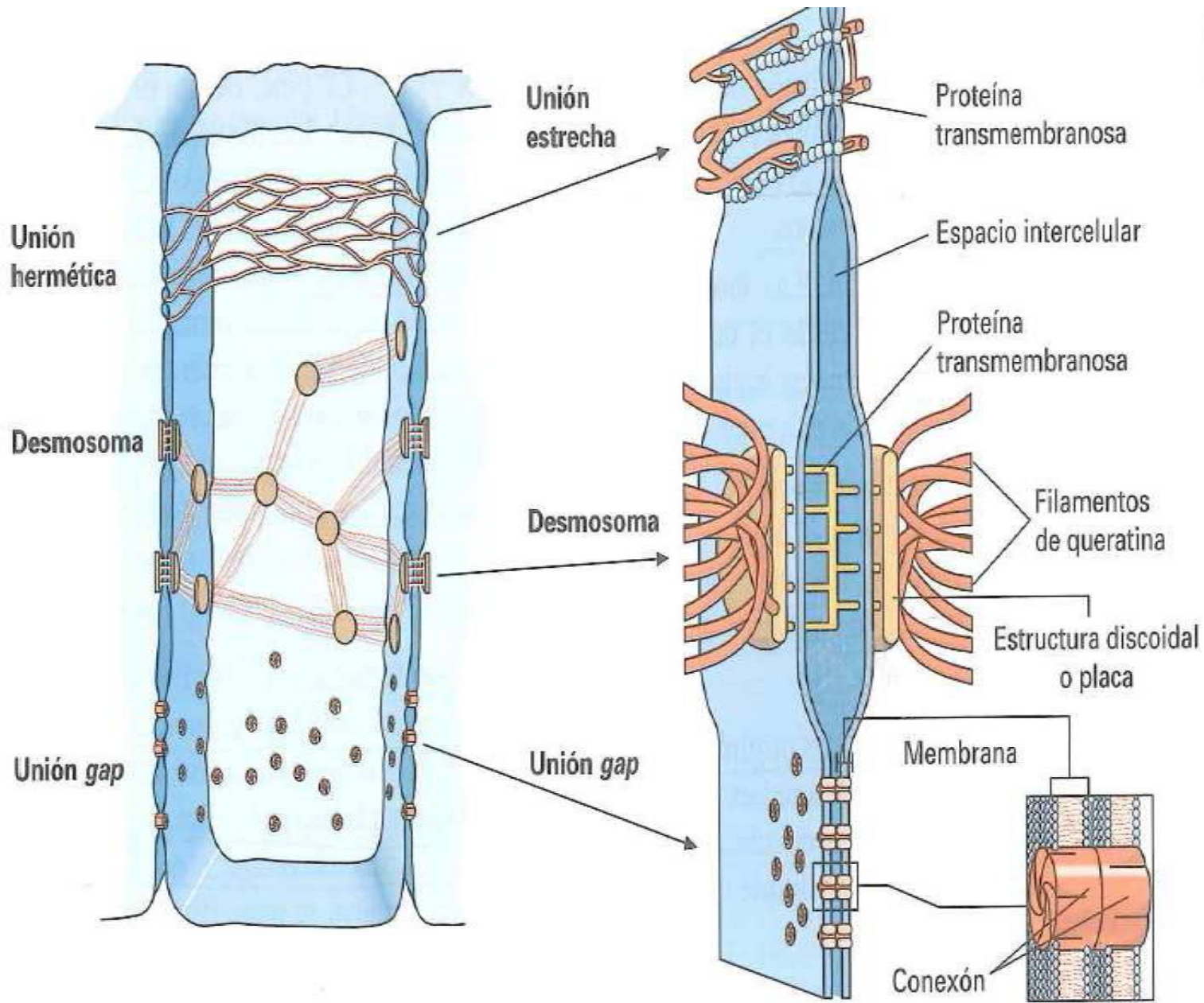
Processos de transcitosi

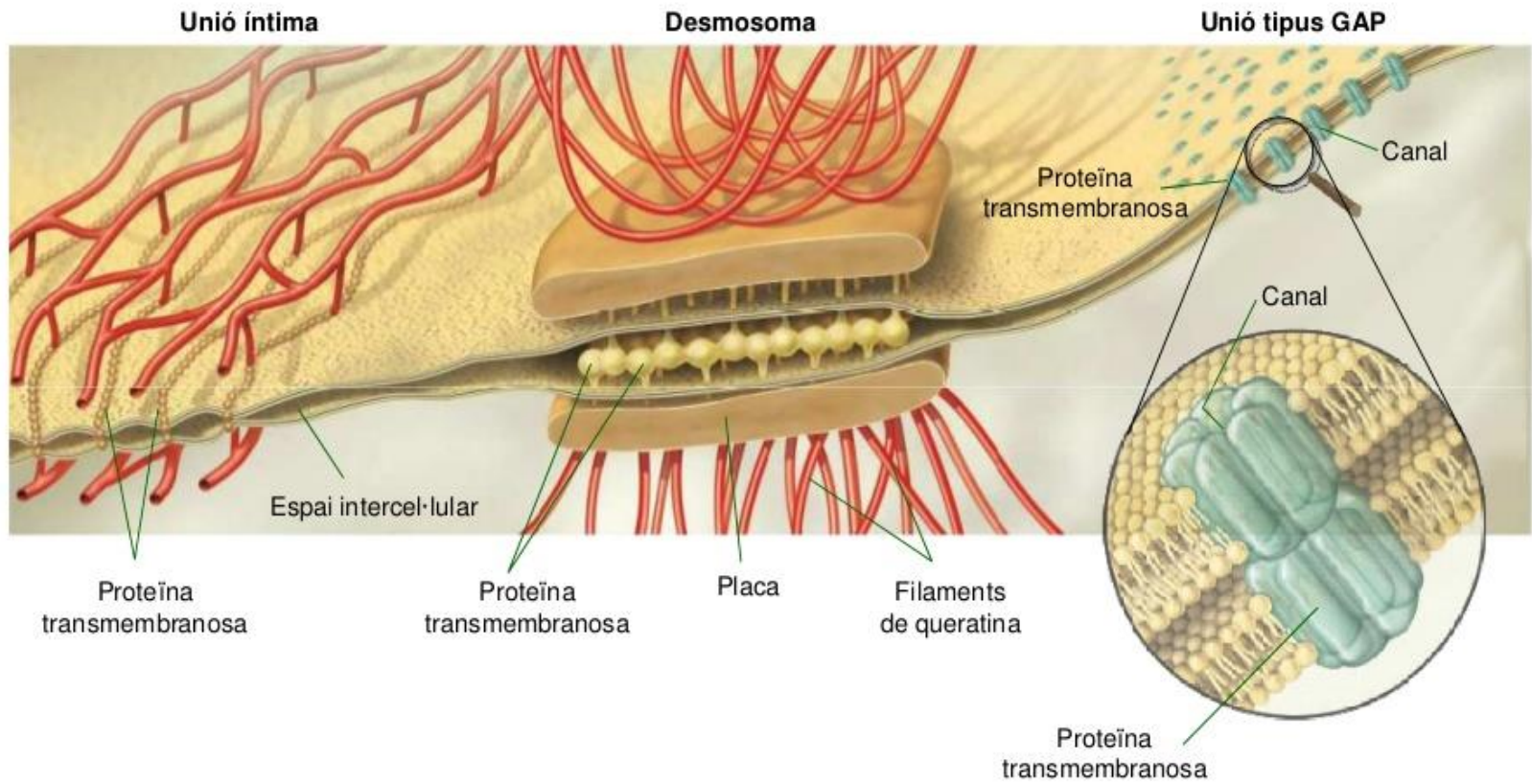
- Conjunt de processos que permeten a una substància travessar tot el citoplasma cel·lular des d'un pol a l'altre.
- Implica una endocitosi i una exocitosi. És típic de les c. dels capil·lars sanguinis (transportant així les substàncies des del medi sanguini fins als teixits que envolten els capil·lars), de les neurones i de cèl·lules intestinals.



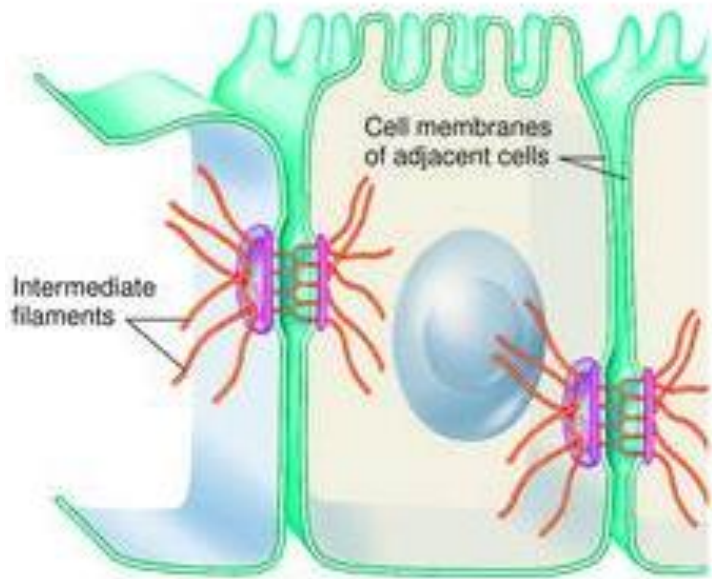
3. Contactes cel·lulars

- Les unions de contacte cel·lular són necessàries per constituir teixits. Moltes vegades són generades per substàncies intercel·lulars secretades per les mateixes cèl·lules i d'altres són degudes a especialitzacions de la membrana plasmàtica.
- Especialitzacions de la mb hi ha de tres tipus:
 - **unions íntimes, impermeables, oclusives o hermètiques**
 - **desmosomes o unions adherents**
 - **unions de comunicació o de tipus *gap***





- Les **unions íntimes, impermeables, oclusives o hermètiques:** són unions que no deixen espai intercel·lular. Són pr que solden les mb entre si (com si fos una "cremallera"). Aquestes unions estan reforçades per proteïnes filamentoses intracel·lulars. No permeten el pas de substàncies. Ex: c epitelials de l'intestí.
- Els **desmosomes o unions adherents:** són unions puntuals que deixen un gran espai intercel·lular. Ancoren c, però sense impedir el pas de substàncies per l'espai intercel·lular. Tenen estructures proteiques de forma discoïdal anomenades plaques, de les quals surten proteïnes transmembranoses que s'uneixen fortament a les proteïnes procedents d'una placa de la cèl·lula contigua. El desmosoma es troba unit al citosquelet per una xarxa de filaments de queratina. Teixits epitelials
- Les **unions de comunicació o de tipus gap:** són unions que deixen un petit espai intercel·lular. Estan constituïdes per dos connectors. Un que travessa la membrana plasmàtica i s'uneix a un altre connector de la cèl·lula contigua. **Són unions de comunicació, ja** que, a més d'ancorar cèl·lules, posen en comunicació els seus citoplasmes. Uneixen, per exemple, cèl·lules del teixit muscular cardíac



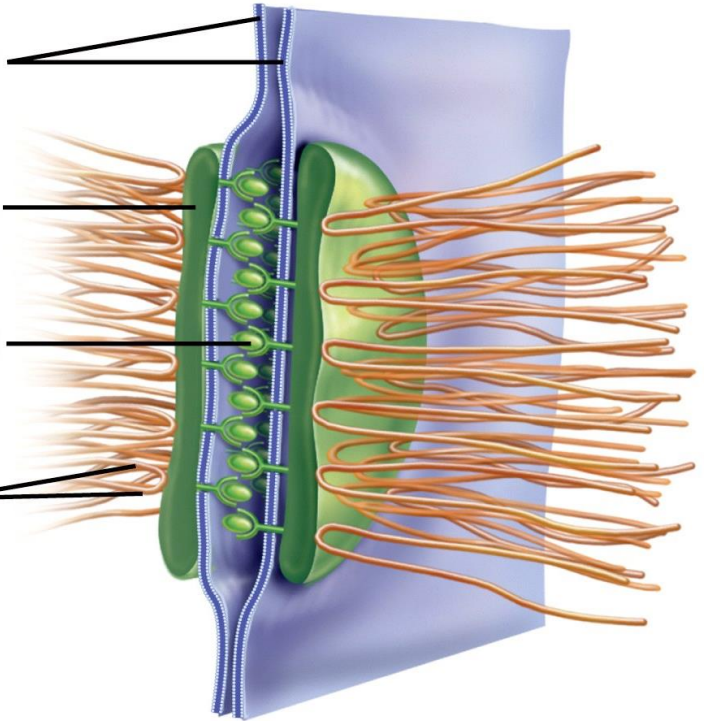
Three-dimensional view of desmosome

Plasma membranes
of adjacent cells

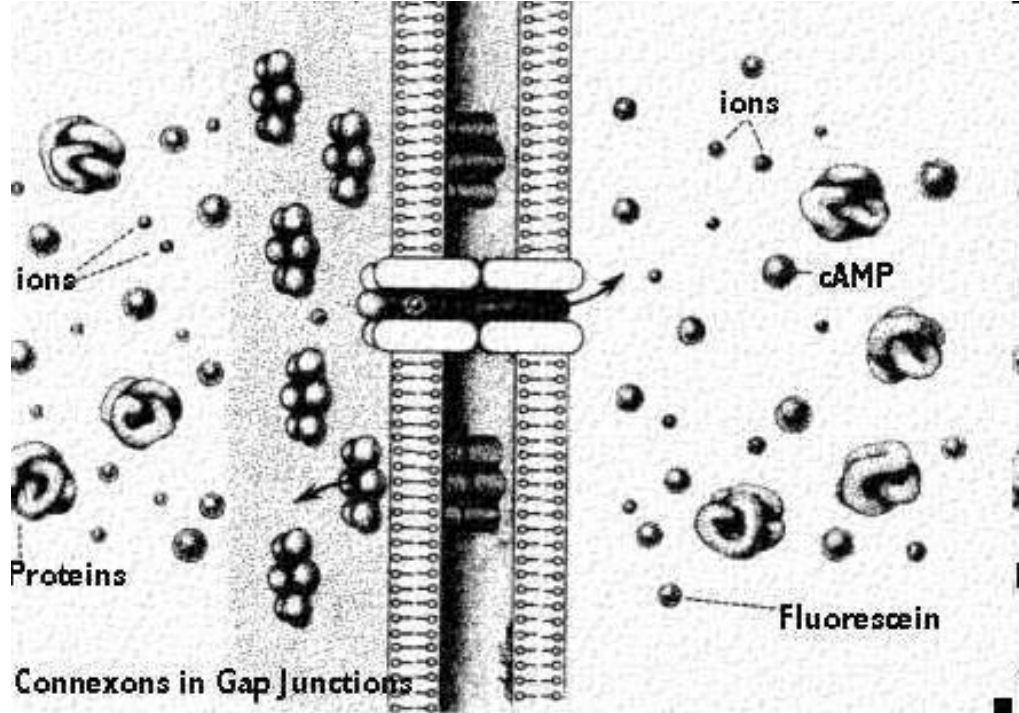
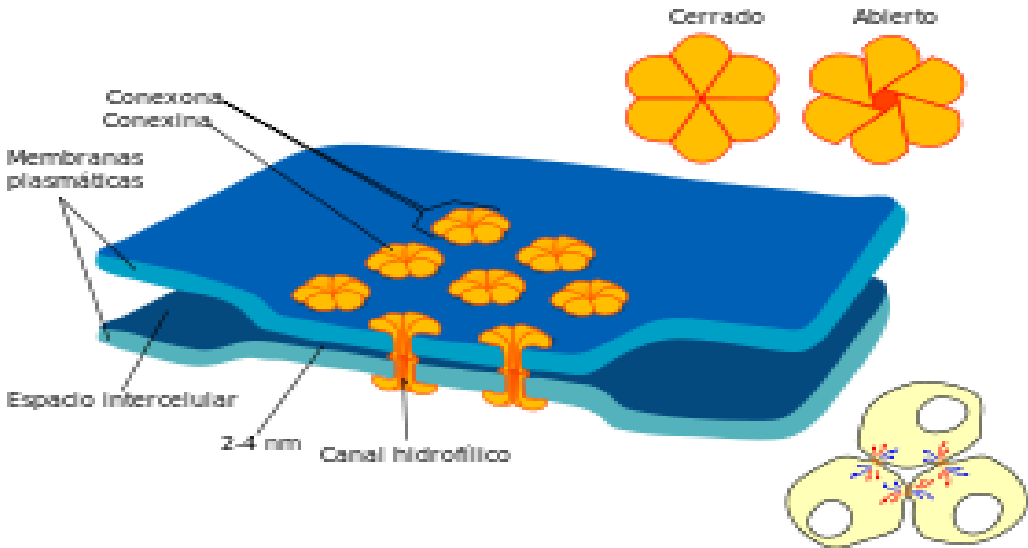
Anchoring proteins
in each cell

Membrane proteins
that link cells

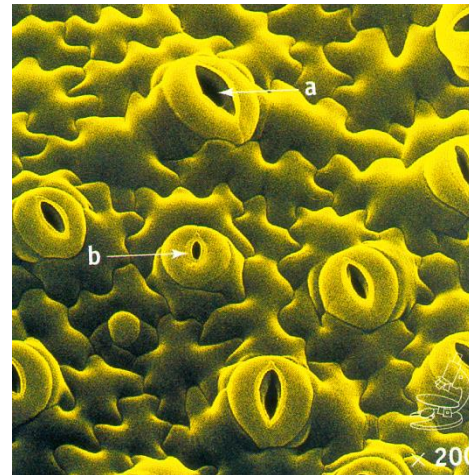
Intermediate
filaments



Tipus g



Difusión en les plantes



Absorción de agua

Equivalències

- 1 micròmetre = 1 μm = 10^{-6} metres = 10^{-3} mil·límetres
- 1 nanómetre = 1 nm = 10^{-9} metres = 10^{-3} micròmetres
- 1 nanómetre = 1 nm =
- 1 Ångström = 1 Å = 10^{-10} metres
- 1 Å = 0,1 nm
- La unitat de mesura de la cèl·lula és la micra (μm ó μ).