

UP9. Membrana plasmàtica i orgànuls membranosos

1. L'origen evolutiu de les cèl·lules eucariotes

1. Les primeres cèl·lules → procariotes

Fa uns 3.500 milions d'anys van aparèixer les primeres cèl·lules, procariotes, semblants als bacteris actuals. Eren organismes simples, sense nucli ni òrgans delimitats per membranes.

2. Aparició de la cèl·lula eucariota

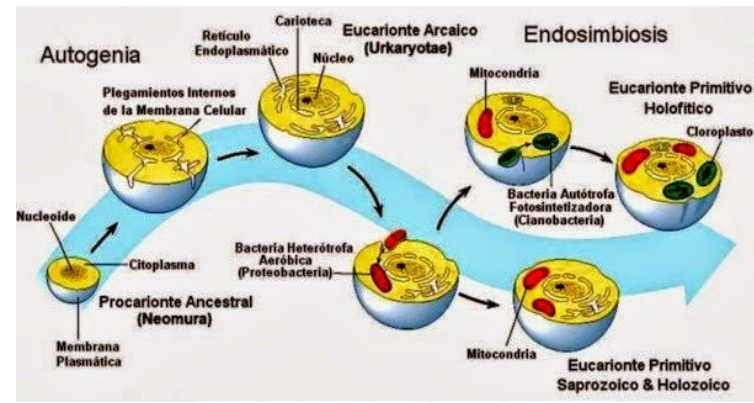
Fa uns 2.000 milions d'anys, algunes d'aquestes cèl·lules procariotes van començar a col·laborar i viure dins d'altres cèl·lules més grans. Amb el temps, aquestes associacions es van fer estables i beneficioses per a ambdues parts, donant lloc a les cèl·lules eucariotes. Això és el que explica la **teoria endosimbiòtica** de Lynn Margulis.

En què es basa aquesta teoria?

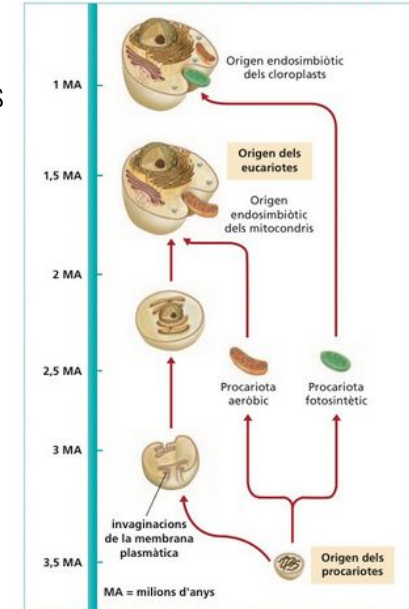
Una cèl·lula procariota gran va ingerir altres cèl·lules procariotes més petites, sense destruir-les.

Aquestes cèl·lules petites van començar a viure dins de la gran i van establir una **relació simbiòtica**:

- Les cèl·lules petites aportaven **energia** o altres **avantatges metabòliques**
- La cèl·lula gran els proporcionava **protecció** i **nutrients**.



ORIGEN EVOLUTIU DE LA CÈL·LULA EUCARIOTA



1. L'origen evolutiu de les cèl·lules eucariotes

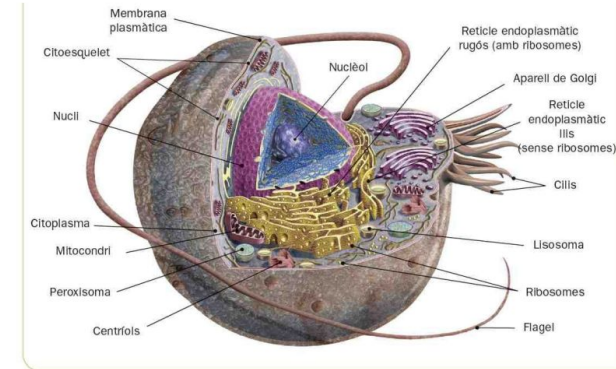
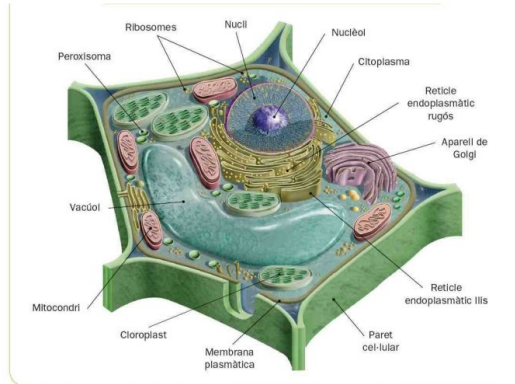
Cada un dels compartiments que es varen formar en la cèl·lula eucariota es van especialitzar en la realització d'una funció determinada. Són el que anomenem **orgànuls**.

Podem dividir els orgànuls en dos grans grups:

- **Orgànuls membranosos**
- **Orgànuls no membranosos**

Orgànuls membranosos → són aquells que estan delimitats per una membrana

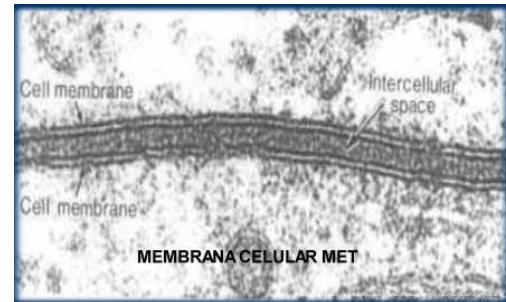
- Nucli
- Reticle endoplasmàtic
- Aparell de Golgi
- Lisosomes
- Vacúols
- Peroxisomes
- Mitochondris
- Cloroplasts



2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

La membrana plasmàtica és una capa de 75 Å (7,5nm) que delimita l'interior de l'exterior de la cèl·lula.



Singer i Nicholson al 1972 proposen el model de **mosaic fluid**



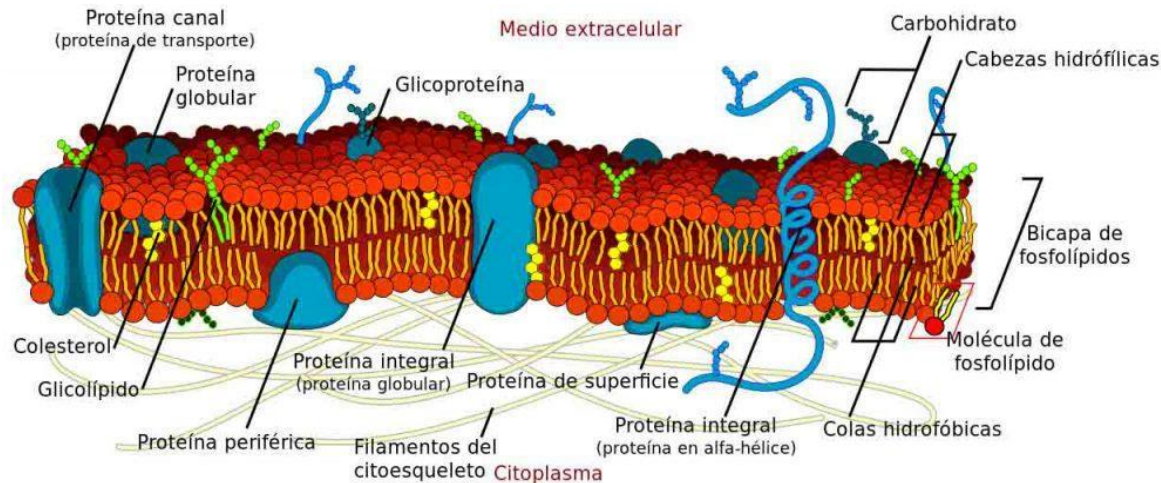
La membrana plasmàtica està formada per una doble capa de lípids (**bicapa lipídica**) a la qual s'hi associen **proteïnes**.

Totes les molècules poden canviar la seva posició en la bicapa

Components de la membrana plasmàtica:

Els components de la membrana plasmàtica són:

- Lípids
- Proteïnes
- Glúcids



2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

A. Lípids de membrana

Els principals lípids de membrana són:

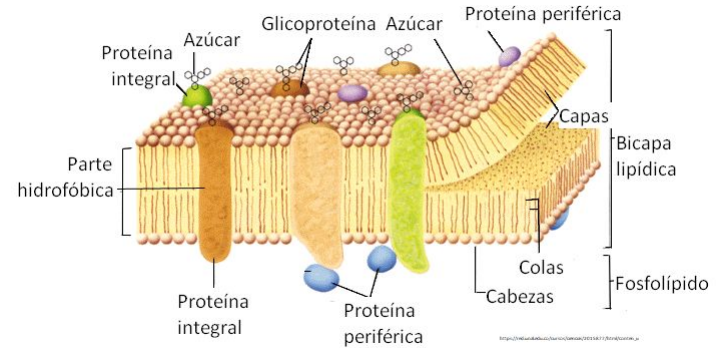
- **Fosfolípids** → Formen més del 70% de la membrana
- **Esfingolípids**
- **Esterols** (colesterol).

Degut a que són molècules amfipàtiques, els radicals polars es disposen cap al medi aquós i els lipòfils cap als radicals apolars de l'altra capa, donant lloc així a la bicapa lipídica per **autoacoblament**.

La bicapa lipídica és l'**estructura bàsica** de totes les membranes biològiques. Són **fluides** i molt **impermeables als ions** i a la major part de les molècules polars.

Recorda!

Els **lípids** són molècules **amfipàtiques** amb una cap polar (hidrofílic) i una cua apolar (hidrofòbica).

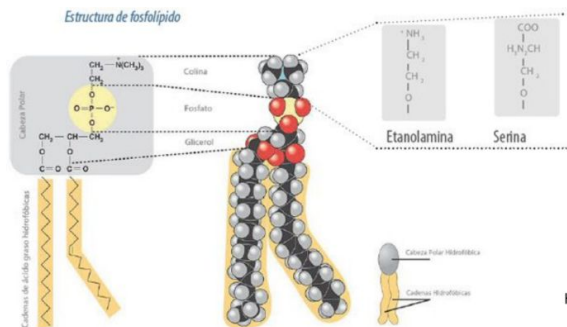
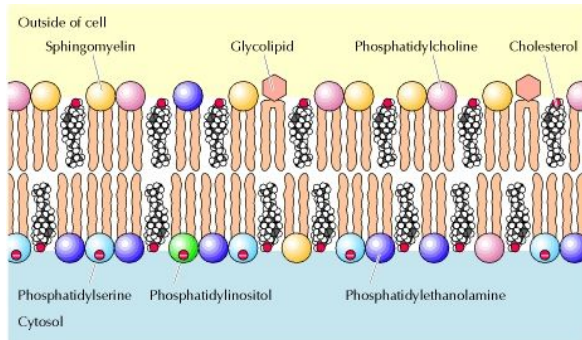


2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

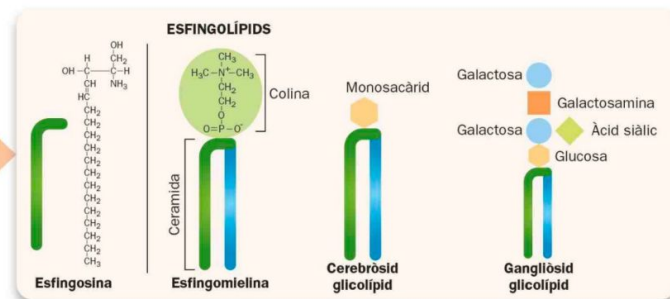
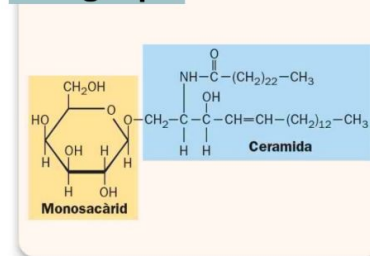
Components de la membrana plasmàtica:

A. Lípids de membrana

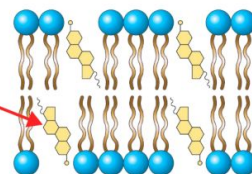
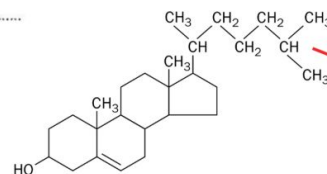


Fosfolípid

Esfingolípids



Colesterol



2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

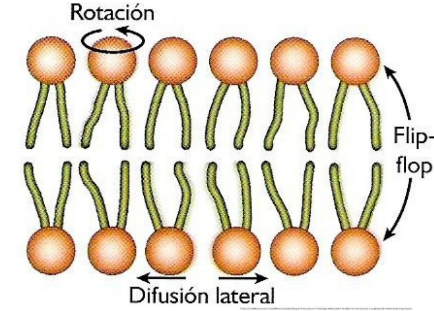
Components de la membrana plasmàtica:

A. Lípids de membrana

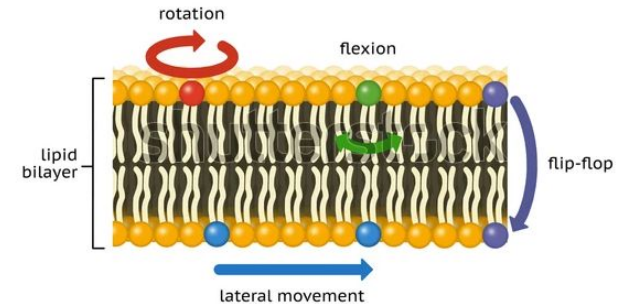
Els lípids que formen la bicapa lipídica tenen tendència a desplaçar-se, permetent d'aquesta manera que la membrana plasmàtica sigui una estructura dinàmica i fluida.

Els moviments que poden realitzar els lípids són:

- **Rotació:** És el gir de la molècula lipídica sobre ella mateixa.
- **Difusió lateral:** Esdevé quan els lípids es desplacen lliurement de manera lateral dins la bicapa. És el moviment més freqüent.
- **Flip-flop:** És el moviment de la molècula lipídica d'una monocapa a una altra i es produeix gràcies a l'acció d'uns enzims anomenats **flipases**. És el moviment menys freqüent.



MOVEMENT OF PHOSPHOLIPIDS

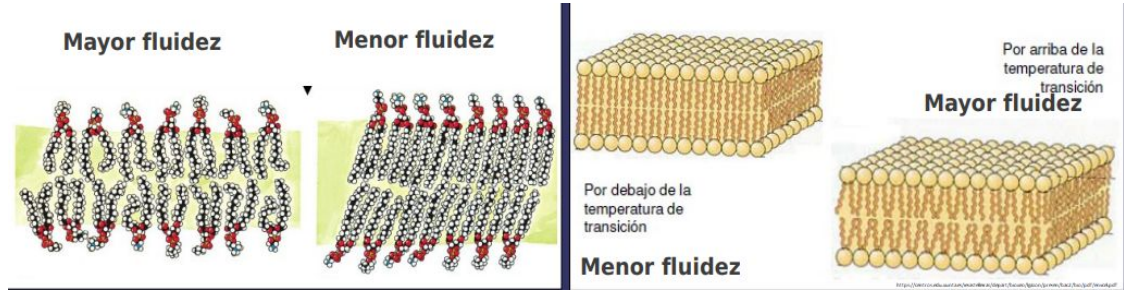


2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

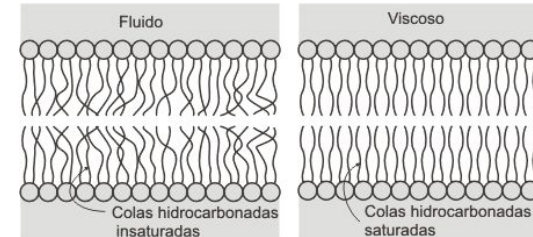
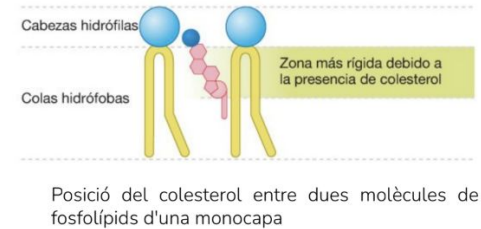
A. Lípids de membrana



Quines són les funcions dels lípids a la membrana plasmàtica?

Regular la resistència i la fluïdesa de la membrana.

- La fluïdesa depèn de la longitud i grau de saturació dels **àcids grassos dels fosfolípids**.
 - Com més saturats i llargs, menor és la fluïdesa, és a dir, els àcids grassos saturats incrementen la viscositat de la membrana.
- El **colesterol** es localitza en els espais que originen els angles dels àcids grassos insaturats, de manera que disminueix la fluïdesa de la monocapa i estabilitza la bicapa.
- La **temperatura** també influeix en la fluïdesa de la bicapa.
 - Com més **elevada sigui la T^0** , més aviat es mouen els lípids i, per tant, **més fluida** serà la bicapa.



2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

A. Lípids de membrana

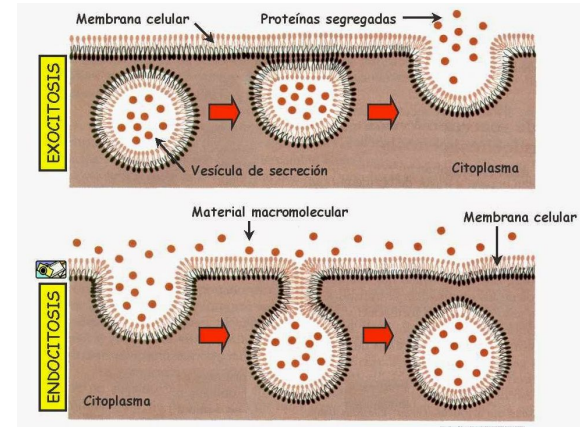
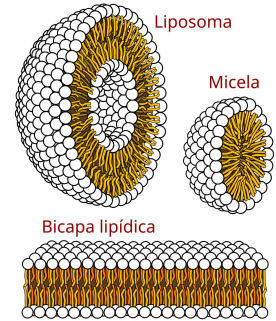
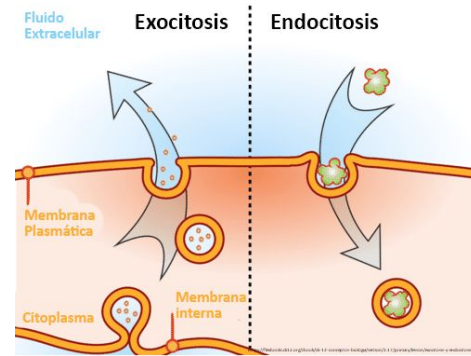
Quines són les funcions dels lípids a la membrana plasmàtica?

Regular la permeabilitat.

- Les **molècules hidrosolubles no poden travessar** la membrana per tenir el seu interior hidròfob.
- Fer els processos d'**endocitosi** i **exocitosi** gràcies a la autoacoblament de les bicapes.

Endocitosi → entrada ala cèl·lula de macromolècules o petits cossos gràcies a la formació de vesícules

Exocitosi → expulsió al medi extracel·lular macromolècules o petits cossos continguts en vesícules



2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

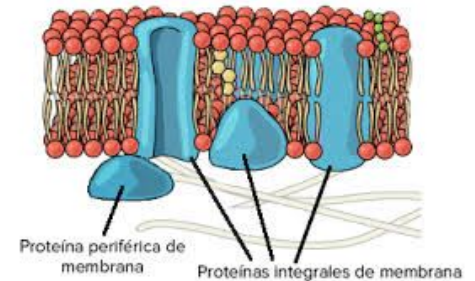
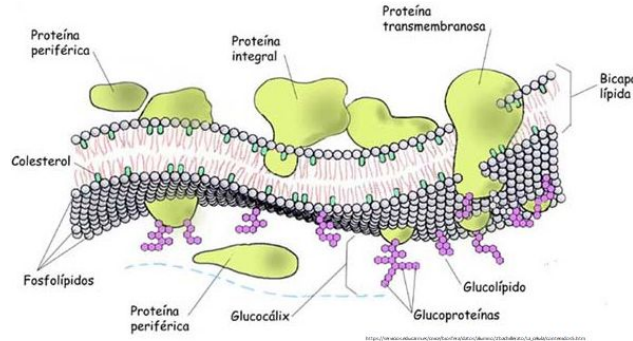
Components de la membrana plasmàtica:

B. Proteïnes de membrana

La majoria són proteïnes **globulars** i presenten un moviment de **difusió lateral** que contribueix a la fluïdesa de la membrana.

Depenent de la seva localització trobem:

- **Proteïnes integrals**
- **Proteïnes perifèriques**



2. La membrana plasmàtica

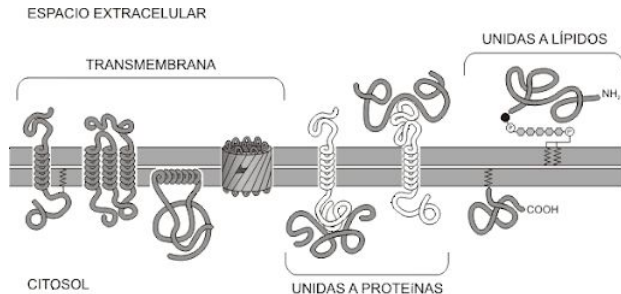
2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

B. Proteïnes de membrana

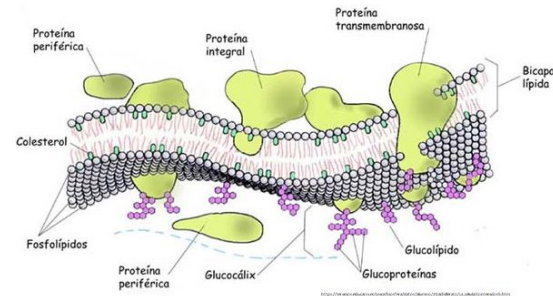
Proteïnes integrals → es troben total o parcialment introduïdes a la bicapa lipídica

- **Transmembrana o intrínseques**: estan **totalment introduïdes** dins la bicapa, sobresortint cap a l'interior i l'exterior de la mateixa
- **Monocapa**: estan introduïdes **a una de les capes** de la bicapa lipídica. Se'n poden trobar internes i externes.



Proteïnes perifèriques → Generalment es troben a la cara citoplasmàtica

- S'adhereixen mitjançant **enllaços covalents als lípids de la bicapa** i a les **proteïnes transmembrana** mitjançant **enllaços d'hidrogen**.



2. La membrana plasmàtica

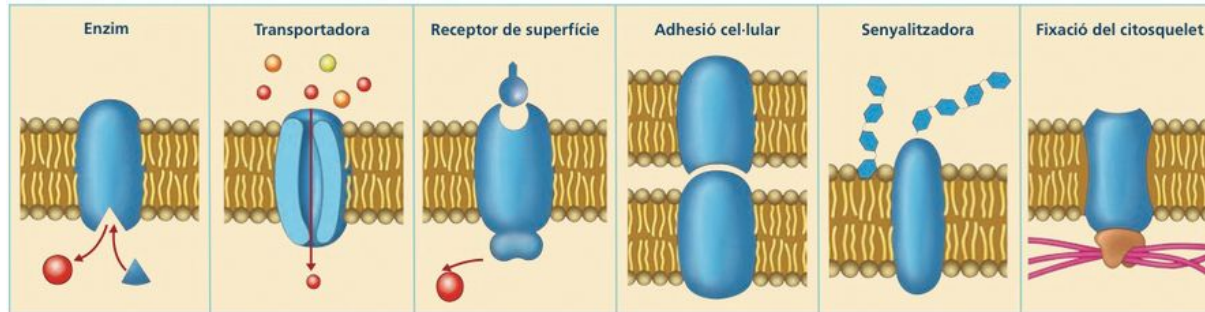
2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

B. Proteïnes de membrana

Quines són les funcions de les proteïnes a la membrana plasmàtica?

Les proteïnes són les responsables de les **funcions específiques** de la membrana.



2. La membrana plasmàtica

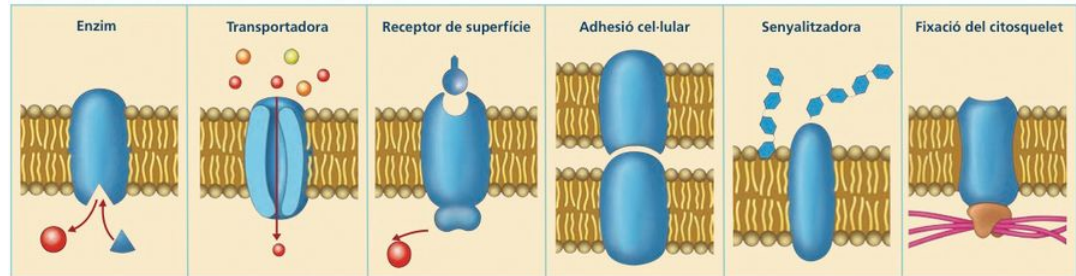
2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

B. Proteïnes de membrana

Quines són les funcions de les proteïnes a la membrana plasmàtica?

- Regular l'**entrada i sortida de molècules** (entrada i sortida de nutrients i/o substàncies de rebuig).
- Regular l'**entrada i sortida d'ions** (manteniment de la càrrega negativa a l'interior de la cèl·lula)
- Permetre el **reconeixement cel·lular** (gràcies al glicocàlix)
- **Activitat enzimàtica**
- Permetre la **transducció de senyals** (canvi de conformació per poder transmetre la informació)
- Permetre la **unió entre cèl·lules** (formació de teixits)
- Formar **punts d'ancoratge** (unió del citoesquelet i la matriu extracel·lular)



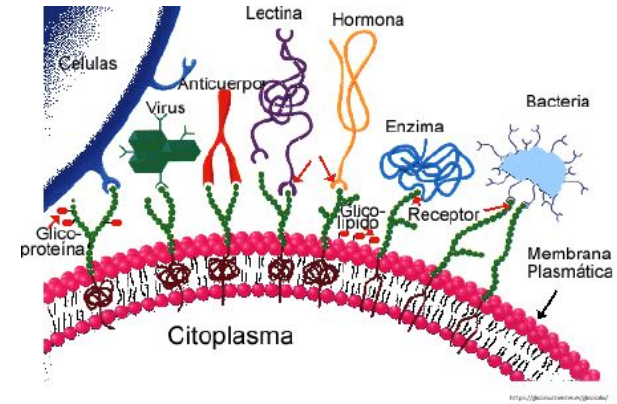
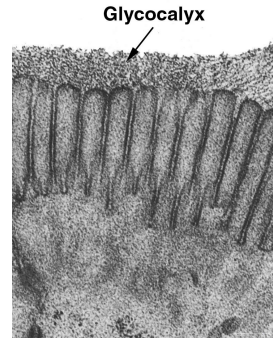
2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

C. Glúcids de membrana

Són **oligosacàrids** units a les proteïnes i dels lípids, formant, per tant, **glicoproteïnes** i **glicolípids**



El conjunt de glicolípids i glicoproteïnes presents a la membrana plasmàtica formen el **glucocàlix** i tenen com a funció principal el reconeixement de molècules externes, és a dir, de **receptors de membrana**. És per aquest motiu que només es troben a la **cara citoplasmàtica**.

A més d'actuar com a receptors de membrana, tenen altres **funcions** com:

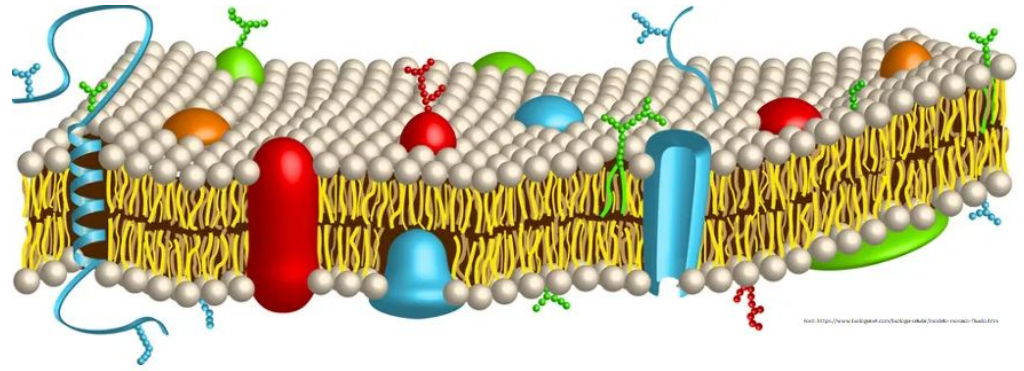
- **Protecció:** actua com una barrera física i química que protegeix la cèl·lula de danys mecànics, químics o enzimàtics.
- **Reconeixement cel·lular:** permet que les cèl·lules es reconeguin entre elles (per exemple, en processos immunitaris o en el reconeixement entre cèl·lules del mateix teixit).
- **Adhesió cel·lular:** facilita la unió entre cèl·lules o amb la matriu extracel·lular, ajudant a formar teixits.
- **Reconeixement d'agents externs:** pot actuar com a receptor de molècules o patògens, participant en la comunicació cel·lular i en la resposta immunitària

2. La membrana plasmàtica

2.1 Estructura i composició

Components de la membrana plasmàtica:

Per tant...



Seguint el model de Singer i Nicholson (1972), la membrana plasmàtica presenta una estructura de **model en mosaic fluid** ja que combina moviment (fluïdesa) i varietat de components (mosaic), presentant les següents característiques:

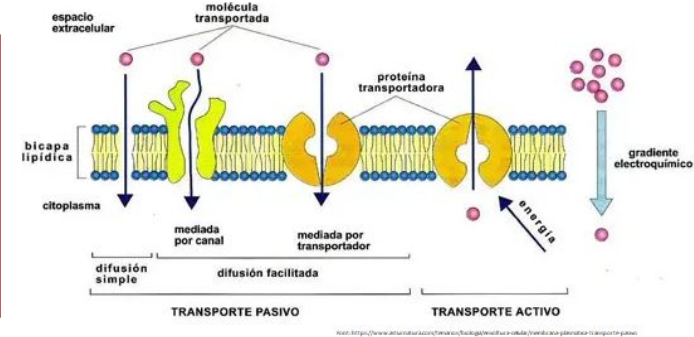
- **Varietat de components:**
 - La membrana està formada per un **mosaic de molècules**: una bicapa de **fosfolípids** (estructura principal) amb **proteïnes**, **colesterol** i **glúcids** (formant el glucocàlix). Aquestes molècules **no formen una estructura fixa**, sinó que estan distribuïdes de manera irregular, com les peces d'un mosaic, la qual cosa implica que les membranes siguin **estructures asimètriques**.
- **Moviment:**
 - Els fosfolípids i moltes proteïnes poden moure's dins la membrana, cosa que li dona **flexibilitat i capacitat d'autoreparació**.
 - El **colesterol** ajuda a **mantenir aquesta fluïdesa** constant, evitant que la membrana sigui massa rígida o massa fluida segons la temperatura.

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

La cèl·lula no és hermètica, sinó que necessita intercanviar substàncies entre el medi intracel·lular i extracel·lular. Això és possible gràcies a que la membrana plasmàtica és **semipermeable** i permet el pas de determinades substàncies **a favor o en contra d'un gradient** de concentració, osmòtic o elèctric.

El mecanisme de transport d'aquestes substàncies serà diferent depenent del seu tamany.



Com és el transport a través de la membrana?

Transport de molècules petites i ions

Transport passiu (no despesa energètica):

- Difusió simple i òsmosi
- Difusió facilitada

Transport actiu (despesa energètica):

- Bomba de Na^+ / K^+

Transport de macromolècules

Sempre requereix energia (**transport actiu**).

És necessària la formació de vesícules.

- **Endocitosi** → introducció de substàncies
- **Exocitosi** → expulsió de substàncies

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?

Transport de molècules petites i ions

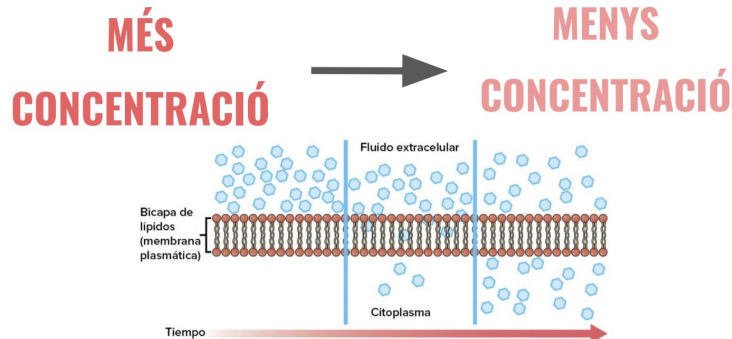
TRANSPORT PASSIU

Les substàncies travessen la membrana plasmàtica **sense cost energètic**.

El transport sempre es produeix **a favor del gradient de concentració** (desde on hi ha una major concentració cap a on n'hi ha manco). Es poden diferenciar tres tipus de gradients:

- **Concentració química** → diferència de concentració de soluts
- **Gradient elèctric** → quan hi ha una diferència de càrregues elèctriques a banda i banda de membrana.
- **Gradient electroquímic** → quan hi ha una diferència de concentració i càrregues al mateix temps.

Aquest tipus de transport serà més ràpid com **més petites** siguin les molècules i **major** sigui la **diferència de gradient**.



2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?

TRANSPORT PASSIU

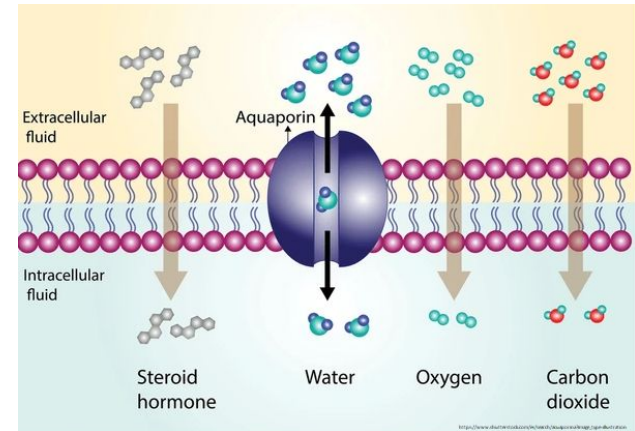
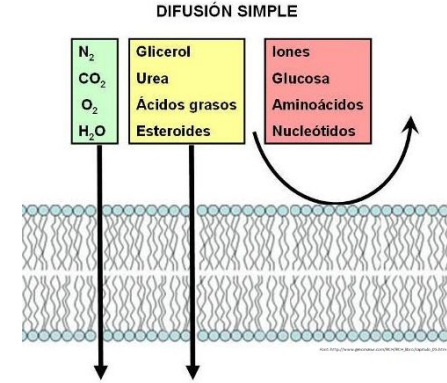
L'òsmosi seria un tipus particular de difusió simple

El transport passiu es pot dur a terme per:

Difusió simple → les substàncies passen entre les molècules lipídiques de la membrana (creant un ambient hidròfob), o a través de petits canals proteics.

- *Qui travessa la membrana per difusió simple?*

- **Molècules no polars o liposolubles:** es desplacen entre els fosfolípids.
- **Petites molècules polars sense càrrega elèctrica,** com l'aigua, que circulen per canals anomenats porus (aquaporines). Els porus sempre estan oberts.



2. La membrana plasmàtica

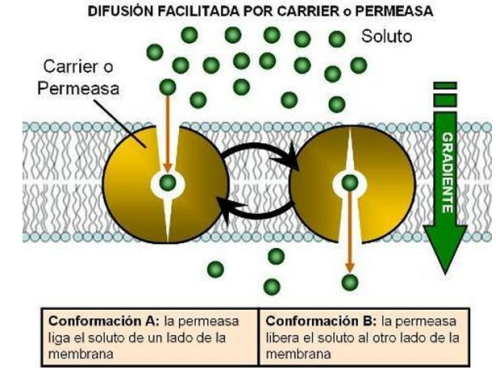
2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?

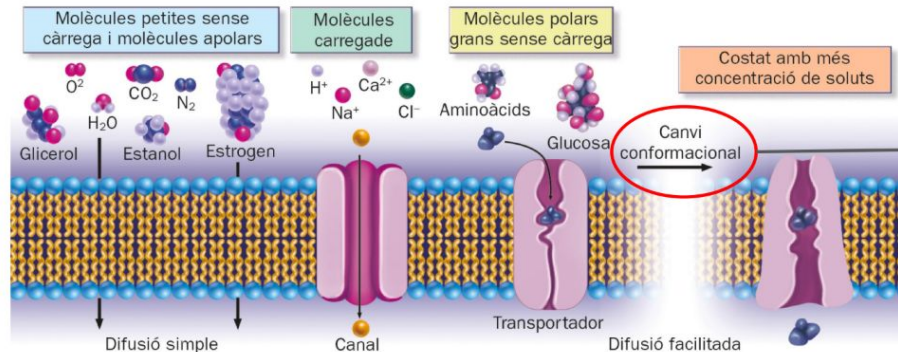
TRANSPORT PASSIU

El transport passiu es pot dur a terme per:

Difusió facilitada → Empraran aquest mecanisme els **ions** i **molècules polars més grans** sense càrrega. Es du a terme gràcies a **proteïnes transportadores** (també anomenades **permeases** o **carriers**), les quals canvien la seva conformació quan entren en contacte amb la substància que han de transportar.



Tipus de transport més **específic**, que permet el pas de substàncies més grans com els aminoàcids, glucosa i sacarosa.



En el moment en que la substància (glucosa) s'uneix a la proteïna transportadora, aquesta canvia d'estructura permetent el seu pas.

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?

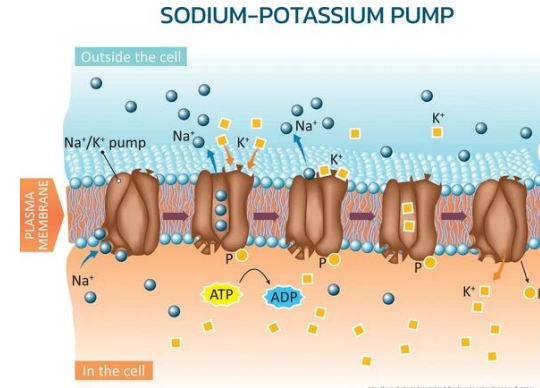
TRANSPORT ACTIU

Les substàncies travessen la membrana **en contra** del seu **gradient de concentració**, de manera que es fa necessari una despesa **d'energia en forma d'ATP**.

El pas de les substàncies s'aconsegueix gràcies a proteïnes de membrana específiques “bombes”, que **gasten (hidrolitzen) ATP**.

Només duen a terme el transport actiu algunes **proteïnes especialitzades**, com per exemple la **Bomba de Na^+ - K^+**

↳ Responsable del **manteniment del potencial de membrana** de les nostres cèl·lules (*diferència de càrrega elèctrica entre l'interior i l'exterior cel·lular*)



2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?

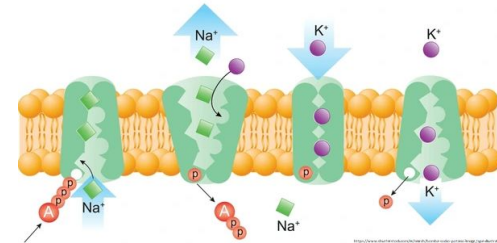
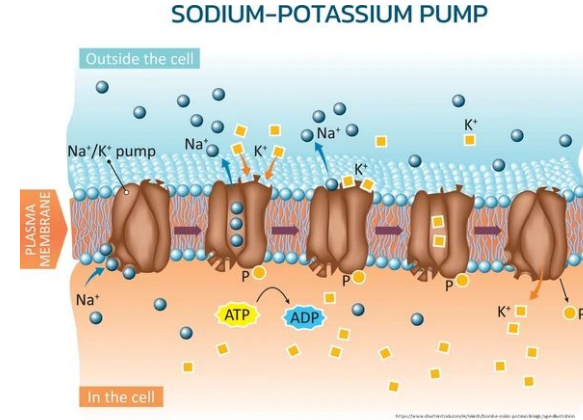
TRANSPORT ACTIU

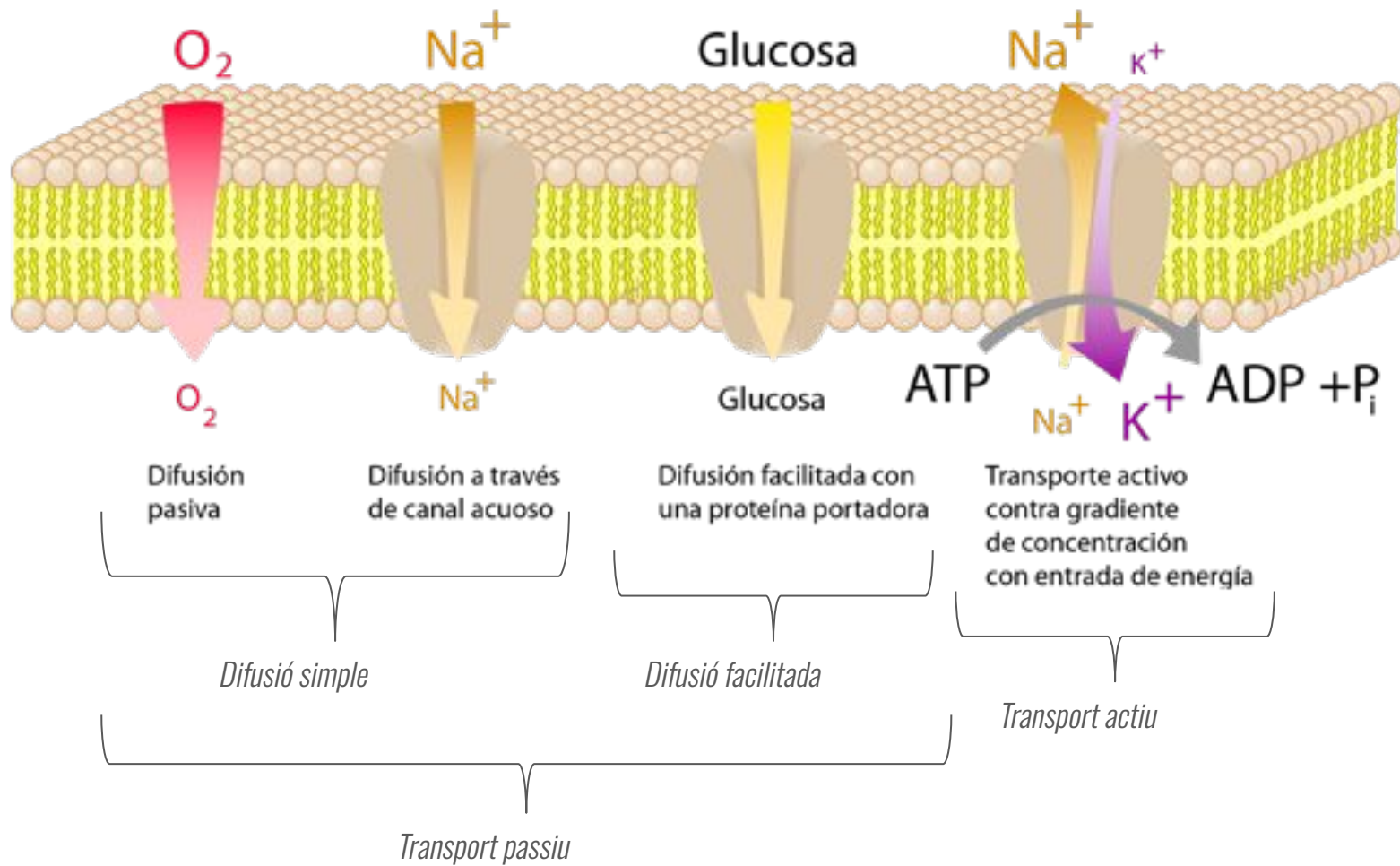
Com funciona la de la bomba $\text{Na}^+ - \text{K}^+$?

La major part de les cèl·lules animals té al seu **medi intern** una concentració **elevada d'ions K^+** , mentre que la concentració de **Na^+ és superior a l'exterior**, de manera que la bomba de sodi-potassi és una **proteïna transmembranosa** que bombeja Na^+ cap a l'exterior de la cèl·lula i K^+ cap a l'interior.

Aquesta proteïna pot actuar en contra de gradient ja que presenta **activitat ATPasa**.

- De cada molècula d'ATP s'obté l'energia necessària per bombejar **tres Na^+ cap a l'exterior i dos K^+ cap a l'interior**, de manera que l'exterior de la membrana plasmàtica sempre resulta positiu respecte del medi intern.
 - Aquesta diferència de potencial rep el nom de **potencial de membrana**

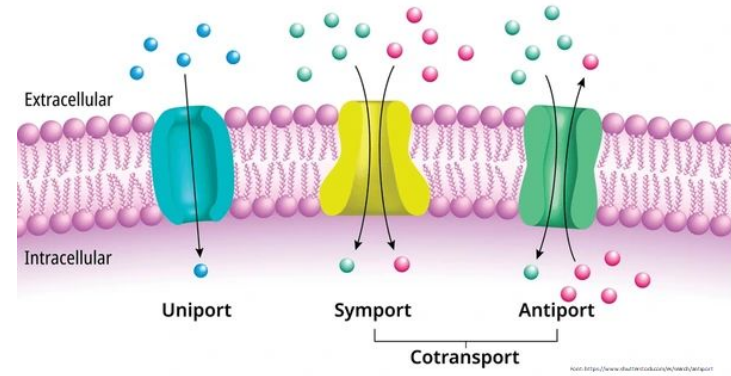




2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Com és el transport a través de la membrana?



Els tipus de transport també es poden classificar en funció del **nombre de molècules transportades** i del **sentit del transport**.

En funció d'això podem diferenciar:

- **Uniport** → Transporta una sola substància en una sola direcció.

Exemple: el transport de glucosa cap a l'interior de la cèl·lula a través d'un transportador específic (GLUT).

- **Cotransport**

- **Simport** → Transporta **dues substàncies** diferents en la **mateixa direcció** a través de la membrana
- **Antiport** → Transporta **dues substàncies** diferents en **direccions oposades**.

Exemple: la bomba de sodi-potassi (Na^+/K^+), que expulsa sodi fora de la cèl·lula i introdueix potassi al seu interior.

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Transport de macromolècules

Aquest tipus de transport requereix el trànsit de **vesícules**, que són petites bosses membranoses que contenen les substàncies que s'han de mobilitzar. Trobem dos mecanismes de transport de molècules o partícules grans:

- **Endocitosi**
- **Exocitosi**

ENDOCITOSI

És el mecanisme pel qual la cèl·lula pot **englobar partícules d'elevat pes molecular** (macromolècules, fragments cel·lulars, virus, bacteris, etc.) mitjançant vesícules que s'han format a partir d'**invaginacions de la membrana**.



Es diferencien **tres mecanismes** principals d'endocitosi, en funció del **tipus de substància** a englobar:

- **Fagocitosi**
- **Pinocitosi**
- Endocitosi **intervinguda per receptors**

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Transport de macromolècules

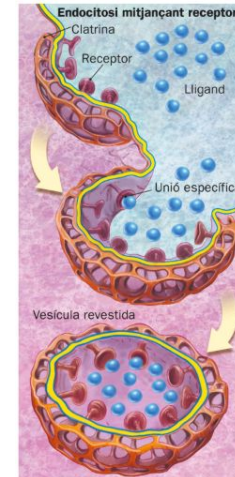
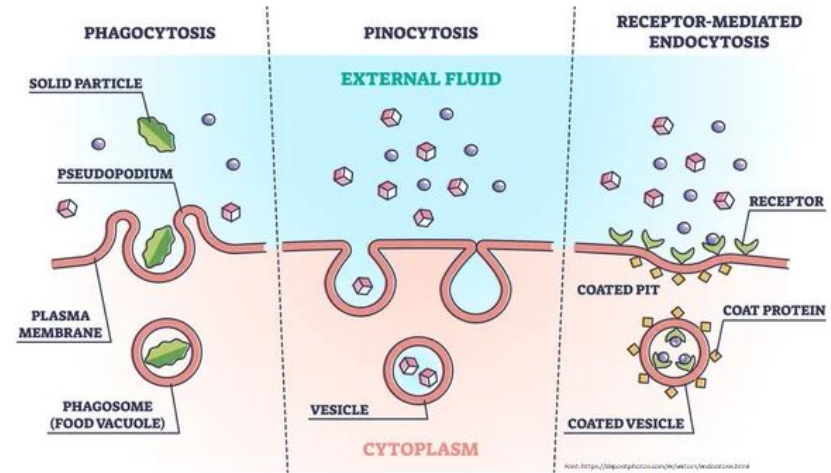
ENDOCITOSI

Fagocitosi → ingestió de partícules sòlides. Les vesícules formades s'anomenen **fagosomes**.

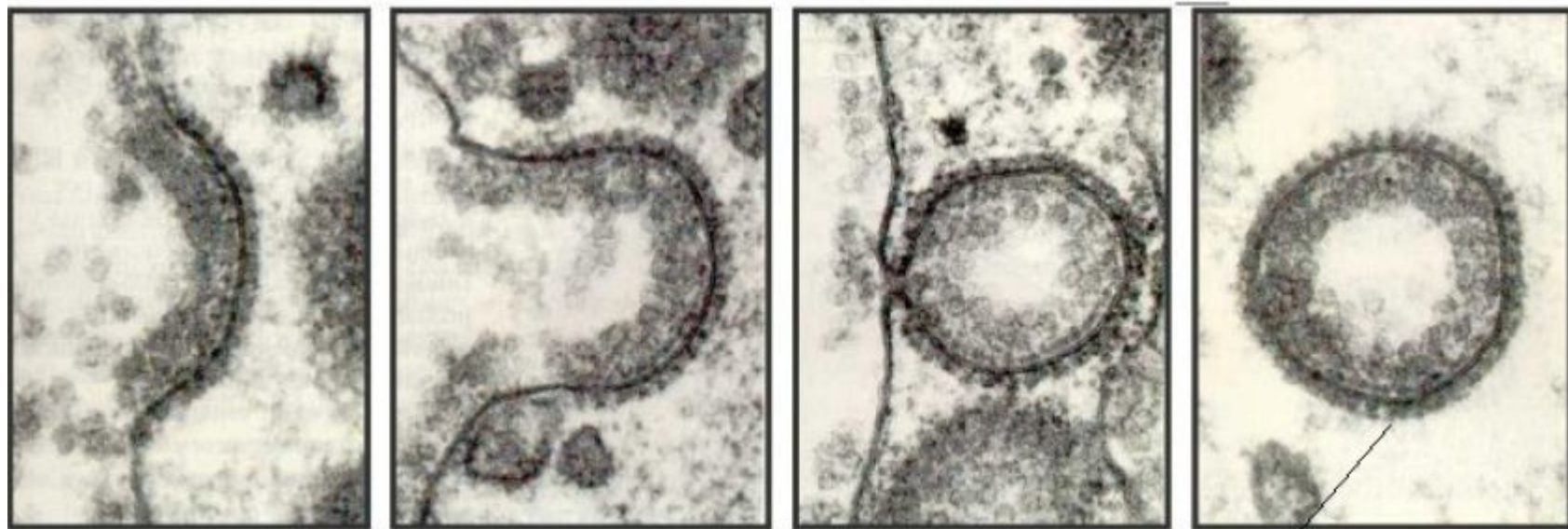
Pinocitosi → ingestió de partícules en estat líquid.

Intervinguda per receptor → determinades molècules s'uneixen a **receptors de la membrana** i queden englobades en una vesícula revestida per una proteïna anomenada **clatrina**.

- La **clatrina** és una proteïna estructural que forma una xarxa en forma de reixeta a la cara interna de la membrana plasmàtica. Aquesta xarxa de clatrina **deforma la membrana, ajudant a formar una vesícula** endocítica que conté els receptors i les molècules unides.
 - Una vegada la vesícula s'ha separat de la membrana, la clatrina es desprèn i pot ser reutilitzada per formar noves vesícules.



ENDOCITOSI



Fuente: <https://nordilusiones.com/robachileno/robach/fisicoquimica-estructura-y-fisiologia-celula/nordil-la-celula-sus-estructuras-y-organelos/la-membrana-funciones-de-la-membrana/transporte/transporte/>

sistema reticular de clatrina

2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Transport de macromolècules

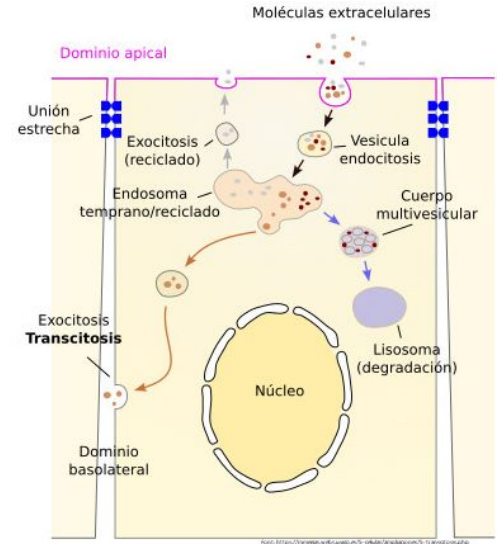
ENDOCITOSI

Quines són les seves funcions?

Digestió cel·lular → les vesícules es dirigeixen als **lisosomes** que digereixen el material que s'ha incorporat.

Transport intracel·lular → en aquest cas el material ingerit ha d'arribar a un lloc concret de la cèl·lula (p.e. un orgànel) o a una altra cèl·lula veïna. Aquest procés s'anomena **transcitosi**.

- És el mecanisme típic de les cèl·lules endotelials que formen els capil·lars sanguinis. Aquestes han de transportar les substàncies des de la sang fins als teixits que envolten els capil·lars.



2. La membrana plasmàtica

2.2 Transport a través de la membrana

Transport de macromolècules

EXOCITOSI

Una **vesícula** present a l'interior cel·lular s'uneix a la membrana plasmàtica per **expulsar el seu contingut al medi extracel·lular**.

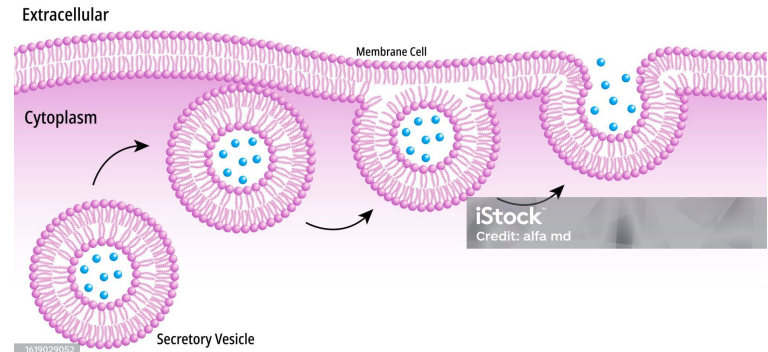
- Per aconseguir-ho, la membrana de la vesícula s'ha de fusionar amb la membrana plasmàtica i això genera un porus per on s'allibera la substància.

Quines són les seves funcions?

Estructural → alliberament de substàncies sintetitzades en la cèl·lula que s'han d'afegir als embolcalls (matriu extracel·lular, paret, membrana o glicocàlix).

Secreció → la cèl·lula segrega molècules en resposta a estímuls externs, com ara hormones, neurotransmissors o enzims digestius.

Excreció → eliminació de productes de rebuig generats en processos de digestió cel·lular, com la fagocitosi.



2. La membrana plasmàtica

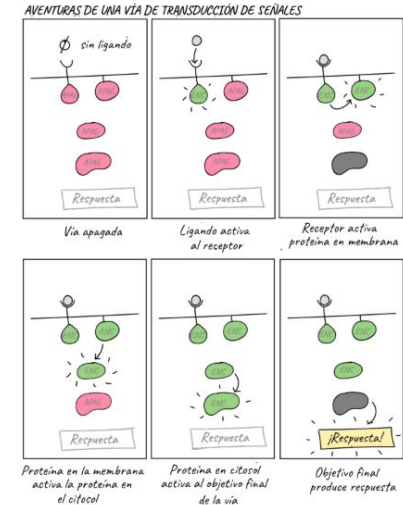
2.3 Receptors de membrana i senyalització cel·lular

Per a que l'**organisme funcioni correctament** com un tot és necessari que l'activitat individual de cadascuna de les seves cèl·lules estigui coordinada. Per això són crucials els processos de senyalització cel·lular o **comunicació entre cèl·lules**.

Aquesta comunicació és possible gràcies a l'existència de **molècules senyalitzadores** (anticossos, hormones, neurotransmissors, nutrients,...), secretades o expressades en la superfície cel·lular, i d'unes proteïnes de membrana o citoplasmàtiques anomenades **receptors**.

Etapes de la comunicació intracel·lular

- **Síntesi d'una molècula senyal** (hormones, factors de transcripció, neurotransmissors) per part d'una cèl·lula receptora, en resposta a un estímul.
- **Unió específica de la molècula senyal a un receptor d'una altra cèl·lula (cèl·lula diana)** desencadenant-se una sèrie d'esdeveniments moleculars (cascada de transducció de senyals → reaccions bioquímiques relacionades).
- La **cèl·lula diana**, en conseqüència, **elabora una resposta adequada a l'estímul inicial**.
 - Ho fa inhibint o activant diversos processos ja sigui metabòlics, de moviment, d'expressió gènica, de creixement,...



2. La membrana plasmàtica

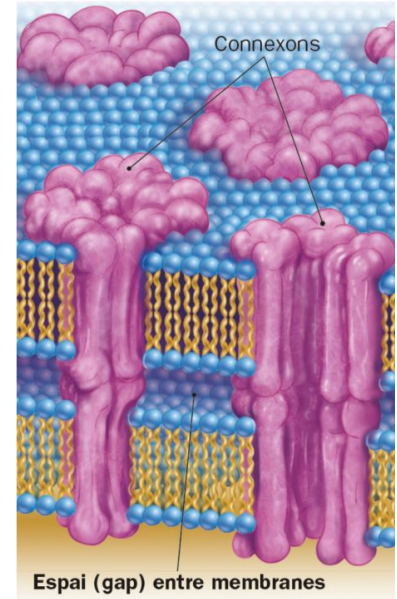
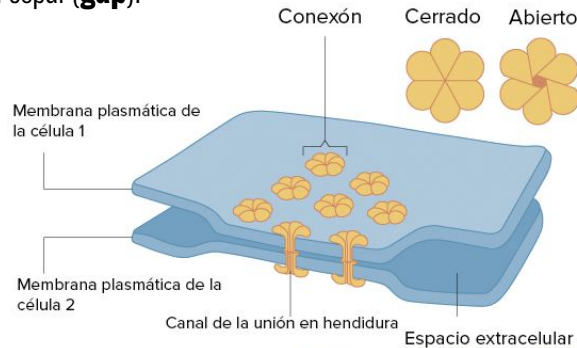
2.4 Unions entre membranes de cèl·lules veïnes

Les unions cel·lulars permeten mantenir les cèl·lules unides per formar teixits.

Unions de comunicació o tipus *gap*

Són **canals** formats per un conjunt de **proteïnes transmembranals** amb una disposició que forma un canal a l'interior d'una estructura cilíndrica (**connexó**).

- Els connexons entre cèl·lules veïnes **estan alineats** i permeten l'**intercanvi d'ions i petites molècules** entre els seus citoplasmes.
- Entre les membranes de les cèl·lules veïnes hi queda un espai (**gap**).



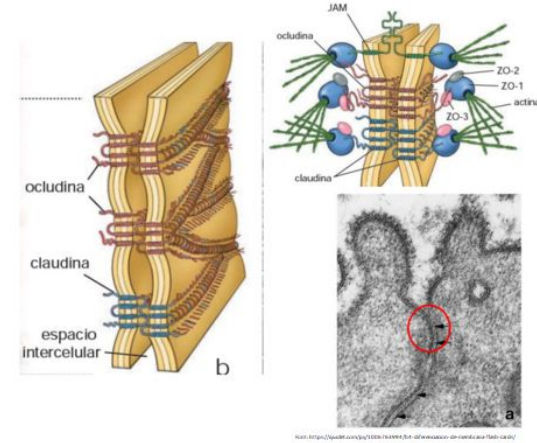
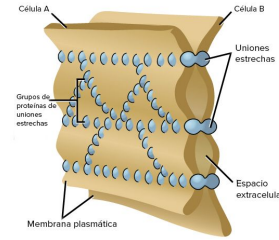
2. La membrana plasmàtica

2.4 Unions entre membranes de cèl·lules veïnes

Unions hermètiques, íntimes o d'oclusió

Es produeix quan **dues cèl·lules uneixen les seves membranes sense deixar cap tipus d'espai** entre elles, de manera que s'impedeix el pas de substàncies, **impermeabilitzant el teixit**.

- Es realitza gràcies a la presència de **proteïnes transmembrana** (claudines i ocludines) que uneixen de manera hermètica les dues membranes entre sí.

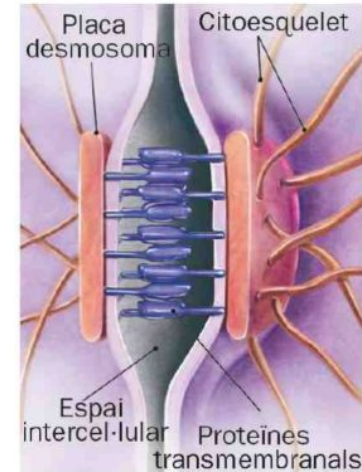


Unions d'ancoratge o desmosmes

Són les més importants, ja que tenen una funció d'ancoratge mecànic entre dues cèl·lules (**uneixen les cèl·lules però no impedeixen el pas de substàncies per l'espai intercel·lular**).

Hi intervenen **proteïnes transmembrana especialitzades** (**cadherines**) que interactuen entre elles mantenint unides les dues cèl·lules.

- Dins de la cèl·lula interactuen amb la **placa desmosòmica** que es connecta amb el citoesquelet ajudant a ancorar la unió.



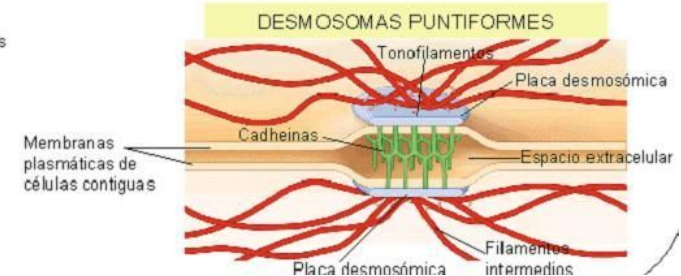
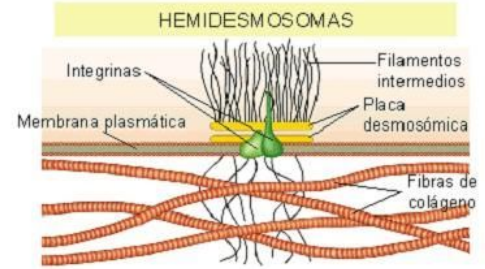
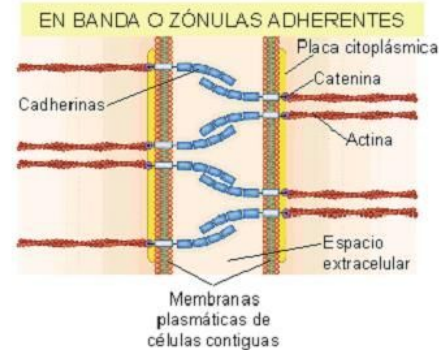
2. La membrana plasmàtica

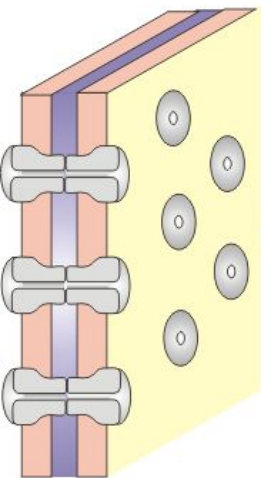
2.4 Unions entre membranes de cèl·lules veïnes

Unions d'ancoratge o desmosomes

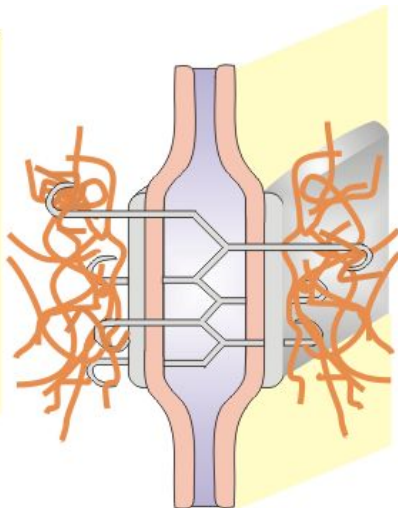
Troben tres tipus de desmosomes dependent de la superfície de contacte:

- **Desmosomes en banda** → la unió s'estén per **tot el contorn de la cèl·lula**
- **Desmosomes puntuals** → Formen **punts de contacte** entre cèl·lules veïnes
- **Hemidesmosomes** → nexa d'unió entre la **làmina basal** de les cèl·lules epitelials, **amb les del teixit conjuntiu** de la cèl·lula subjacent.

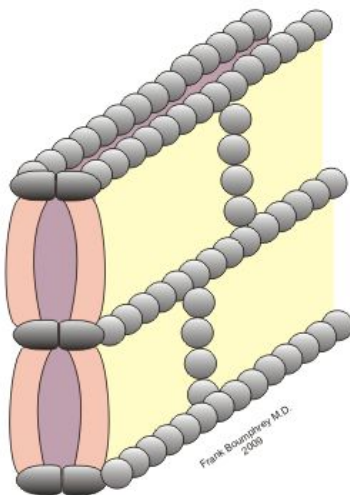




Gap Junction

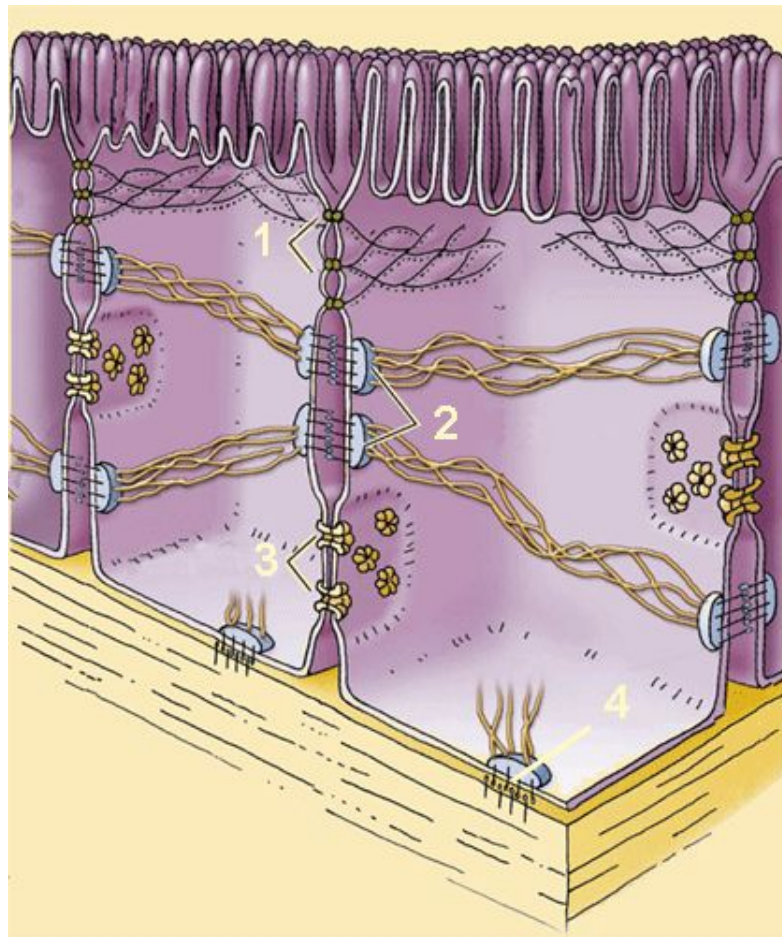


Desmosome



Tight Junction

Frank Bonaparte M.D.
2009



2. La membrana plasmàtica

2.5 Funcions de la membrana plasmàtica

- La seva **funció principal** és **delimitar la cèl·lula**, sense que això signifiqui originar un límit passiu, sinó una barrera selectiva al pas de diverses substàncies. Les característiques dels seus fosfolípids i proteïnes de transport li permeten regular els intercanvis de molècules entre la cèl·lula i l'entorn, i això determina la composició del citoplasma.
- Moltes de les seves molècules proporcionen identitat cel·lular, de manera que intervé en processos de **reconeixement cel·lular**.
- **Control de gradients de concentració i electroquímics** gràcies a les proteïnes transportadores, als quals es pot acoblar la fosforilació oxidativa (síntesi d'ATP).
- Participa en processos de nutrició, transport intracel·lular, secreció i excreció duts a terme per **endocitosi i exocitosi**.
- Participa en **processos de relació**, amb l'exterior o entre cèl·lules, gràcies a la presència de **receptors**, que capten senyals i possibiliten l'elaboració de respostes.
- Atès que pot patir diferenciacions, pot realitzar funcions específiques i **intervenir en processos d'adhesió i comunicació cel·lular**, fonamental en organismes pluricel·lulars.
- Aporta punts d'ancoratge al citoesquelet, que contribueixen a mantenir l'**estructura cel·lular**.