

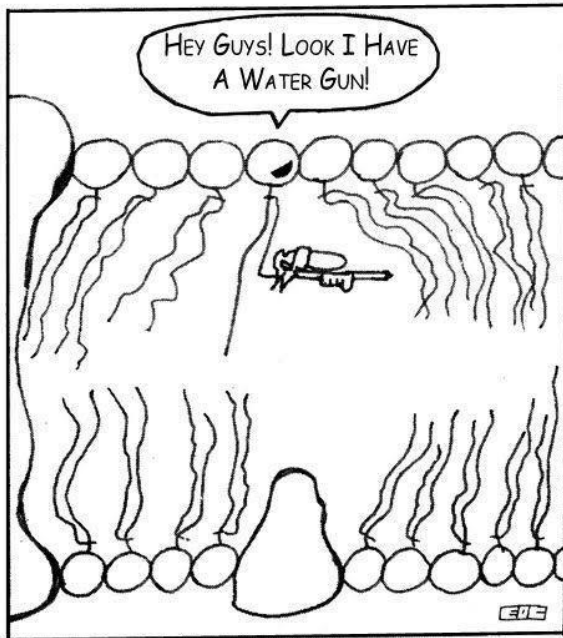


Tema 2. Biología Celular

2.4 Transporte de membrana



Germán Tenorio
Biología NM-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.

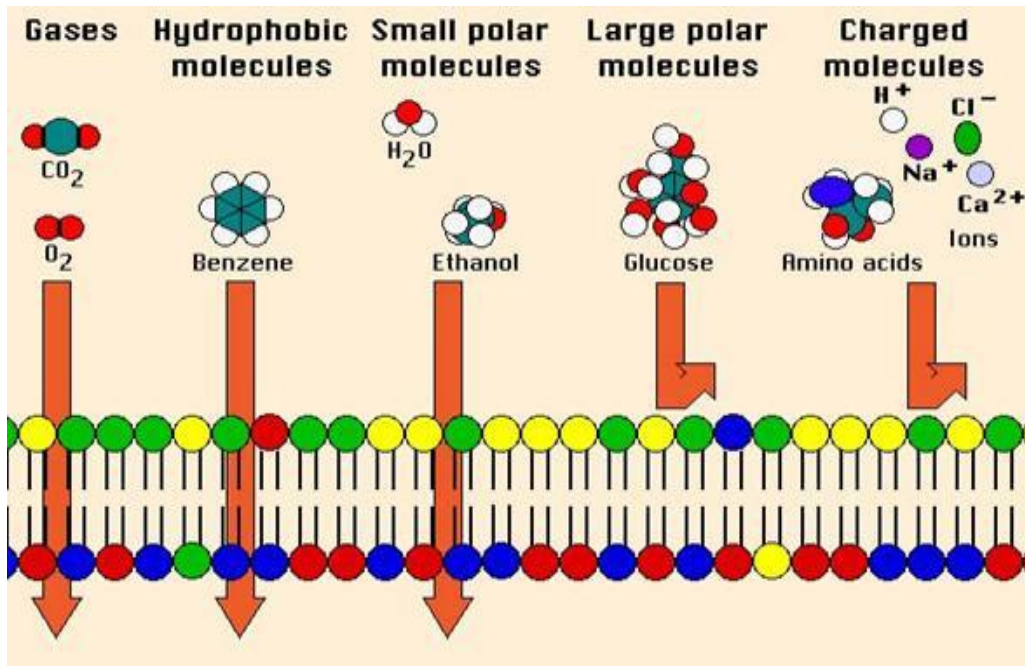


XXXXXXXXXX



Transporte a través de la membrana plasmática

- La membrana plasmática presenta permeabilidad selectiva (semipermeable), dejando pasar moléculas en función de su tamaño y carga.
- **Moléculas apolares, moléculas polares pequeñas y los gases**, atraviesan libremente la membrana, mientras que es impermeable a **moléculas polares grandes** (glucosa, sacarosa...) o con **carga eléctrica**, como todos los iones (H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ...). Esto permite que el medio intracelular sea diferente del extracelular.



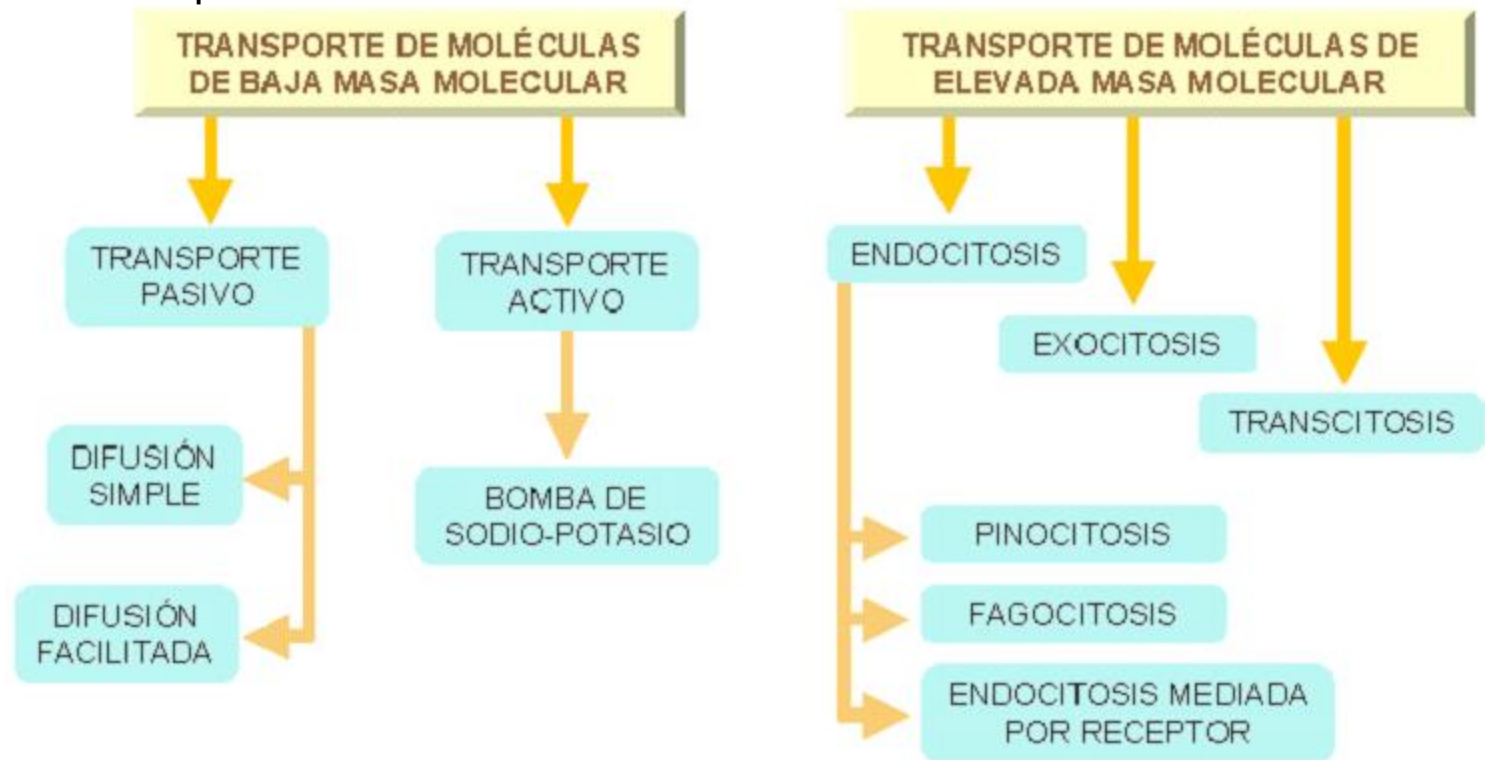
- La membrana plasmática posee sistemas de transporte específicos que le permite regular el tráfico de todas las sustancias que la célula necesita.





Transporte a través de la membrana plasmática

- El mecanismo de transporte es diferente en función del tamaño de la molécula transportada.

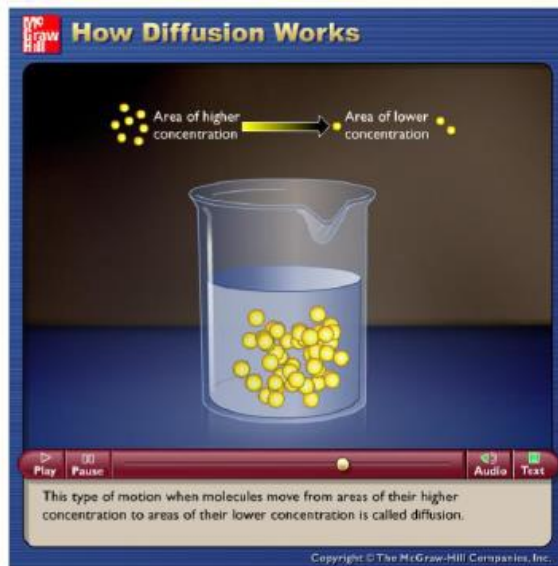


- Las partículas se desplazan a través de las membranas por **transporte pasivo** (difusión simple, difusión facilitada, ósmosis) sin gasto de energía **y transporte activo**, cuando se consume.

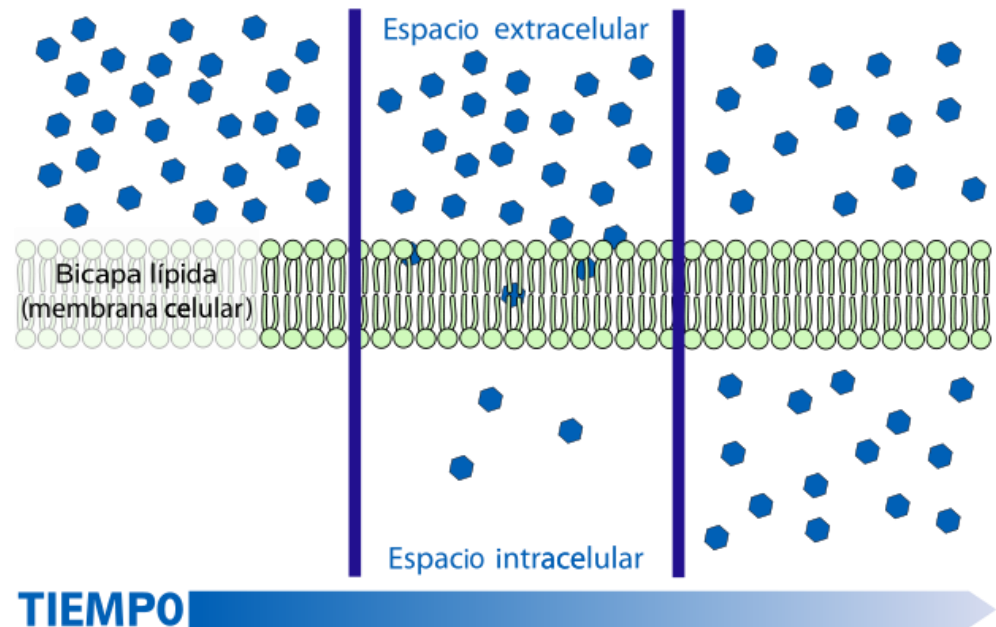


Transporte pasivo o difusión

- La **difusión** es el movimiento pasivo de las partículas desde una zona con alta concentración hasta otra con baja concentración, es decir, a favor de su **gradiente de concentración**.
- En el caso de los iones, influye el gradiente eléctrico que existe entre un lado y otro de la membrana (potencial de membrana), de manera que la dirección de movimiento de un determinado ión depende de su **gradiente electroquímico**.



Web1



XXXXXX

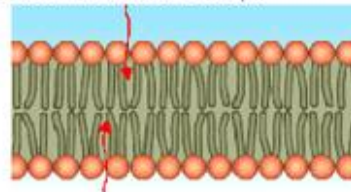


Transporte pasivo o difusión

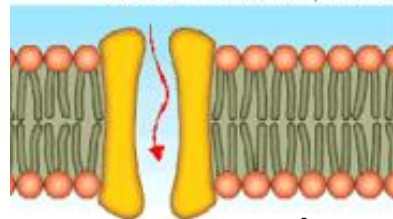
- La membrana ha desarrollado dos tipos principales de transporte por difusión:
 - **Difusión simple**, donde el transporte se produce directamente a través de la bicapa o canales proteicos inespecíficos. Así atraviesan la membrana las **moléculas apolares** o **liposolubles**, como los gases y algunas hormonas (esteroideas), y **moléculas polares sin carga**, como el agua.

DIFUSIÓN SIMPLE

Difusión a través de la bicapa



Difusión a través de proteínas canal

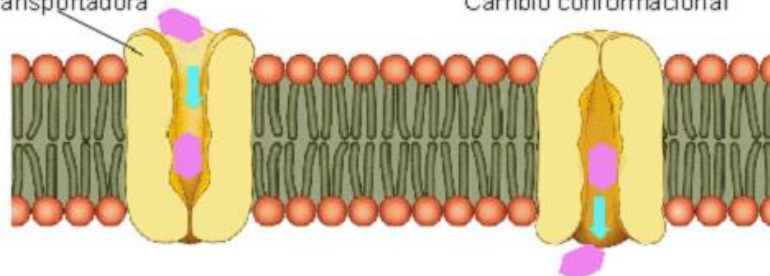


Mediante este mecanismo atraviesan sustancias solubles (O_2 , CO_2 , urea,...)

- **Difusión facilitada**, realizada mediante proteínas de membrana (permesas o proteínas canal). Así atraviesan la membrana **moléculas polares grandes** y **moléculas con carga eléctrica**.

DIFUSIÓN FACILITADA

Proteína transportadora o "carrier"



Cambio conformacional

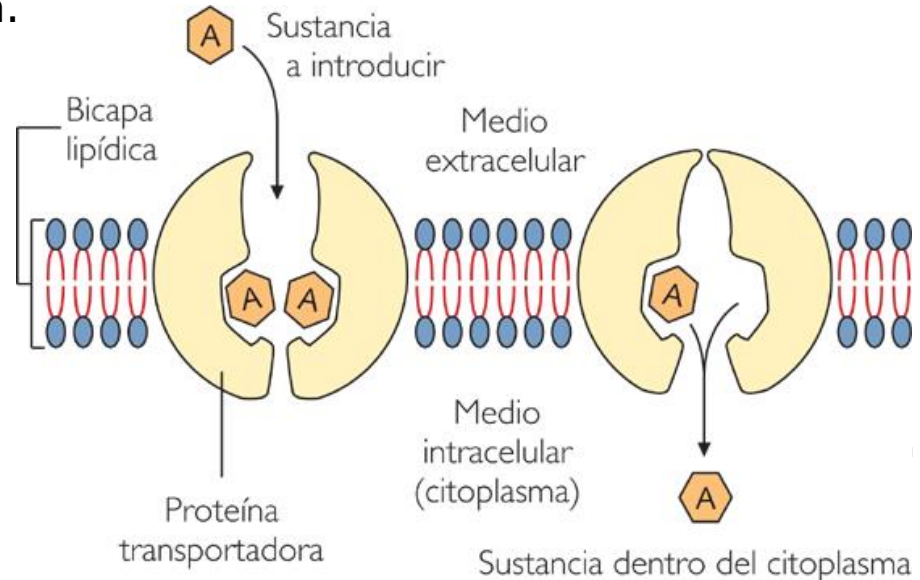
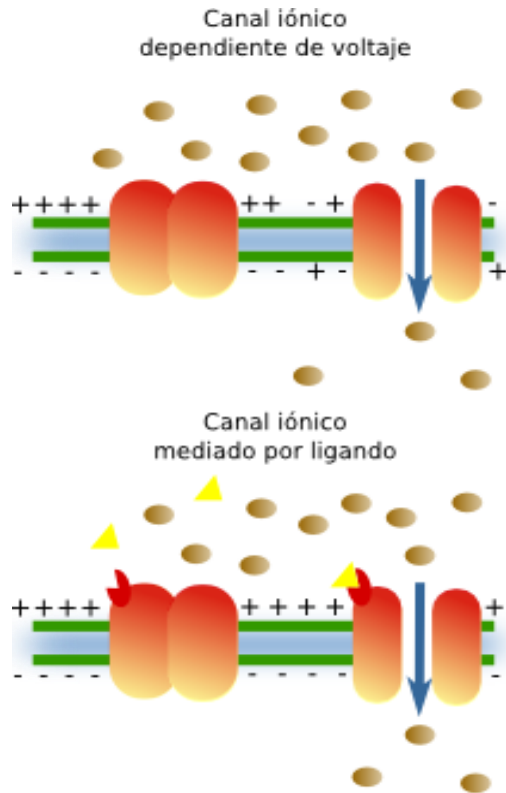
Se transportan moléculas polares.





Transporte pasivo o difusión

- A su vez, la **difusión facilitada** está mediada por permeasas o proteínas canal.
 - Las permeasas son proteínas integrales (transmembranas) que se unen específicamente a la molécula que transportan, sufriendo un cambio conformacional que las introducen.



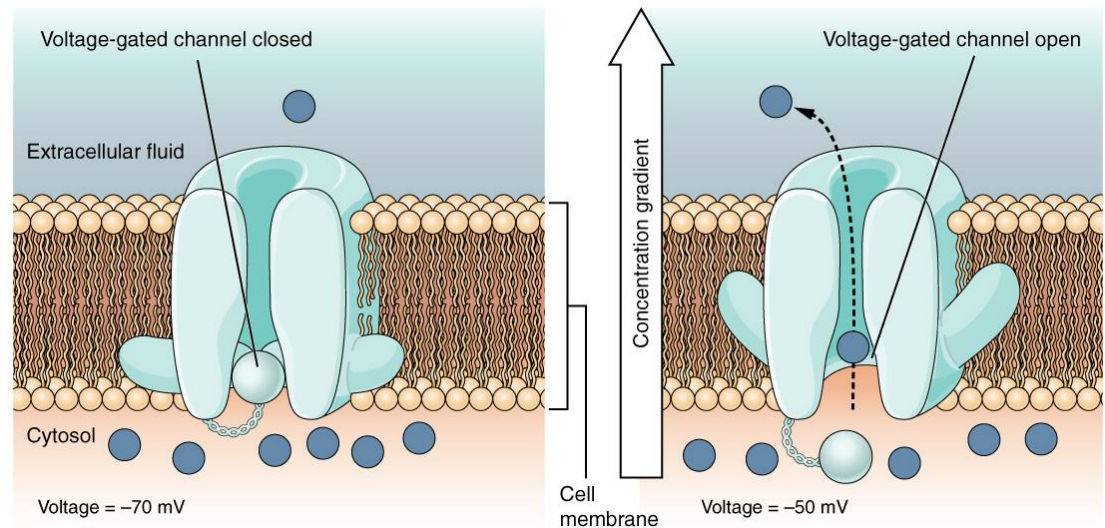
- Las proteínas canal o canales iónicos son también proteínas integrales que forman en su interior un canal acuoso por el que pasan los iones. Cada proteína canal deja pasar a un sólo tipo de ión, en función de su tamaño y carga.

Handwritten notes:
...
XXXXXX



APLICACIÓN: Estructura y función de los canales de potasio para la difusión facilitada en los axones

- La llegada de un potencial de acción al axón de una neurona provoca su despolarización mediante la difusión facilitada de iones de sodio y potasio.
- Cada canal de potasio está formado por 4 subunidades que dejan un estrecho poro de 0.3 nm en su interior para el paso de los iones potasio.
- Los iones potasio tienen un tamaño inferior a 0.3 nm, pero en disolución, se rodean de una capa de moléculas de agua que impiden que pueda pasar por el poro.



- Para poder pasar, se rompen los enlaces entre el ión y el agua, estableciendo ahora nuevos enlaces con aminoácidos del canal, y volviendo a establecerlos con el agua a su salida.

Handwritten notes:
mLmm
XXXXXX

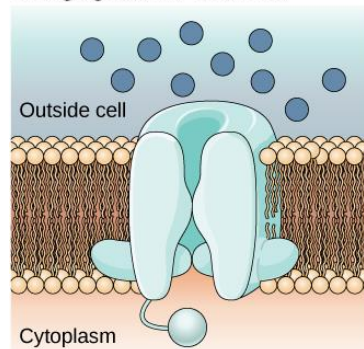


APLICACIÓN: Estructura y función de los canales de potasio para la difusión facilitada en los axones

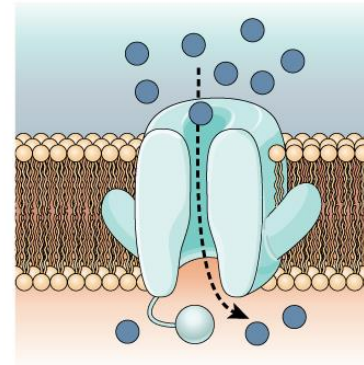
- La especificidad del canal radica en el tamaño del ión, dado que otros cationes son demasiado grandes para pasar a través del poro o muy pequeños como para establecer los enlaces con los aminoácidos del canal.

- Los canales de iones de potasio en el axón son dependientes de voltaje.

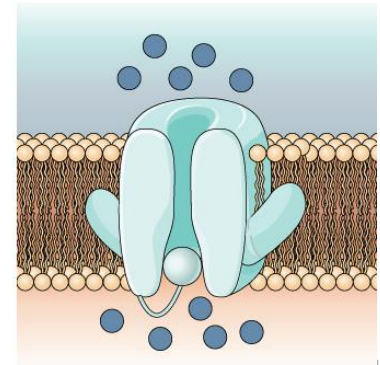
Voltage-gated Na^+ Channels



Closed At the resting potential, the channel is closed.

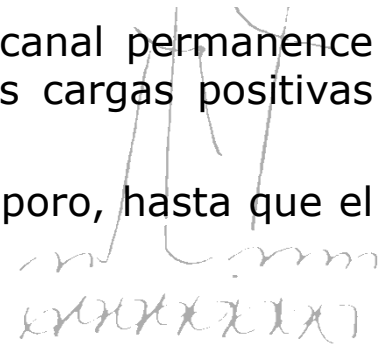


Open In response to a nerve impulse, the gate opens and Na^+ enters the cell.



Inactivated For a brief period following activation, the channel does not open in response to a new signal.

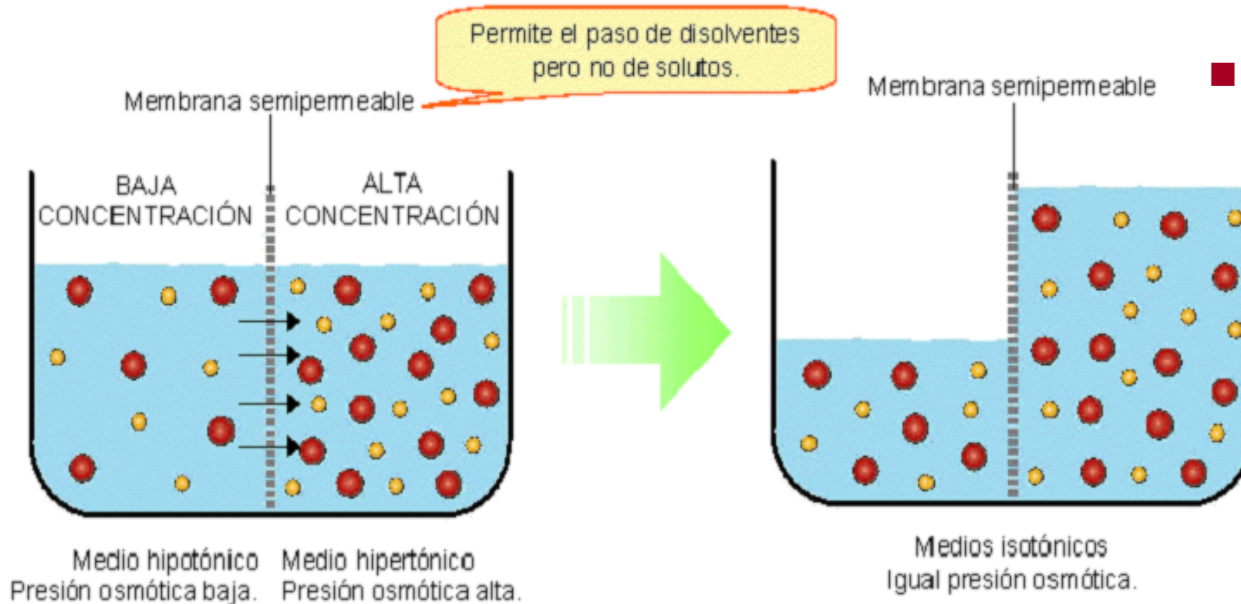
- Si un axón tiene más cargas positivas fuera que dentro, el canal permanece cerrado. Pero al llegar un impulso nervioso, se generan más cargas positivas dentro que fuera, provocando que se abra el canal.
- Sin embargo, una subunidad tipo bola rápidamente tapona el poro, hasta que el canal vuelve a su estado cerrado original.





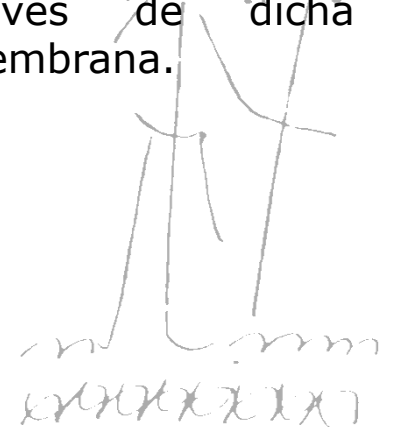
Transporte pasivo particular: Ósmosis

- Si tenemos dos disoluciones acuosas de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable, se define **ósmosis** como un tipo de **difusión pasiva** caracterizada por el paso de agua (disolvente) a través de la membrana desde la disolución más diluida a la más concentrada hasta que se iguale la concentración a ambos lados de la membrana.



El disolvente atraviesa la membrana hasta igualar las concentraciones en ambos lados.

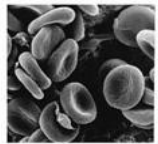
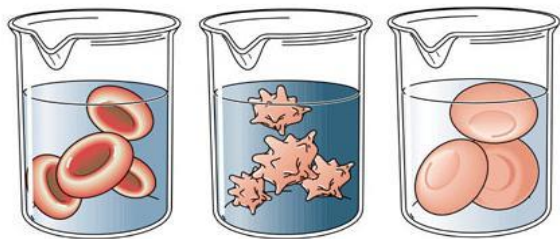
■ Se entiende por **presión osmótica** la presión que sería necesaria ejercer para detener el paso de agua a través de dicha membrana.



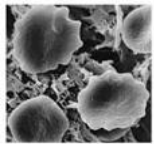


Transporte pasivo particular: Ósmosis

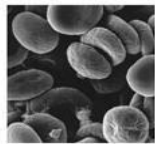
- La membrana plasmática es semipermeable, por lo que las células deben permanecer en equilibrio osmótico con su medio externo.
- Cuando la concentración de solutos de los fluidos extracelulares es igual a la concentración intracelular, ambas disoluciones son **isotónicas**. Pero si la concentración es mayor, la disolución es **hipertónica**, frente a la menos concentradas, que es **hipotónica**.



A.
Isotonic solution
(equal concentration
of ions in solution
and cell)



B.
Hypertonic solution
(higher concentration
of ions in solution
than in cell)



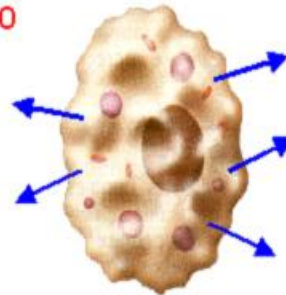
C.
Hypotonic solution
(lower concentration
of ions in solution
than in cell)

Animación3

MEDIO HIPERTÓNICO

El agua sale de la célula.

- Disminuye el volumen celular
- Aumenta la presión osmótica en el interior



PLASMÓLISIS

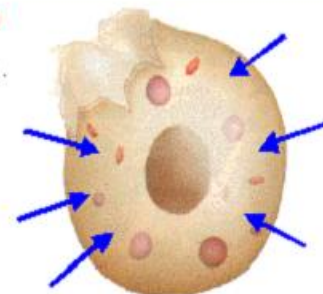
La membrana plasmática se separa de la pared celular



MEDIO HIPOTÓNICO

El agua entra en la célula.

- Aumenta el volumen celular
- Disminuye la presión osmótica en el interior



TURGENCIA

La célula se hincha hasta el límite de la pared celular

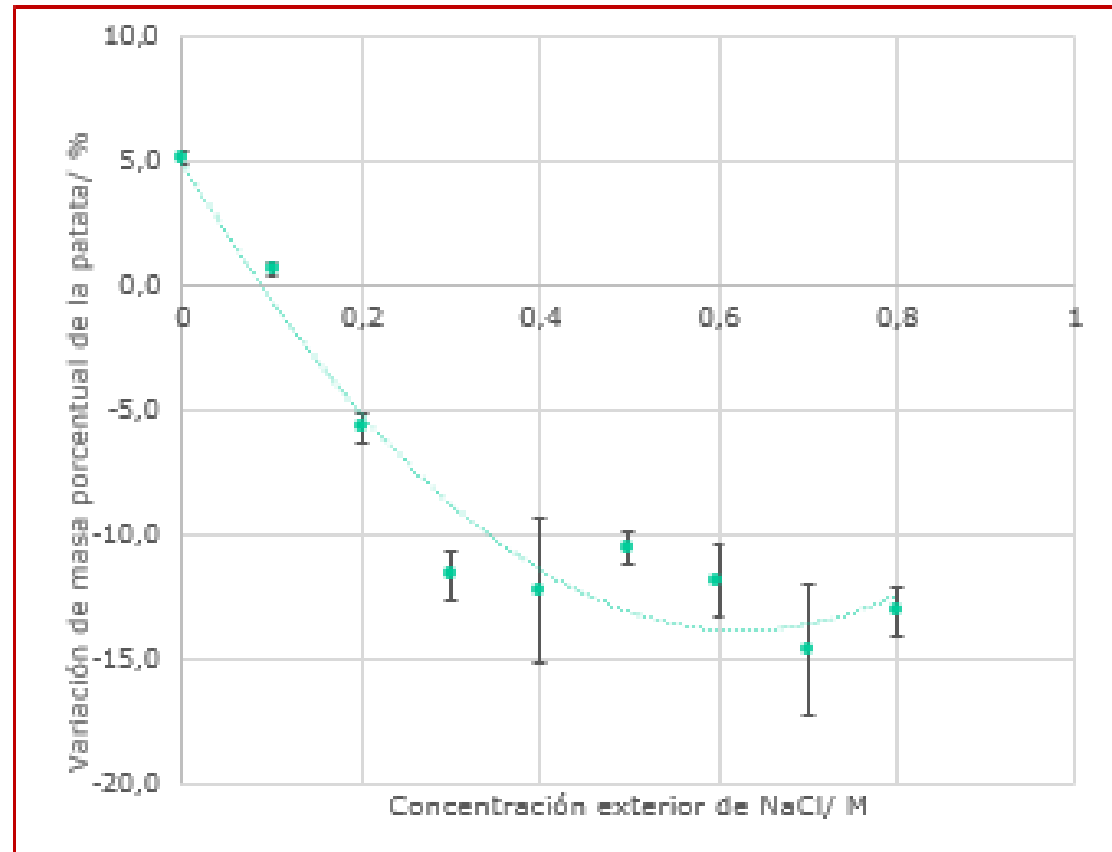




HABILIDAD: Estimación de la osmolaridad en tejidos

- El siguiente gráfico muestra la variación de masa porcentual de la patata a diferentes concentraciones de NaCl por el efecto de osmosis.

- 1) Determina si el agua entra o sale a una concentración de NaCl 0 M.
- 2) Determina si el agua entra o sale a una concentración de NaCl 0.8 M.
- 3) Determina la concentración intracelular de NaCl en la papata. ¿Cómo lo sabes?



XXXXXXXXXX



NATURALEZA CIENCIAS: Diseño experimental

- **Es esencial efectuar una medición cuantitativa precisa en los experimentos sobre ósmosis,** ya que las variaciones en masa pueden ser pequeñas.
- Por tanto, es necesario realizar mediciones precisas de masa y volumen en los experimentos de ósmosis.

Concentración NaCl/M	prueba	masa inicial/ g \pm 0,01g	masa final/ g \pm 0,01g
0,0	1	6,35	6,68
	2	6,62	6,96
	3	6,66	6,98
	4	6,36	6,67
	5	6,66	7,02
0,1	1	6,83	6,88
	2	6,86	6,88
	3	6,89	6,92
	4	7,02	7,05
	5	6,52	6,59
0,2	1	7,15	6,78
	2	6,42	6,04
	3	6,54	6,20
	4	6,55	6,11
	5	5,97	5,62
0,3	1	5,81	5,21
	2	7,07	6,20
	3	6,78	5,95
	4	6,35	5,66
	5	5,49	4,80
0,4	1	7,07	6,42
	2	5,84	4,96
	3	5,95	5,37
	4	6,40	5,41
	5	4,96	4,37
0,5	1	7,71	6,83
	2	6,64	5,99
	3	5,96	5,34
	4	7,08	6,35
	5	6,70	5,97
0,6	1	6,57	5,79
	2	6,87	5,99
	3	6,52	5,72
	4	6,86	5,97
	5	7,13	6,45



APLICACIÓN: Ósmosis en medicina

- Las células animales pueden resultar dañadas como consecuencia del proceso de ósmosis. Así, al sumergir un tejido animal en un medio hipotónico, las células se hincharán hasta que eventualmente estallen. Por el contrario, al sumergirlas en un medio hipertónico las células se deshidratarán perdiendo volumen su citoplasma.
- **Los tejidos o los órganos empleados en procedimientos médicos deben sumergirse en una solución con la misma osmolaridad que el citoplasma para evitar procesos de ósmosis.**
- Normalmente se usa una disolución salina de NaCl con una osmolaridad de 300 mOsm.
- Esta solución salina se usa habitualmente para:
 - El transporte de órganos para su trasplante.
 - La introducción de sangre a un paciente mediante una vía intravenosa.
 - El lavado de ojos y de heridas en la piel.

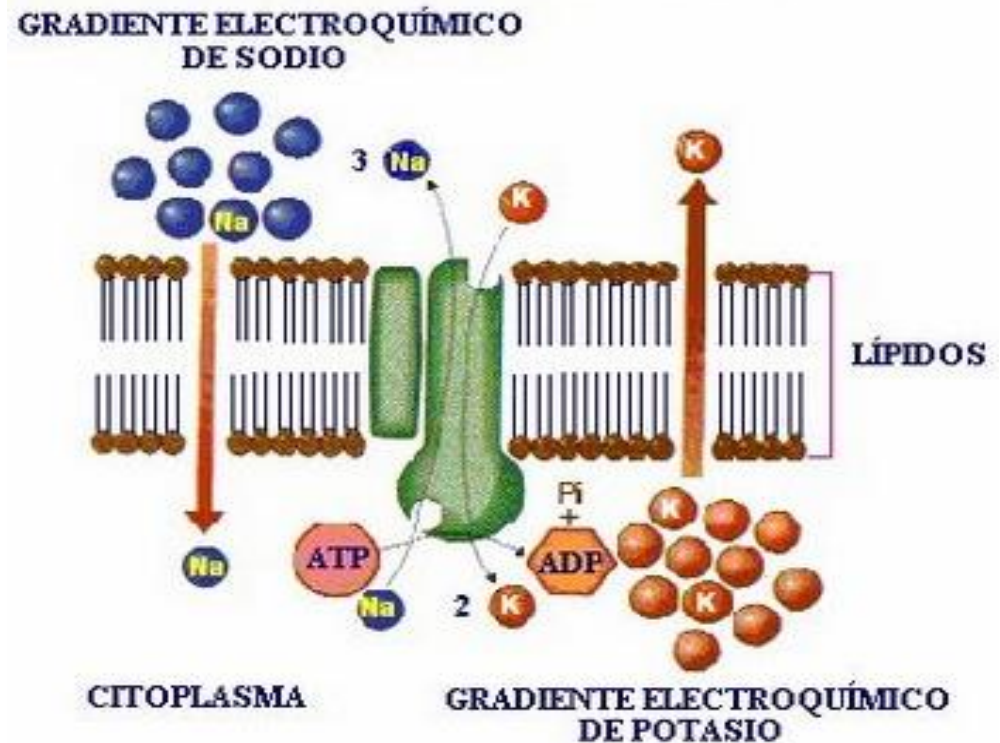


XXXXXX



Transporte activo

- Lo realizan proteínas transmembranas, con **gasto de ATP**, donde las moléculas atraviesan la membrana **en contra de su gradiente de concentración**.
- Con ello se consigue que las concentraciones intra y extracelulares de algunos iones sean muy diferentes, controlándose la presión osmótica y el potencial de membrana.
- Un ejemplo es la **bomba de Na^+/K^+** , que es un complejo proteico formado por dos proteínas integrales que, con gasto de una molécula de ATP, expulsan de la célula tres iones Na^+ e introduce dos iones K^+ , ambos en contra de gradiente electroquímico.
- Otro ejemplo de transporte activo es la bomba en la membrana de las células del hígado, que introducen glucosa en contra de gradiente.

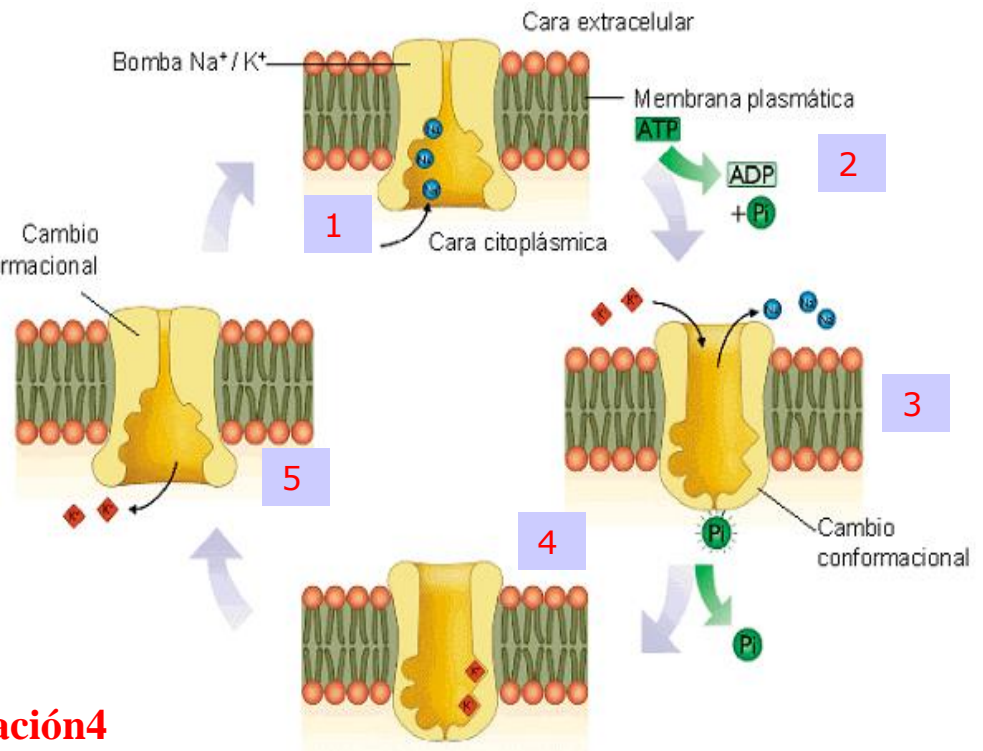


XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Estructura y función de los canales de potasio para la difusión facilitada en los axones

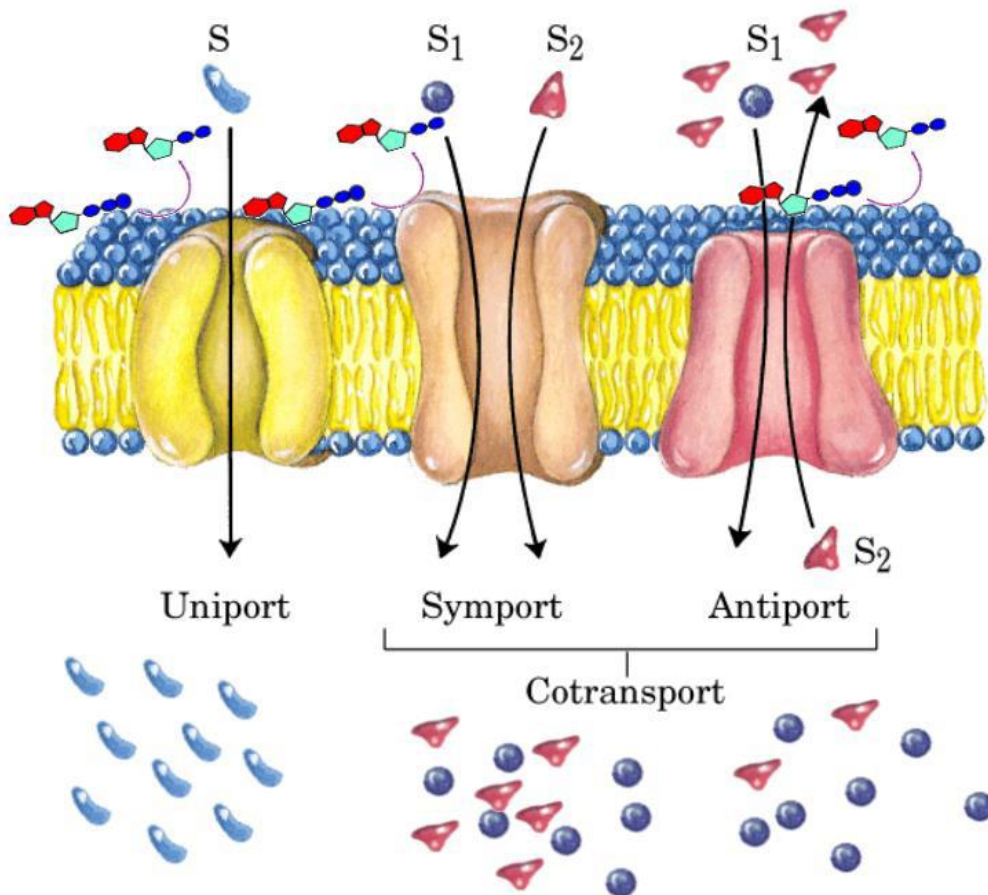
- El potencial de reposo en el axón de una neurona es mantenido por una bomba sodio-potasio, que bombea K^+ al interior del axon y Na^+ al exterior.
- 1. Tres iones de sodio intracelular se unen a una proteína transmembrana específica.
- 2. La unión de los iones de sodio causa la defosforilación del ATP, liberándose ADP.
- 3. La defosforilación provoca un cambio conformacional en la proteína liberando el sodio al espacio extracelular y posibilitando la entrada de dos iones potasio.
- 4. La unión de los iones extracelulares de potasio causa la liberación del grupo fosfato Pi .
- 5. La liberación del fosfato provoca un nuevo cambio en la proteína, recuperando su conformación original, y liberando el potasio al espacio intracelular.





Transporte activo

- Existen distintos tipos de transporte activo en función del número de moléculas transportadas y su sentido:



- **Uniporte:** Transporte de una molécula.

- **Cotransporte:** Transporte de dos moléculas.

* *Simporte:* en el mismo sentido.

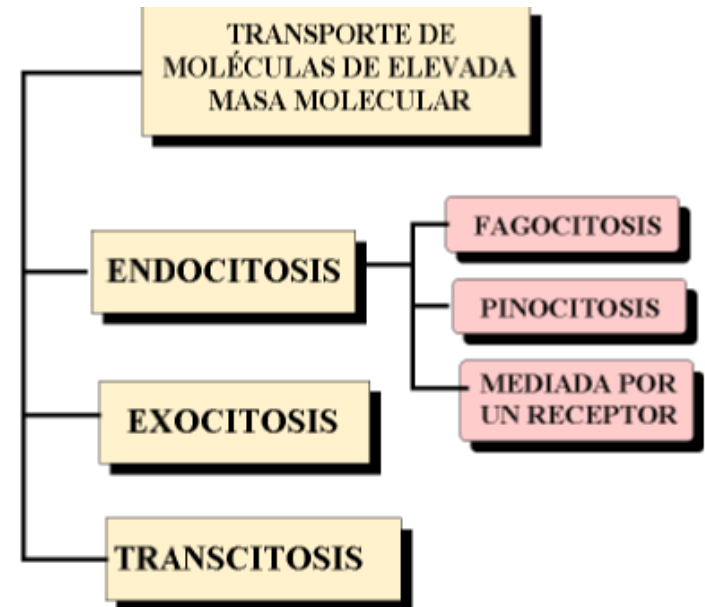
* *Antiporte:* En sentidos opuestos.





Endocitosis y exocitosis

- **Procesos activos** que requieren energía, por los que grandes partículas atraviezan la membrana plasmática. La **endocitosis** permite la entrada en la célula de macromoléculas, mientras que la **exocitosis** permite su salida.
- Ambos procesos se basan en la **capacidad de la membrana de formar vesículas**, lo cual depende de:



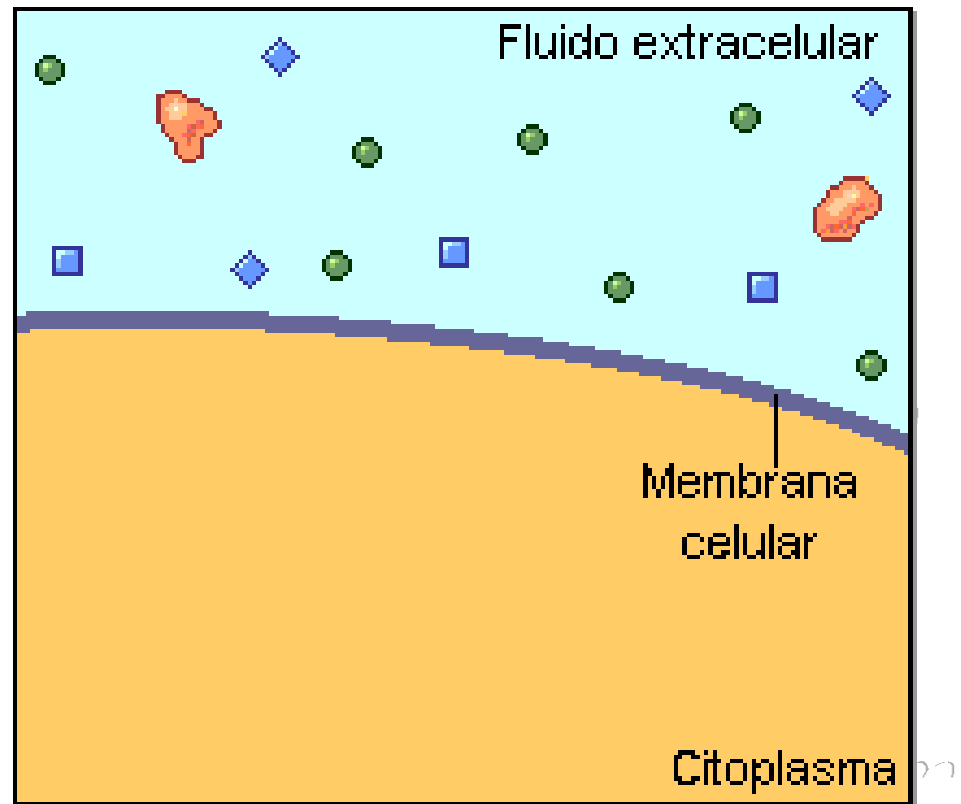
- **la fluidez** de la bicapa de fosfolípidos, debida a que los fosfolípidos no están completamente empaquetados al estar unidos mediante interacciones hidrofóbicas débiles entre sus colas de ácidos grasos, y a la presencia de colesterol, que afecta a dicha fluidez.
- **la estabilidad** de la bicapa, debida a las propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas de los fosfolípidos que provocan la formación de una bicapa estable en un ambiente acuoso.

XXXXXXXXXX



Endocitosis y exocitosis

- Por tanto, **la fluidez de las membranas permite la entrada de materiales en las células por endocitosis o su expulsión por exocitosis. Las vesículas facilitan el desplazamiento de los materiales dentro de las células.**
- En toda célula existe un equilibrio entre la exocitosis y la endocitosis, para mantener la membrana plasmática y que quede asegurado el mantenimiento del volumen celular.

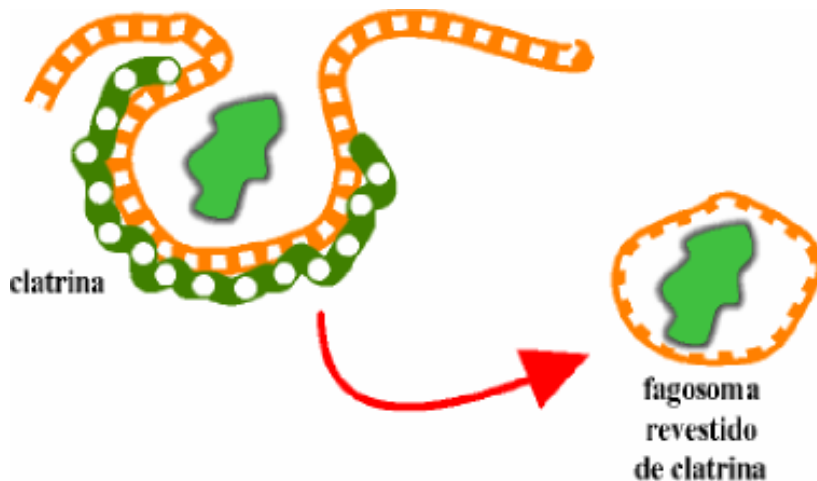
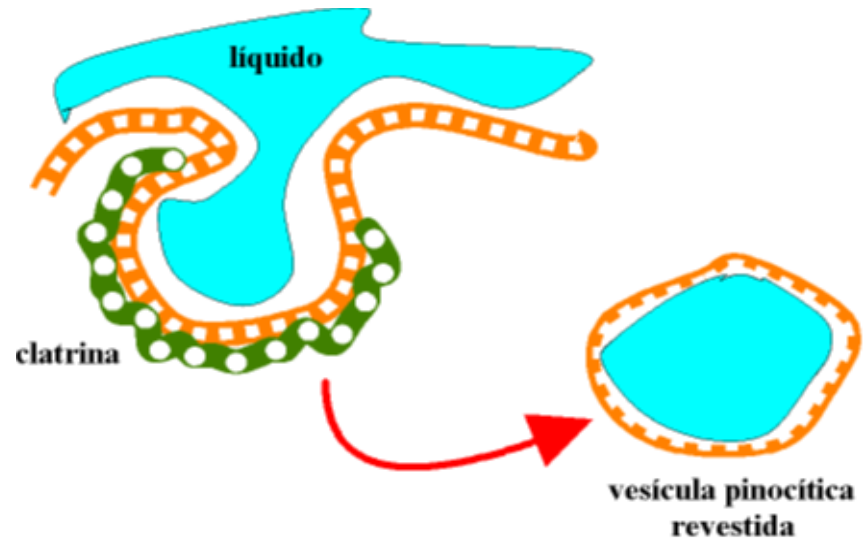




Endocitosis y sus tipos

- **Endocitosis:** Es el proceso por el que la célula capta partículas del medio externo mediante una **invaginación de la membrana** en la que se engloba la partícula a ingerir. Se produce la estrangulación de la invaginación originándose una **vesícula** que encierra el material ingerido. Según la naturaleza de las partículas englobadas, se distinguen diversos tipos de endocitosis:

- Pinocitosis. Implica la ingestión de líquidos y partículas en disolución por pequeñas vesículas revestidas de clatrina.



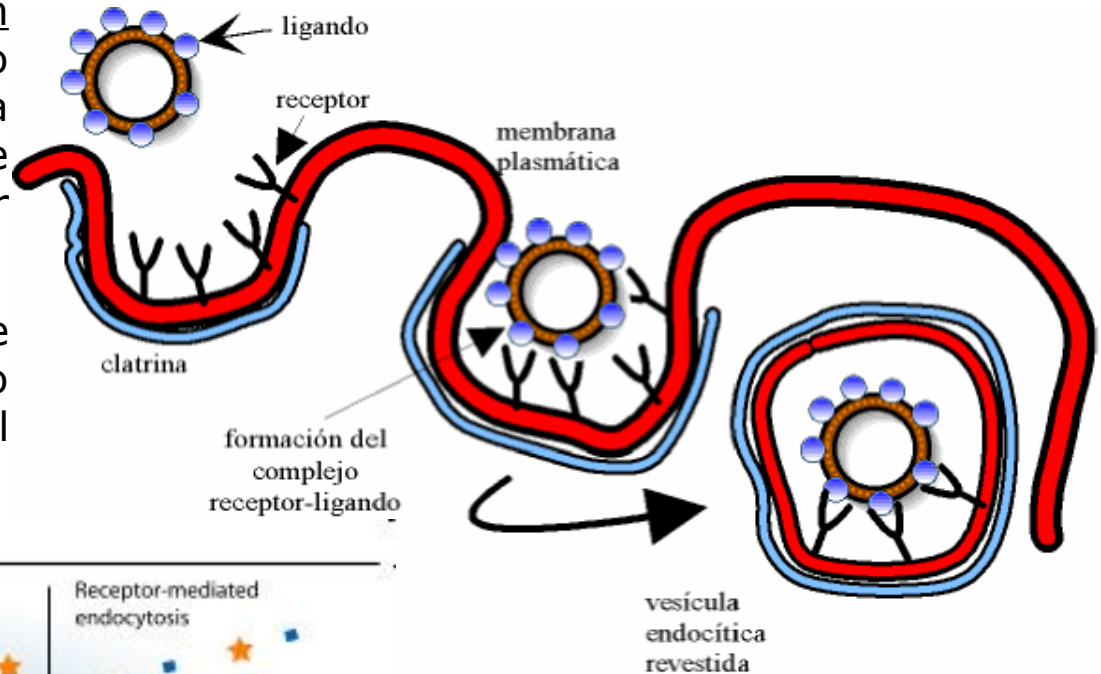
- Fagocitosis. Se forman grandes vesículas revestidas o fagosomas que ingieren microorganismos y restos celulares.



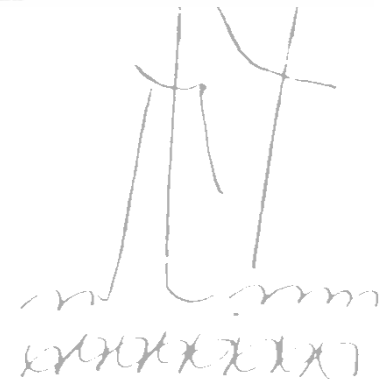
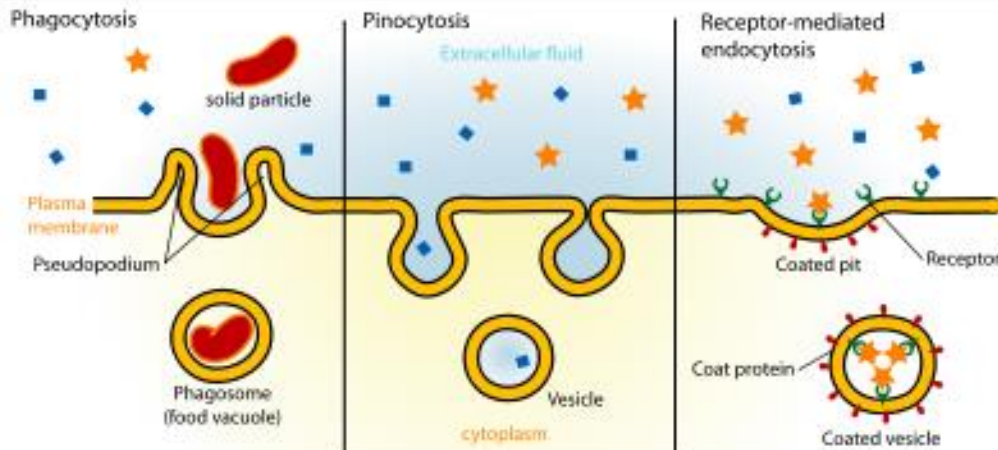
Endocitosis y sus tipos

- Endocitosis mediada por un receptor. Es un mecanismo por el que sólo entra la sustancia para la cual existe el correspondiente receptor en la membrana.

Un **ejemplo** es la toma de colesterol LDL del medio extracelular o la entrada del VIH.



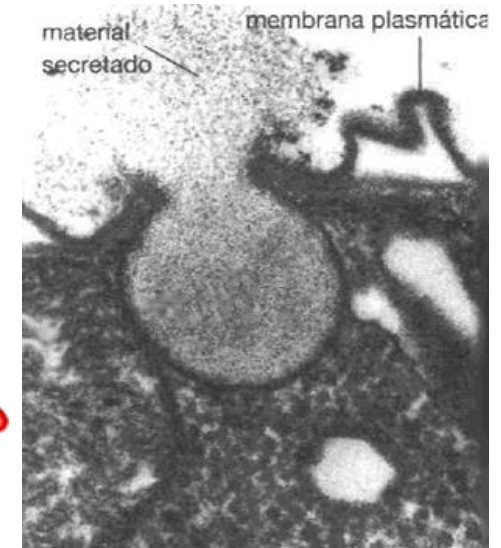
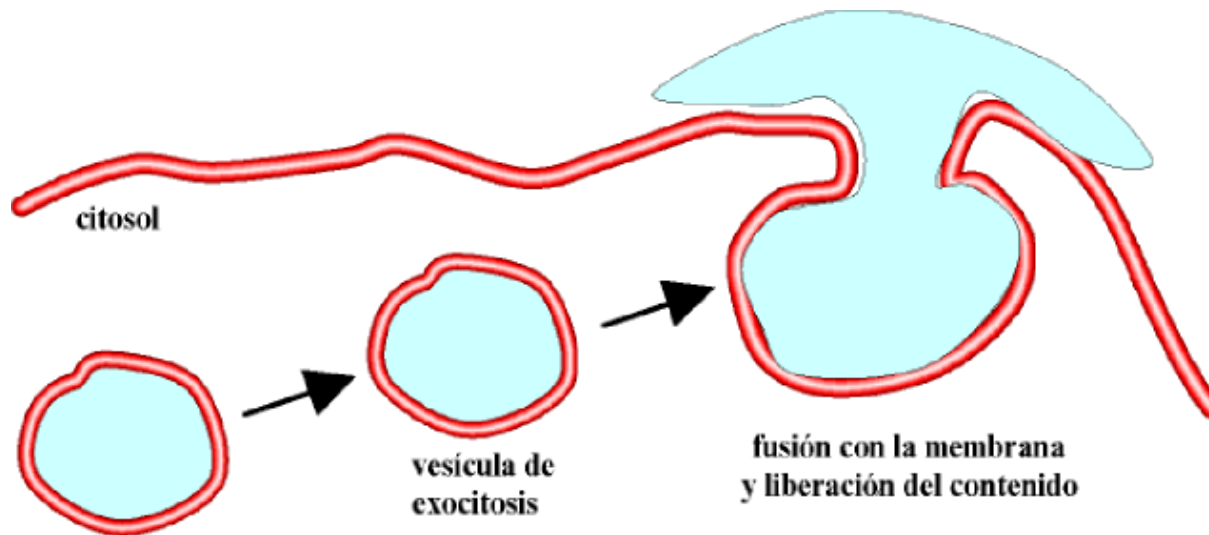
Endocytosis





Exocitosis

- **Exocitosis:** Es el mecanismo por el cual las macromoléculas contenidas en **vesículas** citoplasmáticas son transportadas desde el interior celular hasta la membrana plasmática, para ser vertidas al medio extracelular.
- Esto requiere que la membrana de la vesícula y la membrana plasmática se fusionen, mediante la unión de ambas bicapas de fosfolípidos, para que pueda ser vertido el contenido de la vesícula al medio.



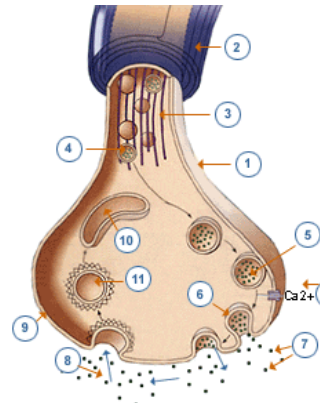
- Al igual que con la endocitosis, se consigue gracias a la fluidez de la membrana.

Handwritten notes:
membrana
XXXXXX



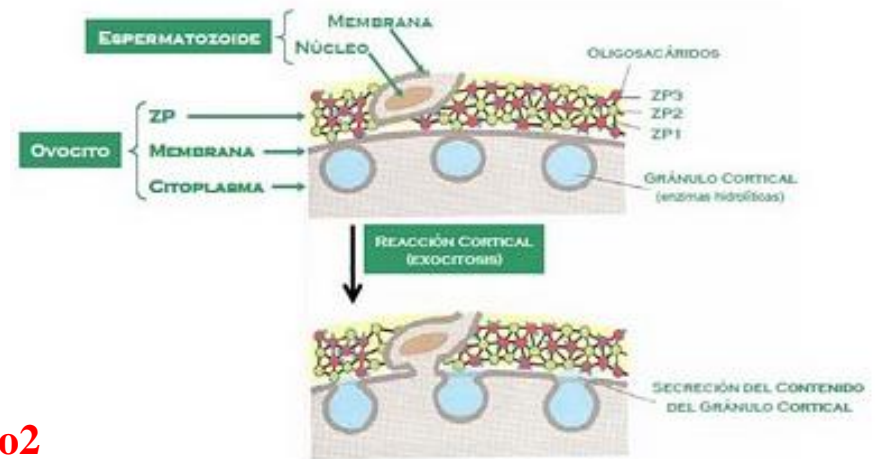
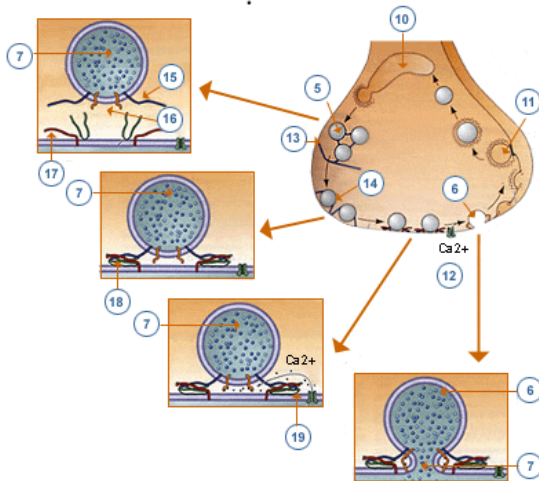
Exocitosis

- Mediante este mecanismo, las células son capaces de expulsar sustancias sintetizadas por la célula, o bien eliminar sustancias de desecho.



■ Ejemplos de exocitosis son:

- Liberación de neurotransmisores: En presencia de Ca^{++} vesículas con neurotransmisores liberan su contenido a la hendidura sináptica.
- Secreción endocrina y exocrina.
- Liberación de gránulos corticales.



Video2

XXXXXXXXXX



Transporte pasivo versus activo

Características	Pasivo	Activo
Tipos	Difusión simple; Ósmosis; Difusión facilitada	Transporte activo; Bomba de iones; Exocitosis; Endocitosis; Pinocitosis; Fagocitosis
Gasto energético	No requiere energía	Requiere energía/ATP
Sentido del transporte	A favor de gradiente de concentración	En contra de gradiente de concentración
Proteína de bombeo	No necesita bombeo	Requiere de una proteína de bombeo
Ejemplo	Paso del oxígeno a través del alvéolo; Otro ejemplo válido	Absorción de glucosa en el íleon; Otro ejemplo válido

in Linn
XXXXXX