

**GUÍA DE CONTENIDO Y TRABAJO**  
**UNIDAD 1: LÍMITE CELULAR**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**INTRODUCCIÓN**

La **célula se considera como la unidad estructural, funcional y de origen, de los seres vivos**. Ello significa que tiene la capacidad de intercambiar materia y energía con el medio para que, de esta manera, pueda: reparar, mantener y construir cada parte de ella, además de producir copias de sí misma o de reproducirse que le permiten perdurar en el tiempo. Lo anteriormente señalado implica que cada ser vivo podría estar formado, ya sea, por una célula (organismo unicelular) o por un conjunto organizado de ellas (organismo pluricelular).

Toda célula para poder cumplir con estas tareas debe tener al menos:

- **Límite celular**, que determine un medio interno y lo separe del medio externo asegurando, de esta forma, el perfecto funcionamiento celular. Este límite tiene permeabilidad selectiva, es decir, selecciona lo que entra hacia la célula o lo que sale de ella, debido a las características estructurales que dicho límite presenta, está formada básicamente por fosfolípidos, carbohidratos y proteínas.
- **Citoplasma**, que contiene agua, sales minerales y algunos compuestos orgánicos. En células más especializadas está **compartimentalizado**, es decir, posee en el citoplasma estructuras llamadas **organelos**, tales como: mitocondria, retículo endoplasmático liso (REL), retículo endoplasmático rugoso (RER), aparato de Golgi, lisosoma o vacuola, entre otros.
- **Material genético**, que en las células **procariontas** se encuentra **libre** en el citoplasma y, en cambio, en las células eucariotas está encerrado en un compartimiento llamado **núcleo**. Contiene el DNA que participa tanto en la transmisión de la información genética a la próxima generación como en el control metabólico de la célula. La actividad metabólica requiere de la acción enzimática y las enzimas son el producto de la expresión génica.

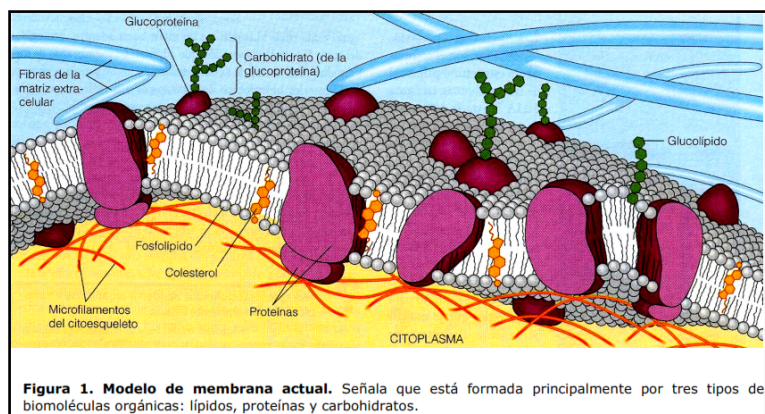
**1. PARED CELULAR**

La pared celular se encuentra formando parte del límite celular en organismos clasificados como Eubacterias o simplemente Bacterias, así como también a los representantes del Reino Protista, Fungi y Plantas. Su composición varía en las diferentes especies, en los distintos tejidos de una misma especie y entre las células de un organismo. Así, por ejemplo, la pared celular en las bacterias está compuesta de peptidoglucano (mureina), en los protistas de celulosa reforzadas por sales de carbonato de calcio y sílice; en las células de los hongos las paredes celulares están constituidas por quitina; y, finalmente, en las células vegetales se encuentra una pared primaria constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y pectinas y, en algunos tejidos, se le adiciona una pared secundaria también formada por celulosa, hemicelulosa y pectinas, conteniendo además lignina y suberina. Estos tejidos son, por lo general, denominados tejidos muertos. Su alta porosidad permite el paso de agua y solutos disueltos. Además, cabe destacar que la célula vegetal no pierde comunicación con células vecinas, gracias a la presencia de plasmodesmos (o poros de 40 nm de diámetro) que comunican los citoplasmas de un tejido (simplastos).

A pesar de la diversidad de las moléculas constituyentes de las paredes celulares de bacterias y de los reinos protista, fungi y plantas las funciones de la pared son las de otorgar a cada célula la forma típica, resistencia y protección.

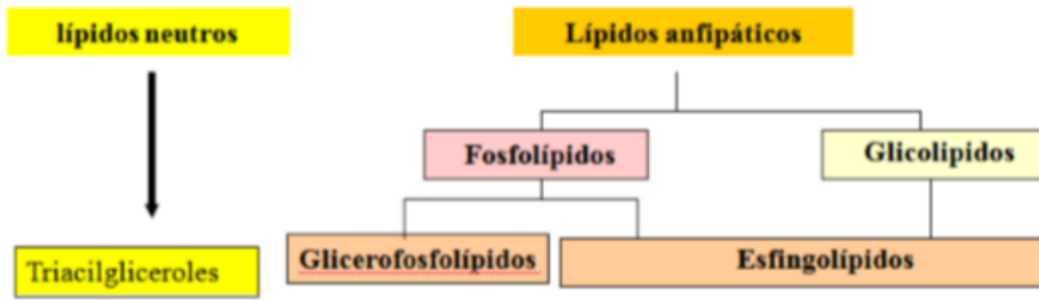
**2. MEMBRANA PLASMÁTICA**

La **membrana plasmática rodea a la célula, definiendo su extensión y mantiene las diferencias** esenciales entre el contenido de la misma y su entorno. Aunque realicen diferentes funciones, todas las membranas biológicas tienen una estructura básica común: una finísima capa de moléculas lipídicas y proteicas, que se mantienen unidas fundamentalmente por interacciones no covalentes. Además, **las membranas celulares son estructuras dinámicas y fluidas** y la mayoría de sus moléculas son capaces de desplazarse en el plano de la membrana. Las moléculas lipídicas están dispuestas en forma de una doble capa continua de unos 5 nm de grosor, siendo el modelo actual de membrana aceptado ampliamente es el de **mosaico fluido**, propuesto por S. J. Singer y G. L. Nicolson 1972 (Figura 1).



**Figura 1. Modelo de membrana actual.** Señala que está formada principalmente por tres tipos de biomoléculas orgánicas: lípidos, proteínas y carbohidratos.

A) LÍPIDOS

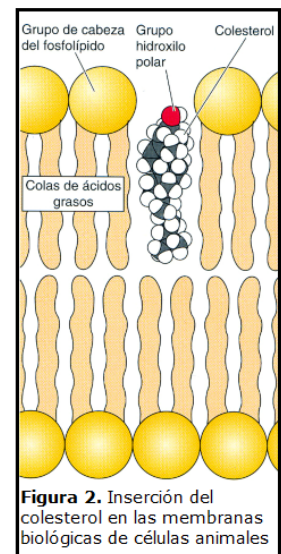


☐ Fosfolípidos:

Moléculas formadas por dos cadenas de ácidos grasos, enlazadas a dos de los tres carbonos del alcohol glicerol. Estas cadenas determinan la porción hidrofóbica (repelente al agua) no polar del fosfolípido. Unido al tercer carbono del diglicérido, existe un grupo fosfato, con carga negativa y unido a él, un grupo orgánico hidrofílico polar que contiene nitrógeno.

☐ Colesterol:

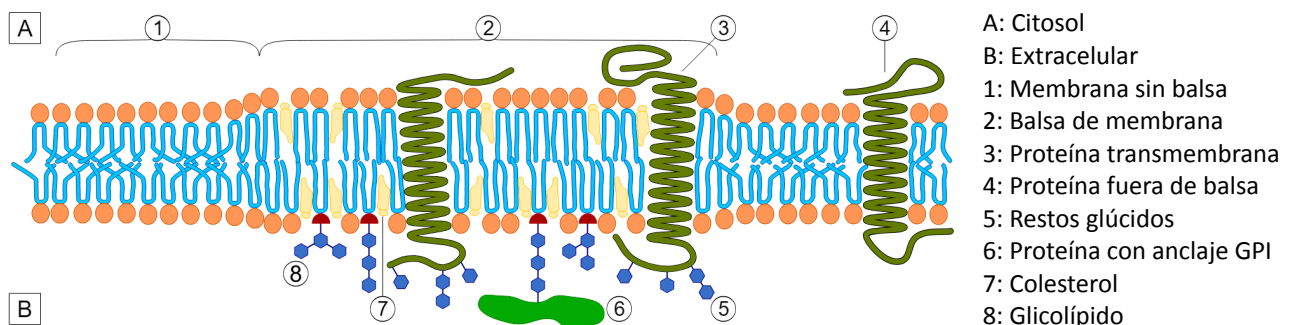
Se encuentra **presente en células animales** y tiene por **función proporcionar estabilidad mecánica** adicional a la membrana, además de prevenir el congelamiento celular (Figura 2). El colesterol, debido a su estructura de anillo rígido, es un componente mayoritario e importante de las membranas de las células animales. El colesterol se inserta dentro de la bicapa con su grupo hidroxilo polar próximo a la cabeza hidrofílica de los fosfolípidos, interactuando con ellas (Figura 2). Dependiendo de la temperatura el colesterol tiene efectos diferentes sobre la fluidez de la membrana. Por ejemplo, a altas temperaturas, el colesterol interfiere en el movimiento de las cadenas de los ácidos grasos de los fosfolípidos, lo que disminuye la fluidez de la parte externa de la membrana y la permeabilidad a las moléculas pequeñas. En cambio, a bajas temperaturas tiene un efecto opuesto, como interfiere con las interacciones entre las cadenas de los ácidos grasos, el colesterol protege a las membranas de congelarse y mantiene su fluidez.



Algunos procesos de transporte y actividades enzimáticas, por ejemplo, pueden **detenerse cuando la viscosidad de la bicapa se incrementa** experimentalmente más allá de un nivel umbral. Es por ello que la fluidez es una de las características más importantes de las membranas y depende de factores como:

- ✓ Temperatura: la fluidez aumenta al elevarse la temperatura.
- ✓ naturaleza de los lípidos: la presencia de lípidos insaturados y de cadena corta favorecen el aumento de fluidez.
- ✓ presencia de colesterol: el cual estabiliza las membranas reduciendo su fluidez y permeabilidad.

Los lípidos de membrana también están implicados en la formación de balsas lipídicas o *Lipid rafts*, que se definen como pequeños dominios heterogéneos dinámicos enriquecidos en esfingolípidos y esteroides que compartimentan los procesos celulares. Estas zonas son más ordenadas y menos fluidas debido a que abundan ácidos grasos saturados que se empaquetan estrechamente con el colesterol por lo que forman lo que se llama una fase "líquida ordenada".



B) PROTEÍNAS

Aunque la estructura básica de las membranas biológicas está determinada por la bicapa lipídica, la **mayoría de sus funciones específicas están desempeñadas por las proteínas**. La cantidad y el tipo de proteínas de una membrana son muy variadas y cumplen distintas funciones tales como: transporte (a), actividad enzimática (b), transducción de señales (c) reconocimiento intercelular (d), uniones intercelulares (e), unión al Citoesqueleto y formar parte de la matriz extracelular(f).

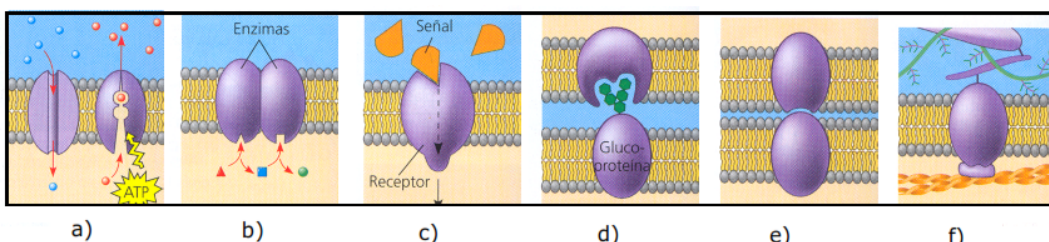


Figura 3. Proteínas de membrana y sus funciones.

De acuerdo a su ubicación, las proteínas se pueden clasificar en dos tipos:

- ✓ las que atraviesan la bicapa de fosfolípidos: proteínas intrínsecas o integrales
- ✓ las ubicadas en la superficie: proteínas extrínsecas o periféricas.

C) CARBOHIDRATOS

El reconocimiento intercelular, **capacidad de una célula de diferenciar una célula vecina de otra**, es esencial para el funcionamiento de un organismo. Por ejemplo, en la distribución de células en los tejidos y los órganos en un embrión como así también en el rechazo de células extrañas (incluidas la de los órganos trasplantados) por el sistema inmunológico. La manera en que las células reconocen otras células es uniéndose a moléculas de superficie, con frecuencia hidratos de carbono de la membrana plasmática que corresponden habitualmente a cadenas ramificadas cortas con menos de 15 unidades de monosacáridos, los que por su carácter polar están limitados solamente a la superficie externa y normalmente asociados con lípidos (**constituyendo los glicolípidos**) o unidos a proteínas (**formando las glicoproteínas**), constituyendo el **glucocálix**.

Los hidratos de carbono de la membrana plasmática varían de especie a especie, entre individuos de la misma especie y aun entre un tipo celular y otro de un mismo individuo. La diversidad de estas moléculas y su localización permiten funcionar como marcadores que distinguen una célula de otra. Por ejemplo, los cuatro tipos de grupos sanguíneos denominados A, B, AB y O, reflejan variaciones en los hidratos de carbono de la superficie de los glóbulos rojos.

- **Funciones de la membrana plasmática**
  - **Constituir el límite fundamental de toda célula.**
  - **Regular los movimientos de sustancias desde y hacia la célula, manteniendo la concentración intracelular de moléculas en los niveles adecuados para que se realicen los procesos celulares básicos.**
  - **Conducir potenciales de acción electroquímicos (en células excitables, tales como, las neuronas).**
  - **Participar en interacciones directas con la membrana plasmática de células vecinas, formando así las uniones intercelulares.**
  - **Mantener estable la forma celular con la ayuda de la interacción con estructuras del citoesqueleto y de la matriz extracelular.**
  - **Transducir señales hormonales y nerviosas.**

3.- PERMEABILIDAD CELULAR

Las **bicapas lipídicas son altamente impermeables** a todas las moléculas cargadas (iones) por muy pequeñas que sean. De esta forma, la carga y el elevado grado de hidratación de tales moléculas, les impiden penetrar en la fase hidrocarbonada de la bicapa. A continuación, se presentan los tipos de moléculas que pueden atravesar la bicapa lipídica y las que se ven imposibilitadas de hacerlo.

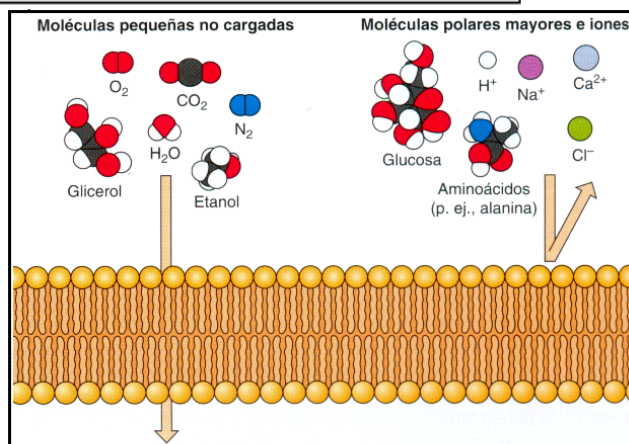


Figura 4. Permeabilidad diferencial de la bicapa de fosfolípidos frente a distintas sustancias.

4. TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA

A.- TRANSPORTE NO MEDIADO POR PROTEÍNAS

**DIFUSIÓN:** es el desplazamiento neto de moléculas a presión y temperatura constante desde zonas de mayor concentración hacia zonas de menor concentración. Sin gasto de energía (transporte pasivo). Generalmente, así es como se mueven las moléculas en el interior de la célula y, también, a través de membranas celulares. Las moléculas que pueden atravesarla deben ser pequeñas, sin carga y apolares o hidrofóbicas (Ejemplo: gases respiratorios, hormonas lipídicas (como las sexuales), los corticoides y las liposolubles como las tiroideas (T3 y T4).

• **Diálisis:** es la difusión de un soluto a través de una membrana semipermeable. La sustancia pasa a favor del gradiente de concentración hasta quedar en equilibrio (en la situación de equilibrio sigue pasando soluto de un lado al otro de la membrana, sin haber un cambio neto en las concentraciones). Por ejemplo, en medicina es muy importante la diálisis para retirar desechos desde la sangre de personas con riñones afectados por alguna enfermedad.

• **Osmosis:** corresponde a la difusión de agua (solvente) a través de una membrana semipermeable. Si se tienen dos soluciones con distinta concentración de soluto, el flujo neto del agua se moverá desde la solución con menor concentración de soluto hacia la de mayor concentración de soluto, hasta que se logre el equilibrio. Una vez alcanzado el equilibrio siempre seguirá pasando agua a un lado y otro, pero no habrá un cambio neto de sus concentraciones. Existen dos conceptos importantes

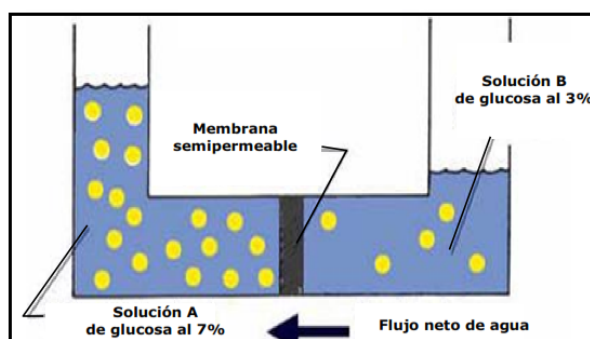


Figura 5. Movimiento de agua por osmosis desde la región B (baja concentración de solutos) a la región A (alta concentración de solutos).

que se encuentran asociados a la osmosis y son la **osmolaridad y la tonicidad**. La osmolaridad de una solución corresponde a su capacidad de retener y captar agua. La diferencia de presión osmótica de una solución respecto a la del plasma se denomina tonicidad que puede ser: **hipotónica**, menor que la del medio intracelular; **isotónica**, igual a la del medio intracelular e **hipertónica**, mayor a la del medio intracelular (Figura 5 y Tabla 1). La presión osmótica de una solución es una propiedad coligativa, es decir, es inherente al número de partículas de soluto de esa solución.

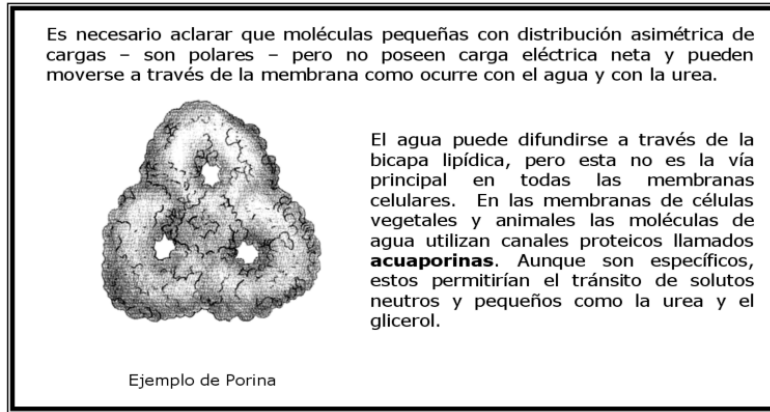


Tabla 1. Tonicidad y dirección del movimiento del agua.

Concentración de soluto en la solución A	Concentración de soluto en la solución B	Tonicidad	Dirección del movimiento de agua
Mayor	Menor	A hipertónica respecto de B B hipotónica respecto de A	De B hacia A
Menor	Mayor	B hipertónica respecto de A A hipotónica respecto de B	De A hacia B
Igual	Igual	A y B son isotónicas	No hay movimiento neto

Dos soluciones pueden ser mutuamente isotónicas entre sí, o relativamente hipertónica y la otra relativamente hipotónica (Tabla 1 y Figura 6)

una

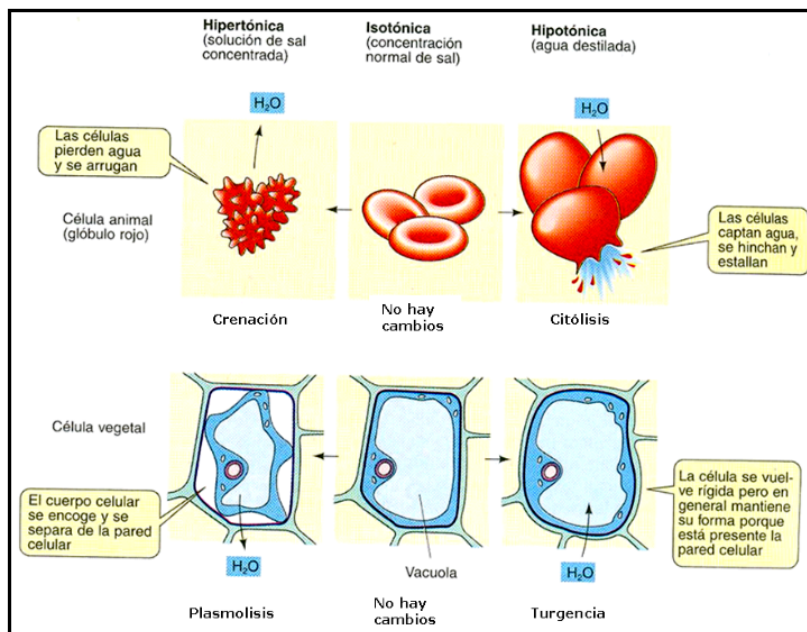


Figura 6. Cambios en células animales y vegetales en medios hipertónicos, isotónicos e hipotónicos.

**B.- TRANSPORTE MEDIADO POR PROTEÍNAS**

• **Proteínas de canal**

Son estructuras proteicas que forman un conducto en la membrana a través del cual se desplazan iones a favor del gradiente electroquímico. Este proceso ocurre sin gasto de energía (transporte pasivo). Los canales pueden estar siempre abiertos o pueden ser regulados por distintos tipos de estímulos, son altamente específicos y no se saturan (Figura 7).

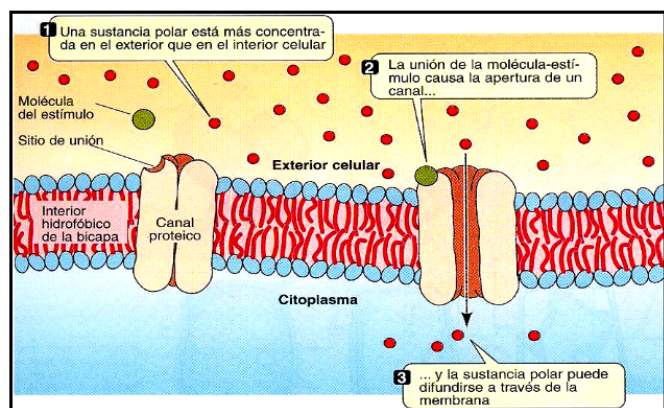


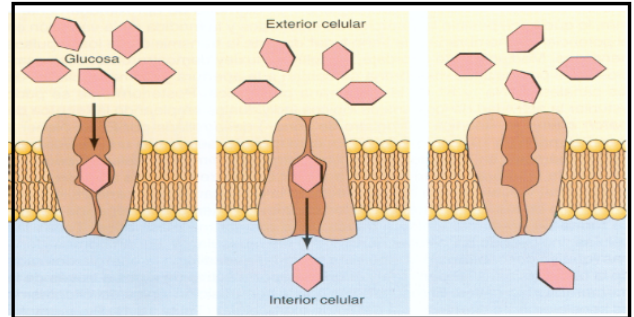
Figura 7. Funcionamiento de una proteína de canal.

● **Proteínas de transporte**

Estas proteínas permiten la difusión facilitada y el transporte activo. Además, poseen uno o más sitios de unión específicos para las sustancias que transportarán, se saturan y pueden ser bloqueadas.

✓ Difusión facilitada

Es una forma de transporte pasivo (sin gasto de energía) en la cual el soluto es captado y trasladado por una proteína transportadora o carrier a favor del gradiente químico, físico o eléctrico, experimentando en el proceso un cambio en su conformación (Figura 8).



**Figura 8. Difusión facilitada de la glucosa.** Se muestra en tres momentos la acción de una proteína carrier o transportadora destacando su cambio conformacional.

✓ Transporte activo

Se realiza en contra el gradiente de concentración, químico o eléctrico y por ello deben utilizar alguna fuente de energía. Se distinguen dos tipos de transporte activo: primario y secundario

**Transporte activo primario**

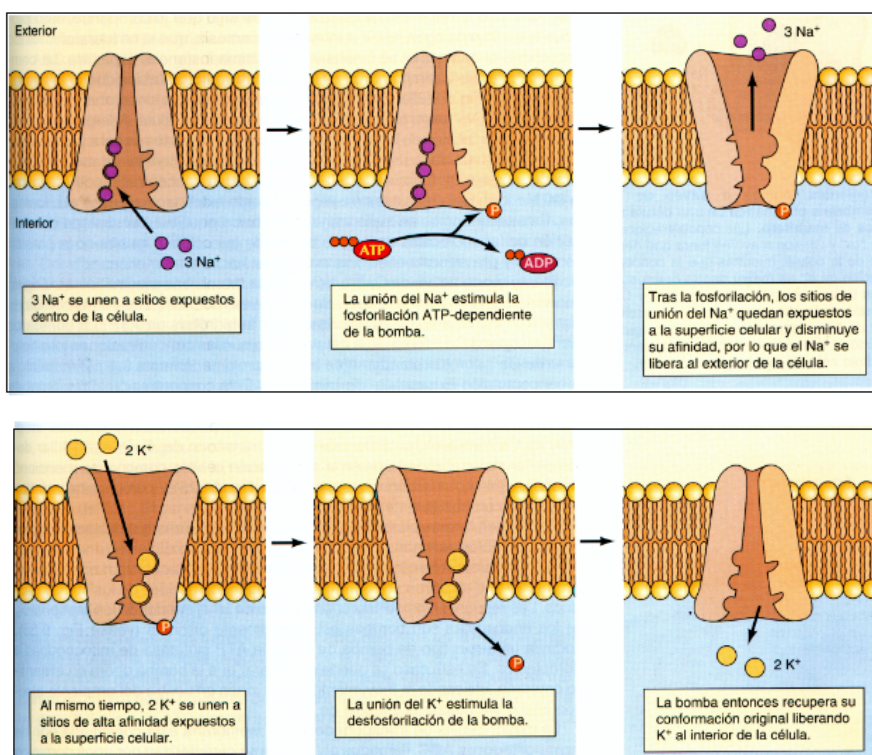
El transporte activo primario implica el uso directo de ATP para el transporte de sustancias. Un ejemplo clave de esto es la bomba de sodio-potasio ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasa), que usa una molécula de ATP para transportar tres iones de sodio fuera de la célula y dos iones de potasio hacia el interior de la célula. Este proceso es vital para el mantenimiento del potencial de membrana, la diferencia de voltaje a través de la membrana celular, que es esencial para procesos como la transmisión de señales nerviosas y la contracción muscular.

Las células animales mantienen concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  intracelulares que difieren mucho de las concentraciones extracelulares (Tabla 2). Es por ello que la bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa adquiere una vital importancia ya que mantiene estas concentraciones de ambos iones tanto en el LIC (líquido intracelular) como en el LEC (líquido extracelular). El transporte que realiza esta bomba corresponde a un transporte activo primario, el cual se realiza directamente acoplado al gasto energético.

**Tabla 2. Concentraciones intracelulares y extracelulares de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$**

	Medio intracelular	Medio extracelular
$\text{Na}^+$	10 mmol/L	150 mmol/L
$\text{K}^+$	140 mmol/L	4 mmol/L

La bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa acopla el transporte de  $\text{Na}^+$  hacia el exterior con el transporte de  $\text{K}^+$  hacia el interior (antiporte) ambos en contra de su gradiente de concentración. El proceso se realiza con consumo de ATP (Figura 9). Esta actividad mantiene el potencial de membrana y hace posible que funcionen procesos de transporte activo secundario.

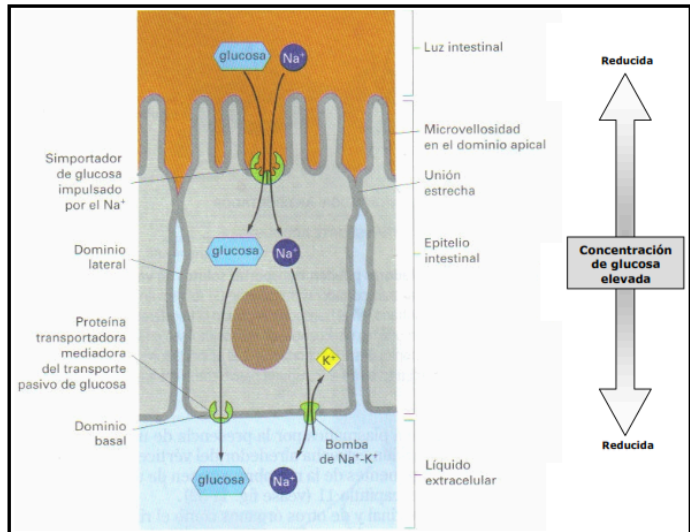


**Figura 9. Transporte activo primario.** Un ejemplo corresponde al funcionamiento de la bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa.

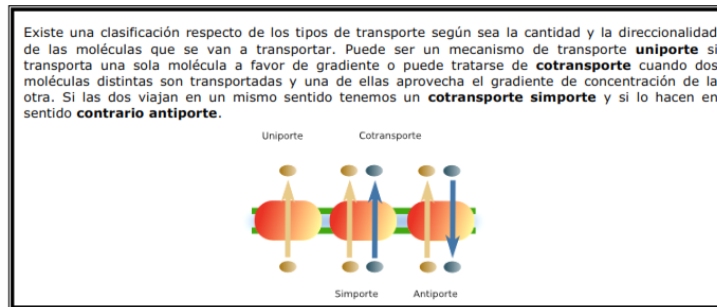
**Transporte activo secundario**

También conocido como cotransporte o transporte acoplado, no utiliza ATP directamente. En cambio, este proceso aprovecha el gradiente de concentración creado por una bomba de transporte activo primario para mover otra sustancia en contra de su gradiente de concentración

Muchas moléculas son transportadas en contra del gradiente, aprovechando una situación creada por un transporte activo primario (Figura 10). El gradiente de concentración de Na<sup>+</sup> establecido por transporte activo primario constituye la fuerza motriz para el transporte activo secundario de la glucosa. El movimiento de glucosa a través de la membrana en contra de su gradiente de concentración está acoplado por una proteína de cotransporte al movimiento de Na<sup>+</sup> hacia adentro de la célula.



**Figura 10.** Dos tipos de transportadores de glucosa permiten que las células epiteliales intestinales transfieran glucosa a través de la mucosa intestinal. La glucosa se transporta activamente hacia el interior de las células mediante simportadores de glucosa impulsados por Na<sup>+</sup> localizados en la superficie apical y egresa de la célula a favor de su gradiente de concentración mediante la acción de uniportadores de glucosa pasivos localizados en las superficies basal y lateral. Ambos tipos de transportadores de glucosa están separados en la membrana plasmática por uniones estrechas.

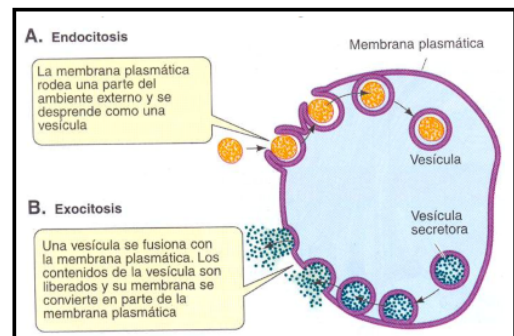


**Intercambio a través de vesículas**

En la endocitosis pequeñas porciones de membrana plasmática se invaginan para englobar e introducir en vesículas sustancias sólidas (fagocitosis) o fluidas (pinocitosis). En cambio, en la exocitosis, las sustancias son descargadas o liberadas fuera de la célula (Figura 11).

Tipos de endocitosis:

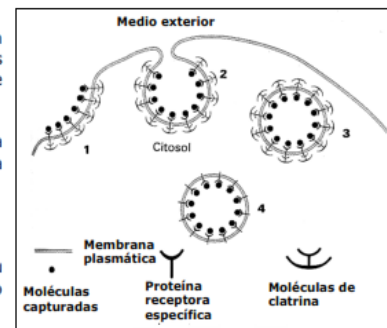
- ☐ Fagocitosis: Entrada de sustancias sólidas como bacterias
- ☐ Pinocitosis: Entrada de sustancias líquidas como vesículas de grasa durante absorción de nutrientes en células de la mucosa intestinal



**Figura 11.** Las células pueden realizar los procesos de endocitosis y exocitosis.

✓ **Endocitosis mediada por receptor:** Se trata de sustancias que primero deben acoplarse a moléculas receptoras específicas, los receptores se encuentran agrupados en la membrana y están unidos en la parte citosólica con proteínas clatrina, o se agrupan después de haberse unido a las moléculas que serán transportadas (Figura 12).

1. Muestra los receptores específicos con las moléculas capturadas. Los receptores están unidos en la parte citosólica a proteínas llamadas clatrina.
2. Se produce la invaginación de la membrana plasmática y se empieza a formar la vesícula.
3. La vesícula se desprende.
4. La vesícula endocítica pierde su revestimiento de clatrina y su contenido será aprovechado por la célula.



**GLOSARIO**

- **Glucocálix:** Estructura superficial de la membrana citoplasmática, constituida por oligosacáridos unidos a proteínas o lípidos de la membrana. Tiene funciones antigénicas y de reconocimiento celular.
- **Mosaico fluido:** Descripción de la estructura de una membrana la que se representa como un mosaico de varias moléculas de proteínas inmersas en una capa líquida formadas de moléculas fosfolípicas.
- **Osmorregulación:** Control de la ganancia y pérdida de agua y solutos disueltos en un organismo.

- **Proteínas intrínsecas:** Proteínas asociadas a la membrana unidas a los componentes lipídicos y que atraviesan la matriz lipídica de la membrana.
- **Proteínas periféricas:** Proteínas libres de la membrana, localizadas en las zonas periféricas interna y externa de la matriz lipídica de la membrana.
- **Pseudópodos:** (Falsos pies) Prolongaciones citoplasmáticas gruesas hacia el exterior, que adquieren consistencia de gel, deformando así la membrana para capturar partículas (fagocitosis) o desplazarse (movimiento ameboso).
- **Transducción:** En biología celular, una serie de cambios moleculares que convierten una señal en la superficie de una célula blanco en una respuesta específica dentro de la célula.
- **Transporte activo:** Mecanismo que gasta energía (ATP) y que se realiza con la participación de transportadores y/o receptores de membrana en contra de un gradiente de concentración (químico, físico o eléctrico).
- **Balsas lipídicas:** Dominios pequeños heterogéneos y dinámicos enriquecidos en esfingolípidos y esteroides que compartimentan los procesos celulares

#### ACTIVIDAD A PARTIR DE LA GUÍA

Realiza estas preguntas de alternativas, a partir de lo estudiado. Si tienes dudas, anótalas y coméntalas en la clase o en el correo [katherine.urbina@ug.uchile.cl](mailto:katherine.urbina@ug.uchile.cl) (indicando claramente a qué alumno corresponde esa pregunta)

1. La estructura de la membrana celular responde al modelo de mosaico fluido, el cual se caracteriza por poseer

- A) dos capas de polisacáridos.
- B) una capa de fosfolípidos y azúcares.
- C) doble capa de proteínas con algunos monosacáridos.
- D) ácidos nucleicos y proteínas dispuestos irregularmente.
- E) doble capa lipídica y proteínas dispuestas irregularmente.

2. Se coloca una célula vegetal en un medio hipertónico, al cabo de un tiempo es posible observar que la

- I) membrana celular se hace visible al separarse de la pared celular.
  - II) vacuola disminuye su volumen al perder agua
  - III) célula se destruye sufriendo crenación
- A) solo I.
  - B) solo III.
  - C) solo I y II.
  - D) solo II y III.
  - E) I, II y III.

3. Se ha detectado que el transporte de una sustancia X hacia el interior de las células está bloqueado en individuos portadores de una mutación en el gen codificante de la proteína R57. Si la proteína R57 es fundamental en el transporte de la sustancia X. ¿Qué tipo(s) de transporte(s) podría(n) descartarse para esta sustancia?

- I) Difusión simple.
  - II) Transporte activo.
  - III) Difusión facilitada.
- A) solo I.
  - B) solo II.
  - C) solo I y III.
  - D) solo II y III.
  - E) I, II y III.

4. Es correcto afirmar que los iones sodio y potasio atraviesan la membrana por

- I) simple difusión.
  - II) transporte activo.
  - III) proteínas de canal.
- A) Solo I.
  - B) Solo II.
  - C) Solo III.
  - D) Solo II y III.
  - E) I, II y III.

**5. Es correcto afirmar que la fagocitosis a diferencia de la pinocitosis**

- I) gasta energía.
- II) incorpora partículas sólidas.
- III) forma vesículas endocíticas.

- A) Solo I.
- B) Solo II.**
- C) Solo III.
- D) Solo I y II.
- E) I, II y III.

**6. Sobre la estructura denominada mosaico fluido, es correcto afirmar que**

- I) es semipermeable.
- II) posee proteínas de canal.
- III) transduce señales hormonales.

- A) Solo I.
- B) Solo III.
- C) Solo I y II.
- D) Solo II y III.
- E) I, II y III.**

**7. La difusión facilitada a diferencia del transporte activo**

- I) no necesita energía para ejecutarse.
- II) requiere de proteínas transportadoras.
- III) se realiza a favor del gradiente de concentración.

- A) Solo I.
- B) Solo I y II.
- C) Solo I y III.**
- D) Solo II y III.
- E) I, II y III.

**8. Sobre la pared celular se puede afirmar correctamente que**

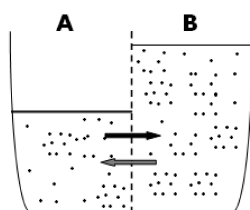
- I) está presente en las células de todos los reinos.
- II) otorga resistencia, protección y forma típica a las células.
- III) controla selectivamente lo que ingresa y sale de las células.

- A) Solo I.
- B) Solo II.**
- C) Solo III.
- D) Solo I y II.
- E) I, II y III.

**9. El charqui es carne salada que se deshidrata. Esta carne no se descompone en el proceso, porque las bacterias que podrían afectarla experimentan**

- A) citólisis.
- B) crenación.
- C) turgencia.
- D) hemólisis.
- E) plasmólisis.**

**10. El esquema presenta dos soluciones A y B, al término de un proceso osmótico.**



Al respecto, se puede afirmar correctamente que la solución

- A) A está más diluida.
- B) B está más concentrada.
- C) A y B poseen la misma concentración.**
- D) A posee mayor osmolaridad que la solución B.
- E) B es hipertónica con respecto a la solución A.

**11. El modelo de mosaico fluido de la membrana plasmática hace referencia a:**

- I. Asimetría entre ambas caras de la membrana.
- II. La membrana es considerada una fase líquida de la materia.
- III. Alto dinamismo entre sus componentes.

- a) Sólo I.
- b) I y II.
- c) I y III.
- d) II y III.
- e) I, II y III.**

**12. ¿Qué consecuencias tendría para una célula que el gen que codifica para una enzima central que participa en la síntesis de esfingolípidos estuviera mutada?**

- I. Desestabilización y perforación de la membrana plasmática.
- II. Ausencia de esfingolípidos.
- III. Ausencia de dominios RAFTS y caveolas.

- a) Sólo I.
- b) Sólo II.
- c) I y II.
- d) II y III.**
- e) I, II, y III.

**13. Respecto a la fosfatidil serina es correcto afirmar que:**

- I. Forma parte de la bicapa fosfolipídica.
- II. En condiciones normales se limita a la cara citosólica de la membrana plasmática.
- III. Participa en procesos de apoptosis celular.

- a) Sólo I.
- b) I y II.
- c) I y III.
- d) II y III.
- e) I, II y III.**