

Guía 3 Transporte a través de la membrana

La homeostasis celular es un fenómeno que permite la mantención relativamente constante de la composición y propiedades de la célula y un organismo. A nivel celular la membrana plasmática cumple un papel importante en la mantención de las propiedades, puesto que presenta una **permeabilidad selectiva**, lo que quiere decir, que tiene la capacidad para restringir el paso según sus necesidades.

La composición extracelular es distinta a la composición intracelular, por lo que la célula debe tener mecanismos que controlen el paso de sustancias de fuera hacia adentro o viceversa. Dada la naturaleza lipídica de la membrana, las sustancias **lipofílicas** difunden sin mayor dificultad, pero las sustancias **hidrofílicas** encuentran oposición al libre paso, por lo que necesitan ser transportadas.

Recordemos brevemente la constitución de la membrana celular:

Lípidos

Los lípidos que intervienen en mayor proporción en la composición de las membranas biológicas son los fosfolípidos y el colesterol.

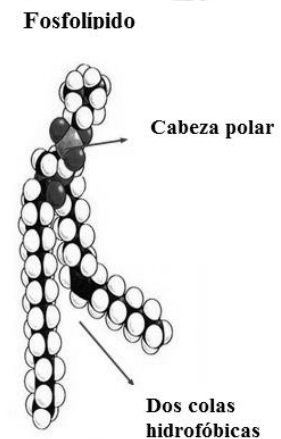
Fosfolípidos

Constituyen la estructura básica de las membranas y se estructuran a partir de una cabeza hidrofílica o polar y dos colas hidrofóbicas o apolares (ácidos grasos), es decir los fosfolípidos tienen un comportamiento anfipático. Esta estructura asegura que los fosfolípidos, a través de su parte polar, entren en contacto con el medio acuoso (intra y extracelular) mientras que las colas hidrofóbicas se encuentran entre ellas.

Los fosfolípidos otorgan fluidez a la membrana, que no es rígida, y por tanto permite el desplazamiento o movimiento dentro de ella. Estos movimientos son importantes en los procesos de transporte a través de la membrana.

Colesterol

Se encuentra en proporción elevada en las membranas de células eucariontes. Su disposición es intercalada entre los fosfolípidos. Esta disposición limita la movilidad de los fosfolípidos, lo cual proporciona estabilidad mecánica a la membrana.

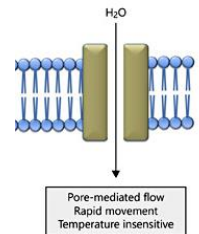


Proteínas

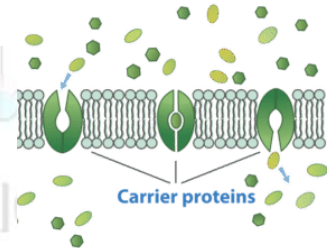
La cantidad de proteínas presentes en la membrana dependerá del tipo de célula, y se clasifican según la disposición que tengan dentro de la membrana plasmática en:

Proteínas integrales o transmembrana: Son aquellas que atraviesan completamente la membrana y sobresalen por una o ambas caras de esta. Al atravesar la membrana y permitir comunicación (selectiva) entre el intracelular y extracelular, para el transporte actúan como canales y transportadores

- **Proteínas canal**: actúan como poros por los que pueden entrar o salir determinadas sustancias (usualmente iones), de manera selectiva. Presentarán un estado abierto y uno cerrado y pueden ser activados por cambios en los potenciales de membrana o por los ligandos que los utilizan. Funcionan a favor de la gradiente.



- **Proteínas transportadoras (carriers)**: Actúan a favor de la gradiente y al unir su ligando sufren un cambio conformacional, encontrándose en un estado vacío, uno ocupado por ligando y luego otro vacío en la cara opuesta. Este tipo de transportadores lo utiliza, por ejemplo, la glucosa y aminoácidos.



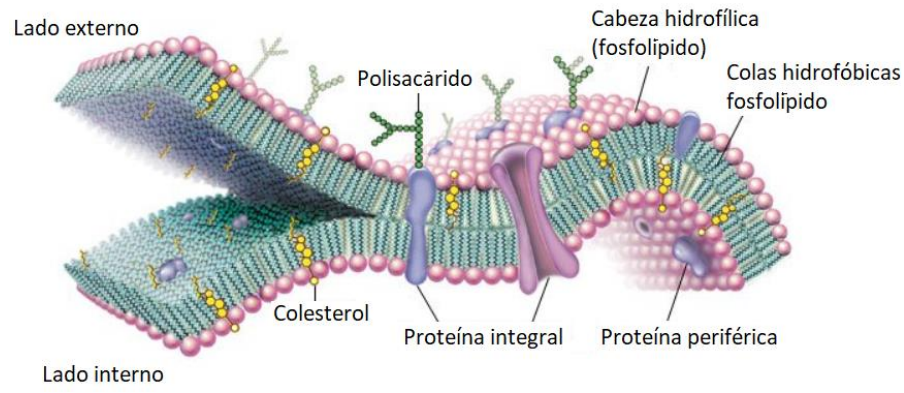
- **Bombas**: Actúan en contra de la gradiente de concentración y todas requieren el aporte de energía en forma de ATP o equivalente.

- Proteínas periféricas: No atraviesan la membrana y sobresalen solo por una cara, hacia el intracelular o hacia el extracelular.

Las proteínas pueden asociarse a lípidos de la membrana plasmática o bien establecer uniones no covalentes con otras proteínas de membrana. Poseen menor capacidad de desplazamiento que los fosfolípidos, pero Singer y Nicholson en 1972 denominaron a la estructura de la membrana plasmática como un mosaico fluido por la capacidad de movimiento de fosfolípidos y proteínas.

Glúcidos

En la membrana existen azúcares unidos covalentemente a proteínas (glucoproteínas) o a lípidos (glucolípidos). Se encuentran en el exterior de la membrana formando el glucocálix. Desarrolla una función de protección y participa en los fenómenos de reconocimiento y adherencia celular.



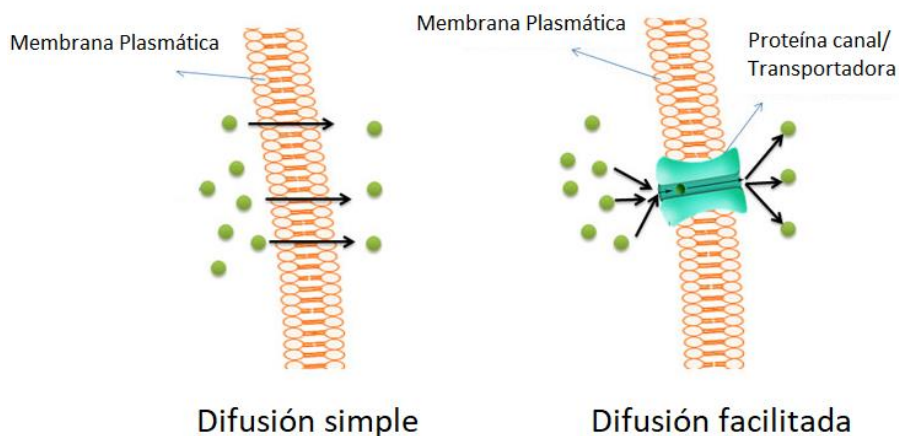
Los mecanismos de transporte los podemos diferenciar en pasivos y activos:

Transporte pasivo

Es aquel que no requiere gasto de energía (ATP) debido a que se realiza **a favor del gradiente de concentración**, es decir desde una región de mayor concentración de la sustancia hacia otra de menor concentración de la misma. Existen dos modalidades:

- **Difusión Simple.** Ciertas moléculas pequeñas y sin carga eléctrica como el oxígeno (O_2), el nitrógeno (N_2), el dióxido de carbono (CO_2), el alcohol, el agua, moléculas esteroidales, vitaminas liposolubles difunden rápidamente a través de la bicapa lipídica, sin necesidad de transportadores, solo gracias a la gradiente de concentración.

- **Difusión Facilitada.** Utilizada por moléculas con carga eléctrica o bien de mayor tamaño molecular y/o hidrofílicas. Las moléculas pueden cruzar la membrana gracias a las proteínas transmembrana, que pueden ser proteínas canal o proteínas transportadoras (carriers).



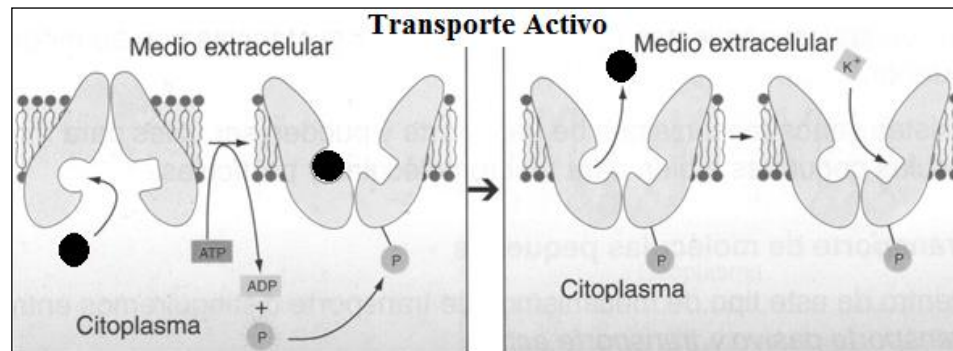
Comparación mecanismos de difusión simple y facilitada:

Difusión simple	Difusión facilitada
Movimiento de partículas a través de membrana sin transportador	Movimiento de partículas a través de membrana con transportador
Ocurre sin aporte de energía (ATP)	Ocurre sin aporte de energía (ATP)
Se transportan partículas pequeñas, sin carga y apolares	Se transportan partículas polares o de gran tamaño
Ocurre a una velocidad relativamente baja	Ocurre a una velocidad relativamente alta
Baja especificidad	Alta especificidad
Depende de la permeabilidad de membrana, tamaño de partículas y gradiente de concentración.	La velocidad depende de las características de los transportadores

Transporte Activo:

Se denomina transporte activo, todo aquel que necesite ATP. Este tipo de transporte ocurre en contra de la gradiente (a diferencia del pasivo). En este mecanismo de transporte participan proteínas transmembrana, que tienen la capacidad de utilizar el ATP para obtener energía, que utilizan para cambiar su conformación espacial y así provocar el ingreso (o salida) de sustancias. Existen varios tipos, como las ATPasas, también conocidas como bombas, el transporte en vesículas (endo y exocitosis) y el cotransporte.

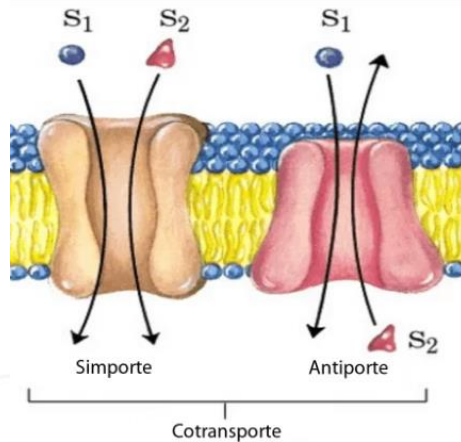
El ejemplo clásico de este tipo de transporte es la bomba sodio-potasio, que extrae sodio de la célula e ingresa potasio a la misma, en una relación de 3:2. La acción de la bomba Na-K es fundamental para fenómenos como la contracción muscular o el potencial de acción en el impulso nervioso. Este se considera transporte activo primario, pues el gasto de energía es realizado para el transporte directo de estos iones.



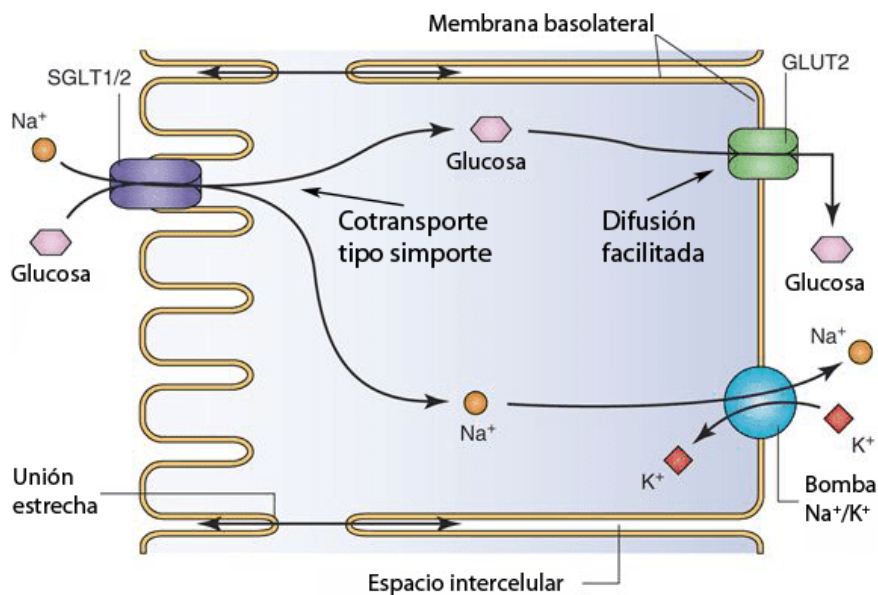
El cotransporte es un tipo de transporte activo caracterizado por el **transporte simultáneo de dos o más sustancias**, de ahí su nombre, y es habitual en pequeñas moléculas orgánicas, como la glucosa o aminoácidos.

El cotransporte puede ser de dos tipos:

- **Simporte:** las dos moléculas transportadas se mueven en el **mismo sentido**.
- **Antiporte:** las dos moléculas se mueven en **sentido opuesto**.



Debido a que el cotransportador no consume directamente ATP, el cotransporte se clasifica como **transporte activo secundario**, pues se asocia a la actividad de las ATPasas que realizan transporte activo primario y se encuentra transportando a una de las partículas involucradas en el cotransporte, tal como podemos ver en el ejemplo de simporte sodio-glucosa, en donde el transporte activo de sodio entrega el potencial electroquímico para que ocurra el cotransporte:



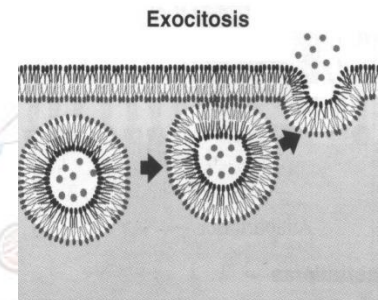
Transporte de macromoléculas y partículas

Los mecanismos antes mencionados no permiten el paso de moléculas grandes como polisacáridos y proteínas, en estas situaciones se utilizan los sistemas de transporte de exocitosis y endocitosis. Ambos mecanismos utilizan vesículas, derivadas de la membrana plasmática, en cuyo interior viajan las sustancias que deben entrar o salir de la célula.

Exocitosis:

La macromolécula o partícula es transportada hacia el exterior de la célula. Las vesículas en este caso se denominan **vesículas de secreción**, y viajan hacia la membrana celular, se fusionan con ella y vierten su secreción hacia el espacio extracelular. El proceso de exocitosis ocurre de dos maneras:

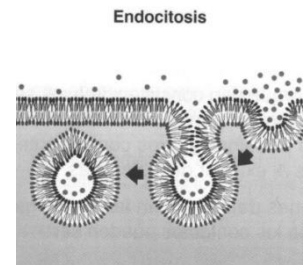
- Las vesículas se producen permanentemente y se liberan sin necesidad de mediación de algún estímulo, que es el caso de la formación de la matriz extracelular.
- Las vesículas se producen, pero sólo son liberadas frente a un estímulo adecuado, como es el caso de los neurotransmisores o las enzimas digestivas.



Endocitosis:

Se trata ahora de un proceso de incorporación de sustancias a la célula, por invaginación de la propia membrana plasmática, formando una vesícula que se desprende y se incorpora al citoplasma. Podemos dividir la endocitosis en dos clases:

- Fagocitosis: Cuando se capturan partículas sólidas de gran tamaño, microorganismos, muchas veces de manera específica.
- Pinocitosis: Cuando en las vesículas se capturan de manera indiscriminada, porciones del líquido extracelular.

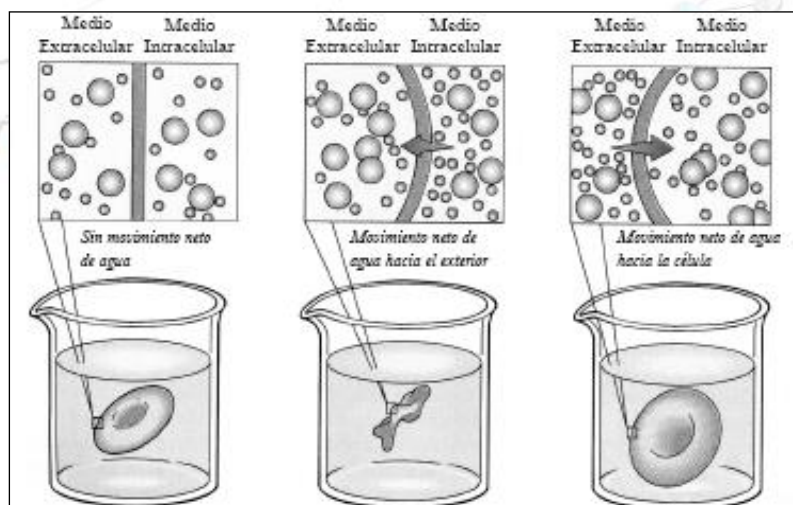


Durante los procesos de endocitosis y exocitosis las bicapas lipídicas se aproximan y se fusionan, para lo cual se requiere el aporte de energía (ATP).

Osmosis

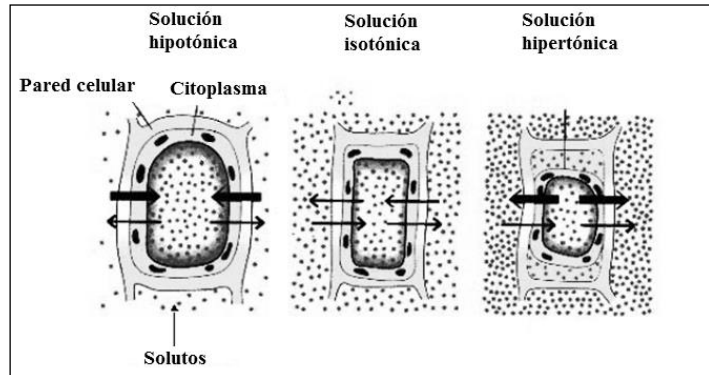
Se denomina osmosis a la difusión de agua a través de una membrana semipermeable, como es el caso de la membrana plasmática. El agua se moverá desde el lugar de menor concentración de soluto hacia el compartimiento con alta concentración del soluto, con la finalidad de equilibrar ambos compartimientos. En condiciones normales el medio intracelular es **isotónico** respecto al medio extracelular, es decir, ambos tienen la misma concentración de solutos (isoosmótico), en el caso de que uno de los dos medios tenga diferencias en la concentración de solutos, entonces habrá movimiento de agua.

Una célula animal, como es el caso de un glóbulo rojo, si se encuentra en un medio *hipertónico*, es decir, que en el extracelular hay mayor concentración de solutos, entonces saldrá agua desde la célula y el eritrocito se arrugará, fenómeno conocido como crenación. Por el contrario, si el eritrocito se encontrara en un medio *hipotónico*, en donde la concentración de solutos es menor que en el intracelular, entonces ingresará agua a la célula rompiendo la membrana celular, fenómeno conocido como **lisis** (hemólisis en caso de eritrocitos).



Debido a que la célula vegetal posee una pared celular rígida, estas células perderán agua en solución hipertónica, provocando que el protoplasma se retraiga, separándose la membrana celular de la pared, fenómeno conocido como **plasmólisis**.

En una solución hipotónica el ingreso de agua al interior de la célula no provoca el rompimiento de la célula, sino que se genera una presión desde dentro de la célula sobre la pared, denominada presión de **turgencia**, la cual es responsable de la posición rígida de hojas y tallos verdes en las plantas.



Ejercicios

- El transporte activo y la difusión facilitada comparten algunas características comunes. En relación a esto, ¿cuál(es) de las siguientes opciones es(son) correcta(s)?
 - Utilizan una proteína transportadora.
 - Ocurren en contra de un gradiente de concentración.
 - Dependen en forma directa del ATP.

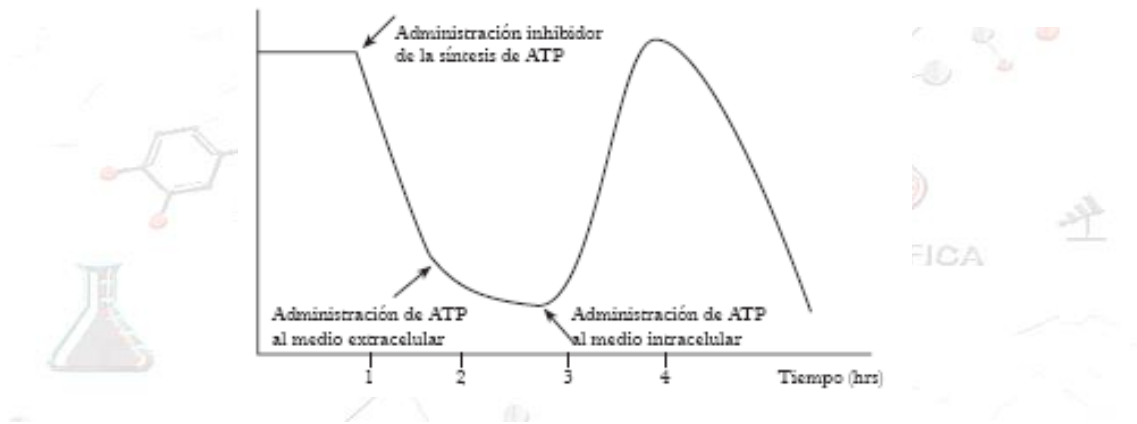
A) Solo I
B) Solo II
C) Solo III
D) II y III
E) I, II y III
- Una sustancia podrá atravesar directamente la bicapa de fosfolípidos si:
 - posee carga eléctrica.
 - es de carácter apolar.
 - tiene pequeño tamaño molecular.

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

3. De acuerdo a la siguiente situación: “una sustancia X posee carga eléctrica y logra ingresar a la célula a favor de su gradiente de concentración”, ¿qué fenómenos de transporte se ponen de manifiesto?

- I. Transporte activo.
 - II. A través de canal.
 - III. Difusión facilitada.
- A) Solo I
 - B) Solo II
 - C) Solo III
 - D) I y II
 - E) II y III

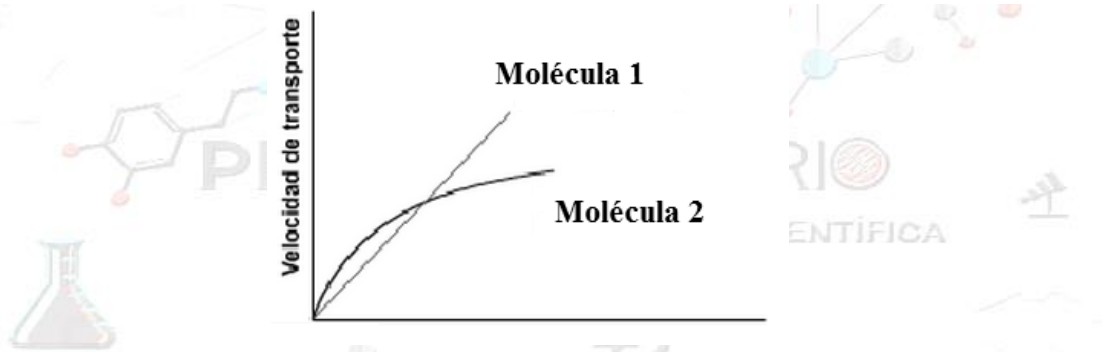
4. El siguiente gráfico muestra el transporte de potasio y cómo es afectado por un inhibidor de la síntesis de ATP.



Respecto al gráfico es correcto afirmar que

- I. el potasio se transporta activamente.
 - II. la inyección extracelular de ATP repone el transporte de potasio.
 - III. la proteína transportadora involucrada utiliza ATP intracelularmente.
- A) Solo I
 - B) Solo II
 - C) Solo III
 - D) I y II
 - E) I y III

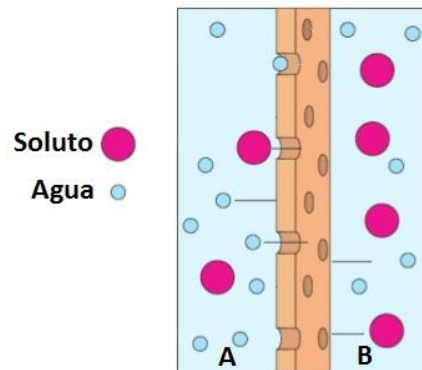
5. Una sustancia es transportada en contra de su gradiente de concentración. Esto involucra necesariamente
- I. un gasto energético en forma de ATP.
 - II. el transporte a través de una proteína de membrana.
 - III. la acción de una proteína denominada bomba.
- A) Solo I
 - B) Solo II
 - C) Solo III
 - D) I y II
 - E) I, II y III
6. En un experimento para determinar el transporte de las moléculas 1 y 2, se obtiene el siguiente resultado en función de la velocidad de incorporación de las moléculas hacia el interior de la célula:



De este gráfico se puede concluir que el transporte de la molécula 2 se satura, pero el de la molécula 1 no se satura. Entonces los transportes de 1 y 2 son, respectivamente:

- A) Difusión facilitada y difusión simple
- B) Difusión simple y transporte activo
- C) Transporte activo y difusión facilitada
- D) Fagocitosis y osmosis
- E) Transporte activo y fagocitosis

7. En el siguiente esquema se muestran dos disoluciones acuosas del mismo soluto, separadas por una membrana semipermeable:



Para que las disoluciones alcancen el equilibrio osmótico, ¿qué ocurre?

- A) El agua se mueve de A hacia B.
- B) El soluto se mueve de A hacia B.
- C) El agua se mueve de B hacia A.
- D) El soluto se mueve de B hacia A.
- E) Agua y soluto se mueven de B hacia A.

Claves selección múltiple

1.	A
2.	D
3.	E
4.	E
5.	E
6.	B
7.	A