

Clase: _____ Nombre: _____

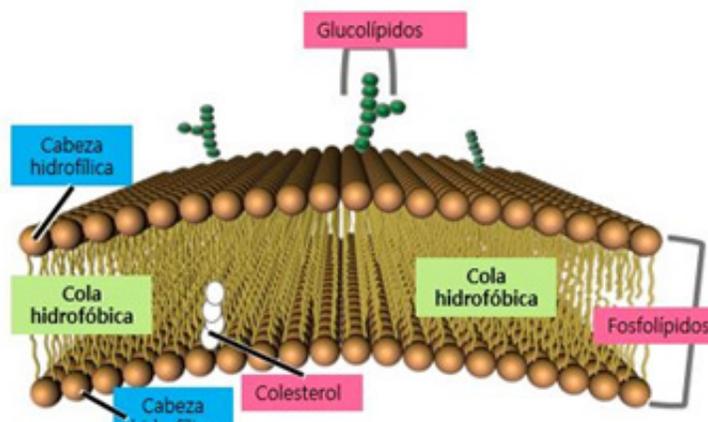
INTRODUCCIÓN.

En primer lugar, por grupos de trabajo, elaboramos una cartelera, en la que representamos la estructura de la membrana celular y los procesos de ósmosis, difusión y transporte activo. Sustentamos la cartelera al inicio de la clase, recibiendo retroalimentación de parte del docente y compañeros de clase.

Luego, analizamos la animación sobre la “Membrana Plasmática”, con el ánimo de adquirir conocimientos básicos sobre su estructura y composición química, de manera que podamos comprender en mejor forma a través de la unidad de aprendizaje, cómo la célula a través de la membrana plasmática, responde a las soluciones a las que se ve expuesta.

Estudiamos la membrana celular como un elemento dinámico y fundamental, en la relación de la célula con el medio externo e interno, en la capacidad de captar los estímulos y señales que recibe y de responder a ellos, con el consecuente mantenimiento de la integridad y el equilibrio u homeóstasis celular.

La mayoría de los orgánulos de la célula están cubiertos por membranas, al igual que ella.



Seymour Jonathan Singer & Garth Nicolson, en 1972, propusieron el modelo de mosaico fluido, figura 1, según el cual, las biomembranas se componen básicamente de proteínas y lípidos cuyas colas hidrofóbicas se localizan para el lado interno de la bicapa que es fluida y cuyas cabezas hidrofílicas, se orientan hacia los lados externos de la membrana en contacto con el agua y el medio líquido intra y extracelular.

La membrana plasmática está constituida por: Una doble bicapa lipídica, las proteínas, glicoproteínas, glucolípidos o glúcidos.

Los lípidos constituyen el 50% de las membranas, son moléculas anfipáticas, es decir, tienen un extremo hidrofóbico, que no se asocia libremente con el agua y el otro hidrofílico, que se asocia libremente con el agua. Existen tres clases principales de moléculas lipídicas de membrana: fosfolípidos, colesterol y glucolípidos.



Los fosfoaminolípidos, son ejemplo de lípidos, están formados por glicerol, ácidos grasos, ácido fosfórico y un alcohol como etanol amina, colina o serina, son anfipáticos, tienen un extremo o cabeza polar y otro apolar o no polar, propiedad que les permite formar las bicapas lipídicas, colocando la cabeza hidrofílica o polar hacia el exterior de la célula y la hidrofóbica o no polar hacia el interior; también son anfóteros, es decir, se comportan como ácidos o como bases, según sea el pH del medio en el que se encuentren, sirviendo como sustancias amortiguadoras o reguladoras del pH celular.

Las proteínas constituyen un 40% de la membrana plasmática, están flotando en la bicapa lipídica y son de dos tipos: integrales y periféricas, como se muestra en la figura 2.

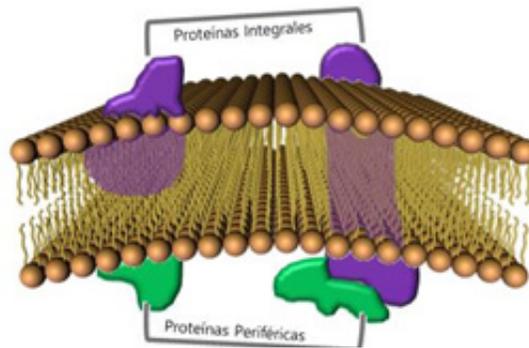


Figura 2. Proteínas de membrana.

Las proteínas integrales o intrínsecas, no se pueden separar fácilmente de los lípidos de la bicapa. Las proteínas periféricas están en la parte externa e interna de la membrana, ligándose o desligándose de ella con facilidad.

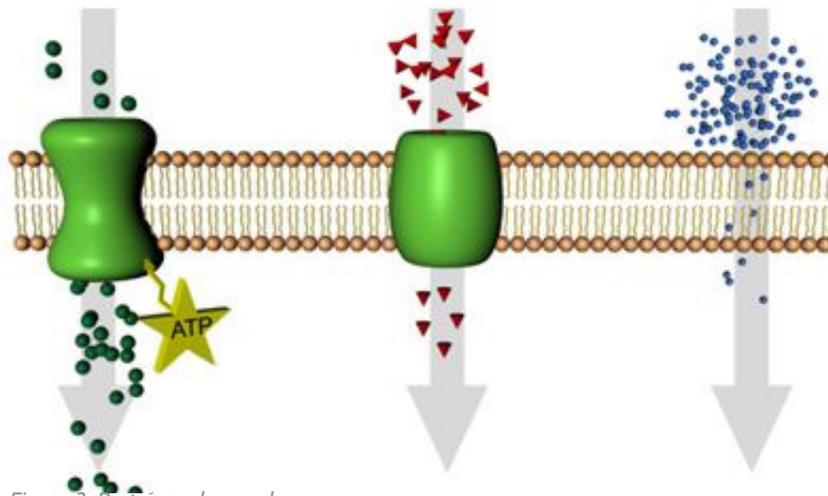


Figura 3. Proteínas de canal.

Otras proteínas en contacto con la bicapa lipídica de carácter hidrofóbico, forman canales o poros, figura 3, para el paso de sustancias hidrosolubles e iones.

Las proteínas de membrana facilitan el transporte y reconocen señales, contribuyendo en la respuesta que la célula da a las mismas.

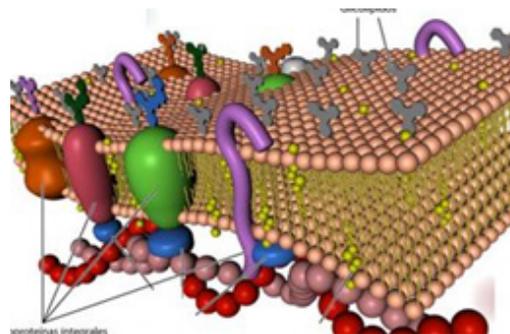


Figura 4. Glicoproteínas de membrana.

Glicoproteínas, glucolípidos o glúcidos, figura 4, son los componentes menos abundantes de las membranas celulares asociados a lípidos o proteínas, se encuentran en la superficie externa de las membranas plasmáticas.

Los glúcidos se asocian a los lípidos para formar los esfingolípidos y a las proteínas para formar las glicoproteínas. Se localizan en la superficie externa de la membrana formando en conjunto una especie de cubierta denominada glucocálix, figura 5, el cual desempeña diversas funciones, entre otras: proporcionar una carga negativa global que repele sustancias cargadas negativamente, servir como enlace para las uniones intercelulares, actuar como receptores de mensajes químicos en los procesos de comunicación celular, participar en los mecanismos inmunológicos implicados en los procesos de reconocimiento celular.

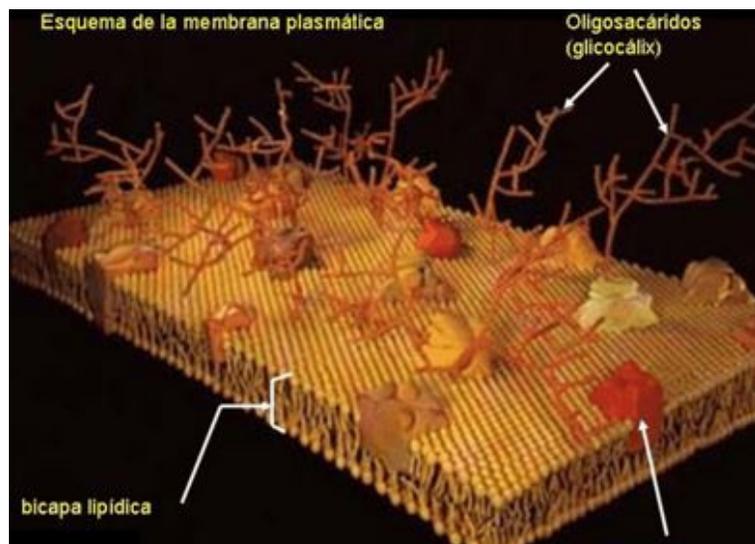


Figura 5. Glicocálix.

En el año 1988 Simons y van Meer, proponen el modelo de microdominios lipídicos, conocido actualmente como “balsas de membrana”, como se muestra en la figura 6.

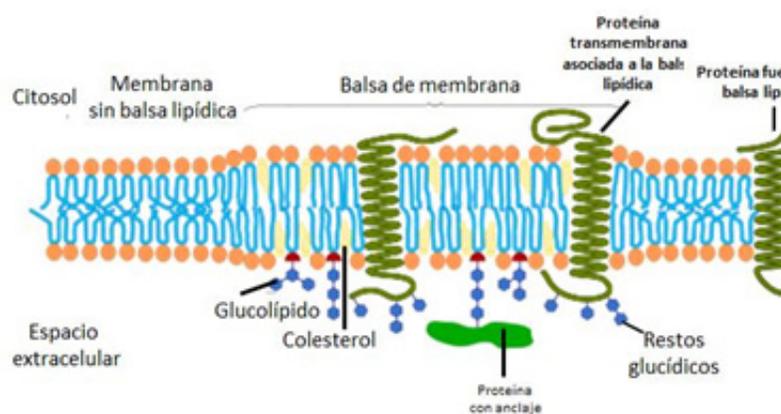


Figura 6. Balsas de membrana.

Plantean que los complejos glicoesfingolípidos-colesterol se mantienen estrechamente empaquetados y se comportan como unidades de balsas en la monocapa externa de la membrana plasmática, posteriormente, en la década del noventa se demuestra que esta situación también ocurre en la monocapa interna.

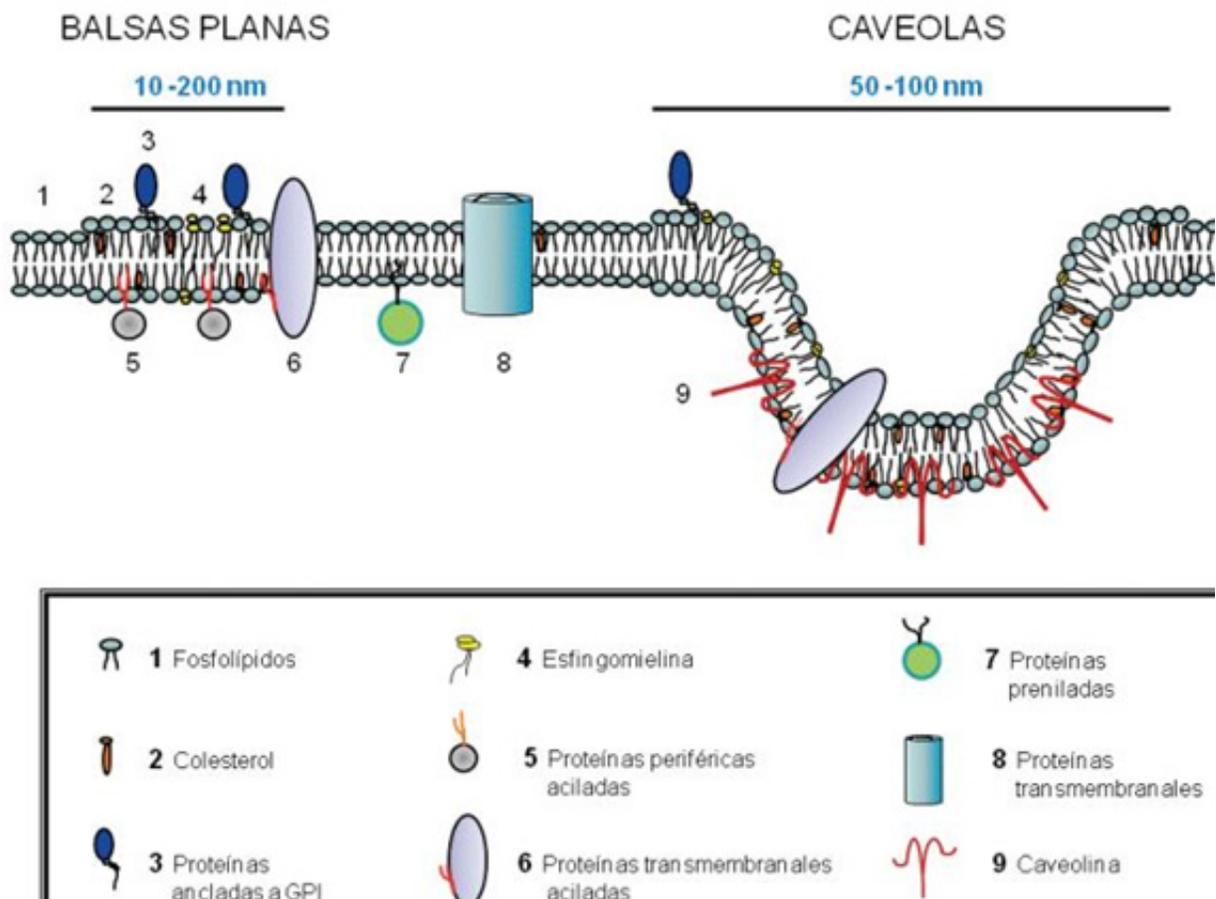


Figura 7. Estructura de las balsas de membrana.

Las balsas de membrana, figura 7, son dominios pequeños, de 10 a 200 nanómetros, heterogéneos y muy dinámicos, contienen componentes como: 1. fosfolípidos, 2. colesterol, 3. proteínas asociadas ancladas a la monocapa exterior a través de “GPI” -glicosil, fosfatidil, inositol-, 4. esfingomiolina, 5. proteínas periféricas aciladas, 6. proteínas transmembranales aciladas, 7. proteínas preniladas, 8. proteínas transmembranales, 9. caveolina.

Las balsas de membrana o membrane rafts, permiten que los procesos celulares se desarrollen en compartimentos específicos, formando balsas lipídicas o lipid rafts, especializadas en composición y en función.

Las balsas planas están alineadas en el plano de la membrana, su caracterización ha sido muy difícil, porque tienen un tamaño muy pequeño, entre 10 a 200 nanómetros,

y también porque son muy dinámicas.

Las caveolas son invaginaciones de la membrana plasmática, de unos 50 a 100 nanómetros de diámetro, están involucradas en los procesos de transcitosis y potocitosis y presentan menor dinamismo que las balsas planas. Se caracterizan por asociarse con las proteínas llamadas caveolinas, las cuáles funcionan como estructuras de andamiaje para variadas proteínas de señalización y como transportadores del colesterol desde el retículo endoplasmático hacia la membrana plasmática.



Los esfingolípidos se localizan en la monocapa externa, pueden ser:

- Esfingofosfolípidos: formados por la esfingosina, un ácido graso y un grupo fosfato.
- Esfingoglucolípidos: formados por la esfingosina, un ácido graso y un glúcido.
- El colesterol, fue incorporado más tarde, por Simons e Ikonen, en 1997; el colesterol es un lípido, muy apolar y rígido, se sitúa entre los demás componentes de la membrana, dándole fluidez y estructura a la membrana celular, siendo un importante coorganizador de balsas lipídicas.

Estos autores plantean que los complejos de glicoesfingolípidos-colesterol, se mantienen estrechamente empaquetados, comportándose como unidades o balsas dentro de la monocapa externa de la membrana plasmática.

Las balsas de membrana están implicadas en muchos procesos celulares, como el transporte celular; también son sitios de entrada para virus y toxinas, puntos de ensamblaje y salida para ciertos virus y las proteínas de la membrana plasmática están implicadas en la transducción de señales fundamentales para que la célula responda a los estímulos del medio y contribuya en mantener su equilibrio u homeóstasis.

Al terminar de analizar la animación, trabajando en grupos, respondemos los interrogantes propuestos en el ejercicio de apareamiento, “Composición de la Membrana Plasmática”, relacionando cada enunciado de la columna A con el que le corresponda de la columna B.

Tabla 1. Ejercicio de Apareamiento “Composición de la Membrana Plasmática”

COLUMNA A	COLUMNA B
1. Las proteínas	A. Se sitúan entre otros lípidos, confiriendo fluidez a la membrana plasmática y se asocian a esfingolípidos en la formación de balsas de membrana.
2. Fosfoglicéridos, esfingolípidos y colesterol.	B. Se orientan hacia el interior de la célula.
3. Los extremos no polares de los fosfolípidos	C. Se unen al colesterol para formar las balsas lipídicas, localizándose en la cara externa de la membrana plasmática.
4. Los esfingolípidos	D. Constituyen el 50% de la membrana plasmática y forman bicapas.
5. Las moléculas de colesterol	E. Constituyen el 40% de la membrana plasmática, facilitan el transporte y reconocen señales extracelulares.
6. Las proteínas intrínsecas o integrales	F. Se asocian a los fosfolípidos en el exterior de la bicapa, ligándose o desligándose con facilidad.
7. Las proteínas periféricas	G. Se encuentran en la parte externa de la membrana plasmática, formando el glicocálix.
8. Los glúcidos	H. Están asociadas a los lípidos de la bicapa, pueden formar canales en la membrana y no se pueden separar fácilmente.

ACTIVIDAD 1. Diferenciamos soluciones hipotónicas, isotónicas e hipertónicas

Empecemos por recordar algunos conceptos importantes acerca de las soluciones. Hemos aprendido que la materia que nos rodea se encuentra formando mezclas y que éstas pueden ser heterogéneas (dos o más fases), cuando las propiedades de sus componentes se diferencian a simple vista, como una mezcla de agua y arena, u homogéneas (una sola fase), cuando las propiedades de sus componentes no se pueden apreciar a simple vista, como el agua del mar.

1.1 APRENDAMOS ACERCA DE LAS SOLUCIONES

Sabemos que las soluciones son mezclas homogéneas de dos o más sustancias, precisemos el concepto de solución.

Que es una solución

- Una solución o disolución es una mezcla homogénea de sustancias que presentan diferentes estados de agregación, puede ser:

Gaseosa como el aire

Sólida como las aleaciones

Líquida como el agua del mar.

El estado físico del disolvente determina el estado de la solución



Solución Gaseosa



Solución Sólida



Solución líquida

En una solución las partículas son átomos individuales, iones o moléculas pequeñas. Una solución está formada por soluto y solvente.

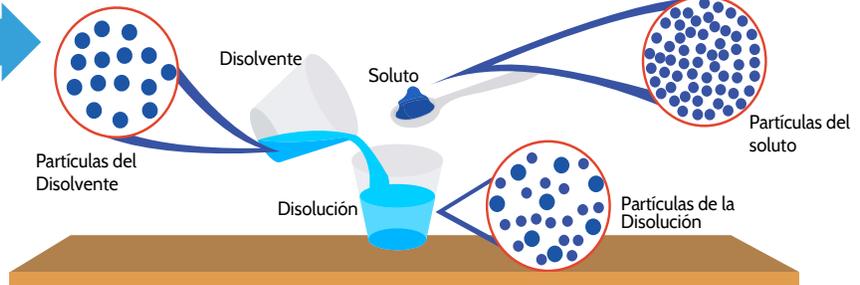
Componentes de una solución

Solvente

Componentes que esta en mayor proporción en la solución.

Soluto

Componente que está en menor proporción en la solución.



En una solución las partículas son átomos individuales, iones o moléculas pequeñas.
Una solución está formada por soluto y solvente

Cuando nos referimos a soluciones tenemos en cuenta el concepto Concentración.

Concentración

- Es la proporción de una sustancia en una mezcla.
- Se expresa como la relación entre la cantidad de soluto y la cantidad de solvente ó de solución.
- Se expresa en unidades físicas como porcentaje y en unidades químicas como Molaridad.

Cuando nos referimos a soluciones tenemos en cuenta el concepto Concentración.

$$C = \frac{\text{Cantidad de soluto}}{\text{Cantidad de solvente Ó de solución}}$$

Es importante familiarizarnos también con el concepto de solubilidad.

Concentración

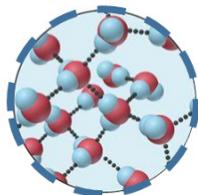
- Es la cantidad máxima de soluto que se disuelve en una cantidad fija de solvente o de solución, a una temperatura determinada.
- Cada soluto tiene un valor de solubilidad diferente.

Es importante familiarizarnos también con el concepto de solubilidad

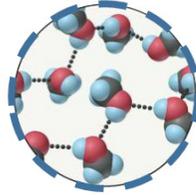
$$S = \frac{\text{Cantidad máxima de soluto}}{\text{Cantidad fija de solvente ó de solución}}$$

Usualmente las moléculas se atraen por su afinidad, lo semejante disuelve lo semejante.

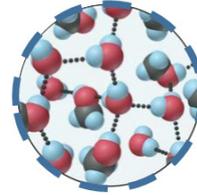
Lo semejante disuelve a lo semejante



• Agua



• Metanol



• Una solución de agua y metanol

- Solutos polares se disuelven en solventes polares
- Solutos no polares se disuelven en solventes no polares

Usualmente las moléculas se atraen por su afinidad, lo semejante disuelve lo semejante.

Teniendo en cuenta los conceptos de Concentración y Solubilidad, las soluciones se clasifican en diluida, concentrada y saturada.

Tipos de soluciones

- Solutos polares se disuelven en solventes polares
- Solutos no polares se disuelven en solventes no polares

Usualmente las moléculas se atraen por su afinidad, lo semejante disuelve lo semejante.

1.2 APRENDAMOS ACERCA DE LOS TIPOS DE MEDIOS CELULARES

Los conceptos que hemos estudiado son aplicables a todas las soluciones. Cuando hablamos de las soluciones presentes al interior y exterior de las células de los seres vivos, aplicamos estos conocimientos, con algunas diferencias en los términos utilizados. Para una fácil comprensión, en el estudio de las soluciones referidas a las células, siempre estamos relacionando dos medios, el medio interno celular y el medio externo que rodea la célula, entonces un concepto está íntimamente relacionado con el otro, como se muestra en la figura 8.

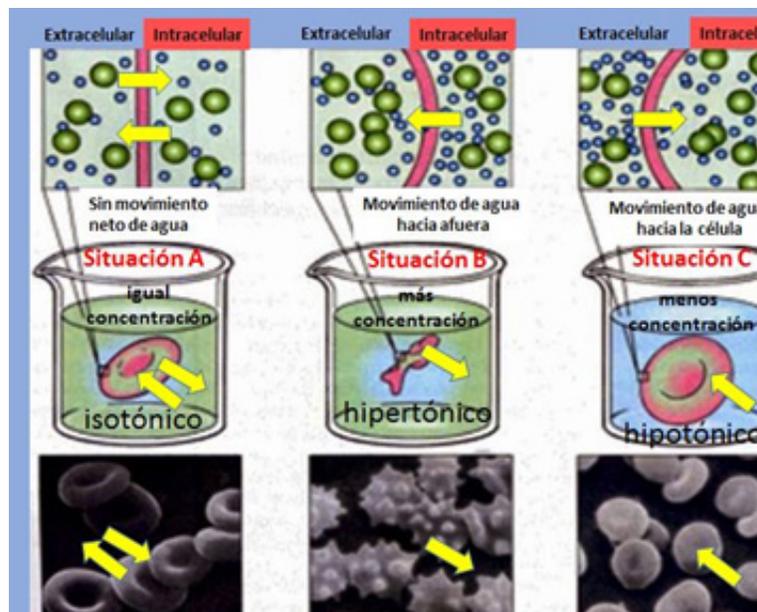


Figura 8. Tipos de medios relacionados con las células.

Cuando la solución externa que rodea a la célula tiene una concentración global de solutos igual a la concentración del medio interno celular, decimos que las dos soluciones o los dos medios son isotónicos, el prefijo iso significa igual, en este caso igual concentración de solutos en ambos medios.

En la figura 8, situación A, observamos un glóbulo rojo inmerso en un medio isotónico, como lo indican las flechas, el agua entra y sale de la célula a la misma velocidad, en un equilibrio dinámico, sin que haya una modificación neta en el movimiento de agua. La célula tiene las condiciones óptimas para desarrollarse y subsistir.

Un medio extracelular es hipertónico cuando su concentración de solutos es mayor que la concentración de solutos en el medio interno celular, el prefijo hiper significa alto o mayor, en este caso, mayor o más alta concentración que el medio intracelular.

El término gradiente de concentración se refiere a la diferencia entre las dos concentraciones extracelular e intracelular.

En la figura 8, situación B, el glóbulo rojo está inmerso en un medio hipertónico, como lo indica la flecha, hay más agua dentro de la célula que en el medio externo, entonces el agua sale a través de la membrana celular, fenómeno denominado exósmosis, ocasionando que el glóbulo rojo pierda volumen y se arrugue, fenómeno conocido como crenación; cuando se trata de una célula vegetal este fenómeno se llama plasmólisis.

Un medio extracelular es hipotónico cuando su concentración de solutos es menor que la concentración de solutos del medio interno celular, el prefijo hipo significa menor o bajo, en este caso, menor o más baja concentración que el medio intracelular.

En la figura 8, situación C, el glóbulo rojo está inmerso en un medio hipotónico, como lo indica la flecha, el agua es más abundante afuera de la célula y por lo tanto entra a través de la membrana celular, fenómeno denominado endósmosis, aumentando el volumen de la célula; el glóbulo rojo puede sufrir lisis o rompimiento si permanece en el medio hipotónico, porque su membrana no resiste el aumento de volumen ocasionado por la entrada excesiva del agua; cuando se trata de una célula vegetal, no ocurre lisis porque la pared celular protege a la célula del rompimiento, la célula se hincha hasta que la membrana se une a la pared celular, fenómeno conocido como turgencia.

Es muy importante que tengamos en cuenta que usamos los términos isotónico, hipertónico o hipotónico cuando estamos comparando el medio extracelular y el medio intracelular, por consiguiente, no se pueden usar estos términos en forma aislada.



1.3 ANALICEMOS LA RESPUESTA DE LAS CÉLULAS VEGETALES ANTE DIFERENTES TIPOS DE MEDIOS

Para observar en la práctica la respuesta de las células vegetales a las soluciones en las que se ve expuesta, vamos a desarrollar la siguiente experiencia en casa:

Materiales:

- 3 Hojas frescas de lechuga
- Sal
- Agua
- 1 cucharita
- 3 recipientes de vidrio o de plástico transparente de boca ancha
- Cámara o celular para tomar fotografías que evidencien el proceso.

Procedimiento:

- Colocamos en cada uno de los tres recipientes de vidrio o de plástico transparente de boca ancha, un pocillo de agua limpia al clima.
- Rotulamos los recipientes montaje 1, montaje 2 y montaje 3.
- En el recipiente 1 dejamos agua pura.
- Al recipiente 2 le añadimos $\frac{1}{4}$ de cucharadita de sal.
- Al recipiente 3 le añadimos 3 cucharadas de sal.
- Sumergimos 1 hoja de lechuga fresca en cada recipiente.
- Observamos, anotamos y tomamos imágenes de los cambios en cada hoja de lechuga, completando la siguiente tabla:

Cambios observados en las hojas de lechuga		
Solución 1	Solución 2	Solución 3



Clasifiquemos las soluciones utilizadas en cada situación, comparando la concentración del medio intracelular y la concentración de la solución en la que están inmersas las células de la lechuga, analizando cada situación separadamente.

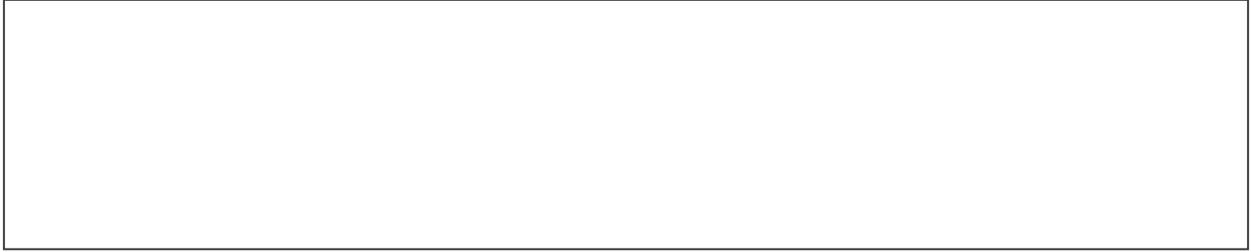
Situaciones	Soluciones	Isotónicas	Hipotónica	Hipertónica
Situación 1	Agua pura			
	Medio intracelular			
Situación 2	Agua con ¼ cucharadita de sal			
	Medio intracelular			
Situación 3	Agua con 3 cucharaditas de sal			
	Medio intracelular			

¿Cómo respondieron las células de la lechuga sumergidas en el agua pura? ¿Qué explicaciones podemos dar?

Ilustramos con dibujos la respuesta de las células de lechuga en el agua pura.



¿Cómo respondieron las células de la lechuga sumergidas en la solución que contiene $\frac{1}{4}$ de cucharadita de sal? ¿Qué explicaciones podemos dar?



Ilustramos con dibujos el proceso ocurrido en la solución que contiene agua y $\frac{1}{4}$ de cucharadita de sal.



¿Cómo respondieron las células de la lechuga sumergidas en la solución que contiene 3 cucharaditas de sal? ¿Qué explicaciones podemos dar?



Ilustramos con dibujos el proceso ocurrido en la solución que contiene agua y 3 cucharaditas de sal.



Elaboramos una presentación para sustentar, las observaciones y análisis de los hallazgos en la siguiente clase.



Socializamos las respuestas que hemos dado y con ayuda del docente y compañeros elaboramos conclusiones.

ACTIVIDAD 1. ¿Cómo reaccionan las células frente a los diferentes tipos de soluciones?

Hemos estudiado aspectos generales acerca de las soluciones y de los medios extracelulares e intracelulares, también experimentamos colocando hojas de lechuga en diferentes soluciones, analizando la forma como sus células respondieron al estar sumergidas en estas soluciones; ahora vamos a interesarnos por comprender cómo reaccionan las células ante los diferentes tipos de soluciones a los que se ven expuestas.

2.1 ¿CÓMO RESPONDE LA MEMBRANA PLASMÁTICA ANTE LOS DIFERENTES TIPOS DE SOLUCIONES?

Podemos visualizar cualquier célula como un compartimiento cuyo interior es acuoso, como una sopa con varias moléculas dentro, separada del ambiente exterior por la membrana plasmática, la cual le permite intercambiar moléculas con el medio circundante.

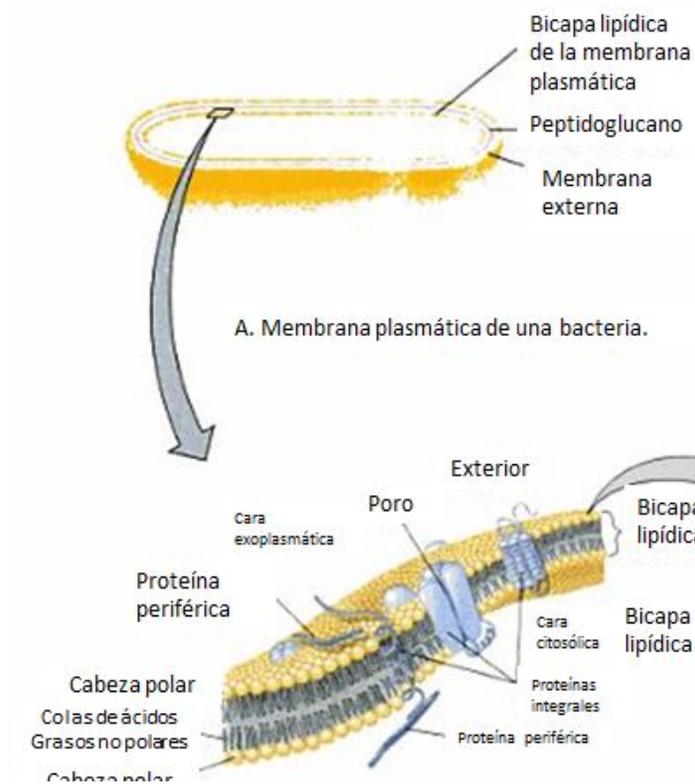


Figura 9. A. Membrana plasmática de una bacteria. B. Bicapa lipídica de la membrana plasmática.

Sabemos que las células de los Procariontes, están rodeadas por una membrana plasmática, figura 9, la superficie o cara citosólica, comunica con el interior de la célula y la cara exoplasmática, comunica con el medio externo. Los procariontes no contienen subcompartimientos internos limitados por membranas. El ADN se concentra en el centro de la célula y las enzimas y demás metabolitos se difunden libremente dentro del único compartimiento acuoso interno, en el cual ocurren las reacciones metabólicas como la síntesis de proteínas y la glucólisis anaerobia; otras como, la replicación del ADN y la producción de ATP, ocurren en la membrana plasmática.

Así mismo, conocemos, que en las células de los Eucariontes, existen compartimientos más pequeños denominados orgánulos. Cada orgánulo está rodeado por una o más biomembranas y contiene sus propias proteínas, algunas en su membrana y otras en el espacio o luz interior; estas proteínas le permiten a cada orgánulo cumplir con funciones específicas dentro de la célula.

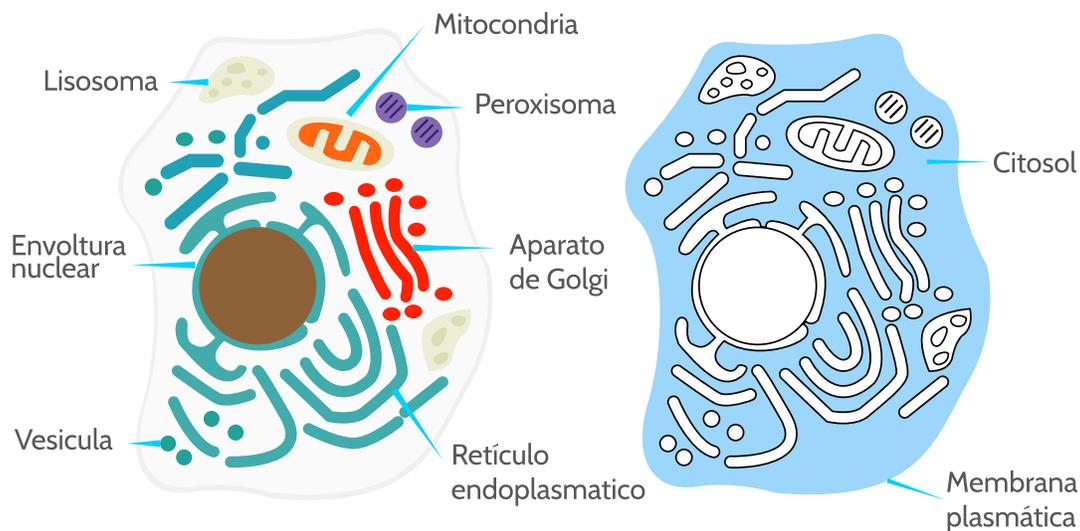


Figura 10. (A) Orgánulos celulares; (B) Citosol.

Recordemos que el citoplasma es la parte de la célula comprendida entre el núcleo y la membrana celular, que el citosol es un gel acuoso que rodea a todos los orgánulos y que a su vez contiene proteínas específicas, que en el citosol ocurren muchas funciones vitales de la célula, figura 10; así mismo, que las células poseen un citoesqueleto o red densa de filamentos proteicos que le dan soporte mecánico, controlan su forma, impulsan y dirigen sus movimientos.

Las células ya sean procariontes o eucariontes, son sistemas abiertos, por consiguiente, viven y crecen intercambiando moléculas con el medio que las rodea, proceso que es regulado por la membrana plasmática.

Todas las biomembranas tienen una estructura similar, figura 11, que les permite controlar el movimiento de moléculas entre el interior y el exterior de la célula y hacia dentro y fuera de los orgánulos.

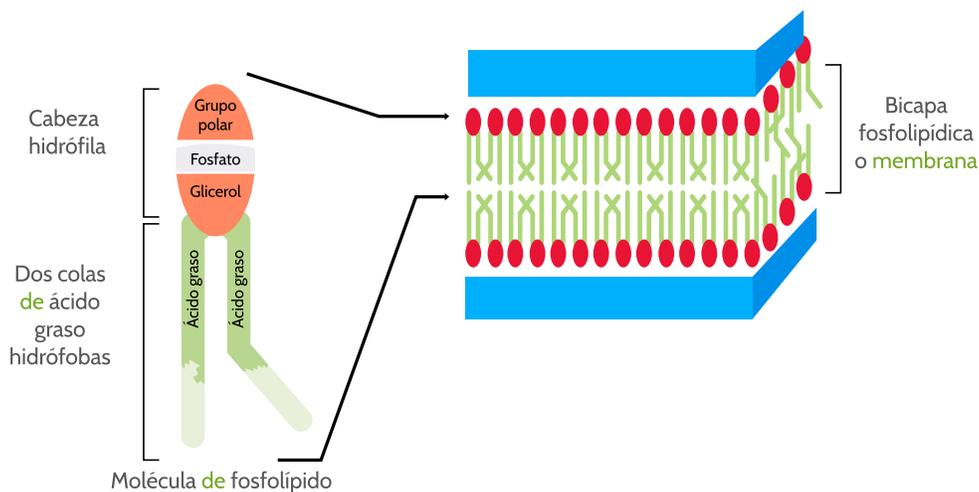


Figura 11. Estructura de la membrana plasmática.

Sabemos que la membrana plasmática está compuesta de dos capas de moléculas de fosfolípidos, que estas moléculas tienen un extremo que le gusta el agua, hidrófilo, pero que también tienen otro extremo que no le gusta el agua, hidrófobo, así mismo, que otros lípidos como colesterol y diversas proteínas se encuentran insertas en la bicapa fosfolipídica.

La bicapa lipídica posee propiedades importantes que permiten a la célula responder ante las soluciones a las que se ve expuesta, con el fin de mantener el equilibrio u homeóstasis:

- El núcleo hidrófobo (que no le gusta el agua), es una barrera impermeable que evita la difusión de solutos solubles en agua (hidrófilos) a través de la membrana
- Las proteínas de membrana median el transporte de moléculas específicas a través de la bicapa lipídica
- Le confiere estabilidad a la membrana plasmática, mantenida por las interacciones de Vander Waals entre las cadenas de lípidos, de esta forma, aunque el ambiente externo varíe en fuerza iónica y pH, la bicapa lipídica mantiene su arquitectura característica.

- Sus moléculas no están estáticas en la membrana, sino que se deslizan permitiendo que la membrana celular sea fluida, de manera que las células puedan cambiar de forma y moverse, por ejemplo: la superficie suave y flexible de la membrana plasmática del eritrocito o glóbulo rojo, le permite deslizarse a través de capilares sanguíneos estrechos; algunas células como el espermatozoide, poseen un flagelo, el cual es una extensión de la membrana plasmática y le permite nadar y desplazarse.
- Los axones de muchas neuronas tienen una vaina de mielina, que facilita la conducción de impulsos nerviosos a través de largas distancias. Es importante que tengamos en cuenta que el citosol y los espacios internos de los diferentes orgánulos celulares presentan diferencias unos de otros y con el medio exterior, en cuanto a su acidez, composición de iones, contenido de proteínas, etc.; de esta forma, cada compartimiento celular realiza sus propias funciones, las cuáles contribuyen al trabajo total de la célula.

Si bien, la membrana plasmática es muy permeable al agua, es poco permeable a las sales y a las moléculas pequeñas, como azúcares y aminoácidos.

En general, las células vivas mantienen una composición iónica interna muy diferente de la del medio celular externo, aspecto fundamental para la supervivencia y el desempeño de las funciones vitales, por ejemplo, el sodio, Na^+ es el catión más abundante en el medio externo celular, mientras que el potasio, K^+ es el más abundante en el medio interno celular.

La bicapa lipídica en su interior es hidrófoba, crea una barrera para el paso de las moléculas hidrófilas, incluyendo los iones. En general podemos decir que:

- Las moléculas no polares pequeñas, como el oxígeno molecular y el dióxido de carbono, que son los gases respiratorios, se difunden rápidamente a través de la bicapa lipídica, este hecho es muy importante para la respiración celular.
- Las moléculas polares sin carga, se difunden con rapidez, si son pequeñas, como el agua y el etanol. La glucosa se difunde con demasiada lentitud o no atraviesa la membrana.
- Los iones y moléculas con carga eléctrica no atraviesan la membrana aunque sean pequeñas.
- El agua y las moléculas no polares pequeñas atraviesan la membrana plasmática por difusión simple.
- Un buen número de moléculas requieren de proteínas de transporte celular para poder atravesar la membrana plasmática.



El conjunto de proteínas de transporte presentes en la membrana plasmática o en las membranas de los orgánulos celulares, figura 12, tienen la función de determinar con precisión cuáles son los solutos que pueden entrar o salir de la célula, regulando la selectividad de la membrana plasmática.

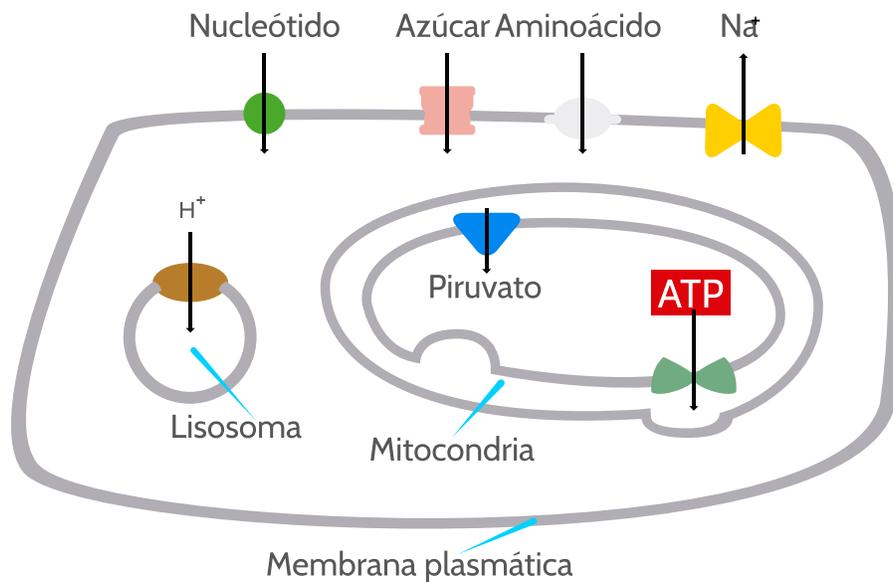


Figura 12. Cada membrana posee proteínas transportadoras características.

Las proteínas de transporte de membrana poseen cadenas poli pépticas que atraviesan muchas veces la bicapa lipídica. Se clasifican en proteínas transportadoras y proteínas de canal.

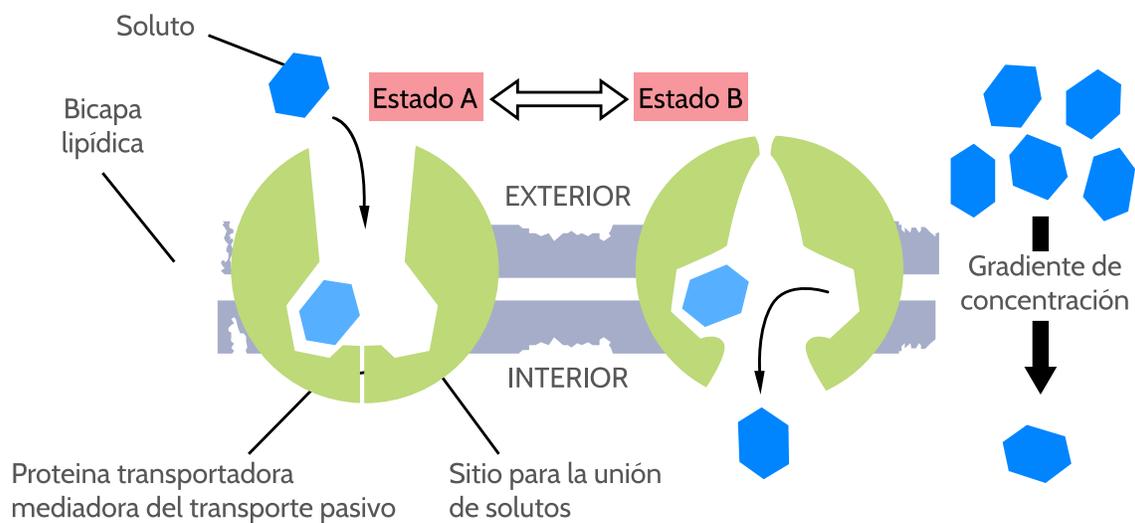


Figura 13. Proteínas transportadoras.

Las proteínas transportadoras, figura 13, permiten el paso de solutos que se pueden unir a sitios específicos de la molécula de proteína.



Figura 14. Proteína transportadora y proteína de canal.

Las proteínas de canal, figura 14, forman un canal por el que atraviesan moléculas pequeñas con la carga eléctrica adecuada.

Por el fenómeno de ósmosis, el agua se mueve a través de las membranas semipermeables desde un medio que contiene una concentración baja de soluto, con la consiguiente concentración alta de agua, denominado medio hipotónico, hacia otro medio que posee una concentración alta de soluto y por consiguiente concentración baja de agua, denominado medio hipertónico, hasta que las concentraciones totales de soluto y por consiguiente de agua sean iguales en ambos lados de la membrana celular, logrando que los dos medios tengan la misma concentración, tornándose isotónicos. En condiciones normales in vivo, los canales de iones de la membrana plasmática, regulan el movimiento de iones hacia el interior y exterior celular, de manera que no haya movimiento neto de agua y se mantenga un equilibrio isotónico, manteniendo el volumen habitual de la célula, garantizando su supervivencia.



Figura 15. Efecto de la concentración externa de iones sobre el flujo de agua a través de la membrana plasmática de una célula animal.

En la figura 15, podemos apreciar que los iones sodio, potasio y cloruro, no se mueven libremente a través de la membrana plasmática, pero determinan la concentración del medio circundante. En a) el medio es isotónico, no hay un flujo neto de agua hacia dentro o hacia afuera de la célula, existe un equilibrio dinámico; en b) el medio externo hipotónico, el agua fluye por ósmosis hacia el interior de la célula, flecha roja, hasta que los dos medios equilibren sus concentraciones de iones, el volumen de la célula aumenta por la entrada de agua: en c) el medio es hipertónico, el agua fluye por ósmosis hacia afuera de la célula hasta que la concentración de iones dentro y fuera de la célula sea la misma, el volumen de la célula disminuye por la salida de agua.

En Protozoos que viven en agua dulce como las amebas, por estar en un medio hipotónico, el agua fluye permanentemente hacia el interior de la célula por ósmosis. La célula entonces concentra solutos en la vacuola contráctil, formando al interior de la vacuola, medios hipertónicos, de esta manera el agua que entra en exceso a la célula, va pasando a la vacuola contráctil por ósmosis, la vacuola recorre el citoplasma y en este recorrido, la célula recupera los solutos que están en el interior de la vacuola por transporte activo, haciendo que vuelvan a pasar al citosol, luego la vacuola se acerca a un poro de la membrana celular y expulsa el exceso de agua al medio externo; de esta forma estos microorganismos evitan su rompimiento por la entrada excesiva de agua, pudiendo vivir en un medio hipotónico garantizando su supervivencia.

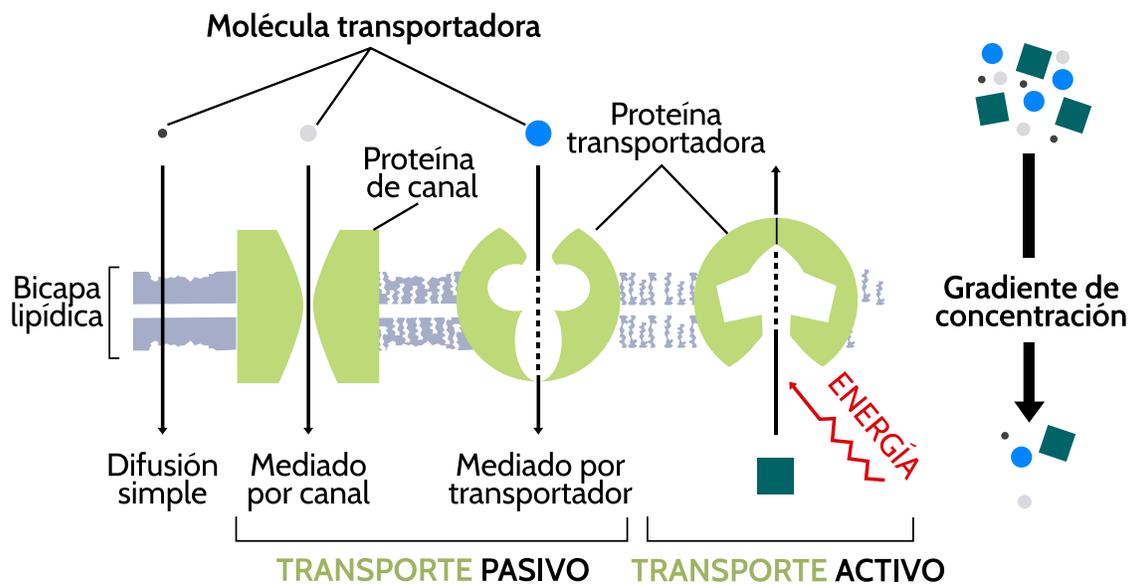


Figura 16. Transporte celular.

Si un soluto está más concentrado en el medio externo celular, entra a la célula por difusión facilitada o transporte pasivo, con ayuda de las proteínas transportadoras o proteínas de canal, sin gasto de energía, porque el movimiento se está dando de mayor a menor gradiente de concentración, figura 16.

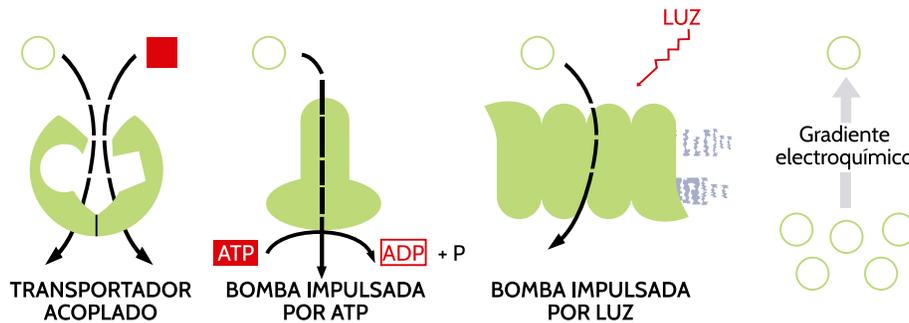


Figura 17. Transporte activo.

Cuando el movimiento del soluto se da en contra del gradiente de concentración, es decir, de donde hay menor cantidad de soluto a donde hay mayor cantidad de soluto, la proteína facilitadora tiene que realizar trabajo y requiere un aporte de energía para realizarlo, este tipo de proceso se llama transporte activo, figura 17.

Las membranas plasmáticas también contienen proteínas receptoras que unen moléculas señaladoras específicas como hormonas, factores del crecimiento, neurotransmisores, conduciendo a diversas respuestas celulares. Estas proteínas, son críticas para el desarrollo y el funcionamiento celular.

Las proteínas de reconocimiento, muchas de las cuales son glucoproteínas, sirven como etiquetas de identificación y como sitios de unión a la superficie celular, por ejemplo, las células del sistema inmunológico reconocen a los invasores e inician su destrucción. Las proteínas citosólicas de la superficie de la membrana celular funcionan como enzimas, transductores de señales intracelulares y proteínas estructurales que le dan estabilidad a la membrana.

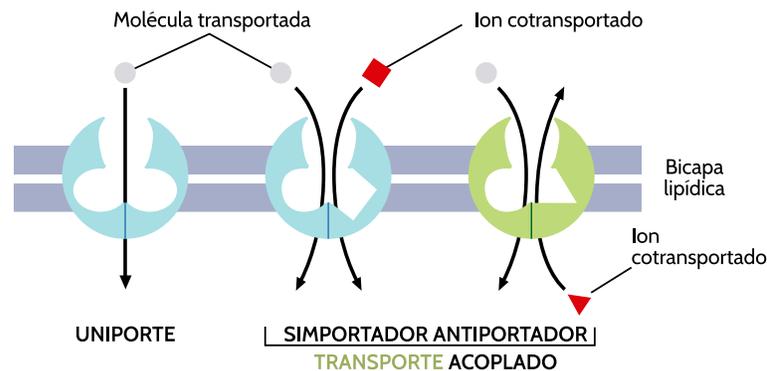


Figura 18. Transporte acoplado.

Las proteínas de la membrana plasmática que realizan transporte acoplado, figura 10, pueden acoplar los movimientos de un ion inorgánico con los de otro ion inorgánico, los movimientos de un ion inorgánico con los de un ion orgánico, o los movimientos de dos iones orgánicos. Si la proteína transportadora desplaza ambos solutos en la misma dirección a través de la membrana, recibe el nombre de simportador; si los desplaza en direcciones opuestas, se denomina antiportador o portador bidireccional; si la proteína transportadora solo transporta un tipo de soluto como la glucosa, a través de la membrana plasmática, se llama uniportador, figura 18.

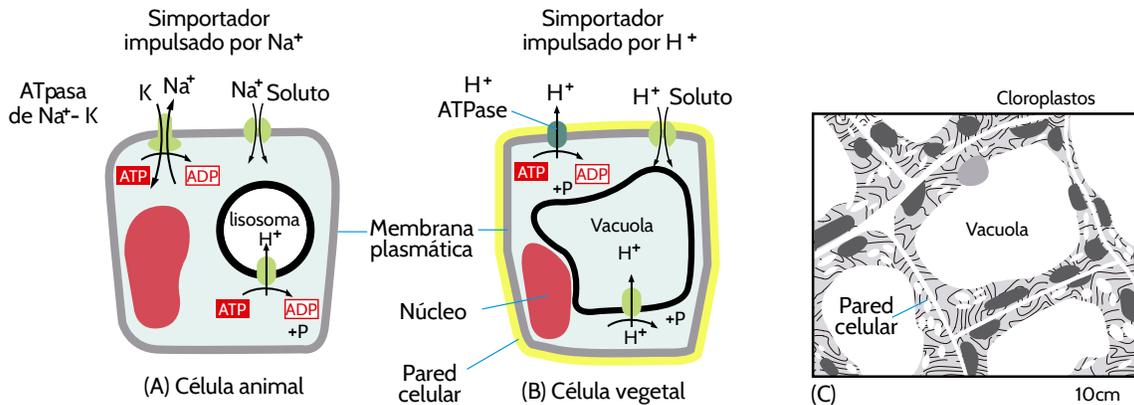


Figura 19. Transportadores en células animales y vegetales.

En las células animales el transporte activo de solutos a través de la membrana plasmática es impulsado por un gradiente electroquímico de sodio, Na^+ ; en las células vegetales, bacterias y hongos, este proceso se produce por un gradiente electroquímico de hidrógeno, figura 19.

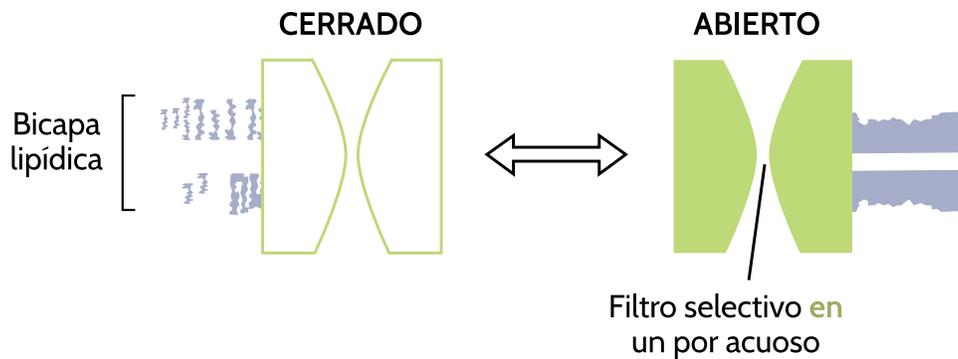


Figura 20. Canal iónico.

Los canales iónicos, figura 20, son selectivos para los distintos iones, de manera que solo pueden pasar los iones que tengan el tamaño y carga apropiados. Estos canales iónicos se cierran o se abren según las necesidades de equilibrio de la célula. A lo largo de un canal iónico puede pasar más de un millón de iones por segundo.

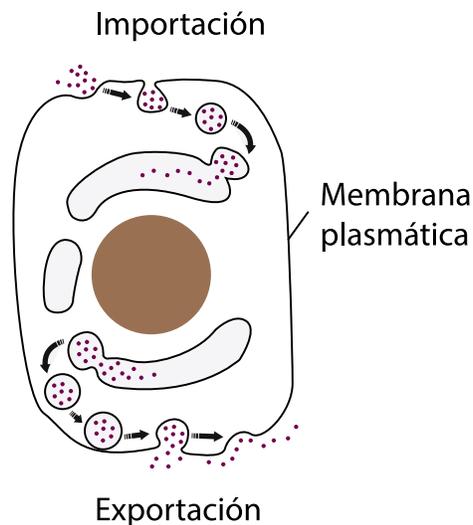


Figura 21. Endocitosis y Exocitosis.

Aunque las proteínas de transporte en la membrana plasmática median el movimiento de iones y moléculas pequeñas a través de la bicapa lipídica, las proteínas y otras moléculas solubles en el medio extracelular son internalizadas por endocitosis, figura 21.

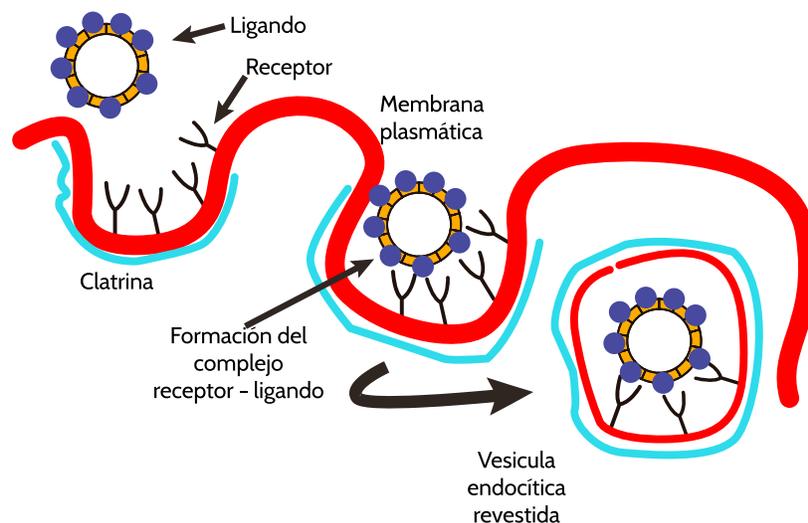


Figura 22. Endocitosis mediada por un receptor.

En este proceso, un segmento de la membrana plasmática se invagina para formar una concavidad, cuya cara citosólica está revestida por un conjunto específico de proteínas, incluida la clatrina, figura 22. La concavidad se desprende de la membrana para formar una vesícula pequeña limitada por membrana que contiene material extracelular y es enviada a un endosoma temprano, una estación de clasificación de cisternas y vesículas limitadas por membranas. Desde este compartimiento, se reciclan algunas proteínas de membrana para ser devueltas a la membrana plasmática; otras proteínas de membrana son transportadas a un endosoma tardío donde se lleva a cabo una nueva clasificación. La vía endocítica finaliza cuando un endosoma tardío entrega su membrana y su contenido interno a los lisosomas para su degradación.

Las células también exportan materiales sintetizados en el medio interno celular, almacenándolos en vesículas intracelulares, que se fusionan luego con la membrana plasmática liberando las sustancias al medio externo celular, proceso denominado exocitosis.

Toda célula controla continuamente su alrededor, ajustando sus actividades y composición para mantener el equilibrio. La célula continuamente debe procesar información y responder de acuerdo con las señales que recibe. Analicemos un ejemplo: Al poco tiempo de que hemos ingerido una comida rica en carbohidratos, la glucosa pasa a nuestro torrente sanguíneo, ocasionando una subida de la concentración de glucosa en la sangre, hiperglicemia; este aumento de la glucosa en nuestra sangre, es percibido por las células beta de nuestro páncreas, las cuáles responden liberando la producción acumulada de la hormona proteica insulina; al estar la insulina en el torrente sanguíneo, las moléculas transportadoras de glucosa se ubican en la membrana de las células y comienzan a entrar la glucosa a las distintas células de nuestro organismo. Simultáneamente, en las células de nuestro hígado y las de nuestros músculos, se activa una enzima clave necesaria para la síntesis de glucógeno, forma como se almacena la glucosa sobrante en nuestro organismo, constituyendo una reserva cuando por algún motivo no podemos comer. Como resultado de estas respuestas metabólicas, el nivel de glucosa en nuestra sangre desciende.

Notamos cómo la capacidad de las células para enviar señales y responder a las señales que recibe, es esencial para su supervivencia y mantenimiento del equilibrio u homeóstasis. Muchas señales importantes, son proteínas secretadas por células específicas para responder a situaciones específicas y estas proteínas son codificadas por el genoma; al menos entre el 10 al 15% de las proteínas en los organismos eucariontes funcionan como señales extracelulares secretadas, receptores de señales, o proteínas



intracelulares o transductores de señales; de esta forma, una señal pasa a través de una serie de pasos o etapas hasta lograrse una respuesta celular específica, como en el ejemplo analizado, la disminución de la glucosa en la sangre, por el paso de la glucosa a las células y la síntesis del glucógeno en las células hepáticas y musculares.

2.2 APLIQUEMOS NUESTROS APRENDIZAJES

Vamos a responder a las preguntas y situaciones planteadas a continuación, a partir de la aplicación del conocimiento adquirido.

1. Diferenciamos la permeabilidad de la membrana plasmática, analizando las sustancias en solución y marcando X en la casilla Permeable o en No permeable, según corresponda:

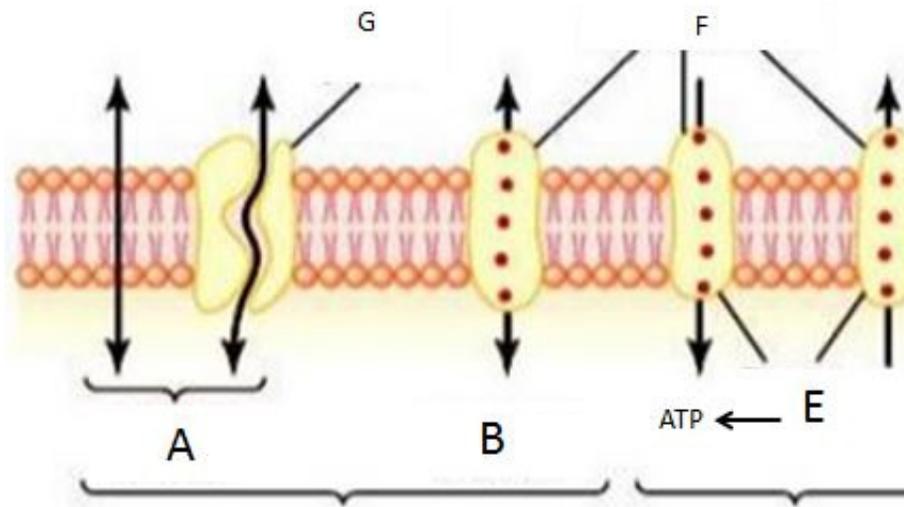
Situaciones	Permeable	No Permeable
Moléculas no polares (O_2)	x	
Moléculas polares grandes (glucosa)		x
Iones inorgánicos con carga (Na^{+1})		x
Moléculas liposolubles (esteroides)	x	
Uniones covalentes polares (CO_2)	x	
Agua	x	



2. Clasifiquemos cada clase de transporte celular en Pasivo o Activo, según corresponda:

Clase de Transporte Celular	Pasivo	Activo
Difusión simple	x	
Endocitosis		x
Ósmosis	x	
Difusión facilitada	x	
Exocitosis		x
Agua	x	

3. Analicemos la imagen y luego en el cuadro, al frente del nombre de cada estructura, escribamos la letra que le corresponde en la imagen:



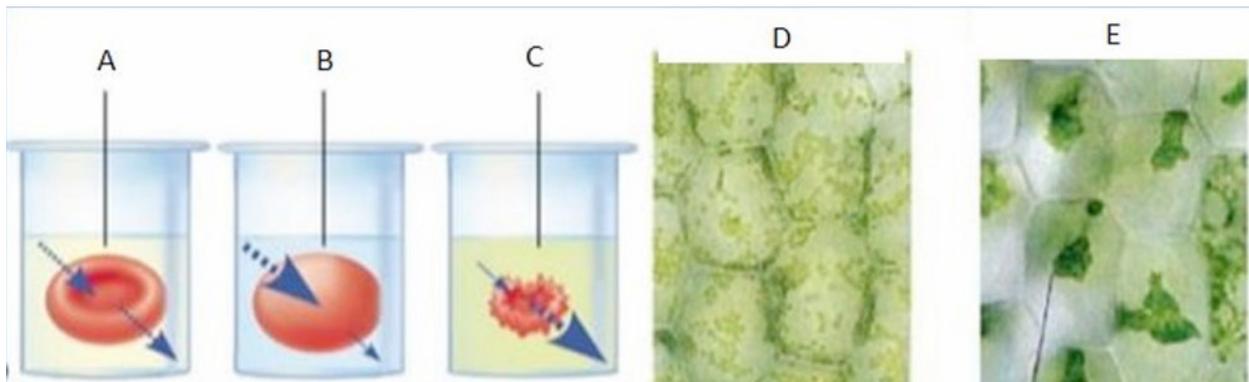
Clase de Transporte Celular	Letra que la identifica
Transporte Activo	D
Proteína de canal	G
Difusión	C
Proteínas transportadoras	F
Difusión Simple	A
Energía	E
Difusión facilitada	B

4. Marcamos la casilla SI para las funciones que realiza la membrana como respuesta a las soluciones con las que entra en contacto y la casilla NO para las funciones que no son propias de la membrana plasmática:

Funciones celulares	SI	NO
Permite el transporte selectivo de iones y moléculas entre el medio extracelular e intracelular.	x	
Realiza síntesis de proteínas.		x
Protege la célula de la acción de sustancias nocivas.	x	
En ella ocurre el proceso de glucólisis.		x
Participa en la transducción de señales (comunicación celular).	x	



5. Completa los siguientes enunciados, con la palabra o palabras que le den sentido correcto a cada uno.
- La difusión es el movimiento neto de una sustancia de un medio donde tiene mayor concentración a otro donde tiene menor concentración, sin el consumo de energía.
 - La difusión facilitada ocurre gracias a la ayuda de proteínas transportadoras que se encuentran en la membrana plasmática.
 - Los iones se transportan a través de canales que se abren y se cierran, formados por proteínas de canal.
 - Las proteínas uniportadoras llevan un soluto una vez.
 - Las proteínas simportadoras transportan un soluto y cotransportan otro diferente al mismo tiempo y en la misma dirección.
 - Las proteínas antiportadoras transportan un soluto en una dirección y cotransportan otro soluto en dirección opuesta.
6. Completemos el enunciado para cada situación relacionándola con la letra que identifica la imagen que la representa en la gráfica:



SITUACIÓN	IMAGEN
La célula animal sufrió crenación porque perdió agua debido a que se encuentra en un medio hipertónico	C
El medio intracelular de la célula animal se encuentra en equilibrio con el medio externo, son isotónicos .	A
Las células vegetales sufrieron plasmólisis porque perdieron agua, su volumen disminuyó y se observan arrugadas, debido a que están sumergidas en un medio hipertónico.	E



El agua entró a la célula animal porque está inmersa en un medio hipotónico, aumentó su volumen.	B
Las células vegetales sufrieron turgencia porque el agua entró, debido a que se encuentran en un medio hipotónico.	D

Resumen.

Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias, en diferentes estados de agregación, gaseosa como el aire, sólida como las aleaciones y líquida como el agua del mar.

El estado de la solución depende del estado físico que presente el disolvente. La solución presenta un soluto, componente en menor cantidad y un solvente o disolvente, componente en mayor cantidad.

La concentración de una solución es la relación entre la cantidad de soluto presente en una cantidad determinada de solvente o de solución. Esta medida es fundamental para determinar si una solución es diluida (poco soluto), concentrada (mayor cantidad de soluto) o saturada (con la máxima cantidad de soluto que es capaz de disolver).

La solubilidad es la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en una cantidad fija de solvente o de solución a una temperatura determinada.

En general, las moléculas se atraen por su afinidad, lo semejante disuelve lo semejante; sustancias polares se disuelven en solventes polares y sustancias no polares se disuelven en solventes no polares.

Cuando hablamos de las soluciones presentes al interior y exterior de las células de los seres vivos, aplicamos estos conocimientos, con algunas diferencias en los términos utilizados.

En el estudio de las soluciones referidas a las células, siempre estamos relacionando dos medios, el medio interno celular y el medio externo que rodea la célula.

Si la solución externa que rodea a la célula tiene una concentración global de solutos igual a la concentración del medio interno celular, los dos medios son isotónicos, el



prefijo iso significa igual, en este caso igual concentración de solutos en ambos medios. En una célula animal inmersa en un medio isotónico, el agua entra y sale de la célula a la misma velocidad, en un equilibrio dinámico, sin que haya una modificación neta en el movimiento de agua, permitiendo que la célula esté en condiciones óptimas para desarrollarse y subsistir.

Un medio extracelular es hipertónico cuando su concentración de solutos es mayor que la concentración de solutos en el medio interno celular, el prefijo hiper significa alto o mayor, en este caso, mayor o más alta concentración que el medio intracelular.

El término gradiente de concentración se refiere a la diferencia entre las dos concentraciones extracelular e intracelular. Un gradiente es una diferencia física entre dos regiones del espacio, que hace que se muevan moléculas de una región a otra.

En una célula animal inmersa en un medio hipertónico, el agua sale a través de la membrana celular, por exósmosis, la célula pierda volumen y se arruga, sufriendo crenación; la célula vegetal sufre plasmólisis.

Un medio extracelular es hipotónico cuando su concentración de solutos es menor que la concentración de solutos del medio interno celular, el prefijo hipo significa menor o bajo, en este caso, menor o más baja concentración que el medio intracelular.

En una célula animal inmersa en un medio hipotónico, el agua entra por endósmosis, aumentando el volumen de la célula; puede ocurrir lisis o rompimiento si la célula permanece en el medio hipotónico; una célula vegetal, no sufre lisis porque la pared celular protege a la célula del rompimiento, la célula se hincha, fenómeno conocido como turgencia.

Usamos los términos isotónico, hipertónico o hipotónico cuando estamos comparando el medio extracelular y el medio intracelular, por consiguiente, no se pueden usar estos términos en forma aislada.

Cualquier célula es como un compartimiento cuyo interior es acuoso, como una sopa con varias moléculas dentro, separada del ambiente exterior por la membrana plasmática, la cual le permite intercambiar moléculas con el medio circundante.

Las células procarióticas, están rodeadas por una membrana plasmática, no contienen subcompartimientos internos limitados por membranas.



En las células eucarióticas, existen compartimientos más pequeños denominados orgánulos. Cada orgánulo está rodeado por una o más biomembranas y contiene sus propias proteínas, algunas en su membrana y otras en el espacio o luz interior; estas proteínas le permiten a cada orgánulo cumplir con funciones específicas dentro de la célula.

El citoplasma es la parte de la célula comprendida entre el núcleo y la membrana celular, el citosol es un gel acuoso que rodea a todos los orgánulos y que contiene proteínas específicas, en el citosol ocurren muchas funciones vitales de la célula, además, el citoesqueleto le da soporte mecánico, controla la forma, impulsa y dirige los movimientos celulares.

Las células ya sean procariontes o eucariontes, son sistemas abiertos, por consiguiente, viven y crecen intercambiando moléculas con el medio que las rodea, proceso que es regulado por la membrana plasmática. Todas las biomembranas tienen una estructura similar, que les permite controlar el movimiento de moléculas entre el interior y el exterior de la célula y hacia dentro y fuera de los orgánulos, poseen dos capas de moléculas de fosfolípidos, que tienen un extremo que le gusta el agua, hidrófilo, pero que también tienen otro extremo que no le gusta el agua, hidrófobo y lípidos como colesterol y diversas proteínas insertas en la bicapa fosfolipídica.

La bicapa lipídica en su interior es hidrófoba, crea una barrera para el paso de las moléculas hidrófilas, incluyendo los iones. En general podemos decir que:

- Las moléculas no polares pequeñas, como el oxígeno molecular y el dióxido de carbono, que son los gases respiratorios, se difunden rápidamente a través de la bicapa lipídica, este hecho es muy importante para la respiración celular.
- Las moléculas polares sin carga, se difunden con rapidez, si son pequeñas, como el agua y el etanol. La glucosa se difunde con demasiada lentitud o no atraviesa la membrana.
- Los iones y moléculas con carga eléctrica no atraviesan la membrana aunque sean pequeñas.
- El agua y las moléculas no polares pequeñas atraviesan la membrana plasmática por difusión simple.
- Un buen número de moléculas requieren de proteínas de transporte celular para poder atravesar la membrana plasmática.

El conjunto de proteínas de transporte presentes en la membrana plasmática o en



las membranas de los orgánulos celulares, determinan con precisión cuáles son los solutos que pueden entrar o salir de la célula, regulando la selectividad de la membrana plasmática.

Las proteínas de transporte de membrana poseen cadenas poli peptídicas que atraviesan muchas veces la bicapa lipídica, pueden ser proteínas transportadoras y proteínas de canal.

Las proteínas transportadoras, permiten el paso de solutos que se pueden unir a sitios específicos de la molécula de proteína.

Las proteínas de canal, forman un canal por el que atraviesan moléculas pequeñas con la carga eléctrica adecuada.

Por el fenómeno de ósmosis, el agua se mueve a través de las membranas semipermeables desde un medio que contiene una concentración baja de soluto, con la consiguiente concentración alta de agua, denominado medio hipotónico, hacia otro medio que posee una concentración alta de soluto y por consiguiente concentración baja de agua, denominado medio hipertónico, hasta que las concentraciones totales de soluto y por consiguiente de agua sean iguales en ambos lados de la membrana celular, logrando que los dos medios tengan la misma concentración, tornándose isotónicos.

Las proteínas canales para las moléculas de agua se llaman acuaporinas, a través de ellas el agua atraviesa más rápidamente la membrana plasmática.

Un soluto que está más concentrado en el medio externo celular, entra a la célula por difusión facilitada o transporte pasivo, con ayuda de las proteínas transportadoras o proteínas de canal, sin gasto de energía, porque el movimiento se está dando de mayor a menor gradiente de concentración.

Cuando el movimiento del soluto se da en contra del gradiente de concentración, es decir, de donde hay menor cantidad de soluto a donde hay mayor cantidad de soluto, la proteína facilitadora tiene que realizar trabajo y requiere un aporte de energía para realizarlo, este tipo de proceso se llama transporte activo.

Las membranas plasmáticas también contienen proteínas receptoras, que activan respuestas celulares cuando se unen a ellas moléculas señalizadoras específicas del fluido extracelular como hormonas, factores del crecimiento, neurotransmisores,



conduciendo a diversas respuestas celulares. Estas proteínas, son críticas para el desarrollo y el funcionamiento celular.

Las proteínas de reconocimiento, muchas de las cuales son glucoproteínas, sirven como etiquetas de identificación y como sitios de unión a la superficie celular, por ejemplo, las células del sistema inmunológico reconocen a los invasores e inician su destrucción. Las proteínas citosólicas de la superficie de la membrana celular funcionan como enzimas, transductores de señales intracelulares y proteínas estructurales que le dan estabilidad a la membrana.

Las proteínas de la membrana plasmática que realizan transporte acoplado, pueden desplazar ambos solutos en la misma dirección a través de la membrana, son simportadoras; desplazar dos solutos en direcciones opuestas, son antiportadoras o portadoras bidireccionales; si solo transporta un tipo de soluto como la glucosa, a través de la membrana plasmática, son uniportadoras.

En las células animales el transporte activo de solutos a través de la membrana plasmática es impulsado por un gradiente electroquímico de sodio, Na^+ ; en las células vegetales, bacterias y hongos, este proceso se produce por un gradiente electroquímico de hidrógeno.

Los canales iónicos, son selectivos para los distintos iones, solo pueden pasar los iones que tengan el tamaño y carga apropiados y se cierran o se abren según las necesidades de equilibrio de la célula. A lo largo de un canal iónico puede pasar más de un millón de iones por segundo.

Aunque las proteínas de transporte en la membrana plasmática median el movimiento de iones y moléculas pequeñas a través de la bicapa lipídica, las proteínas y otras moléculas solubles en el medio extracelular son internalizadas por endocitosis; la vía endocítica finaliza cuando un endosoma tardío entrega su membrana y su contenido interno a los lisosomas para su degradación.

Las células también exportan materiales sintetizados en el medio interno celular, almacenándolos en vesículas intracelulares, que se fusionan luego con la membrana plasmática liberando las sustancias al medio externo celular, proceso denominado exocitosis.

En el año 1988 Simons y van Meer, proponen el modelo de microdominios lipídicos,



conocido actualmente como “balsas de membrana”. Plantean que los complejos glicosfingolípidos-colesterol se mantienen estrechamente empaquetados y se comportan como unidades de balsas en la membrana plasmática.

Las balsas de membrana o membrane rafts, tienen distintos componentes que permiten que los procesos celulares se desarrollen en compartimentos específicos, formando balsas lipídicas o lipid rafts, especializadas en composición y en función.

Las balsas planas están alineadas en el plano de la membrana, tienen un tamaño muy pequeño y son muy dinámicas. Las caveolas son invaginaciones de la membrana plasmática, están involucradas en los procesos de transcitosis y potocitosis y presentan menor dinamismo que las balsas planas; se asocian con las proteínas caveolinas, sirviendo como andamiaje para las proteínas de señalización y como transportadores del colesterol desde el retículo endoplasmático hacia la membrana plasmática.

Estos autores plantean que los complejos de glicosfingolípidos-colesterol, se mantienen estrechamente empaquetados, comportándose como unidades o balsas dentro de la monocapa externa de la membrana plasmática.

Las balsas de membrana están implicadas en muchos procesos celulares, como el transporte celular; también son sitios de entrada para virus y toxinas, puntos de ensamblaje y salida para ciertos virus y las proteínas de la membrana plasmática están implicadas en la transducción de señales fundamentales para que la célula responda a los estímulos del medio y contribuya en mantener su equilibrio u homeóstasis.

Toda célula controla continuamente su alrededor, ajustando sus actividades y composición para mantener el equilibrio. La célula continuamente debe procesar información y responder de acuerdo con las señales que recibe. Notamos cómo la capacidad de las células para enviar señales y responder a las señales que recibe, es esencial para su supervivencia y mantenimiento del equilibrio u homeóstasis. Muchas señales importantes, son proteínas secretadas por células específicas para responder a situaciones específicas y estas proteínas son codificadas por el genoma; al menos entre el 10 al 15% de las proteínas en los organismos eucariontes funcionan como señales extracelulares secretadas, receptores de señales, o proteínas intracelulares o transductores de señales; de esta forma, una señal pasa a través de una serie de pasos o etapas hasta lograrse una respuesta celular específica.





Tarea.

Realicemos los siguientes experimentos en nuestra casa, observamos, tomamos fotografías, analizamos los procesos estudiados, realizamos ilustraciones para apoyar nuestras explicaciones y organizamos los resultados, junto con los obtenidos en el experimento con las células de lechuga, en una presentación que sustentamos en la siguiente clase:

Pelamos una remolacha, cortamos unas rodajas y las sumergimos en un recipiente ancho, añadiendo un vaso de agua pura, dejamos sumergidas las rodajas en el agua por una media hora.

1. ¿Qué tipo de medio es el agua para las células de la remolacha?

2. ¿En qué sentido hay movimiento de agua? ¿Por qué?

3. Añadimos una cucharada de sal a la solución externa. ¿Qué tipo de medio es ahora el medio externo respecto al medio interno de las células de remolacha?



4. ¿Qué cambios observamos?

5. ¿Hay algún cambio de color en la solución externa? ¿Por qué?

