

La membrana celular

Temario

[La membrana celular](#) | [Proteínas de la membrana](#) | [La Matriz Extracelular](#) | [Adhesión intercelular](#) | [Uniones especializadas entre las células](#) | [Glosario](#) | [Comunicación intercelular](#) | [Adhesión entre las células y la matriz](#) | [La pared celular](#) | [Enlaces](#) | [Actividades](#)

Temas relacionados

Contenidos

Las membranas celulares

 [al temario](#)

Para llevar a cabo las reacciones químicas necesarias en el mantenimiento de la vida, la célula necesita mantener un medio interno apropiado. Esto es posible porque las células se encuentran separadas del mundo exterior por una membrana limitante, la **membrana plasmática**. Además, la presencia de membranas internas en las células eucariotas proporciona compartimientos adicionales que limitan ambientes únicos en los que se llevan al cabo funciones altamente específicas, necesarias para la supervivencia celular. La **membrana plasmática** se encarga de:

- aislar selectivamente el contenido de la célula del ambiente externo
- regular el intercambio de sustancias entre el interior y exterior celular (lo que entra y sale de la célula);
- comunicación intercelular

La mayoría de las células tienen membranas internas además de la membrana plasmática, forman y delimitan compartimientos donde se llevan a cabo las actividades bioquímicas de la célula. Las restantes membranas también constituyen barreras selectivas para el pasaje de sustancias.

Funciones de las membranas

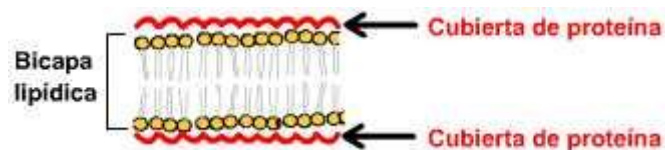
 [al temario](#)

- La **membrana celular funciona como una barrera semipermeable**, permitiendo el paso de pocas moléculas y manteniendo la mayor parte de los productos producidos dentro de ella.
- Protección
- Ayudar a la compartimentalización subcelular
- Regular el transporte desde y hacia la célula y de los dominios subcelulares
- Servir de receptores que reconocen señales de determinadas moléculas y **transducir** la señal al citoplasma.
- Permitir el reconocimiento celular.

- Proveer sitios de anclaje para los filamentos del **citoesqueleto** o los componentes de la **matriz extracelular** lo que permite, entre otras, el mantenimiento de la forma celular
- Servir de sitio estable para la catálisis enzimática.
- Proveer de "puertas" que permitan el pasaje través de las membranas de diferentes células (*gap junctions*)
- Regular la fusión de la membrana con otra membrana por medio de uniones (*junctions*) especializadas
- Permitir direccionar la motilidad celular

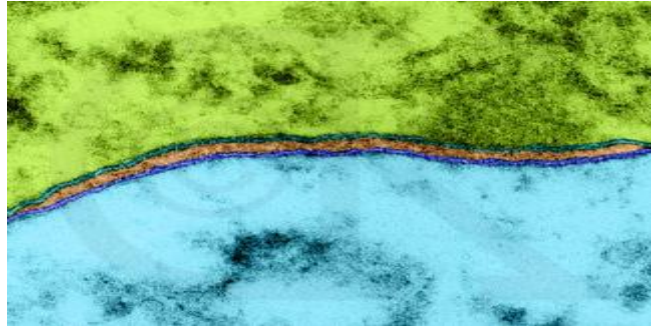
Estructura de las Membranas

La membrana plasmática tiene un grosor no mayor de 5 nm. Debido a que la mayor parte de las proteínas tiene un diámetro mayor a 10 nm, uno de los principales problemas para comprender la estructura básica de las membranas consistía en determinar la forma en que las moléculas se disponían en un espacio tan pequeño. El actual modelo de la estructura de la membrana plasmática es el resultado de un largo camino que comienza con las observaciones indirectas que determinaron que los compuestos liposolubles pasaban fácilmente esta barrera lo que llevó a Overton, ya en 1902, a sostener que su composición correspondía al de una delgada capa lipídica; posteriormente se agregó a esta propuesta la que sostenía que en la composición también intervenían proteínas. Hacia 1935 **Danielli y Davson** sintetizaron los conocimientos proponiendo que la membrana plasmática estaba formada por una "**bicapa lipídica**" con proteínas adheridas a ambas caras de la misma.



La integración de los datos químicos, físico-químicos y las diversas técnicas de microscopía llevó al actual modelo de "**mosaico fluido**" (Singer S.J., and Nicolson, G.L. (1972) *Science*, 175:120). Según este modelo del mosaico fluido, que ha tenido gran aceptación, las membranas constan de una **bicapa lipídica** (una doble capa de lípidos) en la cual están inmersas diversas proteínas.

La bicapa lipídica ha sido establecida como la base universal de la estructura de la membrana celular. Es fácil de observar en una micrografía electrónica pero se necesitan técnicas especializadas como la difracción de rayos X y técnicas de criofractura para revelar los detalles de su organización.



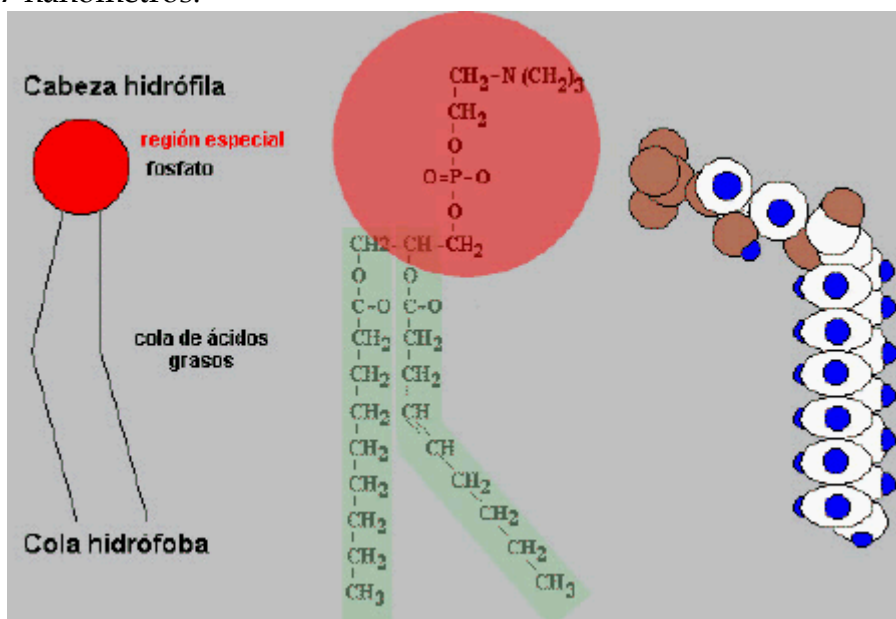
Membranas celulares de neuronas opuestas. Dennis Kunkel © (M.E., 436.740x <http://www.pbrc.hawaii.edu/~kunkel/gallery/fungi-sm1/92386a.html>), usada con permiso.

La membrana es una estructura *cuasi-fluida*, en ella sus componentes pueden realizar movimientos de traslación dentro de la misma. Esta fluidez implica que los componentes en su mayoría solo están unidos por uniones no covalentes. La microscopía electrónica mostró a la membrana plasmática como una estructura de tres capas, dos de ellas externas y densas, y una clara en el medio.

Los lípidos son insolubles en agua pero se disuelven fácilmente en disolventes orgánicos. Constituyen aproximadamente el 50% de la masa de la mayoría de las membranas plasmáticas de las células animales, siendo casi todo el resto proteínas. Existen 109 moléculas lipídicas en la membrana plasmática de una célula animal pequeña.

La molécula primaria de la membrana celular es el **fosfolípido**, posee una "cabeza" polar (**hidrofílica**) y dos "colas" no polares (**hidrofóbicas**), son por tanto simultáneamente hidrofílicos e hidrofóbicos (**anfipáticos**).

Los fosfolípidos en la membrana se disponen en una bicapa con sus colas **hidrofóbicas** dirigidas hacia el interior, quedando de esta manera entre las cabezas **hidrofílicas** que delimitan la superficie externa e interna de la membrana. El espesor de la membrana es de alrededor de 7 nanómetros.

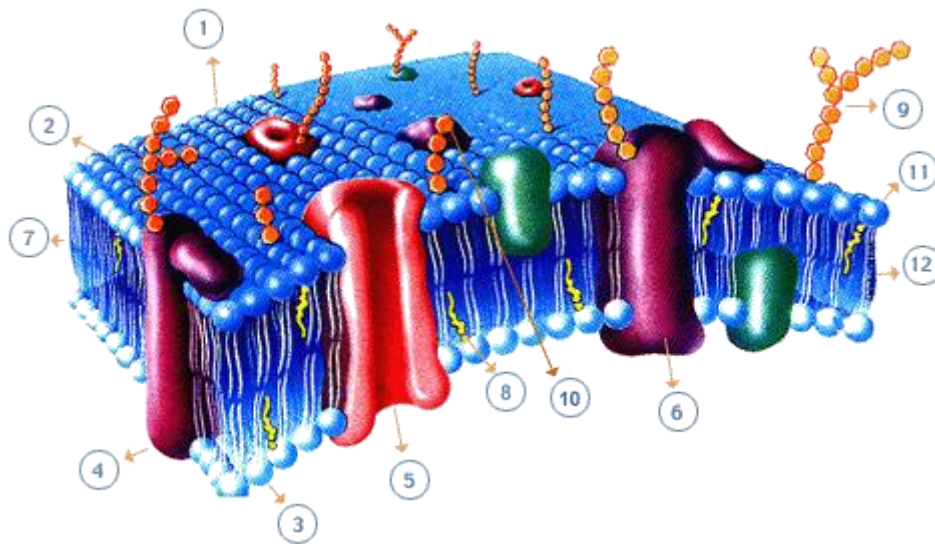


Esquemas de una molécula de fosfolípido

Debido a que las moléculas del tipo de los fosfolípidos tienen un extremo que se asocia libremente con el agua y otro que no lo hace, cuando se encuentran dispersas en agua adoptan por lo general una conformación de capa doble. La estructura en bicapa permite que los grupos del extremo hidrofílico se asocien libremente con el medio acuoso, y que las cadenas hidrófobas de ácidos grasos permanezcan en el interior de la estructura, lejos de las moléculas de agua.

Esquema del modelo fluido de membrana

▲ al temario

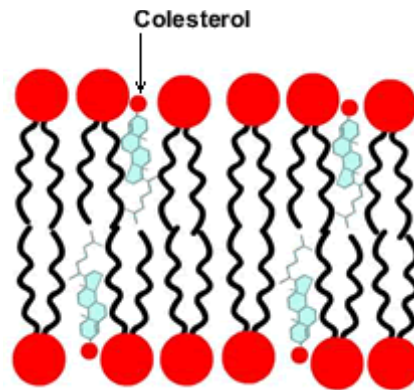


1. Bicapa de fosfolípidos)
2. Lado externo de la membrana
3. Lado interno de la membrana
4. Proteína intrínseca de la membrana
5. Proteína canal iónico de la membrana
6. Glicoproteína
7. Moléculas de fosfolípidos organizadas en bicapa
8. Moléculas de colesterol
9. Cadenas de carbohidratos
10. Glicolípidos
11. Región polar (hidrofílica) de la molécula de fosfolípido
12. Región hidrofóbica de la molécula de fosfolípido

www.puc.cl/sw_educ/neurociencias/html/047.html

El **colesterol** es otro componente importante de la membrana. Se encuentra embebido en el área hidrofóbica de la misma, su presencia contribuye a la estabilidad de la membrana al interactuar con las "colas" de la bicapa lipídica y contribuye a su fluidez evitando que las "colas" se "empaqueten" y vuelvan mas rígida la membrana (este efecto se observa sobre

todo a baja temperatura).



Las membranas de **las células vegetales no contienen colesterol**, tampoco las de la mayoría de las células bacterianas.

Las **arqueobacterias** poseen lípidos de membrana diferentes tanto de las bacterias como de los eucariotas (incluyendo enlaces éter en lugar de enlaces éster en sus fosfolípidos). Algunas de ellas poseen esteroides en su membrana celular (una característica de eucariotas).

Las **proteínas** pueden estar suspendidas en la membrana, con sus regiones **hidrofóbicas** insertadas en ella y con las **hidrofílicas** que sobresalen ("*stick out*") hacia el exterior e interior de la célula.

Diversas experiencias sugieren que estas proteínas no están fijadas en un lugar de la membrana, sino que están relativamente libres para desplazarse lateralmente, por lo cual se originó el concepto de **mosaico fluido**.

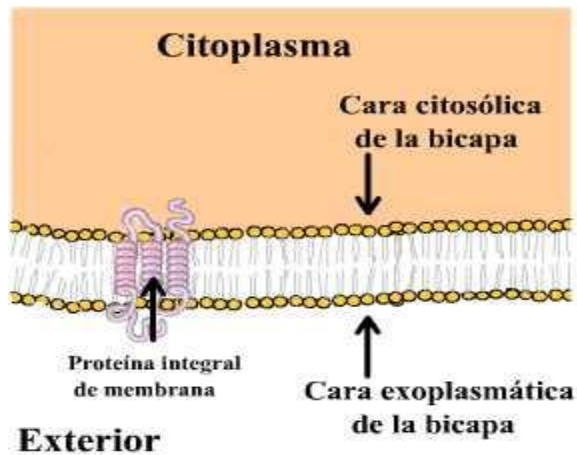
Proteínas de la membrana



al temario

Las proteínas de la membrana pueden considerarse, de acuerdo a como se encuentran en la membrana, comprendidas en una de estas dos categorías:

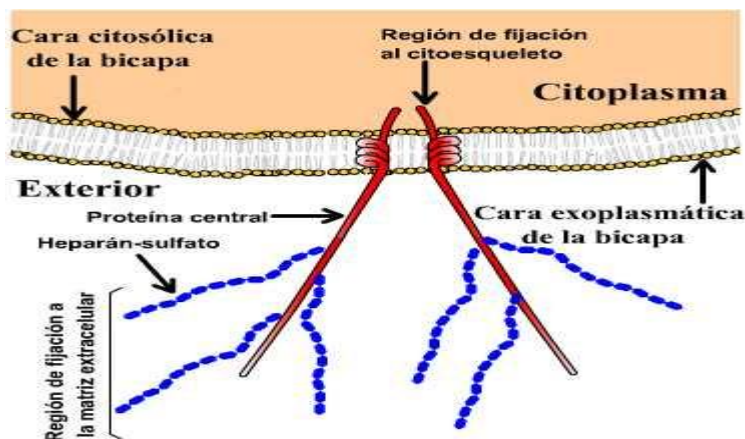
● **integrales**: estas proteínas tienen uno o más segmentos que atraviesan la bicapa lipídica



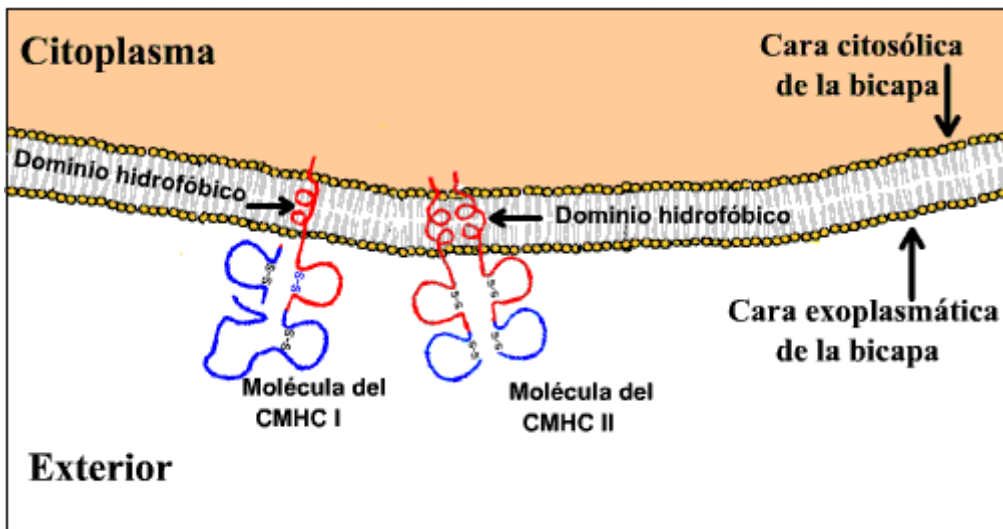
• **periféricas:** estas proteínas no tienen segmentos incluidos en la bicapa, interactúan con las cabezas polares o bien con las proteínas integrales

La superficie externa de la membrana tiende a ser rica en **glicolípidos** que tienen su colas hidrofóbicas embebidas en la región hidrofóbica de la membrana y sus cabezas hacia el exterior de la célula.

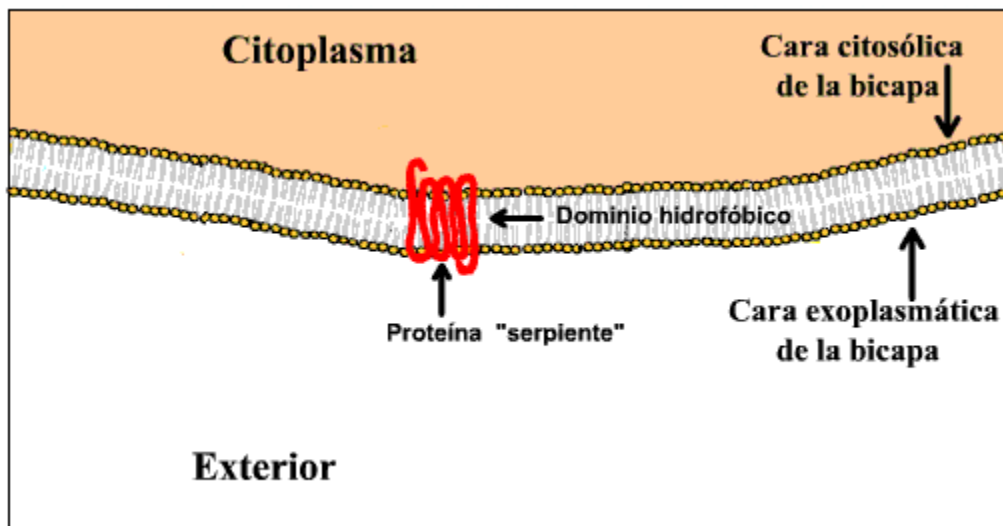
Ellos, junto a con los hidratos de carbono pegados a las proteínas (**glicoproteínas**), intervienen en el reconocimiento de lo propio ("self") de un organismo. Los antígenos de diferenciación, mas conocidos como **antígenos CD** (por *Cluster of Differentiation*, grupo de diferenciación) no son otra cosa que glicoproteínas que se expresan sobre la superficie de las membranas



Esquema de un **proteoglicano**, estas glicoproteínas poseen una proporción de polisacáridos mayor que lo usual.



Esquema de las Proteínas del **Complejo Mayor de Histocompatibilidad (CMH)**. Estas moléculas resultan claves para distinguir entre lo propio y lo ajeno por el sistema inmunitario.



Esquema de una proteína de transmembrana que actúa como receptor de [quimiocinas](#)

Tema ampliado

La Matriz Extracelular

▲ al temario

Las interacciones celulares resultan fundamentales para su integración en tejidos y su relación con células similares o diferentes.

Las células animales secretan alrededor de ellas un complejo retículo conformado por proteínas e hidratos de carbono que les crean un ambiente especial: **la matriz extracelular**. Entre sus principales componentes se cuentan:

- el **colágeno**, fibras proteicas que confieren resistencia y fortaleza a la matriz

- los **proteoglicanos**, glicoproteínas que poseen una proporción de polisacáridos mayor que lo usual. y confieren el alto grado de viscosidad característico de la matriz
- las **fibronectinas**, proteínas multiadhesivas, tienen afinidad tanto para el colágeno como para las **integrinas** de las células. Su función principal es la fijación de células a matrices que contienen colágeno.

La matriz extracelular de las células animales puede equipararse a la **pared celular** de las células vegetales, cuya composición química es muy diferente y se describe más adelante.

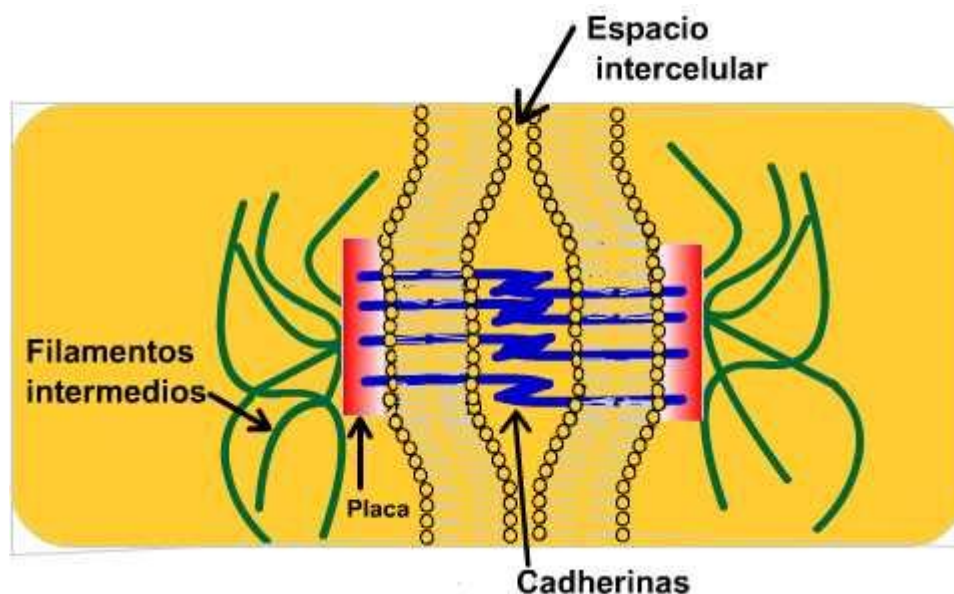
Adhesión intercelular



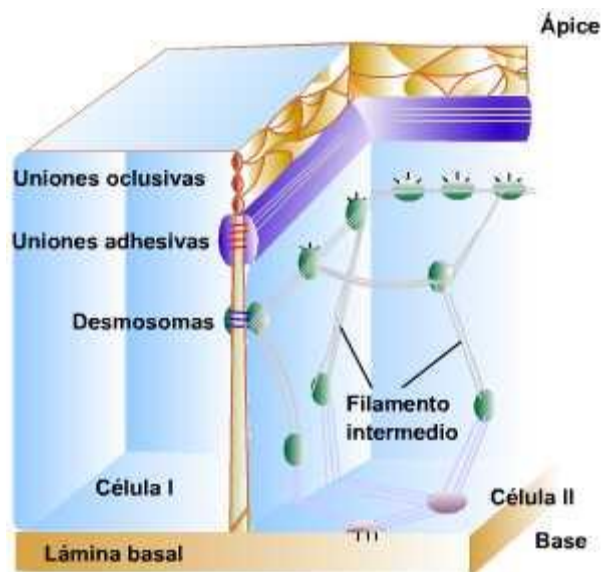
Un grupo de proteínas denominadas **Moléculas de Adhesión Celular** (MAC o CAM por sus siglas en inglés) es el responsable de las interacciones entre células. Estas proteínas corresponden a proteínas integrales de membrana, entre las más importantes tenemos:

- **Cadherinas**: son responsables de las interacciones entre células similares (interacciones homotípicas) y requieren de Ca^{++} para dicha interacción, y entre otras características, se encuentran las de relacionarse (por su porción citosólica) al citoesqueleto. Un ejemplo de uniones que contiene cadherina lo constituyen los **desmosomas** y las **uniones adhesivas celulares** y que confieren rigidez y fortaleza al conjunto de células que se unen para formar tejidos.
- **Selectinas**: son responsables de las interacciones entre células diferentes (interacciones heterótípicas), se fijan a los hidratos de carbono de otras moléculas de adhesión celular. Esta fijación es Ca^{++} dependiente y se realiza por medio de una **lectina** que se encuentra en el extremo de la molécula.

Uniones especializadas entre las células



Esquema de un desmosoma

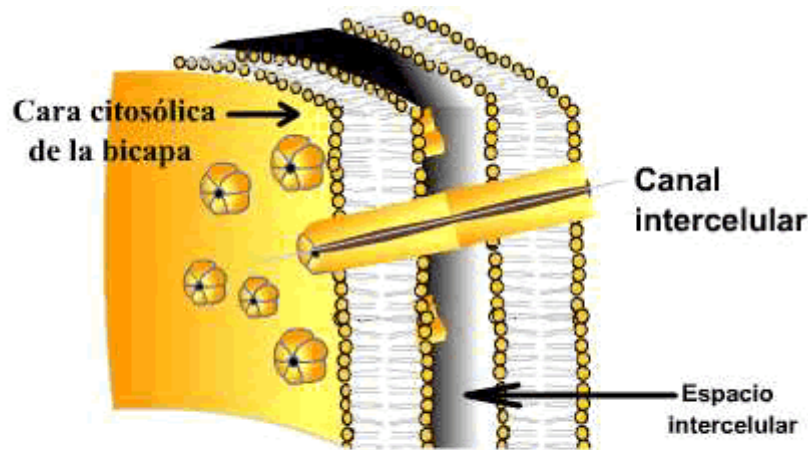


Esquema simplificado de uniones que se establecen entre células

- **Desmosomas** que, como se observa en la figura superior, constan de una **placa** adosada a la cara citosólica de las respectivas membranas citoplasmáticas de las células que unen y, siendo las **cadherinas** los elementos que unen a las mismas. La placa (formada por proteínas denominadas placoglobinas) se unen a filamentos intermedios del citoesqueleto (queratina). Las cadherinas (en este caso proteínas de trasmembrana denominadas desmogleína y desmocolina) se fijan a la placa y se proyectan al espacio intercelular entrelazándose a las de la otra célula.
- **Uniones adherentes:** se las encuentra generalmente en el tejido epitelial conformando una banda continua de moléculas de cadherina que en su porción citosólica se unen a un "cinturón" de proteínas adaptadoras que discurre en la cara citosólica de la membrana celular y relaciona a las cadherinas con el citoesqueleto (principalmente actina).
- **Unión estrecha u oclusiva:** se las encuentra separando los líquidos extracelulares que bañan las regiones apicales y basales de las células (con el objeto de que cumplan sus respectivas funciones) y forman barreras que tornan impermeables determinadas cavidades (como la luz del intestino). En este tipo de relación entre células, hileras de proteínas integrales de membrana (como la ocludina y la claudina) forman, con la porción que se proyecta al espacio intercelular, uniones extremadamente fuertes con las similares de la célula adyacente y prácticamente fusionan ambas células estableciendo una unión impermeable. La porción citosólica de estas células se relaciona al citoesqueleto.

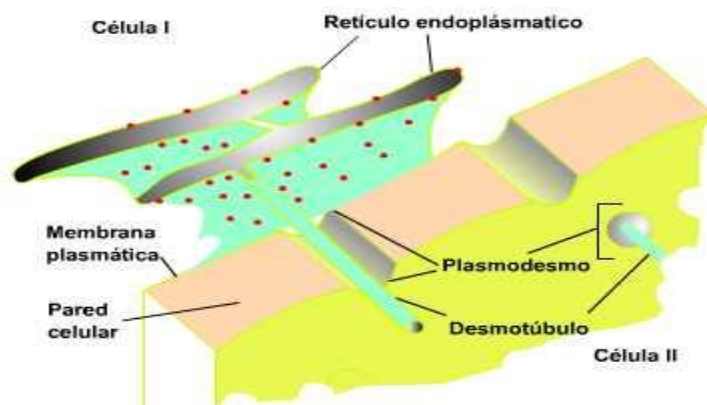
Comunicación intercelular

▲ al temario



Uniones comunicantes (*gap junctions*)

Un tipo particular de unión entre células animales lo constituye la **unión comunicante** (*gap junction*), en este caso las membranas de ambas poseen proteínas que conforman semicanales de transmembrana, que las interconectan y permiten el paso de moléculas entre ambas.



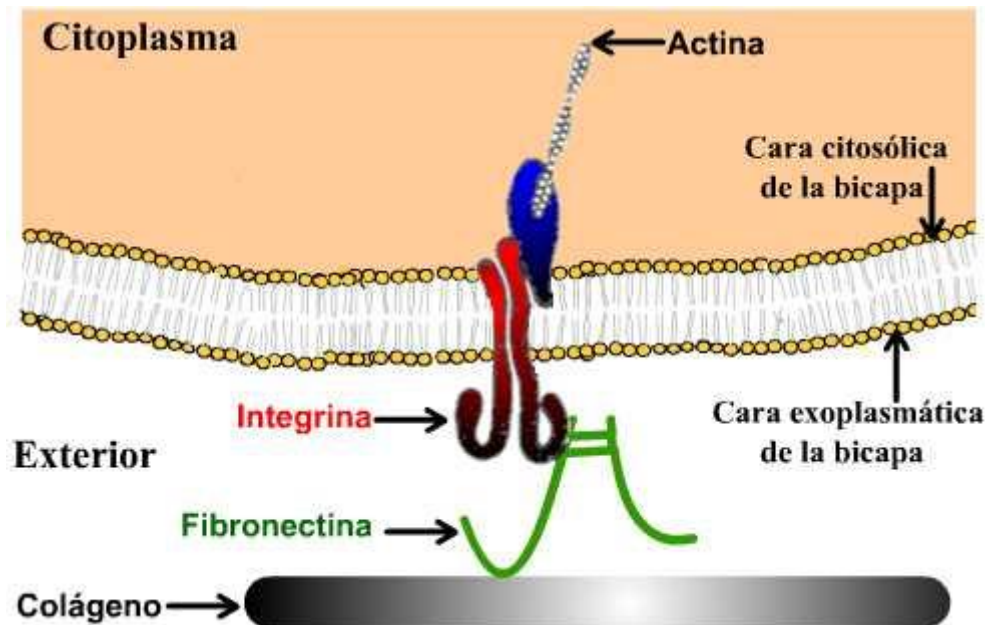
En las células vegetales las uniones intercelulares se extienden a través de las paredes celulares de células adyacentes y se denominan **plasmodesmos**. Al igual que las uniones comunicantes, conectan a ambas células permitiendo el paso de moléculas, pero en este caso la membrana celular conforma una lámina continua que "tapiza" el plasmodesmo y, por otra parte una extensión del retículo plasmático (el desmotúbulo) lo atraviesa y se conecta al citosol de la célula adyacente.

Adhesión entre las células y la matriz

▲ al temario

En los grupos organizado de células la matriz, entre otras funciones, cumple la de

organizar las células en tejidos amén de coordinarlas proporcionando el medio para que se propaguen señales que pueden indicar a las células que crezcan y proliferen.



Esquema simplificado de la matriz celular, que muestra una de las relaciones entre componentes de la matriz y componentes del citoesqueleto.

La adhesión entre las células y la matriz esta mediada esencialmente por las **integrinas**: son las principales clases de Moléculas de Adhesión Celular que interaccionan entre la célula y la matriz (aunque las selectinas y proteoglucanos también intervienen en la fijación). Las integrinas están compuestas por dos subunidades diferentes (heterodímeros) que toman el nombre de alfa (con 17 tipos diferentes) y beta (con ocho tipos diferentes), lo cual permite un gran número de combinaciones. Las células generalmente presentan en su superficie varios tipos de integrinas.

La porción extracelular de la integrina se fija a las proteínas de la matriz y la citosólica se relaciona con proteínas adaptadoras que a su vez interactúan con el citoesqueleto.

Algunas integrinas pueden además de mediar entre la célula y la matriz, intervenir en interacciones intercelulares.

La pared celular

▲ al temario

La pared celular se encuentra localizada por fuera de la membrana celular dando protección y soporte mecánico a las células que la poseen.

Presenta diferentes características ya sea que se trate de la pared de las plantas (**eucariotas**) o de la de bacterias (**procariotas**). En los respectivos capítulos ([La pared bacteriana](#), [La pared celular en las plantas](#)) se las trata *in extenso*.

A continuación se detallan algunas hechos que caracterizan a diferentes grupos en referencia a la misma.

- Las células de los animales y de muchos protistas **no tienen pared celular**.
- Las plantas tienen una variedad de productos incorporados en su pared celular, entre ellos la **celulosa** en la pared primaria y la **lignina**, y otros productos químicos en la pared secundaria.
- Los **plasmodesmos** son las conexiones por medio de las cuales se comunican las células eucariotas cubiertas por paredes celulares.
- Los hongos poseen **quitina** en su pared celular.
- Los procariontes tienen una pared celular formada por un **peptidoglicano**, que entre sus características está el hecho de contener **aminoácidos de la serie D**.
- Las **arqueobacterias** no poseen paredes celulares con peptidoglicanos

Enlaces



- MOLECULAS DE ADHESION CELULAR (CAMS)
<http://www.udec.cl/~ofem/remedica/VOL1/cams.htm>
- Matriz extracelular y unión de las células entre sí
http://www.exelinfo.com/espaniol/edicion_02/nota15.html
- From the Lipid Bilayer to the Fluid Mosaic: A Brief History of Membrane Models
<http://www1.umn.edu/ships/9-2/membrane.htm>
- MEMBRANE STRUCTURE AND FUNCTION <http://www.niles-hs.k12.il.us/north/science/jacnau/chpt8.html>
- THE STRUCTURE AND FUNCTION OF MACROMOLECULES
taken from Campbell, N., et al. Biology. 5th ed. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings, 1998
<http://www.niles-hs.k12.il.us/north/science/jacnau/chpt5.html>
- MIT Hypertextbook Chapter on Cell Biology: Excellent site with illustrations and additional details to complement the above material; <http://esg-www.mit.edu:8001/esgbio/cb/cbdir.html>
- Dictionary of Cell Biology: A searchable dictionary pertinent to this topic; <http://www.mblab.gla.ac.uk/~julian/Dict.html>



Glosario



- **Arqueobacterias** (del griego *arkhaios* = antiguo; *bakterion* = bastón): grupo de **procariontes** de unos 3.500 millones de años de antigüedad, presentan una serie de características diferenciales que hicieron que **Carl Woese**, profesor de la Universidad de Illinois, Urbana, U.S.A., carl@ninja.life.uiuc.edu, proponga su separación del reino Moneras y la creación de uno nuevo: Archaea, propuesta que hoy es cada vez más aceptada
- **Cadherinas**: Son moléculas de transmembrana que tienen un rol clave en la adhesión celular por medio del establecimiento de interacciones calcio dependientes. También

conectan el ambiente extracelular al citoesqueleto interaccionando con una serie de proteínas relacionadas (que reciben colectivamente el nombre de cateninas) que a su vez se relaciona con filamentos de actina.

- **CAM (Moléculas de Adhesión Celular):** Son glicoproteínas ubicadas en la superficie celular que constituye receptores celulares. Tienen en un extremo un grupo carboxilo, el llamado carboxi-terminal, que se encuentra fijo en el citoplasma y en el cito-esqueleto. A continuación del carboxi-terminal se encuentra la región transmembrana, que atraviesa la membrana celular. El resto de la glicoproteína se ubica extracelularmente y termina en un grupo amino, el amino-terminal que da la especificidad a la molécula para unirse a otras CAMs.

Se ha descrito intervención de las CAMs en múltiples enfermedades, y los reportes bibliográficos son cada vez más numerosos. La diseminación de metástasis estaría dada por la alteración de las CAMs en las células tumorales y se están comunicando alteraciones de estas moléculas en diferentes enfermedades malignas. También se relacionan estos receptores con enfermedades reumatológicas.

- **Celulosa:** componente básico de las paredes celulares de las plantas superiores e inferiores, de las algas y de los oomicetos. Compuesta de glucosas enlazada mediante uniones β 1,4 glucosídicas.
- **Eucariotas** (del griego *eu* = bueno, verdadero; *karyon* = núcleo, nuez): organismos caracterizados por poseer células con un núcleo verdadero rodeado por membrana. El registro arqueológico muestra su presencia en rocas de aproximadamente 1.200 a 1500 millones de años de antigüedad.
- **Fosfolípidos** (del griego *lipos* = grasa): moléculas lipídicas asimétricas, con una "cabeza" **hidrofílica** y una "cola" **hidrofóbica**. Posee un grupo fosfato en lugar de uno de los tres ácidos grasos que esterifican a la **glicerina** en las grasas. El grupo fosfato además se une a bases orgánicas como la colina.
- **Glicerina** (del griego *glykeros* = "sabor dulce"): propanotriol, polialcohol de tres átomos de carbono.
- **Hidrofílico** (del latín *hydro* = agua, *philios* = amigo): Término aplicable a las moléculas polares que pueden formar puentes hidrógeno con el agua.
- **Hélice alfa:** es una apretada hélice formada por una cadena polipeptídica. La cadena polipeptídica principal forma la estructura central, y las cadenas laterales se extienden por fuera de la hélice. El grupo carboxilo (CO) de un aminoácido **n** se une por puente hidrógeno al grupo amino (NH) de otro aminoácido que está tres residuos mas allá (**n + 4**). De esta manera cada grupo CO y NH de la estructura central (columna vertebral o "backbone") se encuentra unido por puente hidrógeno.
- **Hidrofóbico** (del latín *hydro* = agua, del griego *phobeo* = "yo temo") Término aplicable a las moléculas apolares que no pueden formar puentes hidrógeno con el agua.
- **Integrinas:** son las principales clases de Moléculas de Adhesión Celular que interaccionan entre la célula y la matriz (aunque las selectinas y proteoglucanos también intervienen en la fijación). Las integrinas están compuestas por dos subunidades diferentes (heterodímeros) que toman el nombre de alfa (con 17 tipos diferentes) y beta (con ocho tipos diferentes), lo cual permite un gran número de combinaciones. Un gran número de virus y bacterias suelen utilizarlas para penetrar en las células
- **Lignina:** **polímero** que se encuentra incrustado en la pared celular secundaria de las

células de las plantas leñosas. Ayuda a robustecer y endurecer las paredes. Químicamente es muy complicada, sus monómeros son variados y derivan principalmente del fenilpropano. Producto final del metabolismo que a la muerte de la planta es degradado lentamente por hongos y bacterias. Por ello forma la parte principal de la materia orgánica del suelo.

- **Microtúbulos** (del latín *mikros* = pequeño, *tubus* = caño, conducto) Conducto hueco, estrecho y alargado de unos 25 nm de diámetro. Se compone de dos subunidades de proteínas que se alternan a lo largo del mismo, y, entre otras funciones, mueven a los cromosomas en la división celular y proporcionan la estructura interna de cilias y flagelos
- **Mosaico Fluido**: Modelo de la membrana plasmática ampliamente aceptado en los que las proteínas (los "mosaicos") están embebidas en los lípidos (el "fluido").
- **Mureína**: heteropolímero que forma el esqueleto de la pared celular bacteriana. El mismo, y las enzimas que intervienen en su síntesis, son una característica general de todas las eubacterias. Las **arqueobacterias** no poseen mureína.
- **Pared celular**: estructura producida por algunas células por fuera de membrana celular, químicamente compuesta por quitina (hongos), peptidoglicano **mureína** (bacterias) o celulosa (plantas).
- **Plasmodesmo** (del griego *plassein* = moldear; *desmos* = banda, ligadura) En plantas, uniones que atraviesan las paredes celulares y las membranas plasmáticas permitiendo una comunicación directa entre los citoplasmas de células adyacentes.
- **Polímero**(del griego *polys* = muchos, *meros* = parte): Molécula compuesta por muchas subunidades idénticas o similares.
- **Procariota** (del latín *pro* = antes, del griego *karyon* = núcleo, nuez): Tipo de célula que carece de núcleo rodeado por membrana, posee un solo cromosoma circular y ribosomas que sedimentan a 70 S (los de los eucariotas lo hacen a 80 S). Carecen de organelas rodeadas por membranas. Se consideran las primeras formas de vida sobre la Tierra, existen evidencias que indican que ya existían hace unos 3.500.000.000 años.
- **Proteínas**: (del griego *proteios* = primario, del griego Proteo, dios mitológico que adoptaba numerosas formas). **Polímeros** constituidos por aminoácidos que intervienen en numerosas funciones celulares. Una de las clases de macromoléculas orgánicas que tienen funciones estructurales y de control en los sistemas vivos. Las proteínas son polímeros de aminoácidos unidos por uniones peptídicas.
- **Protoplasma**: del griego *protos* = primero, *plasma* = formación
- **Quimiocinas y sus receptores**: Las quimiocinas son un grupo de moléculas de aproximadamente 8-14 kDa, relacionadas estructuralmente entre sí que regulan el tráfico y afluencia al sitio de la **inflamación** de varios tipos celulares. Su acción se lleva a cabo a través de la interacción con sus receptores específicos, un subgrupo de **receptores de transmembrana** acoplados a la proteína G.

.

Actividades

Actividades Iniciales:

1. Recordando la estructura de la membrana, analice las principales moléculas que la integran.

Actividades de desarrollo

1. Reconozca las funciones de la membrana
2. De acuerdo a la lectura del contenido de este tema, realice un cuadro comparativo entre la estructura que adoptan para establecer comunicación las células pertenecientes a animales y las pertenecientes a los vegetales.
3. Conteste usando el glosario:

● Que significa las siglas CAM.

4. 1. Con algún buscador encuentre enlaces al tema: **proteoglucanos**, comente brevemente los mismos. Se recomienda usar <http://www.google.com/>.
5. Elabore un cuadro sinóptico que reúna las principales características de la membrana.
6. Confeccione su propio **glosario** con las palabras que no comprenda de texto. Acerque el mismo a su Jefe de Trabajos Prácticos o lo envíe por e-mail para ser incorporado al glosario de este tema. E-mail: lito@unne.edu.ar
7. Deje planteada una pregunta en el [Foro de Hipertextos del Área de la Biología](#)

http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/la_membrana_celular.htm

Seleccionada por Sandra Saitz Ceballos.