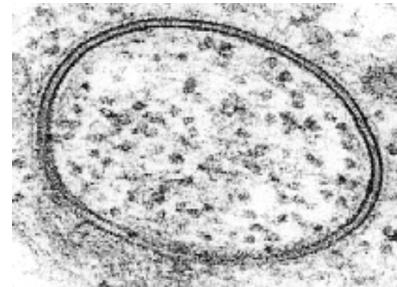


TEMA 7: LA MEMBRANA Y LOS ORGÁNULOS NO MEMBRANOSOS

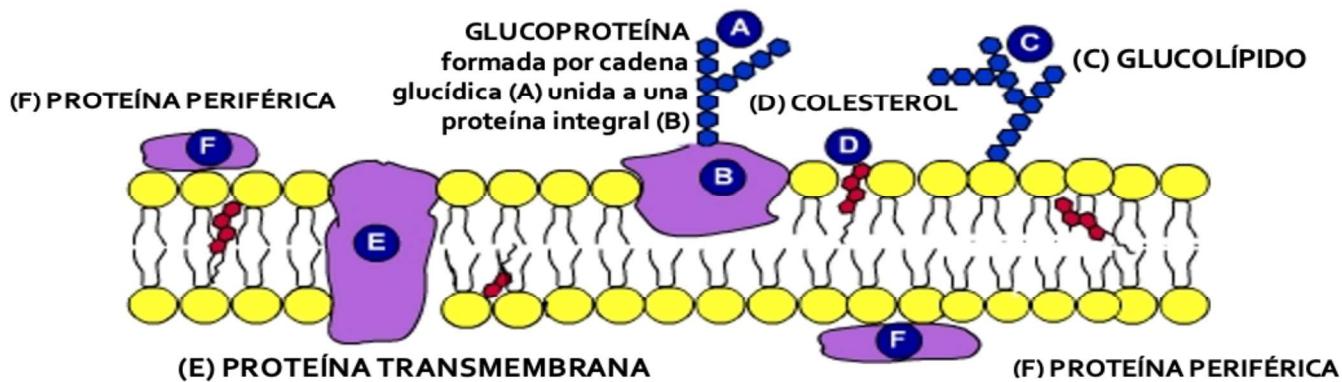
1. LA MEMBRANA PLASMÁTICA:

La membrana plasmática es una fina película de 75 Å de grosor que rodea a la célula, separándola de su medio externo y que controla el intercambio de sustancias entre el exterior y el interior celular. Se trata de una bicapa lipídica formada por lípidos (fosfolípidos, glucolípidos y esteroles, concretamente colesterol en las células animales), proteínas (periféricas o que atraviesan la membrana) y también glúcidos (oligosacáridos del glucocálix). En las células eucariotas también existen membranas intracelulares que delimitan a los orgánulos, separando el medio interno del orgánulo del citosol. Cada una de las dos capa de fosfolípidos que forman la bicapa se denominan hemimembranas. Al microscopio electrónico, las membranas aparecen como dos líneas oscuras (correspondientes a las cabezas polares: grupo fosfato y aminoalcohol) separadas por una banda clara (correspondientes a las colas apolares: glicerina y ácidos grasos).



1.1. Estructura y composición de la membrana plasmática

El modelo aceptado actualmente es el “**modelo del mosaico fluido**” que representa a la membrana como una bicapa lipídica dinámica en la que sus componentes, especialmente los fosfolípidos, no se quedan estáticos, sino que pueden desplazarse libremente, confiriendo fluidez a la membrana.



* LÍPIDOS DE MEMBRANA:

- ❖ Las cabezas polares (hidrofílicas) de los **fosfolípidos** se sitúan hacia el exterior, es decir, en contacto con el medio acuoso dentro y fuera de la célula, y las colas apolares (hidrofóbicas) formadas por ácidos grasos se disponen enfrentadas en el interior de la doble capa.
- ❖ Los **glucolípidos**, al ser también anfipáticos, se disponen de igual manera con sus partes glucídicas en contacto con el medio acuoso y los ácidos grasos huyendo del agua.
- ❖ En células animales el **colesterol** se intercala entre los fosfolípidos y tiende a mantener fijas y ordenadas sus colas aumentando la estabilidad y la resistencia de la membrana. El colesterol impide que las membranas se vuelvan rígidas con el frío o excesivamente fluidas con el calor. En células vegetales y fúngicas otros esteroles cumplen la misma función.

* PROTEÍNAS DE MEMBRANA:

- ❖ Las **proteínas integrales o intrínsecas** están englobadas total o parcialmente en la bicapa. Si atraviesan completamente la membrana se denominan **proteínas transmembrana**. Estas

proteínas tendrán sus aminoácidos hidrofóbicos en contacto con las colas apolares, mientras que los aminoácidos polares se dispondrán hacia el interior y exterior celular.

- ❖ Las **proteínas periféricas o extrínsecas** suelen ser solubles y se sitúan adosadas a cualquiera de las caras de la bicapa. En la capa externa, algunas de ellas están unidas a oligosacáridos.

* **GLÚCIDOS DE MEMBRANA:**

- ❖ Las **glucoproteínas y los glucolípidos de membrana** son proteínas y lípidos unidos mediante enlace covalente a cadenas glucídicas (oligosacáridos). Generalmente se encuentran en la cara externa de la bicapa, en contacto con otras células o el medio, formando el **glucocálix**.

¿Qué se entiende por GLUCOCÁLIX y cuáles son sus funciones?

El glucocálix es el conjunto de cadenas de oligosacáridos (bien formando parte de glucoproteínas o de glucolípidos) que aparece en la cara externa de la membrana de muchas células animales. Tiene funciones de reconocimiento celular indispensables para la fecundación, para la adhesión de células en la formación de tejidos y, además, juega un rol primordial en los rechazos a trasplantes y transfusiones sanguíneas. Ello se debe a que las células de nuestro sistema inmunitario van a reconocer las células que son del propio organismo diferenciándolas de las ajena gracias al glucocálix de la membrana plasmática.

1.2. Propiedades de la membrana plasmática

- **Asimetría.** Tanto las funciones como la composición lipídica, proteica y especialmente glucídica de las dos caras de la bicapa son diferentes (debido, esencialmente, al glucocálix de la cara externa).
- **Permeabilidad selectiva.** Esta propiedad es consecuencia del ambiente hidrófobo interno de la membrana creado por las cadenas de ácidos grasos de los lípidos, difícil de cruzar por las moléculas polares o moléculas con carga eléctrica neta como los iones. Esto permite a las membranas crear compartimentos intracelulares o mantener separados el medio intracelular del extracelular. Sin embargo, la permeabilidad es selectiva. Las variables que más influyen son la polaridad y el tamaño de la molécula. Así, moléculas pequeñas sin carga, por ejemplo el CO_2 , O_2 , o moléculas con alta solubilidad en lípidos como el etanol cruzan por difusión pasiva las membranas prácticamente sin oposición, pero no las moléculas polares o iones que necesitan servirse de proteínas transmembrana para poder atravesar la membrana.
- **Fluidez.** Los fosfolípidos pueden desplazarse por la bicapa (lo más frecuente es que se desplacen lateralmente pero alguna vez también pueden realizar movimientos *flip-flop* y cambiar de monocapa, aunque el movimiento *flip-flop* lo suele realizar el colesterol). La composición química de las membranas influye en su fluidez. Generalmente, la menor longitud o la mayor cantidad de enlaces insaturados en las colas de ácidos grasos hacen que las membranas sean más fluidas. El colesterol también influye en la fluidez de la membrana, normalmente disminuyendo la fluidez, especialmente si aumenta la temperatura. En cambio, a bajas temperaturas, una concentración elevada de colesterol favorece la fluidez.
- **Especificidad funcional.** Dependiendo de su composición, las membranas de los diferentes tipos celulares desarrollarán funciones distintivas, p.ej. receptores de células dendríticas que reconocen virus. El glucocálix es el responsable de este reconocimiento celular (es como el DNI celular).
- **Reparación y renovación constante.** La membrana se renueva constantemente, los lípidos son fabricados en el REL, las proteínas en el RER o ribosomas y es el aparato de Golgi quien añade la parte glucídica a los glucolípidos y a las glucoproteínas y los transporta a la superficie externa de la membrana.

1.3. Funciones de la membrana plasmática

- **Separa la célula del medio externo** y controla el **intercambio de sustancias** con el exterior (entrada de nutrientes y salida de desechos) gracias a su permeabilidad selectiva.

- Realiza los procesos de **endocitosis y exocitosis**. La membrana está relacionada con la captación de partículas de gran tamaño (endocitosis) y con la expulsión de sustancias al exterior (exocitosis).
- Controla y mantiene el gradiente electroquímico entre fuera y dentro de la célula. Al regular la salida y entrada de iones **genera y mantiene una diferencia de potencial** entre el exterior e interior de la célula, necesaria por ejemplo para la transmisión de los impulsos nerviosos.
- **Intercambio de señales** entre el medio externo y el medio celular. Esto se debe a que ciertas proteínas de la superficie externa de la membrana actúan como **receptores específicos que reconocen determinadas moléculas** (como hormonas, anticuerpos, partes de virus) que actúan como señales, provocando el desencadenamiento de una respuesta en el interior de la célula.
- **Inmunidad celular**. En la membrana se localizan moléculas con propiedades antigénicas relacionadas p.ej. con el rechazo en trasplantes de órganos o transfusiones sanguíneas de otros individuos.
- Otras funciones de la membrana son: constituir **puntos de anclaje para el citoesqueleto** interno o la matriz extracelular, realizar **actividades enzimáticas**, etc.

1.4. Transporte a través de la membrana

La permeabilidad selectiva de la membrana plasmática le permite controlar el intercambio de sustancias entre el interior y exterior celular. La entrada y salida de agua a favor de gradiente a través de una membrana semipermeable es la ósmosis. Pero cuando son los solutos los que atraviesan la membrana, hablamos de:

*** TRANSPORTE PASIVO:**

No hay gasto de energía, ya que es un proceso espontáneo de difusión de sustancias **a favor de gradiente**, es decir desde donde hay más sustancias hacia el medio donde hay menos.

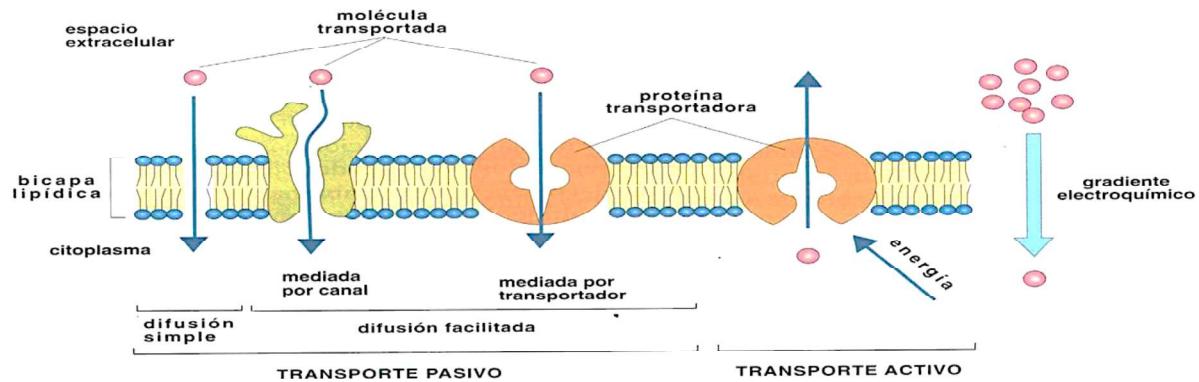
- **Difusión simple a través de la bicapa.** Moléculas hidrófobas (algunas hormonas) y moléculas y de bajo peso molecular, apolares o sin carga (gases como el O₂, N₂, el CO₂, etc.) son capaces de atravesar la membrana atravesando las colas apolares de los fosfolípidos. ** El H₂O puede atravesar la membrana, pero muy lentamente y por ello NO es su vía preferente.*
- **Difusión facilitada.** Es a favor de gradiente, pero favorecido por proteínas transmembrana específicas. Dependiendo de la proteína puede ser de dos tipos:
 - **a través de canales:** Los iones como el Na⁺, el K⁺, el Ca²⁺ o el Cl⁻ al estar cargados no pueden atravesar la bicapa y necesitan entrar por proteínas en forma de canal o canales iónicos. Estos canales pueden estar siempre abiertos o bien ser **dependientes del voltaje** existente o **dependientes de la unión de un ligando a un receptor** en el canal proteico. En este caso, los canales están cerrados y solamente se abren:
 - **Por voltaje:** ciertos estímulos varían el potencial eléctrico de membrana. Así entran iones como el Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻... (**canales iónicos**).
 - **Por ligando:** ciertas sustancias (neurotransmisores, hormonas...) se unen a la proteína de canal e inducen su apertura.

Existen unas proteínas de canal especiales, llamadas **acuaporinas**, que permiten el tránsito de H₂O de un modo más rápido y efectivo que a través de la membrana.

**Recordad que el H₂O al ser un disolvente y la membrana plasmática ser una membrana semipermeable, en el caso concreto del paso del H₂O, se habla de ósmosis. En la ósmosis, la*

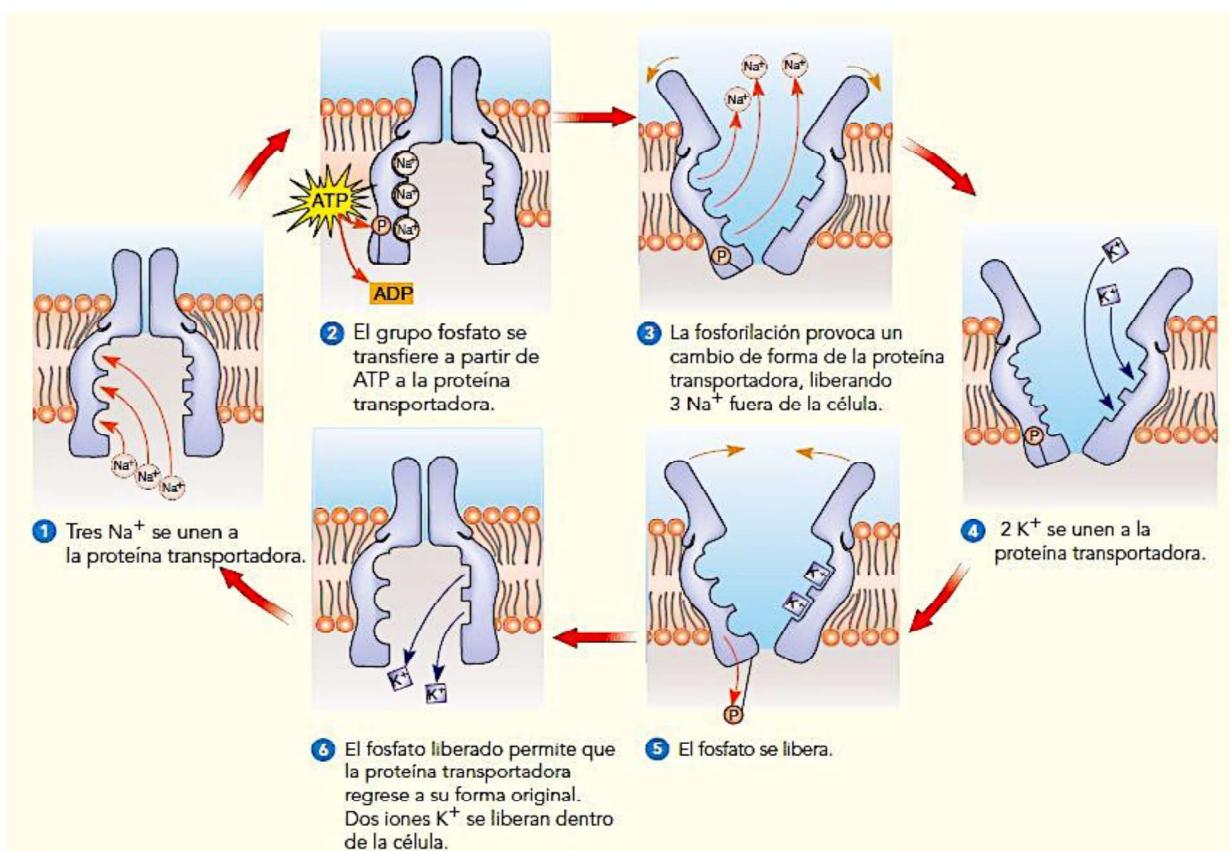
gran mayoría de moléculas de agua pasa a través de las acuaporinas y solo un pequeñísimo porcentaje consigue difundir con dificultad a través de las colas apolares de los fosfolípidos de membrana. Obviamente, el paso es siempre a favor de gradiente.

- **a través de permeasas o proteínas transportadoras:** Existen unas proteínas transmembrana específicas que permiten el paso de **moléculas polares** no demasiado grandes como **glucosa, sacarosa o aminoácidos**. Se diferencian de los canales en que las permeasas son **más específicas** para cada sustrato, ya que **sufren un cambio conformacional** al unirse al sustrato que permite el paso a su través.



* TRANSPORTE ACTIVO:

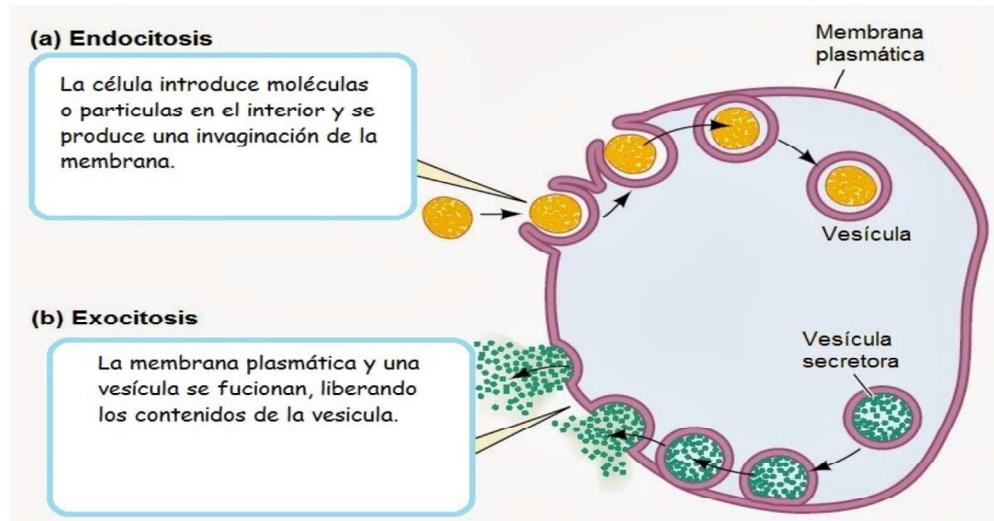
Es un transporte **en contra de gradiente** de concentración porque las sustancias pasan del lado menos concentrado al más concentrado. Por tanto, **requiere gasto de energía** que es proporcionada por la **hidrólisis de ATP** en $ADP + Pi$ que libera la energía contenida en el enlace. Lo realizan proteínas transmembrana, gracias a cambios conformacionales controlados por la hidrólisis de ATP, que reciben el nombre de **bombas**. Ej: la bomba de Na^+/K^+ , la bomba de Ca^{2+} o la bomba de H^+ . En la imagen se resume el funcionamiento de la BOMBA de Sodio / Potasio:



* En el interior de la célula hay mayor $[K^+]$ y menor $[Na^+]$ que en el exterior celular.

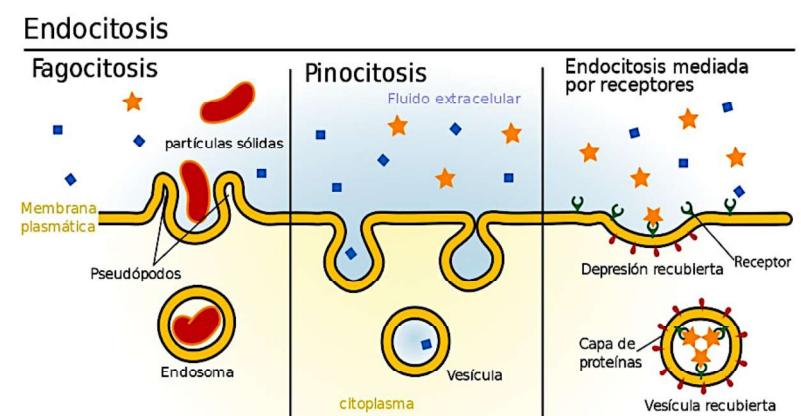
Entre las funciones de la bomba Na^+/K^+ destaca el mantenimiento del equilibrio osmótico. Además, mantiene un gradiente de Na^+ y una diferencia de potencial entre los medios intra y extracelular, necesario en la transmisión del impulso nervioso. Además, puede aprovecharse el gradiente generado por la bomba para transportar otras sustancias sin tener que gastar más ATP, transporte que se conoce como transporte activo secundario.

*** ENDOCITOSIS Y EXOCITOSIS:**



Cuando se trata de partículas de gran tamaño (macromoléculas, restos de células o incluso bacterias) no es posible el paso a través de la bicapa lipídica ni caben a través de proteínas transportadoras. En ese caso, la membrana debe deformarse con el gasto energético consiguiente.

* **ENDOCITOSIS:** Englobamiento de grandes partículas (**fagocitosis**) o gotitas de líquidos (**pinocitosis**) por medio de prolongaciones de la membrana plasmática llamadas pseudópodos. Generalmente, la endocitosis no es específica, pero en determinados casos intervienen receptores de membrana que hacen que el proceso sea muy selectivo; es



la conocida como **endocitosis mediada por receptor**. Tras el reconocimiento de lo que se necesita introducir, se forma un sistema reticular de **clatrina**, una proteína filamentosa que induce la formación de la vesícula. La endocitosis mediada por receptor suele darse en regiones de la membrana con alta concentración de clatrina. Las vesículas formadas se denominan **endosomas**.

* En la pinocitosis, la pequeña vesícula formada se llama **vesícula pinocítica**. En la **fagocitosis**, la vesícula se denomina **fagosoma**, posteriormente y con objeto de que su interior sea digerido, se unirá a lisosomas con enzimas hidrolíticas formándose una **vacuola digestiva o fagolisosoma**.

* **EXOCITOSIS:** Salida de sustancias de la célula envueltas por una porción de membrana plasmática. Permite expulsar materiales de gran tamaño que se envuelven en vesículas en el aparato de Golgi. Las vesículas se fusionan con la membrana plasmática y vierten su contenido al exterior.

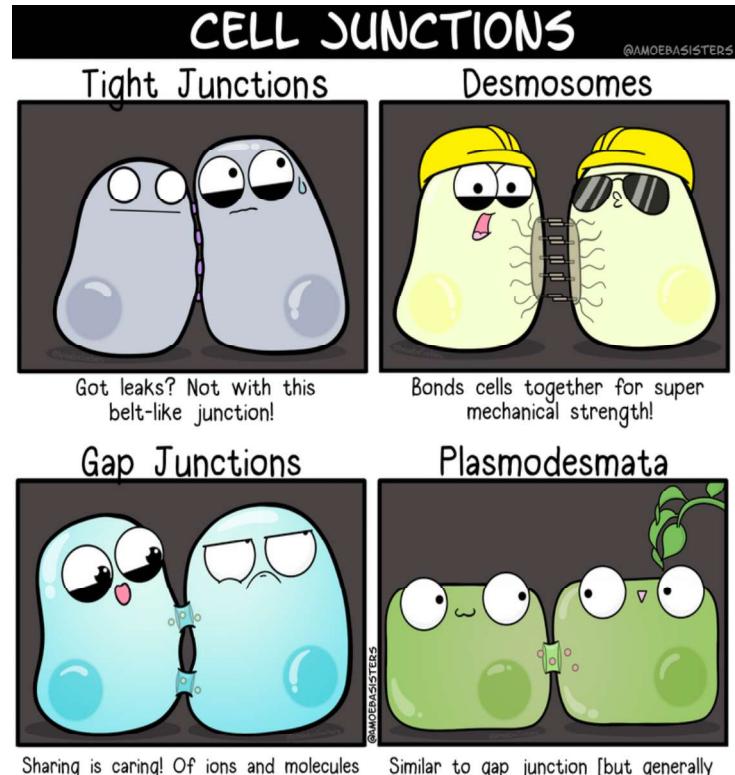
1.5. Uniones entre membranas de células contiguas

Se distinguen varios tipos de uniones entre las membranas plasmáticas de células contiguas (por ejemplo, aquellas células que forman un tejido).

- **Uniones íntimas o estrechas:** uniones herméticas y muy estrechas. No hay paso de sustancias por el espacio entre las células (intercelular) porque no hay espacio entre las membranas de las células. Su función es mantener las células fuertemente cohesionadas. Si existe un pequeño espacio intercelular se denominan **uniones adherentes**. Ambos tipos están presentes en muchos epitelios, pues mantienen cohesionadas sus células.

- **Desmosomas:** Su misión es unir células vecinas pero, a diferencia de las uniones íntimas, no impiden el paso por el espacio intercelular. Presentan una placa a cada lado y numerosos filamentos intermedios (proteicos) que van de célula a célula. Estos filamentos otorgan a los desmosomas gran resistencia mecánica. Mientras que los desmosomas unen células entre sí, se llaman **hemidesmosomas** a las uniones que ensamblan las células epiteliales a la superficie basal (al tejido conjuntivo que está debajo).

- **Uniones comunicantes (gap):** En este caso, sí que se comunican las células entre sí. Las uniones gap son canales proteicos intercelulares (formados por 2 conexiones) que intercambian iones y pequeñas moléculas entre células animales que estén contiguas. En las células vegetales, el equivalente son los **plasmodesmos** de la pared celular, que también comunican las células contiguas, permitiendo el intercambio de sustancias entre los citoplasmas de las células vecinas.



2. ESTRUCTURAS EXTRACELULARES: MATRIZ EXTRACELULAR Y PARED CELULAR

Las células producen una serie de sustancias que se depositan capa por capa sobre la superficie externa de la membrana plasmática. Generalmente estas estructuras extracelulares les proporcionan protección y favorecen la conexión entre células contiguas. Se distinguen 2 tipos: la **matriz extracelular** en células de tejidos animales y la **pared celular** en células vegetales, de hongos y procariotas.

2.1. Matriz extracelular

Sirve como nexo entre las células que forman los tejidos animales y rellena los espacios entre las células manteniendo la cohesión entre ellas. Es especialmente abundante en los tejidos conectivos como el conjuntivo y el cartilaginoso. La matriz extracelular está compuesta por:

- **Sustancia fundamental amorfa:** especie de gelatina formada por proteoglucanos que son muy hidrófilos y retienen H_2O e iones. Gracias al agua retenida, ofrecen resistencia a la compresión.

- **Red de fibras proteicas:** fibras de elastina y de colágeno (proteína filamentoformada por 3 hélices de colágeno) están inmersas en la sustancia fundamental amorfá. Mientras que las fibras de elastina confieren elasticidad a la matriz, las fibras de colágeno proporcionan consistencia y resistencia.

2.2. Pared celular

Se trata de una cubierta rígida que recubre la membrana plasmática de las células vegetales, la de los hongos, la de la mayoría de las algas y la de las bacterias.

PARED CELULAR VEGETAL --> Está formada por **fibras de celulosa**

PARED CELULAR HONGOS --> Está formada por **quitina y glucano**

PARED CELULAR BACTERIAS --> Está formada por **peptidoglucano** y puede ser **Gram (+)** o **Gram (-)**

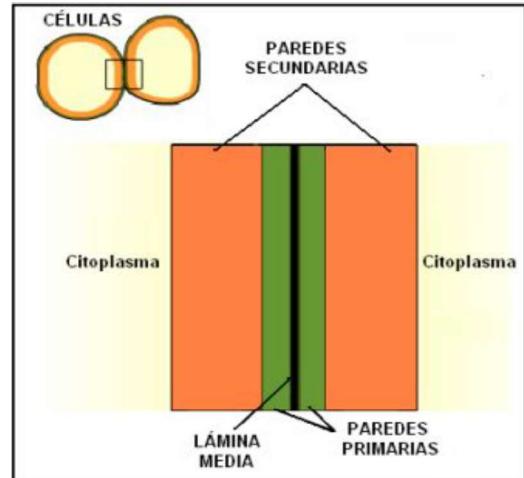
PARED CELULAR ARQUEOBACTERIAS --> Está formada por **pseudopeptidoglucano**

La rigidez de la **pared celular vegetal** condiciona la forma de las células vegetales, su crecimiento y otros muchos procesos biológicos como el transporte de sustancias entre células (nutrición) y la respuesta osmótica. En un medio hipotónico, por mucho H_2O que entre en su interior, la célula turgente nunca llega a *lisarse* ("explotar") gracias a la existencia de la pared.

- **Composición de la pared vegetal:** Fibras de celulosa inmersas en una matriz de H_2O , proteínas, hemicelulosa y pectina. En muchos casos aparecen otro tipo de moléculas como la **lignina** (endurece y da mayor soporte, presente en las partes leñosas, es decir en la madera), **suberina** (presente en la corteza), **cutina** y **ceras** (impermeabilizan), etc.

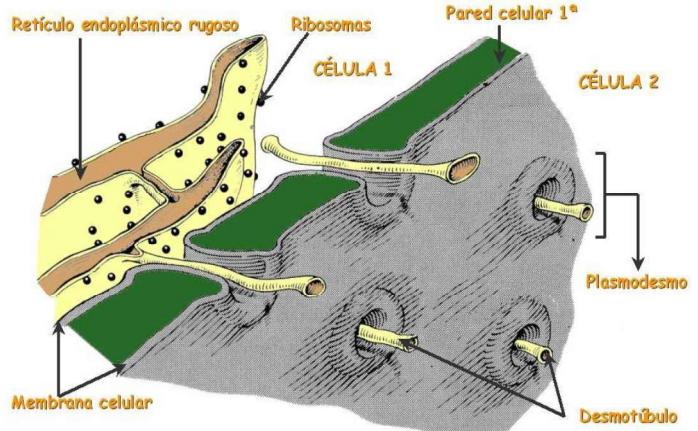
➤ Estructura de la pared vegetal:

- Al crearse una nueva célula vegetal a partir de la célula madre, lo 1º que se forma entre las 2 células adyacentes es la **lámina media**, gracias a la llegada de vesículas de pectina desde el aparato de Golgi.
- Posteriormente aparece la **pared primaria**, propia de las células en crecimiento que contiene fibras de celulosa inmersas en la matriz de hemicelulosa y pectina. En algunas células, puede constituir la pared definitiva de la célula.
- La **pared secundaria** aparece en las células cuando han alcanzado su madurez. Posee más celulosa y menos hemicelulosa que la pared primaria. No tiene pectinas. Proporciona gran resistencia porque está formada por varias capas de fibras de celulosa que se disponen en direcciones diferentes. paralelamente.



*La pared celular no es continua, de hecho, existen zonas llamadas **plasmodesmos** que son puentes que sirven de comunicación entre dos células vecinas y las mantienen interconectadas ya que permiten la circulación directa de las sustancias del citoplasma entre célula y célula. Se denominan **punteaduras** cuando sólo poseen pared primaria. A veces, una estructura cilíndrica especializada del retículo endoplasmático atraviesa de lado a lado el plasmodesmo, esta estructura se llama **desmotúbulo**.

- **Funciones de la pared vegetal:** Da forma a las células y les proporciona una protección mecánica. Evita la lisis de las células vegetales frente a los procesos osmóticos. Sirve de barrera frente a infecciones por hongos y otros organismos.



Esquema de un plasmodesmo mostrando la estructura del desmotúbulo

3. CITOSEL:

El **citoplasma** es el espacio comprendido entre las membranas celular y nuclear.

Por otro lado, el **citosol** (también llamado *hialoplasma*) es el medio acuoso que rellena el citoplasma y en el que se estructura el citoesqueleto y en el que están dispuestos los orgánulos. En el interior de la célula está en estado de sol (más fluido) y en la parte externa en estado de gel (más viscoso). Cuando se emiten pseudópodos la zona alrededor de la membrana pasa del estado gel a sol. Se trata de un medio acuoso con un 85% de agua, y una gran cantidad de moléculas disueltas como proteínas (enzimáticas y estructurales), ARNm y ARNt, iones, metabolitos, etc.

El citosol puede contener **inclusiones citoplasmáticas** como **gotas lipídicas** o **gránulos de almidón o glucógeno**. Estas inclusiones citoplasmáticas sirven para acumular moléculas de reserva como triglicéridos o polisacáridos de reserva y pueden estar rodeadas de membrana o no estarlo.

* Funciones del citosol:

- Actúa como una disolución tampón que amortigua los cambios de pH (que podrían desnaturalizar e inactivar los enzimas del citosol).
- Es un almacén de sustancias de reserva (gotas de grasa, glucógeno, almidón).
- Tiene un alto contenido en enzimas porque en el citosol se producen muchas de las reacciones metabólicas (glucólisis, fermentaciones, biosíntesis de proteínas, etc.).

4. CITOESQUELETO:

El **citoesqueleto** es una compleja red de filamentos proteicos que recorre el citoplasma.

* Funciones del citoesqueleto:

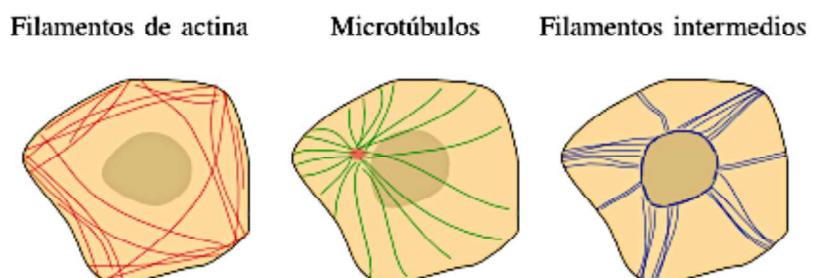
- Mantener la forma de la célula y posibilitar su desplazamiento mediante la emisión de pseudópodos u otras estructuras de locomoción como cilios y flagelos.
- Realizar la contracción de las células musculares.
- Organizar los orgánulos en la célula y transportarlos (especialmente las vesículas) por el citoplasma.
- Participa en el movimiento de los cromosomas durante la división celular (huso acromático).

El citoesqueleto está formado por 3 tipos de filamentos que se denominan, de menor a mayor grosor: **microfilamentos < filamentos intermedios < microtúbulos**.

* *Recordad que los filamentos intermedios van en medio y que un filamento siempre será más pequeño que un tubo!*

	Tamaño	Proteína que los forma	Funciones principales
Microfilamentos	7 nm	actina	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mantienen la forma de la célula. p.ej. células cúbicas, redondeadas, con vellosidades, etc. ❖ Se asocian a los filamentos de miosina en la contracción de las fibras musculares. ❖ Intervienen en procesos de la motilidad celular como la emisión de pseudópodos, en la endocitosis y exocitosis, etc. ❖ Forman el anillo contráctil en la citocinesis.
Filamentos intermedios	≈ 10 nm	proteínas fibrosas alargadas como la queratina	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Forman estructuras sometidas a esfuerzos mecánicos como los desmosomas y los hemidesmosomas. ❖ Proporcionan resistencia a la tracción. ❖ Axones de las neuronas.
Microtúbulos	25 nm	α y β-tubulina	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mantienen la forma de las células y la distribución del contenido celular. ❖ Transporte intracelular de sustancias, mediante proteínas motoras como la dineína. ❖ En interior de cilios, flagelos y centriolos. ❖ Huso acromático durante la mitosis

En la imagen se muestra la distribución celular de cada componente del citoesqueleto en una célula animal (diferente a las células vegetales). Los microfilamentos (a veces llamados filamentos de actina) suelen disponerse próximos a la membrana. Los microtúbulos parten del centrosoma y suelen adoptar una disposición radial. Los filamentos intermedios suelen anclarse a la membrana y también en el núcleo, atravesando todo el citosol. No obstante, esta disposición es muy variable.



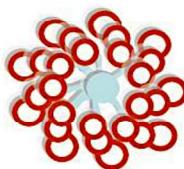
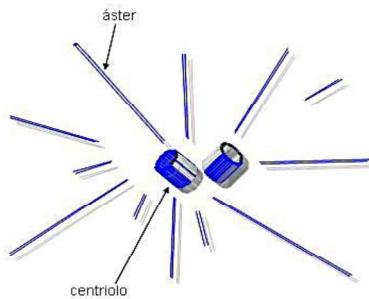
5. CENTROSOMA:

El **centrosoma**, estructura de las células animales que ejerce como **centro organizador de microtúbulos (COM)**, genera los microtúbulos y por tanto es responsable del citoesqueleto y de los movimientos celulares, tanto internos (p.ej. el movimiento de cromosomas en mitosis) como externos (movimiento de cilios y flagelos).

5.1. Centrosoma con centriolos en animales y mayoría de protozoos

En las células animales, dentro de los centrosomas se diferencian:

- **Material denso** que constituye el **centro organizados de microtúbulos (COM)**.
- **Diplosoma**: Conjunto de 2 **centriolos** dispuestos de forma perpendicular. Cada centriolo consta de 9 tripletes de microtúbulos (estabilizados por proteínas) formando un cilindro.
- **Áster**: Microtúbulos radiales (con forma de estrella) que parten del material denso en el que están inmersos los 2 centriolos (el diplosoma).



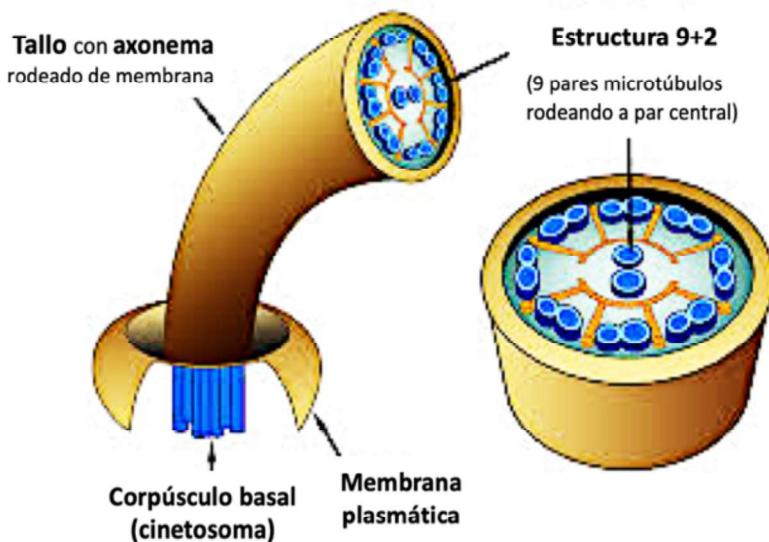
Corte transversal de un centriolo

5.2. Centro organizador de microtúbulos en plantas y hongos

Las hongos y las plantas no tienen centrosoma ni centriolos por lo que utilizan otro tipo de estructuras para organizar sus microtúbulos. Por tanto, sí que poseen unas zonas (sin áster) que funcionan como un centro difuso organizador de microtúbulos. A partir de estas zonas se forman los microtúbulos del huso acromático (se llaman también **casquetes polares**) en la división celular.

6. CILIOS Y FLAGELOS:

Los **cilios y flagelos**, en conjunto llamados **undulipodios**, son prolongaciones citoplasmáticas (apéndices) móviles que presentan algunas células en la superficie celular. No hay que confundirlos con las fimbrias o pili procariotas ni con los flagelos bacterianos. El flagelo bacteriano tiene una estructura interna mucho más simple que los flagelos eucariotas. En las bacterias, el flagelo es un filamento proteico (formado por la proteína flagelina) y que no está rodeado de membrana. En cambio, los cilios y flagelos eucariotas tienen microtúbulos en su interior y además están rodeados por la membrana plasmática, ya que son prolongaciones del citoplasma. En eucariotas, tanto los cilios como los flagelos presentan la misma estructura interna y el mismo grosor, pero los cilios son cortos y numerosos y los flagelos son largos y escasos. Al estar formados por microtúbulos, las proteínas que los forman son la **α y β tubulina**, aunque también presentan otras proteínas como la **dineína**, una proteína motora con actividad ATPasa.



* **Estructura:** Su tallo está formado por un **axonema** (eje interno con 9 dobletes de microtúbulos que rodean a un par central: **estructura 9+2**) rodeado de membrana plasmática. Entre los dobletes de microtúbulos se disponen otras proteínas, como la **dineína**. A continuación del axonema poseen una **zona de transición** que une el tallo al **corpúsculo basal o cinetosoma**, con estructura interna igual que la de un centriolo (**9 tripletes**) que lo conecta a la superficie celular y genera el movimiento.

7. RIBOSOMAS:

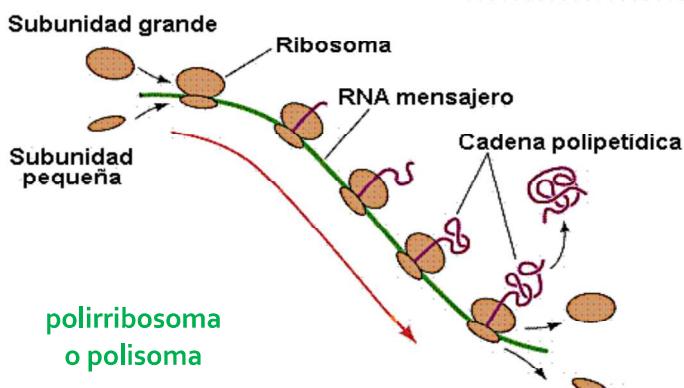
Los **ribosomas** son estructuras globulares sin membrana formados por ARN ribosómico (codificado en el nucléolo) asociado a varios tipos de proteínas. Están presentes en eucariotas y procariotas, con un tamaño de **80s** y **70s** respectivamente (S: unidad Svedberg que mide la velocidad de sedimentación).

En procariotas siempre están libres en el citoplasma, pero en eucariotas, los hay libres pero también aparecen en gran cantidad unidos a las membranas del retículo endoplasmático rugoso (RER), a través de unas proteínas llamadas **riboforinas**. Además, en eucariotas, también aparecen ribosomas propios, similares a los procariotas, en el interior de las mitocondrias y de los cloroplastos (una de las pruebas que avalan la teoría endosimbiótica).

* **Estructura:** Cada ribosoma está formado por dos subunidades, una grande y una pequeña. En el citoplasma, las dos subunidades se encuentran separadas y solo se unen en el momento en el que van a sintetizar proteínas, cuando el ARNm se asocia a la subunidad pequeña. Luego se acopla la subunidad grande y comienza la traducción.

- **Subunidad grande o mayor:** En eucariotas es 60 S y en procariotas 50S.
- **Subunidad pequeña o menor:** En eucariotas es 40 S y en procariotas 30S.

* *Las subunidades por separado sedimentan a una velocidad y el ribosoma o conjunto de las dos subunidades acopladas sedimenta a otra velocidad que no tiene por qué ser la suma exacta de ambas subunidades*



* Función de los ribosomas:

Los ribosomas sintetizan proteínas (con los aminoácidos transportados por los diferentes ARNt) a partir de la información contenida en el ARNm (traducción). Normalmente, son varios ribosomas los que van traduciendo un mismo ARNm, estos complejos son llamados **polirribosomas** o **polisomas**.

8. PROTEASOMA o PROTEOSOMA:

Son complejos proteicos presentes en todas las células eucariotas y arqueas, así como en algunas bacterias. Son grandes estructuras proteicas con forma de túnel, no están rodeados de membrana y suelen encontrarse en el citosol. Su función es degradar las proteínas defectuosas o sobrantes. Por tanto, tienen actividad proteolítica. En la proteólisis, las proteínas que deben ser degradadas son marcadas (se les une una pequeña molécula llamada ubiquitina) que les hace entrar por el túnel y allí son degradadas completamente en el interior del proteasoma.

