

TEMA 8: ENVOLTURAS CELULARES: MEMBRANA PLASMÁTICA E PAREDE CELULAR

1. INTRODUCCIÓN.

2. MEMBRANA PLASMÁTICA.

2.1. Concepto

2.2. Composición química

2.3. Estrutura.

2.4. Funcións.

3. TRANSPORTE A TRAVÉS DA MEMBRANA.

4. A MATRIZ EXTRACELULAR NAS CÉLULAS ANIMAIS

5. A PAREDE CELULAR VEXETAL.

5.1. Composición e estrutura.

5.2. Especializacións da parede celular.

5.3. Funcións.

1. INTRODUCCIÓN.

Tódalas células se atopan separadas do medio que as rodea por unha envoltura limitante denominada membrana plasmática.

A membrana plasmática realiza dúas importantes funcións: **facer de barreira de separación entre dous medios distintos** (a célula e a súa contorna) e **asegurar o intercambio de enerxía, substancias e información entre estes dous medios**.

Esta membrana diferénciase morfolóxica, química e funcionalmente da parede celular, que é a cuberta que a recobre externamente nas células de vexetais, fungos e bacterias.

2. MEMBRANA PLASMÁTICA.

2.1. Concepto

A membrana plasmática é unha **envoltura continua** que rodea á célula e **lle confire a súa individualidade** ó separala da súa contorna, pero tamén é unha **estrutura dinámica** e de **gran complexidade** que regula a **inmensa maioría das interaccións** entre a célula e o medio que a rodea (controla o intercambio de substancias actuando como unha barreira selectiva, o fluxo de información...).

2.2. Composición química.

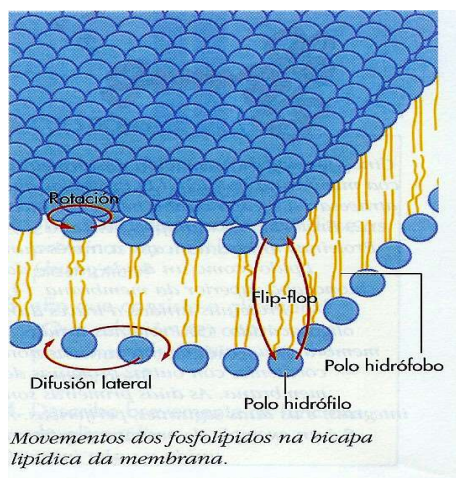
A membrana plasmática (en xeral **tódalas membranas biolóxicas**) está formada por lípidos, proteínas e glúcidos. Lípidos e proteínas son os dous compoñentes maioritarios das membranas, pero a cantidade e tipo de cada un deles varía significativamente entre as diferentes membranas. Os glúcidos presentes na membrana están unidos a lípidos ou proteínas.

- **LÍPIDOS**

Son os responsables da estabilidade estrutural da membrana plasmática e de tódalas membranas biolóxicas.

Os tres tipos principais de lípidos de membrana son os **fosfolípidos**, o **colesterol** e os **esfingolípidos**.

Os **fosfolípidos** posúen unha estrutura anfipática, cun grupo polar hidrófilo (cabeza) e un grupo non polar hidrófobo (cola), por isto nun medio acuoso dispóñense formando unha dobre capa, a bicapa lipídica, que é a estrutura básica de tódalas membranas biolóxicas. Desta maneira as cabezas hidrófilas colócanse en contacto coa auga, mentres que as colas hidrófobas quedan protexidas dela enfrontándose entre si. Esta estrutura en dobre capa condiciona unha das funcións esenciais da membrana: **ofrecer impermeabilidade ás moléculas solubles en auga (é dicir actúa como unha barreira selectiva)**.

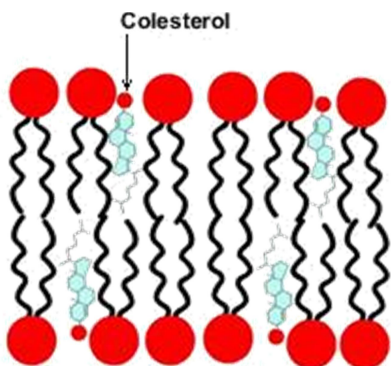


A dobre capa lipídica non é unha estrutura estática senón que actúa como un **fluido** debido a que as moléculas lipídicas poden desprazarse libremente. Así, cada molécula de fosfolípido ademais de poder rotar sobre o seu eixe maior e flexionarse, o que fan moi frecuentemente, ten dúas posibilidades de desprazamento:

- ❖ **Difusión lateral:** dentro dunha monocapa.

- ❖ **Difusión transversal ou cambio de capa:** da monocapa superior á inferior ou viceversa o que se coñece co nome de **flip-flop**. Este tipo de mobilidade está moi restrinxida e é pouco frecuente.

A fluidez e permeabilidade da bicapa lipídica está condicionada por tres factores:



- Número de dobres enlaces e lonxitude nos ácidos graxos da cola, de tal modo que a máis insaturación maior fluidez e a maior lonxitude, menor fluidez e permeabilidade.
- Presencia de **colesterol**, que reduce a fluidez e dá estabilidade á membrana ó interferir na mobilidade das cadeas laterais dos ácidos graxos (o colesterol atópase intercalado entre os fosfolípidos, uníndose a eles mediante enlaces débiles).
- A temperatura, a menor temperatura menor fluidez.

- **PROTEÍNAS**

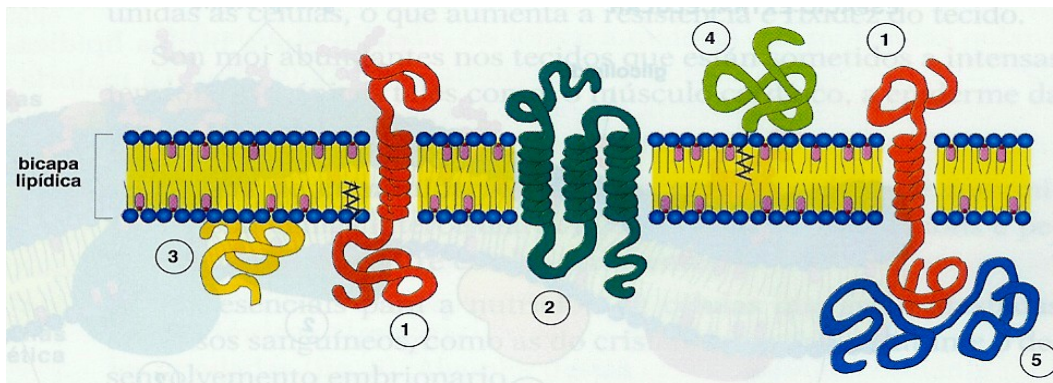
Así como a bicapa lipídica constitúe a estrutura básica das membranas biolóxicas, as proteínas levan a cabo a maioría das funcións específicas da membrana por iso, a cantidade e tipo de proteínas dunha membrana reflicten a súa función.

As principais **funcións** que desempeñan son:

- Transporte de moléculas específicas cara ó interior ou exterior da célula.
- Actúan como receptores de sinais químicos do medio e transmiten estes sinais ó interior da célula.
- Son enzimas que catalizan reaccións asociadas á membrana.

As proteínas poden asociarse coa bicapa lipídica das seguintes formas:

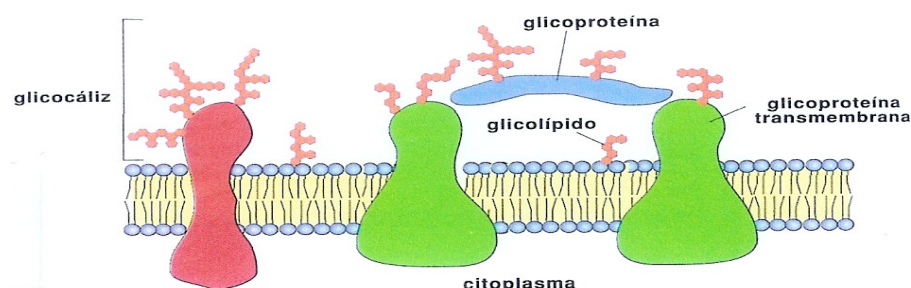
- Moitas proteínas atravesan a bicapa dun extremo a outro, denomínanse por iso **proteínas transmembrana (proteínas integrais)**. (1 e 2)
- Outras encóntranse na superficie da bicapa, **proteínas periféricas**, xa sexa na cara interna ou externa da membrana. A maioría están unidas por enlaces non covalentes a outras proteínas (5) ou ben por medio de enlaces covalentes a un lípido (3 e 4).



As proteínas teñen unha orientación concreta en cada superficie da bicapa e a maior parte delas, o igual que os fosfolípidos, presentan a capacidade de rotar e de desprazarse lateralmente (difusión lateral) o que é esencial para moitas funcións.

- **GLÍCIDOS: O GLICOCÁLIX OU CUBERTA CELULAR**

Maioritariamente son oligosacáridos asociados covalentemente a lípidos (glicolípidos) ou a proteínas (glicoproteínas). Presentan unha distribución asimétrica localizándose só na cara externa da membrana formando nas células eucariotas o **glicocáliz** ou **cuberta celular**.



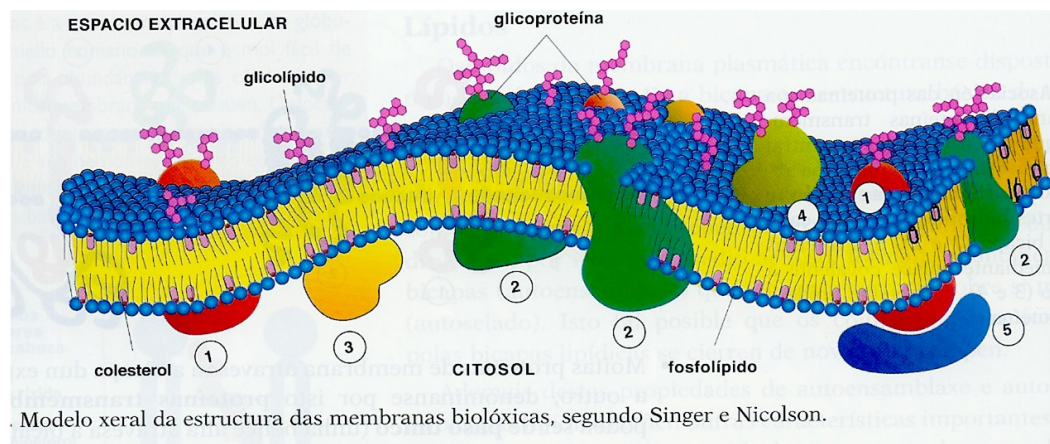
As principais **funcións** do glicocálix son:

- Protexer a superficie celular do dano mecánico e químico.
- Recoñecemento celular: a complexidade dos oligosacáridos así como o feito de que se encontren expostos na superficie suxire que estes azucres son os principais marcadores de identidade que actúan en diversos procesos de recoñecemento celular:
 - Procesos infecciosos.
 - Fecundación.
 - Recoñecemento entre células dun tecido.
 - Rexeitamento de enxertos en transplantes: os glúcidos son responsables dos chamados **antíxenos de tolerancia tisular** ou **de histocompatibilidade**. A función destas moléculas fai que por exemplo, nun transplante as células implantadas non sexan recoñecidas como propias e sexan rexeitadas polas receptoras.

2.3. Estrutura

As teorías sobre a estrutura molecular da membrana plasmática sostidas con anterioridade ó seu illamento estaban xeralmente baseadas en evidencias indirectas. Hoxe en día o modelo que se acepta foi o proposto por **Singer** e **Nicholson** en 1972 denominado **MODELO DE MOSAICO FLUÍDO**.

De acordo con este modelo, a membrana plasmática (en xeral **tódalas membranas biolóxicas**) é similar a un **mosaico** formado por unha solución de proteínas globulares dispersas na matriz dunha bicapa lipídica **fluída**; os lípidos e as proteínas poden desprazarse no plano da bicapa lipídica (difusión lateral) e as membranas son **asimétricas** en canto á disposición dos seus compoñentes moleculares.



2.4. Funcións

Entre as funcións da membrana plasmática **é de destacar a súa importancia como unha estrutura que illa á célula pero que tamén participa activamente na relación co exterior, é unha barreira permeable selectiva**. Outras **funcións** son:

- Transporte de substancias a través da membrana
- Mecanismos de recepción e transmisión de sinais desde o exterior ó interior da célula debido á existencia na membrana plasmática de receptores de sinais (hormonas, factores de crecemento) e de

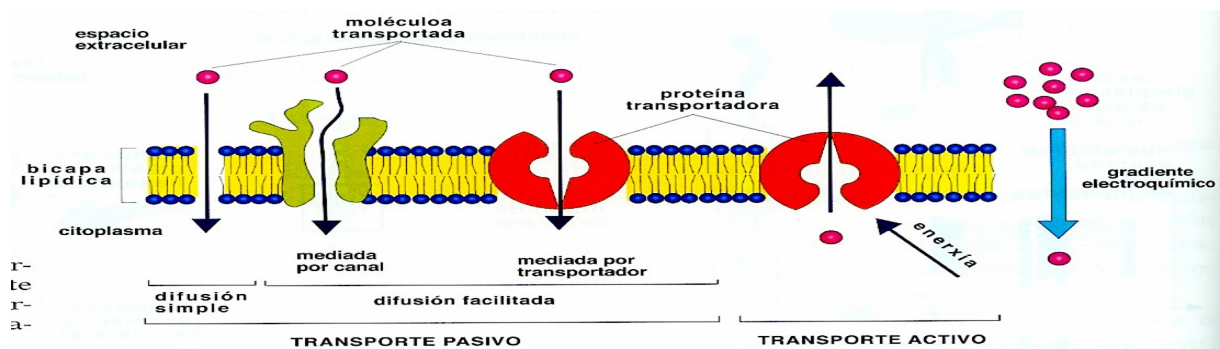
mecanismos de transdución de dotos sinais.

- Proporciona o medio óptimo para o funcionamento das proteínas de membrana (enzimas, receptores e proteínas transportadoras).
- Histocompatibilidade.

3. TRANSPORTE A TRAVÉS DA MEMBRANA.

As células precisan para a súa subsistencia dun continuo intercambio de substancias co exterior que se realiza a través da súa membrana plasmática. Para isto a membrana debe actuar como unha barreira semipermeable moi selectiva. Esta **permeabilidade selectiva** permítelle controlar o intercambio de substancias e regular a composición iónica do medio interno.

Os distintos mecanismos polos cales as moléculas atravesan a membrana dependen da natureza e o tamaño da molécula que se vai transportar.



A. TRANSPORTE DE PEQUENAS MOLÉCULAS :

Os mecanismos básicos para o transporte de pequenas moléculas son:

- **TRANSPORTE PASIVO:** é un proceso de difusión a través da membrana que non require enerxía xa que as moléculas se desprazan espontaneamente a favor dun gradiente de concentración, dun gradiente eléctrico (tamén denominado potencial de membrana) ou ambos, gradiente electroquímico, ata que se alcanza o equilibrio. O transporte pasivo presenta dúas modalidades:

- **Difusión simple:** realízase a través da bicapa lipídica, así atravesan a membrana moléculas lipídicas (como as hormonas esteroideas), as moléculas non polares (O_2 , N_2 ...) ou ben as moléculas polares sen carga (H_2O , CO_2 ...), e a urea.

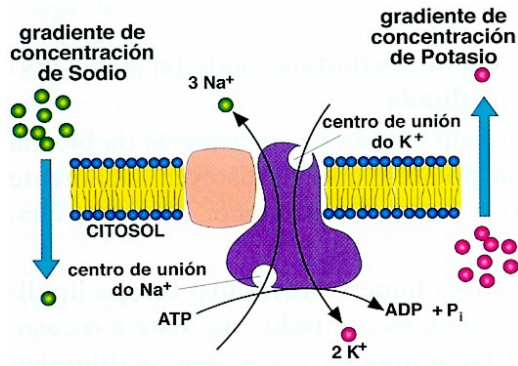
- **Difusión facilitada:** os ións e a maioría das moléculas polares (como os azucres, aminoácidos, nucleótidos...). non poden atravesar a bicapa e transpórtase a través da membrana grazas á intervención de proteínas transmembrana específicas para cada substrato e que pode ser:

- ❖ **Difusión facilitada a través de canles proteicos:** os ións como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , etc , non poden atravesar a dobre capa lipídica debido á súa carga eléctrica, por iso o seu tránsito o realizan unhas proteínas transportadoras de membrana denominadas **proteínas de canle ou canles iónicas** que son diferentes para cada tipo de ión.

- ❖ **Difusión facilitada por proteínas transportadoras ou permeasas;** ás que se une de

forma específica a molécula a transportar e sofren un cambio conformacional que permite a transferencia da molécula a través da membrana. Diferénciase da difusión a través de canles na súa maior especificidade, que permite o transporte de moléculas de maior tamaño (como os azúcares, aminoácidos, nucleótidos...).

- **TRANSPORTE ACTIVO:** realízase **en contra dun gradiente** e require **un aporte de enerxía** subministrada por regra xeral pola hidrólise do ATP. Realízase mediante a acción dunhas proteínas transportadoras denominadas **bombas** sendo as máis importantes as que transportan os catións sodio, potasio, calcio e protóns (H^+).



Bomba Na^+-K^+ : utiliza a enerxía subministrada pola hidrólise do ATP para bombear ións Na^+ ó exterior e ións K^+ ó interior da célula (por cada molécula de ATP que se hidroliza, saen 3 ións Na^+ e entran 2 ións K^+ en contra dun gradiente electroquímico en ambos casos). Este mecanismo mantén un gradiente iónico (desequilibrio eléctrico) entre ámbalas caras da membrana dando lugar ó que se denomina potencial de membrana.

B. TRANSPORTE DE MACROMOLÉCULAS E PARTÍCULAS.

Ademais dos procesos anteriores, as células dispoñen doutros mecanismos menos específicos que permiten incorporar ou expulsar compostos de maior tamaño por medio de deformacións da membrana. Divídese en dous tipos:

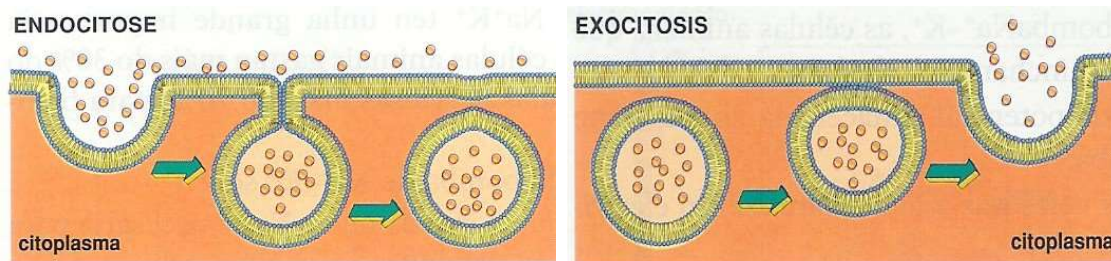
- **Endocitose:** Consiste na inxestión de macromoléculas e partículas mediante a invaxinación dunha pequena rexión da membrana que logo se estrangula formando unha nova vesícula intracelular. Segundo o tamaño das vesículas formadas hai dous tipos de procesos de endocitose:

- **Pinocitose:** consiste na inxestión de líquidos e solutos (incluídas macromoléculas) mediante pequenas vesículas.
- **Fagocitose:** consiste na inxestión de grandes partículas, como microorganismos ou restos de células, que se engloban en grandes vesículas ou vacúolas, chamadas tamén fagosomas.

A endocitose tamén permite a incorporación de macromoléculas ou partículas específicas trala súa unión a proteínas receptoras da membrana plasmática, proceso denominado **endocitose mediada por receptor (por exemplo, CLATRINA)**. Incorpóranse así á célula hormonas, proteínas, colesterol e mesmo certos virus e toxinas bacterianas. Os distintos tipos de células posúen diferentes receptores e, por iso, inxiren diferentes macromoléculas mediante este proceso.

Na maioría dos casos, as macromoléculas e partículas inxeridas por calquera destes procesos de endocitose terminan nos lisosomas (que conteñen enzimas hidrolíticos), así o material inxerido é dixerido e pasa ó citosol onde pode ser utilizado pola célula.

- **Exocitose:** Consiste na fusión de vesículas intracelulares coa membrana plasmática e a liberación



do seu contido ó medio extracelular.

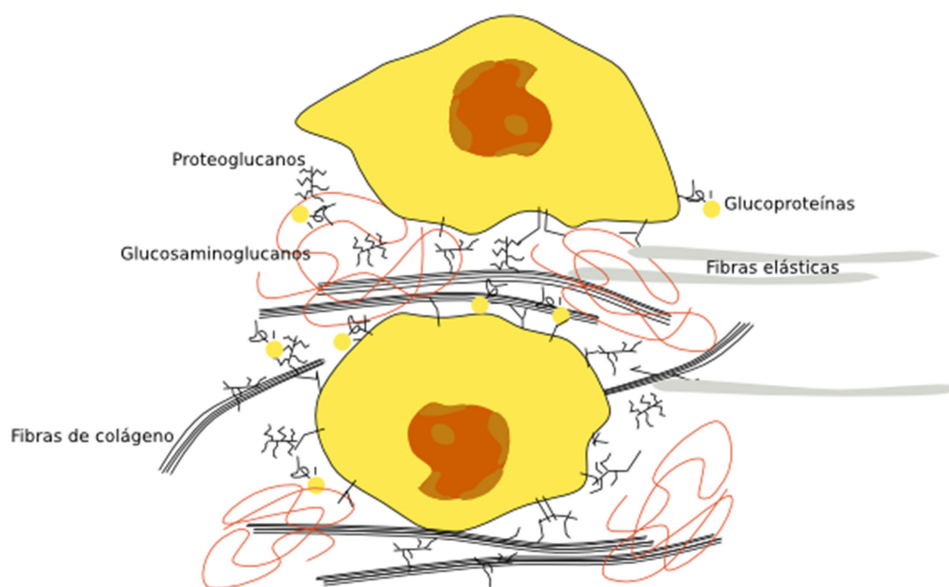
A Exocitose provoca un aumento da superficie da membrana plasmática, mentres que coa Endocitose ocorre o contrario. O equilibrio entre ambos procesos mantén invariable o volume celular.

4. A MATRIZ EXTRACELULAR NAS CÉLULAS ANIMAIS

Nos organismos pluricelulares as células asóciáanse formando tecidos. Pero os tecidos non son só células asociadas entre si, se non que se completan co espazo que hai entre as células, que están ocupados pola matriz extracelular.

Esta matriz é un conxunto de moléculas que rodea as células, moléculas que son segregadas polas propias células. Fundamentalmente son proteínas fibrosas inmersas nun material xelatinoso ou substancia fundamental, constituída por polisacáridos e auga.

A matriz proporciona soporte estrutural ás células e aos tecidos, permite a adherencia entre as células que forman os tecidos, participa no movemento celular, na reparación de tecidos e permite a comunicación entre as células.



O **coláxeno** é a proteína máis abundante na matriz. Forma **fibras** moi resistentes, que como sabemos están formadas pola unión de tres cadeas polipeptídicas enroladas formando unha hélice triple. Dá consistencia e sostén aos tecidos.

A **elastina** forma fibras elásticas que dan elasticidade ós tecidos.

A **fibronectina** é unha glicoproteína que se une por un lado á matriz extracelular e por outro lado a proteínas transmembranas. Conecta a matriz co citoesqueleto da célula, o que fai que as células se manteñan no seu lugar e permite a comunicación e a adhesión entre células veciñas.

Os **glicosaminoglicanos** son polisacáridos que achegan hidratación á matriz e interveñen na difusión das moléculas entre as células. O máis común é o ácido hialurónico, que pode absorber grandes cantidades de auga, dando turxescencia ó tecido. Tamén actúa como lubricante nas articulacións e facilita o desprazamento das células.

Os **proteoglicanos** son glicosaminoglicanos unidos a proteínas. Estabilizan as fibras de coláxeno e permiten a ancoraxe da matriz ás células.

5. A PAREDE CELULAR

A parede celular é unha grosa cuberta situada sobre a superficie externa da membrana plasmática nas células vexetais. A súa formación iniciase despois da mitose, durante a citocinese, a partir das vesículas do complexo de Golgi que se sitúan no plano ecuatorial da célula. Tamén está presente en fungos e algas, e mesmo en células procariotas; porén, neses casos a súa composición e estrutura son diferentes.

5.1. Composición e estrutura da parede vexetal

A parede celular ten dous **compoñentes** principais:

- Un **compoñente cristalino**, constituído por **microfibrillas de celulosa**.
- Un **compoñente amorfo** que une as fibras de celulosa entre si, formado por unha **matriz de pectinas, hemicelulosa, glicoproteínas, elementos minerais (particularmente Ca^{2+}) e auga**.

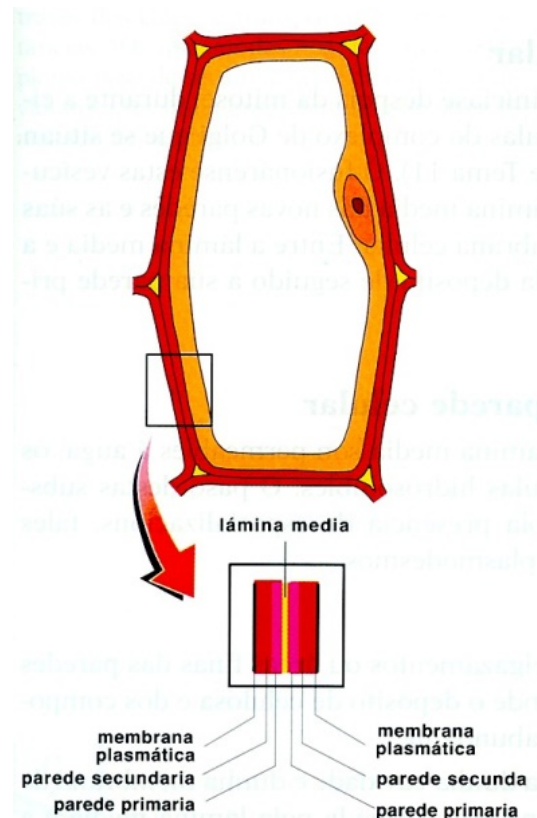
Aínda que a composición da parede varía moito dunhas células a outras, a **estrutura** é constante. De fóra a dentro a parede celular vexetal presenta as seguintes capas:

- **Lámina media** (tamén chamada substancia intercelular) común as dúas células e composta fundamentalmente por pectinas.
- Entre a lámina media e a membrana plasmática deposítase a **parede primaria** formada por microfibrilas de celulosa dispostas en forma reticular e unha abundante matriz de hemicelulosa, pectinas e glicoproteínas; o 60% do seu peso é auga.

É a primeira parede que se forma durante o desenvolvemento dunha célula e en moitos tipos de células é a única. As células que se dividen continuamente (células meristemáticas) conteñen só paredes primarias e tamén a maioría das células maduras que realizan procesos tales como a fotosíntese e a secreción.

- A **parede secundaria** segue á primaria en orde de aparición, fórmase unicamente nas células que teñen función de soporte ou de transporte, coma as do xilema. Fórmase entre a parede primaria e a membrana plasmática cando a célula deixa de medrar. É ríxida e dificilmente deformable, e a parede máis grossa e soe estar formada por varias capas (normalmente tres).

As microfibrilas de celulosa son máis abundantes que na parede primaria e están orientadas paralelamente; a matriz esta formada por hemicelulosa e contén dun 25 a un 35% de auga.



5.2. Especializacións da parede celular.

A parede primaria e a lámina media son permeables á auga, ós gases e a pequenas moléculas hidrosolubles. O paso destas substancias está favorecido pola presenza de especializacións, tales como as punteaduras e os plasmodesmos.

- **Punteaduras:** son adelgazamentos ou áreas finas das paredes celulares, ou sexa, zonas onde o depósito de celulosa e dos compoñentes da matriz é menos abundante. Unha punteadura consta dunha cavidade e dunha membrana de cerramento. Esta membrana esta formada pola lámina media e a parede primaria moi delgada. Xeralmente as punteaduras son pares, xa que a cada punteadura correspóndelle outra oposta na célula adxacente.
- **Plasmodesmos:** Son finos condutos que atravesan as paredes celulares e conectan entre si os citoplasmas das células adxacentes, o que permite o intercambio de pequenas moléculas. Poden localizarse nas zonas de punteaduras ou distribuírse por toda a parede celular

5.3. Funcións.

A parede celular desempeña as seguintes funcións:

- **Constitúe unha especie de exoesqueleto** que protexe e dá forma á célula vexetal.
- As paredes **unen as células entre si** formando a planta, e sirven de canle de comunicación entre elas.
- **Permite ás células vexetais vivir no medio hipotónico da planta;** como consecuencia da entrada de auga, a célula ínchase e preme contra a parede ríxida, evitando así a entrada posterior de auga. A presión que exerce a célula contra a parede denomínase **turxescencia** e é vital para as plantas; é a principal forza impulsora da expansión celular durante o crecemento e é a causa de gran parte da rixidez mecánica da planta nova. Pódese dicir que a parede evita que as células vexetais estoupen por motivos osmóticos.
- A lignificación que ten lugar en tecidos de soporte e de conducción, reforza as paredescelulares e permite o porte erecto das plantas e a formación de vasos condutores.
- A cutinización e suberificación que ten lugar nos tecidos protectores impermeabilizan a superficie da planta, evitando a perda de auga.
- **Constitúe unha barreira** para o paso de substancias e axentes patóxenos.