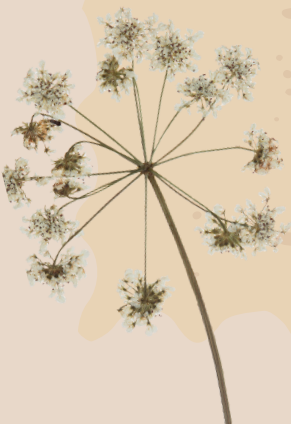


Organización celular e pluricelular dos seres vivos

1. *A teoría celular*
2. *A organización celular*
 - 2.1. *A célula procariota*
 - 2.2. *A célula eucariota*
3. *A nutrición celular*
 - 3.1. *O metabolismo celular*
 - 3.2. *A respiración celular*
 - 3.3. *As fermentacións*
 - 3.4. *A fotosíntese*
4. *A reprodución celular*
 - 4.1. *O ciclo celular*
 - 4.2. *A mitose*
 - 4.3. *A meiose*
5. *A especialización celular*
6. *Os tecidos vexetais*
 - 6.1. *Tecidos meristemáticos*
 - 6.2. *Tecidos adultos protectores*
 - 6.3. *Tecidos adultos parenquimáticos*
 - 6.4. *Tecidos adultos vasculares*
 - 6.5. *Tecidos adultos de soporte*
 - 6.6. *Tecidos adultos secretores*
7. *Os tecidos animais*
 - 7.1. *Tecidos epiteliais*
 - 7.2. *Tecidos conectivos*
 - 7.3. *Tecido muscular*
 - 7.4. *Tecido nervioso*



1. A teoría celular

En 1665, Robert HOOKE, publicou unha recopilación de debuxos obtidos a partires das observacións realizadas cun microscopio que el mesmo fabricara. Un dos máis famosos reproduce a imaxe dunha fina lámina de cortiza observada ó microscopio. Este material presenta unha estrutura similar a un panal de abellas; Hooke empregou o termo 'célula' para designar cada unha das cavidades microscópicas que observaba. Pola mesma época, Anton van LEEUWENHOEK empregou microscopios que fabricaba el mesmo para describir cun nivel de detaie considerable diferentes tipos celulares: glóbulos vermello, espermatozoides, fermentos, etc.

Durante as primeiras décadas do século XIX a mellora do poder de resolución dos microscopios permitiu un estudio máis profundo da célula. Matthias J. SCHLEIDEN afirmou que tódalas plantas están formadas por células, e Theodor SCHWANN afirmou o mesmo para os animais. Ámbolos dous coincidiron en postular que a célula constitúe a unidade morfolóxica e funcional dos seres vivos, asentando así os dous primeiros principios da teoría celular. Máis tarde, Rudolph VIRCHOW propuxo que 'toda célula procede de outra célula', completando deste modo os postulados da teoría celular.

Os principios básicos da teoría celular resúmense nos seguintes:

- A célula é a UNIDADE ESTRUCTURAL dos seres vivos. Tódolos seres vivos están formados por unha ou máis células.
- A célula é a UNIDADE FUNCIONAL dos seres vivos. A célula é a unidade mínima de materia que pode levar a cabo as funcións básicas dun ser vivo.
- A célula é a UNIDADE REPRODUTORA dos seres vivos. Toda célula provén doutra célula preexistente.

Durante case 50 anos considerouse que a teoría celular era aplicable a tódolos seres vivos e tecidos agás para o tecido nervioso, que parecía estar formado por unha rede continua de células. Foi Santiago RAMÓN Y CAJAL quen demostrou a individualidade das células nerviosas, permitindo a xeneralización da teoría celular.

2. A organización celular

Tódalas células teñen unha estrutura básica común a todas elas:

- A membrana plasmática: envoltura delgada formada unha bicapa de fosfolípidos na que se insertan proteínas, que separa a célula do medio, controla a entrada e saída de substancias da célula, detecta estímulos do exterior e permite a comunicación entre células.
- O citoplasma: substancia que enche a célula. Nel atópanse tódolos compoñentes ou orgánulos celulares. No citoplasma e nos orgánulos prodúcese a actividade metabólica da célula.
- O materias xenético: contén a información xenética e, en tódalas células está formado por ADN.
- Os ribosomas: orgánulos non membranosos, formados por ARN e proteínas, nos que ten lugar a síntese proteica.

En función da súa complexidade e de onde se atope o ADN as células poden ser procariotas (ADN no citoplasma) ou eucariotas (ADN no núcleo).

2.1. A célula procariota

Son características dos organismos dos reinos Bacteria e Archeobacteria (Superreino Prokaryota) e, por tanto, só constitúen organismos unicelulares. Son células pequenas e sinxelas que se caracterizan por ter o material xenético libre no citoplasma, nunha rexión denominada nucleóide. Este tipo de células carecen de orgánulos especializados, polo que toda a súa actividade interna realízase no citosol. Por outra banda, ademais da membrana plasmática, estas células posúen unha envoltura ríxida chamada parede celular e, nalgúns casos, incluso unha cápsula externa de aspecto xelatinoso.

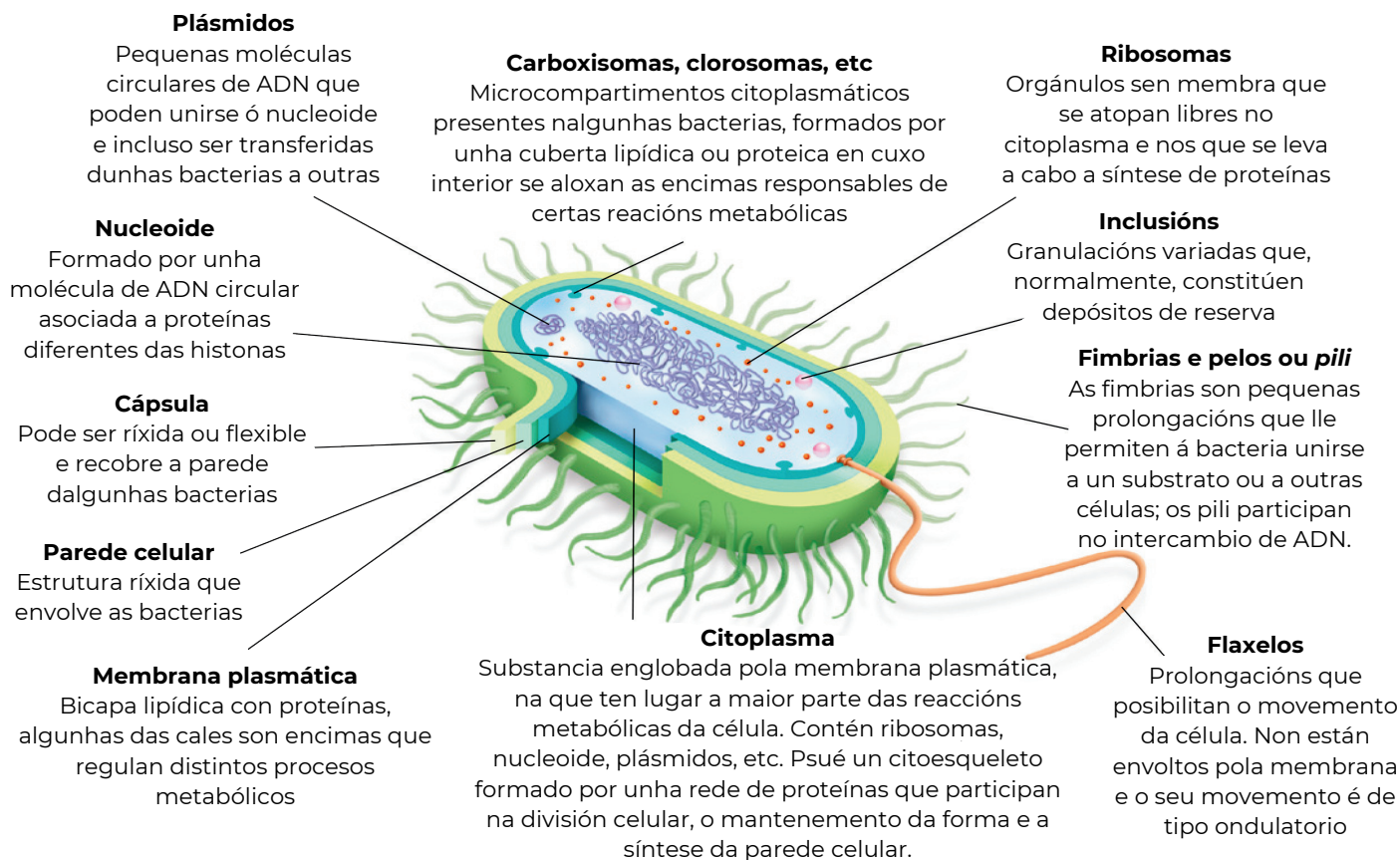


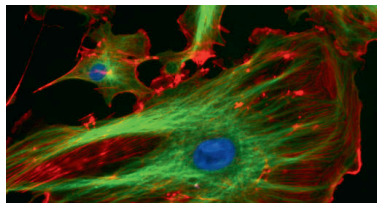
Figura 1. Estrutura e descrición das partes dunha célula procariota

2.1. A célula eucariota

As células eucariotas constitúen organismos uni ou pluricelulares que pertencen ó superreino Eukarya (reinos Chromista, Protozoa, Funghi, Plantae e Animalia). Caracterízanse por ter o material xenético rodeado dunha dobre membrana que delimita o núcleo celular. O tamaño deste tipo de células é superior ó das procariotas e presentan unha maior complexidade xa que no seu citoplasma hai numerosos orgánulos que realizan funcións específicas.

Táboa 1. Estruturas e orgánulos das células eucariotas

ESTRUTURAS CELULARES NON MEMBRANOSAS



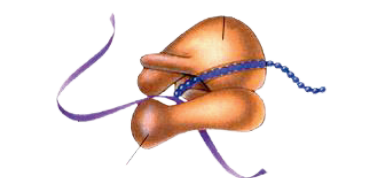
CITOESQUELETO

Conxunto de filamentos de proteínas que se distribúen polo citosol formando unha estrutura reticular. O citoesqueleto dá forma á célula e é responsable dos seus movementos.



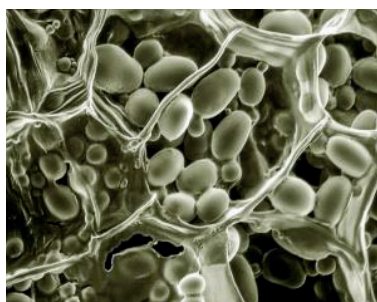
CENTROSOMA

Constitúe unha zona cercana ó núcleo a partir da cal xorden os filamentos do citoesqueleto. Nas células animais contén no seu interior unha parella de estruturas ocas dispostas de forma perpendicular unha respecto da outra; son os centriolos. A función do centrosoma é a de organizar os filamentos do citoesqueleto.



RIBOSOMAS

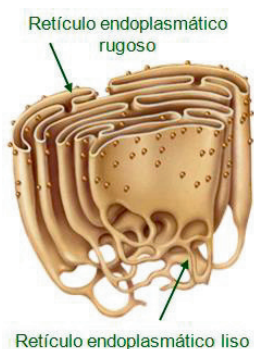
Estruturas pequenas formadas por unha subunidade grande e outra pequena. Encárganse de sintetizar proteínas, para o cal utilizan a información transportado polo ARN mensaxeiro, copia do ADN nuclear.



INCLUSIÓNS CITOPASMÁTICAS

Son acumulacións de substancias que se atopan no citosol. Adoitan ter substancias con función de reserva enerxética (ex. gránulos de amidón nas células vexetais, gránulos de glicóxeno nas células musculares, ou gotas de lípidos nas células do tecido adiposo); pigmentos con función protectora ou sen función por ser produtos finais da degradación doutros pigmentos; ou proteínas precipitadas.

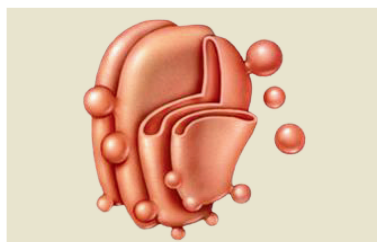
ORGÁNULOS RODEADOS DUNHA MEMBRANA SINXELA



RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

Conxunto de túbulos e sacos aplanados, comunicados entre sí, que se estenden por todo o citoplasma. Pode ser de dous tipos:

- Retículo endoplasmático rugoso (RER): está formado por sacos aplanados cubertos exteriormente por ribosomas.
- Retículo endoplasmático liso (REL): carece de ribosomas e está formado por túbulos interconectados e que son unha continuación do RER. Encárgase de fabricar os lípidos de membrana e ten funcións de detoxificación de substancias nocivas.



APARATO DE GOLGI

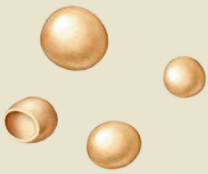
Conxunto de pilas de sacos membranosos que se atopan rodeados de vesículas. A súa función é almacenar, no interior de vesículas, macromoléculas sintetizadas no RE para expulsalas ó exterior ou para transportalas a outros orgánulos.

ORGÁNULOS RODEADOS DUNHA MEMBRANA SINXELA



LISOSOMAS

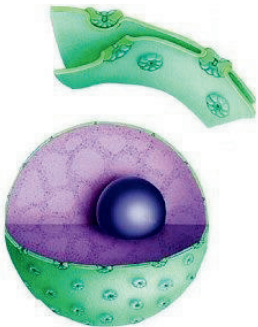
Son vesículas membranosas que conteñen encimas dixestivas fabricadas no RER. Son responsables da dixestión no interior da célula tras fusionarse con vesículas cargadas de materia orgánica incorporada do exterior celular ou procedente do seu interior. Transforman as macromoléculas en moléculas orgánicas sinxelas.



VACÚOLOS

Son vesículas moi numerosas e de pequeno tamaño nas células animais, e únicas e grandes nas células vexetais. Realizan funcións de almacenamento; nas células vexetais ademais contribúen a manter a forma celular gracias á presión que exercen sobre a parede.

ORGÁNULOS RODEADOS DUNHA DOBRE MEMBRANA



NÚCLEO

É o compartimento máis voluminoso da célula. Está separado do citoplasma por unha dobre membrana que é continuación do RE. A membrana nuclear está perforada, o que permite o intercambio de moléculas de bastante tamaño entre o interior do núcleo e o citoplasma. No interior do núcleo atópase a cromatina (ADN unido a proteínas), que forma os cromosomas cando a célula se vai dividir. No núcleo tamén se diferencia unha zona densa que forma o nucleolo, responsable da formación dos ribosomas.



MITOCONDRIAS

Teñen forma cilíndrica ou esférica. A súa abundancia na célula depende do tipo celular e da súa actividade. Están rodeadas dunha dobre membrana que delimita un espazo interior chamado matriz. No seu interior aparece unha pequena molécula de ADN circular con información para algunhas proteínas exclusivas deste orgánulo. A membrana interna prolóngase cara o interior da matriz formando as cristas. Nas mitocondrias teñen lugar as reaccións metabólicas mediante as cales se obtén enerxía.



CLOROPLASTOS

Son orgánulos exclusivos de células vexetais rodeados dunha dobre membrana que delimita un espazo interior chamado estroma. No estroma existen unhas formacións membranosas en forma de sacos que se denominan tilacoides e en cuxas membranas se atopa a clorofila. Nalgunhas rexións os tilacoides aparecen apilados formando a grana. Tamén no estroma aparece unha pequena molécula de ADN circular con información para a síntese de proteínas exclusivas deste orgánulo. Nos cloroplastos é onde se realiza a fotosíntese.

Existen dous modelos de células eucariotas: o animal (protozoos, fungos e animais) e o vexetal (cromistas, algas e plantas).

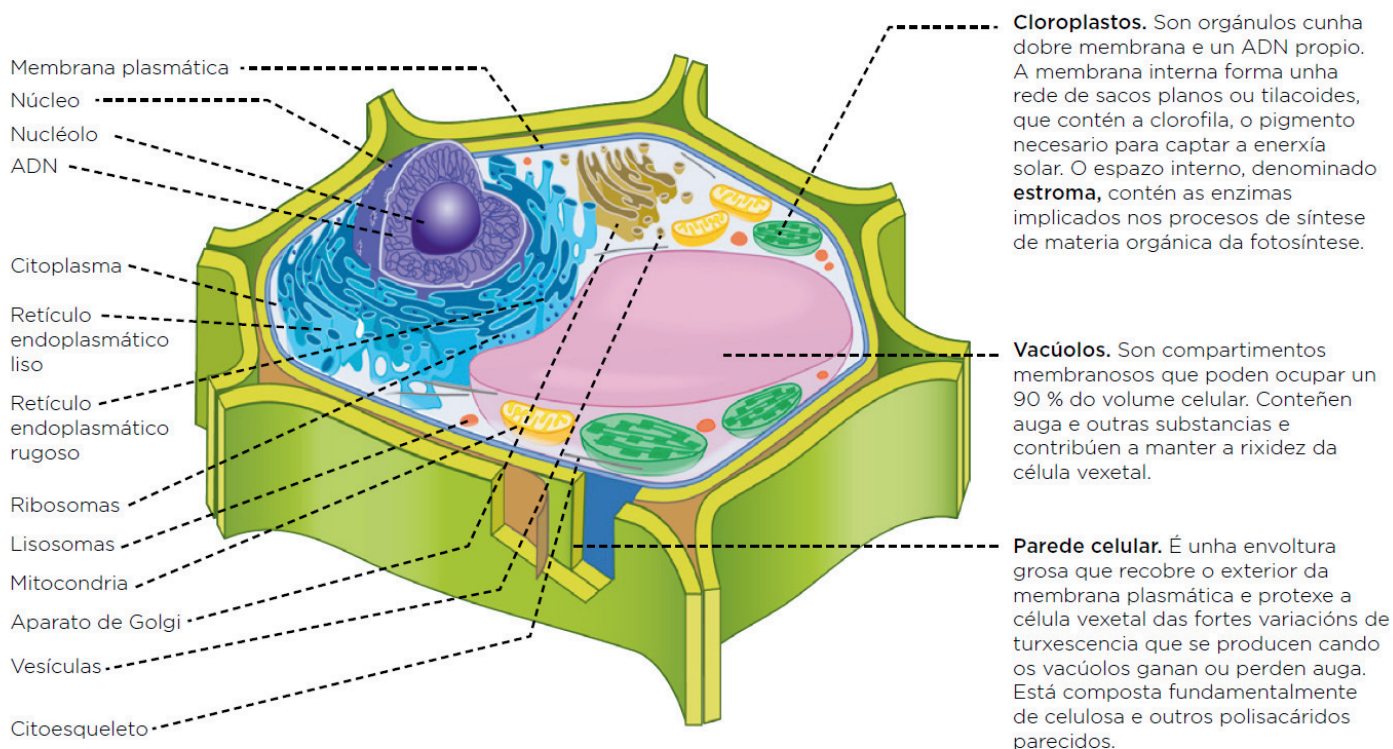
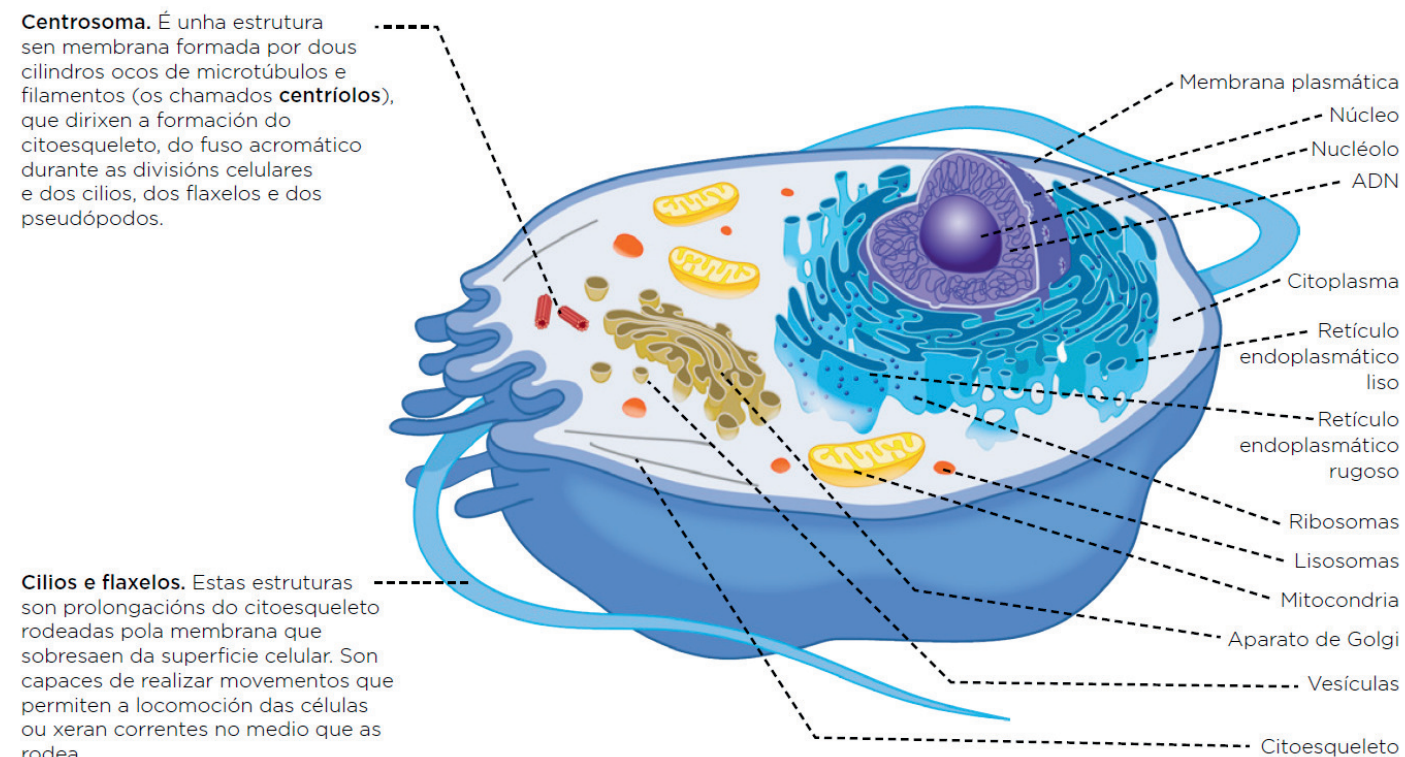


Figura 2. Estructuras comúns e específicas das célula eucariotas animais (arriba) e vexetais (abaixo)

3. Nutrición celular

3.1. O metabolismo celular

O metabolismo é o conxunto de reaccións químicas que teñen lugar no interior da célula e que ten por obxectivos sintetizar substancias que a célula necesita para crecer, renovar estruturas e obter enerxía para realizar os seus procesos vitais.

Comprende dous tipos de procesos:

- **Catabolismo ou fase destrutiva:** conxunto de reaccións químicas nas que moléculas complexas son degradadas a outras moléculas máis sinxelas mediante reaccións de oxidación. As transformacións do catabolismo liberan enerxía (son exotérmicas), electróns e protóns. A respiración celular e as fermentacións son procesos catabólicos.
- **Anabolismo ou fase constructiva:** é o conxunto de reaccións químicas mediante as que se fabrican moléculas orgánicas complexas a partir de moléculas máis sinxelas a través de reaccións de redución. As transformacións do anabolismo son procesos que requiren enerxía (son endotérmicas), electróns e protóns. A fotosíntese ou a síntese de proteínas son exemplos de procesos anabólicos.

Os procesos metabólicos están acoplados, de forma que a enerxía e o poder redutor que xeneran as reaccións do catabolismo son consumidos polas do anabolismo. Pero como estes procesos non acontecen nin de forma simultánea, nin no mesmo lugar da célula, necesítanse substancias que transporte a enerxía, os electróns e os protóns desde onde se xeneran ata onde se necesitan; son os intermediarios do metabolismo.

O ATP é o intermediario de enerxía máis común; é un nucleótido formado por ribosa, adenina e 3 grupos fosfato. Os enlaces que unen estes grupos fosfato son moi enerxéticos, e dicir, para formalos necesítase achegar unha gran cantidade de enerxía e, cando se rompen, liberan moita enerxía.

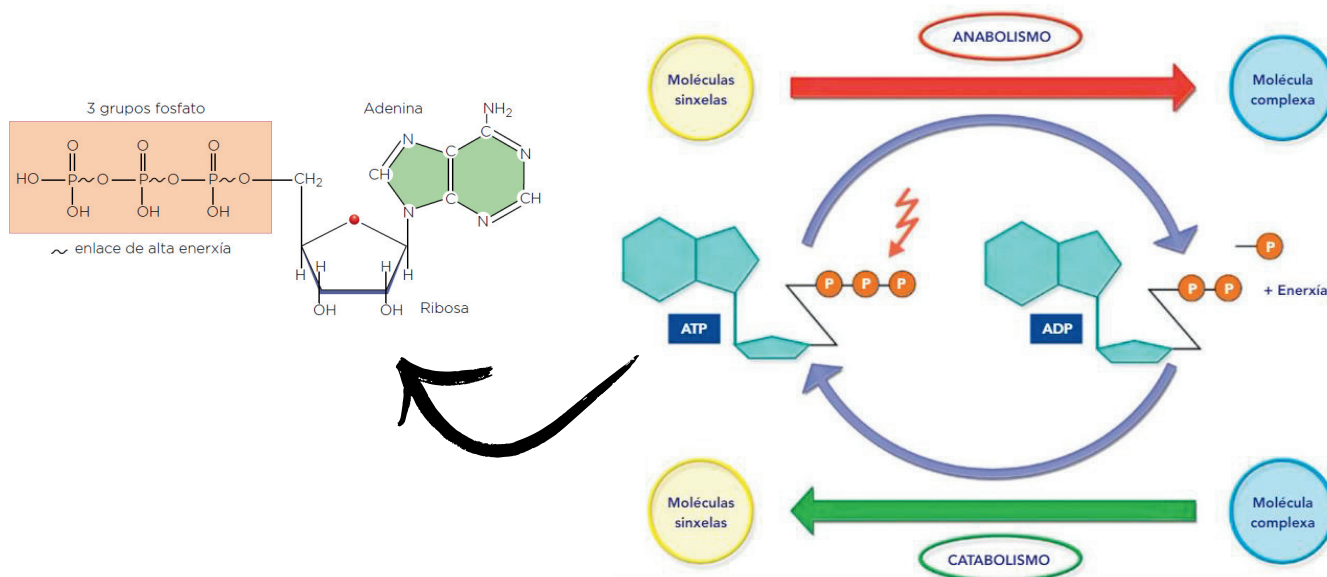


Figura 3. Acoplamento enerxético entre as reaccións do catabolismo e as do anabolismo. A enerxía liberada nas reaccións catabólicas emprégase para sintetizar ATP a partir de ADP e un grupo fosfato. A hidrólise deste ATP proporciona a enerxía suficiente que necesitan as reaccións anabólicas para poder levarse a cabo.

3.2. A respiración celular

Consiste na oxidación completa dunha molécula de glicosa (materia orgánica), que se transforma en presenza de osíxeno, en varias moléculas de CO_2 e H_2O (materia inorgánica). No proceso libérase a enerxía necesaria para sintetizar 38 moléculas de ATP.



Figura 3. Ecuación global da respiración celular na que a glicosa se oxida para formar dióxido de carbono, e o osíxeno se reduce para formar auga.

Etapas

- **Glicólise.** No citoplasma das células a glicosa (monosacárido de 6 átomos de C) transfórmase en 2 moléculas de ácido pirúvico (3 átomos de C); fórmase ATP.
- Nas células eucariotas, as dúas moléculas de ácido pirúvico entran na matriz mitocondrial e transfórmanse en ácido acético (2 átomos de C), que se oxida no ciclo de Krebs para formar CO_2 como substancia de refugallo. No proceso libéranse electróns, protóns e enerxía que se emprega para sintetizar ATP.
- Na membrana mitocondrial interna os electrons e os protóns ingresan na cadea de transporte electrónico e van pasando por intermediarios ata que chegan ó osíxeno, que se reduce e forma moléculas de auga. A enerxía liberada durante as oxidacións emprégase para sintetizar ATP nun proceso de fosforilación oxidativa.

3.3. As fermentacións

Son procesos anaerobios, é dicir, prodúcense en ausencia de osíxeno; neste caso as células obteñen enerxía oxidando parcialmente a glicosa, que se transforma noutra molécula orgánica máis oxidada. O rendemento enerxético límitase a 2 moléculas de ATP obtidas na glicolise.

Fermentación alcólica

O ácido pirúvico resultante da glicolise transfórmase en alcol etílico e CO_2 . Este tipo de fermentación é a que realizan os fermentos do xénero *Saccharomyces* e son a base da produción de cervexa, viño ou pan.

Fermentación láctica

O ácido pirúvico da glicolise transfórmase en ácido láctico. Este proceso é o que se leva a cabo para a produción de derivados lácteos como o iogur ou o queixo.

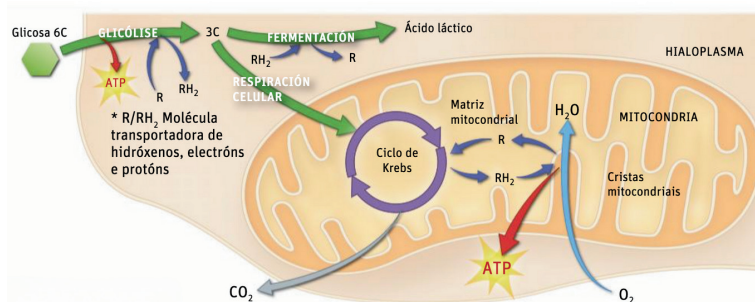


Figura 4. Respiración celular e fermentacións, repartidas entre o citoplasma e a mitocondria

3.4. A fotosíntese

Proceso anabólico no que as células autótrofas sintetizan materia orgánica (glicosa) a partir de materia inorgánica (CO_2 e H_2O) empregando a enerxía da luz. Este proceso é posible gracias á presenza de clorofila nos cloroplastos das células vexetais.



Figura 5. Ecuación global da respiración celular na que o dióxido de carbono se reduce para formar glicosa, e a auga se oxida para formar osíxeno.

Etapas

- **Fase luminosa.** Realízase na membrana dos tilacoides dos cloroplastos en presenza de luz. En primeiro lugar, a luz é captada pola clorofila e emprégase para romper unha molécula de auga e obter protóns, electróns e osíxeno como produto de refugallo que se libera a atmosfera. Parte da enerxía da luz emprégase para sintetizar ATP, que se utilizará na fase seguinte. Desta forma, a enerxía luminosa transfórmase en química.
- **Fase escura.** Lévese a cabo no estroma dos cloroplastos e non depende directamente da luz. Esta fase prodúcese a través dunha ruta metabólica cíclica denominada ciclo de Calvin no que as moléculas de ATP, os protóns e os electróns producidos na fase luminosa utilízanse para reducir CO_2 (materia inorgánica) a glicosa (materia orgánica). A glicosa obtida é empregada para a produción de enerxía na respiración celular e como material de partida para a síntese de tódolos compostos orgánicos.

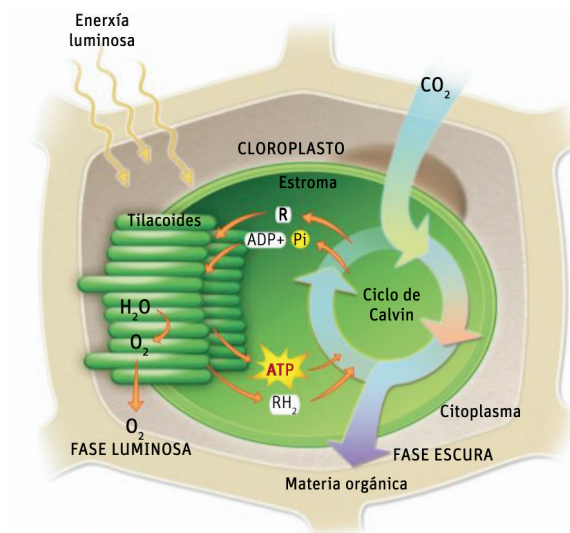


Figura 6. Etapas da fotosíntese, que ten lugar nos cloroplastos das células vexetais.

Importancia da fotosíntese

O mantemento dos ecosistemas e da vida na Terra está relacionado coa fotosíntese, debido a que neste proceso:

- Se sintetiza a materia orgánica que empregan o restos de seres vivos como alimento.
- A enerxía luminosa transfórmase na enerxía química necesaria para o resto dos seres vivos.
- Libérase osíxeno, que se emprega na respiración celular aerobia.

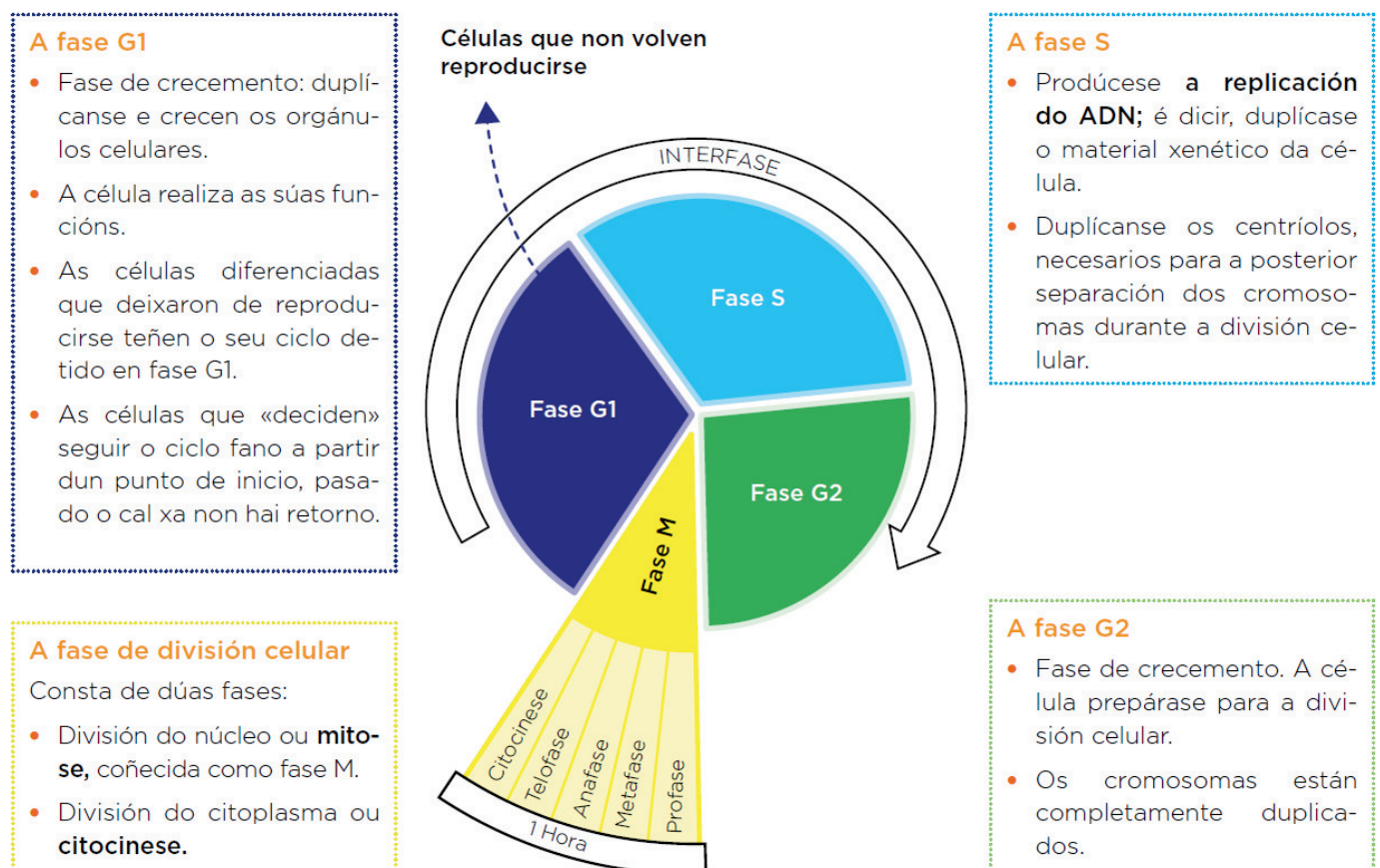
4. Reprodución celular

4.1. O ciclo celular

O ciclo celular comprende o conxunto de procesos que teñen lugar desde que unha célula se xera por división doutra célula ata que ela mesma se divide.

Etapas

- **Interfase:** Abrangue desde que a célula se forma ata que vai iniciar a súa división. Nela diferéncianse 3 fases: G1, S, e G2.
- **División ou fase M.** Comprende a mitose (división do núcleo) e a citocinese (división do citoplasma).



4.2. Mitose e citocinese

A mitose é a división do núcleo celular previa repartición do material xenético en dous conxuntos idénticos. É o mecanismo de reprodución dos organismos unicelulares e a forma en que os organismos pluricelulares incrementan o seu número de células (crecemento), renovan a súas estruturas e reparan as feridas.

Etapas da mitose

- **Profase.** O nucléolo e a membrana nuclear desaparecen e os cromosomas terminan dispersados polo citoplasma. Na profase das células animais cada par de centriolos diríxese cara un polo celular e entre ambos fórmase o fuso acromático.

- **Metafase.** Os cromosomas dispóñense no centro da célula formando a placa ecuatorial. Cada cromosoma está constituído por dúas cromátides irmás idénticas entre si unidas polo centrómero. As fibras do fuso acromático adhírense a cada cromosoma a través dese centrómero.
- **Anafase.** As cromátides irmás de cada cromosoma sepáranse. Cada unha diríxese cara un polo da célula, arrastrada polos filamentos do fuso acromático, que se van acurtando.
- **Telofase.** Unha vez que as cromátides chegan ós respectivos polos, comezan a descondensarse para constituir a nova cromatina. Reaparece o nucléolo e comeza a formarse a membrana nuclear.

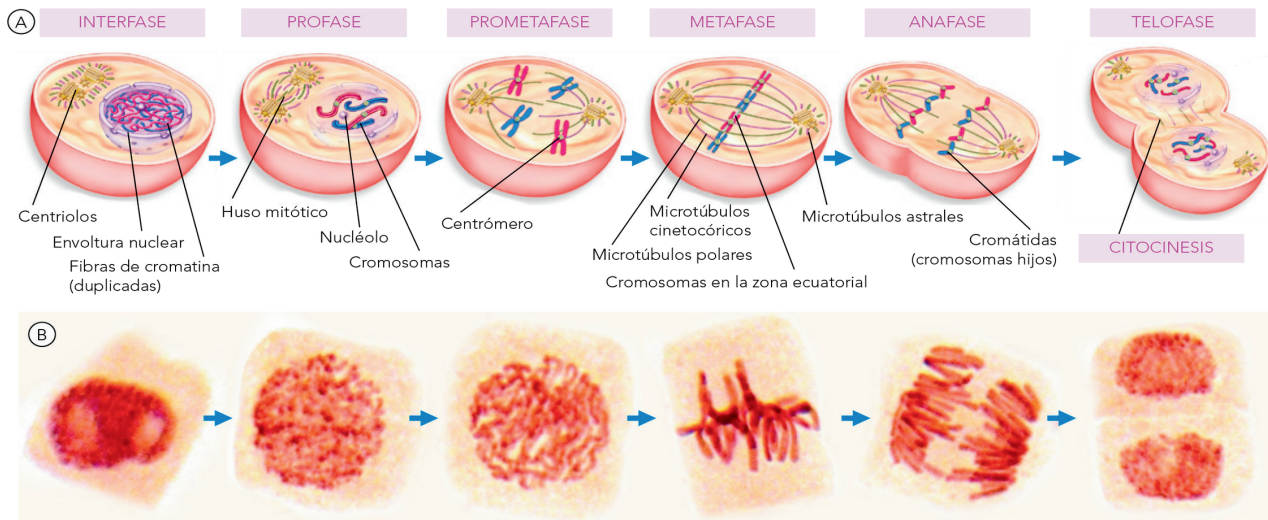
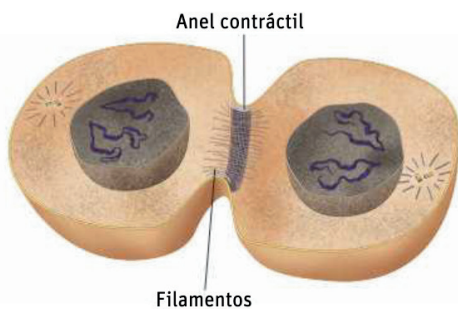


Figura 7. Etapas da mitose esquematizadas (arriba) e vistas a través de imaxes de microscopía óptica

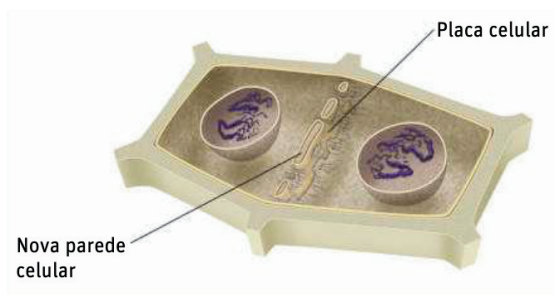
Unha vez concluída a división do núcleo, prodúcese a división do citoplasma ou CITOCINESE.

A CITOCINESE

Nas **células animais**, á altura do plano ecuatorial do fuso acromático, baixo a membrana plasmática, fórmase un anel de filamentos contráctiles. O anel faise máis estreito ata formar un **suco de división** que separa as dúas células fillas.



Nas **células vexetais**, as vesículas do aparato de Golgi acumúlanse no plano ecuatorial e fusiónanse orixinando unha estrutura denominada **placa celular**. A placa crece e a membrana das antigas vesículas pasa a formar a membrana das células filla e o seu contido serve de base á nova parede celular que as separa.



4.3. Meiose

A meiose é un tipo de división reducional exclusiva de células sexuais na que a partir dunha célula diploide ($2n$) se orixinan 4 células fillas haploides (n) xenéticamente diferentes entre si e distintas á célula proxenitora. Estas células serán os gametos dos organismos que se reproducen sexualmente.

Etapas

Durante a meiose prodúcese 2 divisións consecutivas: a primeira e a segunda división meióticas nas que se diferencian as mesmas fases da mitose.

- Profase I. Os cromosomas homólogos aparéanse e intercambian fragmentos de ADN, proceso coñecido como sobrecruzamento. Como resultado do intercambio prodúcese unha recombinación xénica que asegura que as células fillas sexan xenéticamente diferentes da proxenitora.
- Metafase I. Os cromosomas homólogos dispóñense por parellas no ecuador da célula e as fibras do fuso acromático adhírense a cada un.
- Anafase I. Os cromosomas homólogos recombinados sepáranse; cada un é arrastrado polos filamentos do fuso e diríxense cara un polo da célula.
- Telofase I. O resultado da primeira división meiótica son dúas células haploides co seu ADN duplicado. O proceso de citocinese é semellante ó da mitose.
- Profase II. Tras unha curta interfase sen duplicación do ADN, vólvese formar o fuso acromático.
- Metafase II. Os cromosomas dispóñense na placa ecuatorial de cada célula.
- Anafase II. As cromátides de cada cromosoma sepáranse e cada unha diríxese cara un polo da célula.
- Telofase II e citocinese final. Ó final da segunda división meiótica obtéñense 4 células haploides cunha soa copia do seu material xenético.

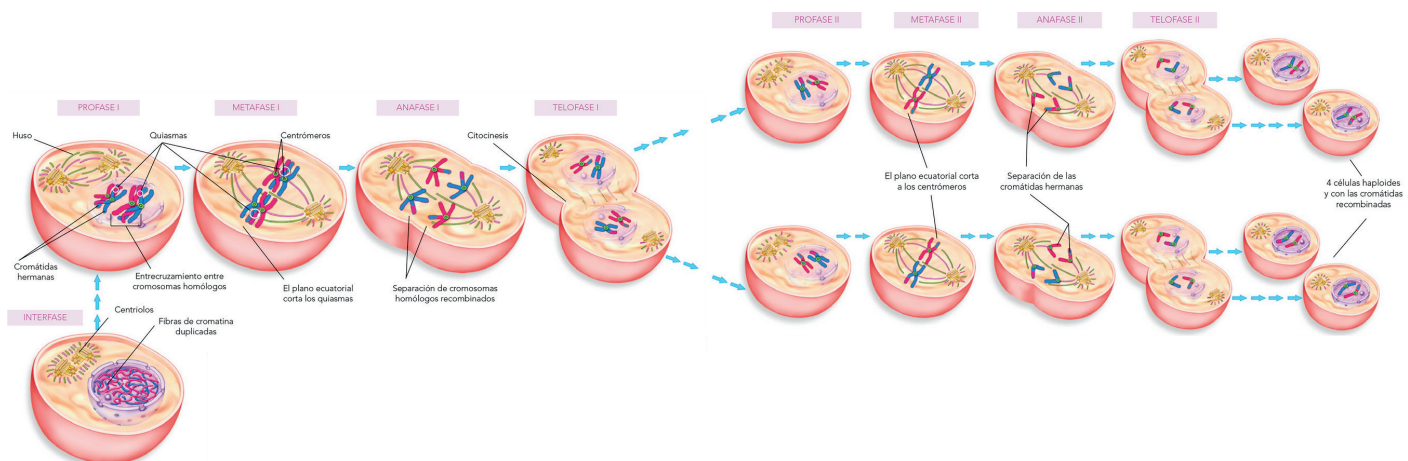


Figura 7. Etapas da meiose esquematizadas (arriba) e vistas a través de imaxes de microscopía óptica

Significado biolóxico

- A meiose permite a redución da dotación cromosómica de células diploides á metade, dando lugar a gametos haploides que, ó unirse no proceso da fecundación, formarán o cigoto, a primeira célula do novo individuo, na que se restitúe a dotación diploide.
- A meiose é fonte de variabilidade xenética por dúas razóns:
 - A segregación cromosómica durante a anafase I prodúcese ó azar; o número de posibilidades é de 2^n , onde n é o número de parellas de cromosomas que se separan, é dicir, o número de cromosomas da dotación haploide da especie. Na especie humana, o número de gametos posibles é de 2^{23} !
 - Esta variabilidade vese incrementada polo feito de que o material xenético se intercambia entre cromátidas homólogas durante a profase I, obténdose, deste xeito, cromosomas únicos en cada evento meiótico.

A variabilidade xenética é a base sobre a que actúa a selección natural para permitir a evolución das especies e, por outra banda, é o que permite sobrevivir á especie ante as variacións do ambiente no que se desenvolve ó ofrecer un maior número de variantes e adaptacións ó mesmo.

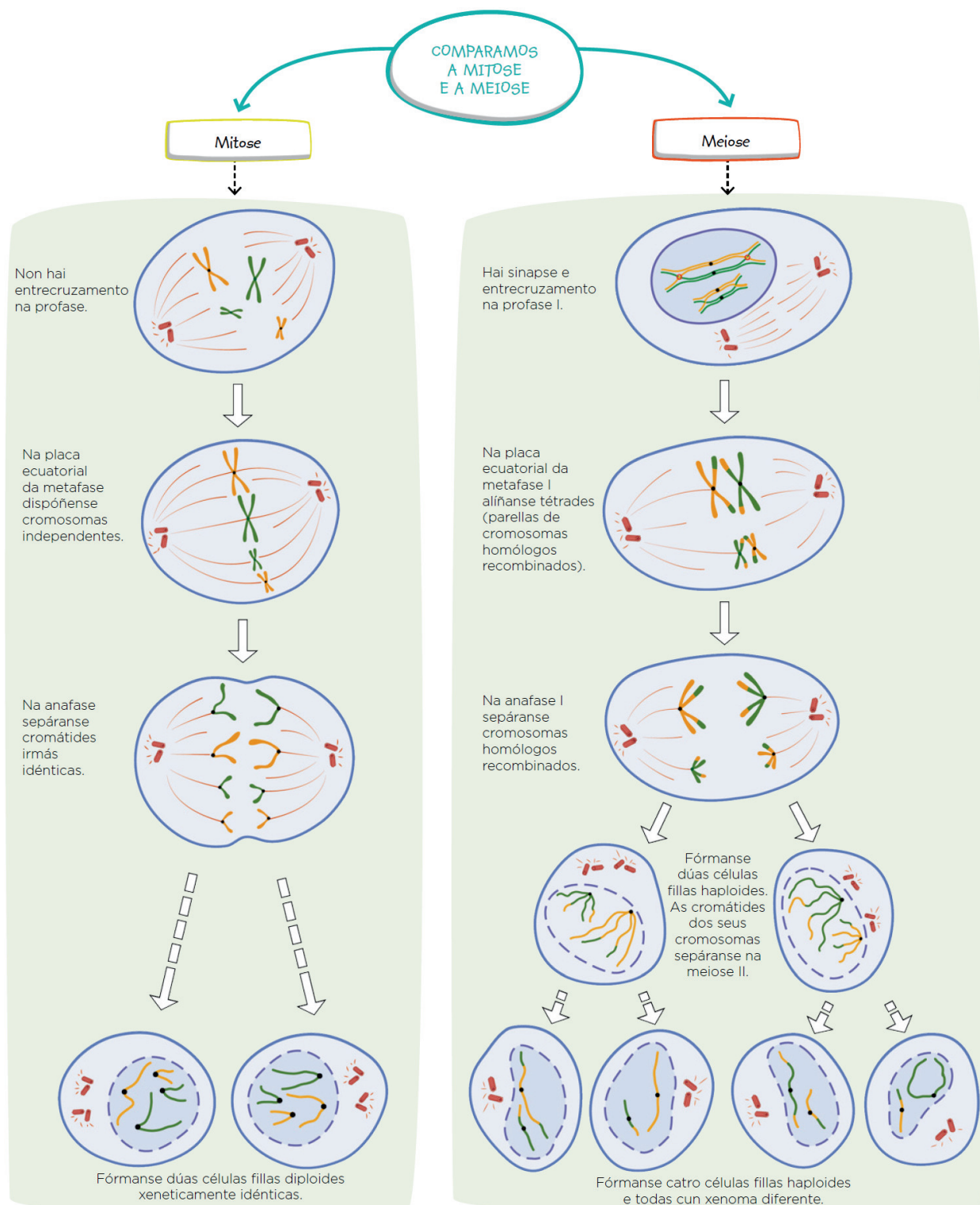


Figura 8. Principais diferencias entre a mitose e a meiose

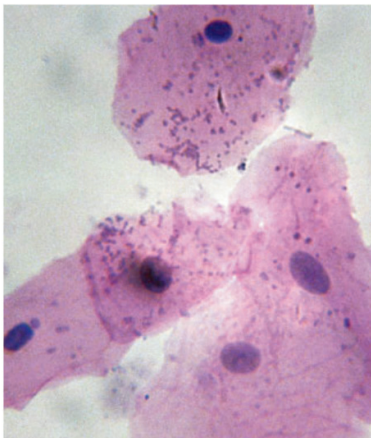
5. A especialización celular

Os organismos unicelulares (as bacterias, os protozoos, algunhas algas e algúns fungos) están formados por unha única célula que realiza as súas funcións vitais e está en contacto directo co medio externo. Nalgúns casos, agrúpanse en colonias, aínda que as células que se agrupan son iguais e independentes unhas doutras. A pesar de que estas formas de vida proliferan con grande éxito, teñen dúas limitacións: están restrinxidas aos medios acuosos, xa que só poden intercambiar substancias co exterior directamente a través da súa membrana; e non poden alcanzar un gran tamaño.

Os organismos pluricelulares están formados por un conxunto de células especializadas que presentan un funcionamento coordinado e necesitan un medio interno que lles permita comunicarse. A especialización celular leva consigo unha diferenciación celular, que é un proceso polo que as células adquiren unha forma e estrutura que lles permiten especializarse en realizar adecuadamente unha función determinada.

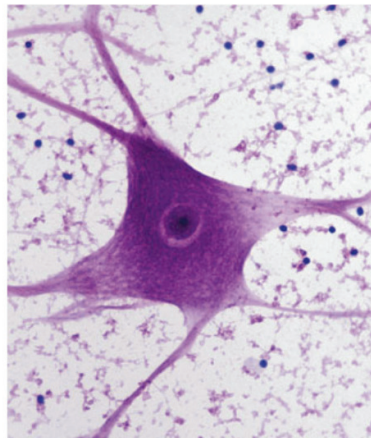
Unha célula especializada caracterízase por:

Realizar un traballo concreto.
Por exemplo, as células da pel recobren e protexen a superficie do corpo.



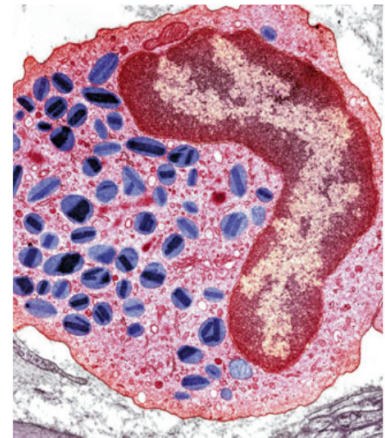
Células epidérmicas
(microfotografía óptica x 1000).

Desenvolver unha forma característica. Por exemplo, a morfoloxía estrelada das células (neuronas) do sistema nervioso.



Neurona
(microfotografía óptica x 1000).

Producir cambios no seu citoplasma relacionados coa actividade dos orgánulos. Por exemplo, a abundancia de lisosomas nos glóbulos brancos.



Glóbulo branco
(microfotografía óptica x 1000).

Isto é posible porque durante o desenvolvemento inactívanse xenes específicos dentro de cada grupo celular, de modo que só quedan activos aqueles que ó expresarse permiten a adquisición de determinadas características nese grupo celular.

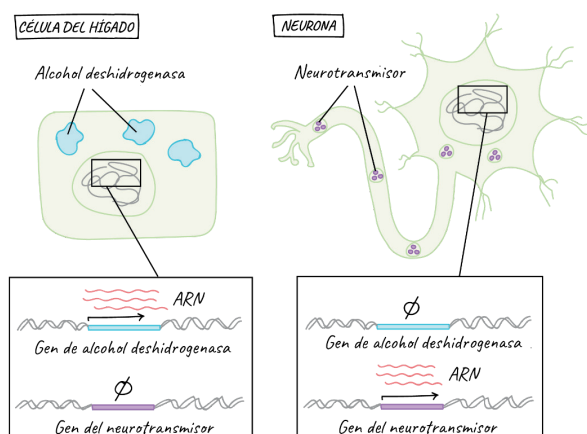


Figura 9. Proceso de diferenciación celular dun hepatocito e unha neurona por inactivación diferencial de distintos xenes

As células especializadas perden a súa capacidade de diferenciación; é dicir, perden a súa potencialidade de transformarse noutros tipos celulares. Pero non tódalas células do organismos se especializan, senón que algunhas se manteñen indiferenciadas e manteñen a capacidade para orixinar outros tipos de células. Estas células coñécense nos animais como CÉLULAS NAI. Os embrións están formados por células capaces de dar lugar a calquer outro tipo celular do organismo; dice que son TOTIPOTENTES. A medida que avanza o desenvolvemento embrionario, a capacidade de diferenciación das células queda máis restrinxida e fórmanse grupos de células que so poden dar lugar a un determinado conxunto de tecidos e órganos, pero non a todos eles. Estas células nai chámanse PLURIPOTENTES. Algunhas células do corpo adulto tamén conservan certa capacidade de dividirse e producir diferentes tipos celulares; denomínanse, neste caso, MULTIPOTENTES, e poden producir máis dun tipo celular pero non unha gran variedade.

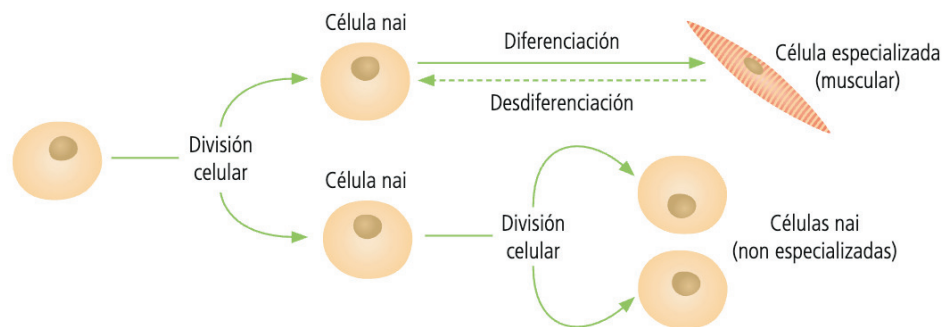


Figura 10. As células nai experimentan divisións asimétricas, é dicir, producen dúas células fillas diferentes entre si. Unha delas segue sendo unha célula nai (autorenovación), mentres que a outra adopta unha identidade diferente, ben diferenciándose directamente como un tipo de célula necesario, ben sufrindo división adicionais para crear máis células.

Nas plantas e nos animais, as células constitúen tecidos, órganos, aparatos e sistemas.

- **Tecidos:** agrupacións de células semellantes especializadas en realizar a mesma función.
- **Órganos:** agrupacións de tecidos que se coordinan para realizar unha función concreta.
- **Aparatos ou sistemas:** agrupacións de órganos que se coordinan para realizar unha función xeral no organismo.

6. Os tecidos vexetais

Os tecidos vexetais clasifícanse en:

- **Tecidos meristemáticos ou embrionarios,** formados por células indiferenciadas con capacidade para dividirse e xerar diferentes tipos celulares.
- **Tecidos adultos,** formados por células diferenciadas e especializadas, que perderon a súa capacidade reprodutora. Segundo a súa función divídense en tecidos protectores, parenquimáticos, vasculares, de soporte e secretores.

6.1. Os tecidos meristemáticos

Os meristemos están compostos por células indiferenciadas que se reproducen activamente, dando lugar ao crecemento da planta.

Segundo a orixe das células que os constitúen, hai dous tipos de meristemas:

- Meristemas primarios.
 - Orixe: Células que proceden directamente de células embrionarias
 - Localización: nos polos apical e basal, formando os meristemas apicais. Se se atopan no ápice das raíces, chámanse meristemas apicais radiculares (protexidos pola caliptra). Se se atopan no ápice dos talos, son meristemas apicais caulinares (con ramificacións que orixinan as ramas laterais, en cuxo extremo aparecerá outro meristemo responsable do seu crecemento en lonxitude).
 - Función: crecemento lonxitudinal da planta.

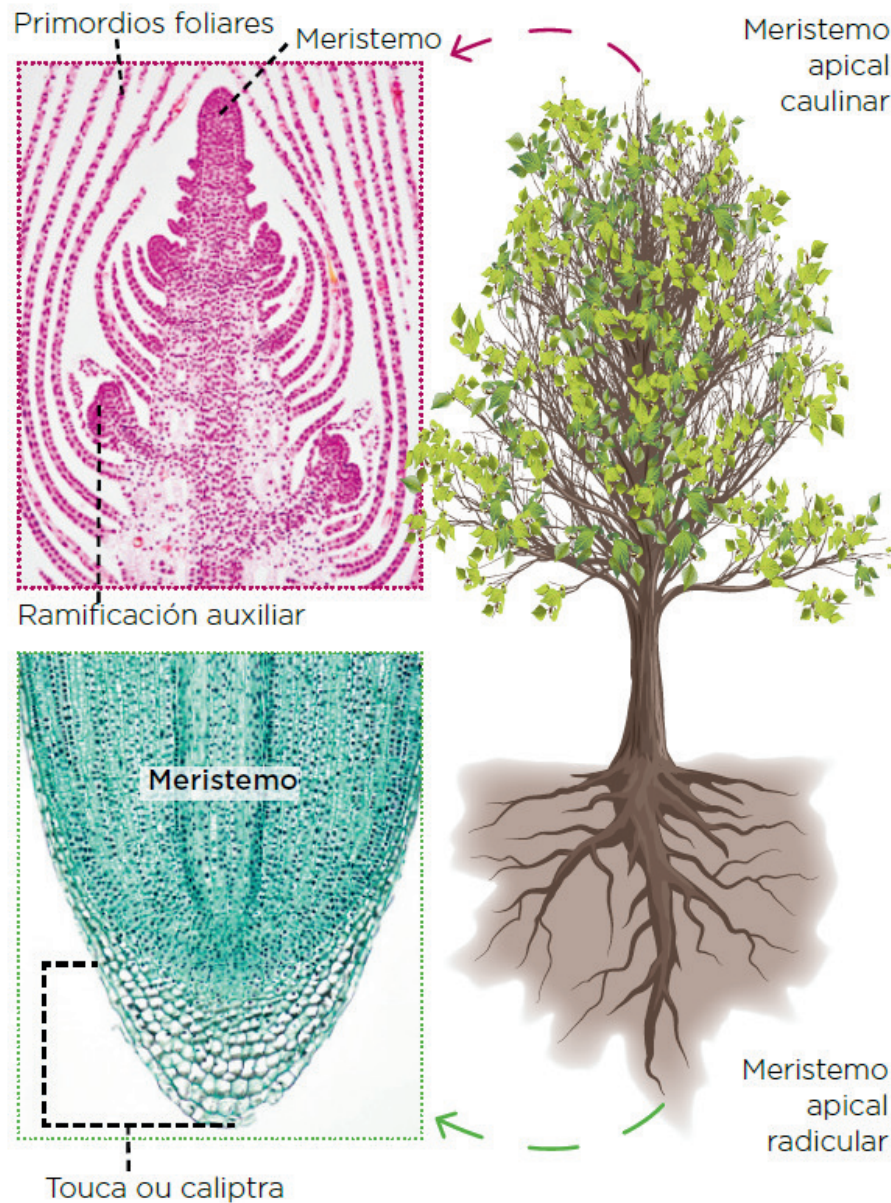


Figura 11. Localización e estrutura microscópica dos tecidos meristemáticos primarios

- Meristemas secundarios:
 - Orixe: células xa diferenciadas que volven adquirir a capacidade de división.
 - Localización: formando un anel cilíndrico ao longo dos talos e das raíces, denominado cámbium. O cambium vascular orixina vasos condutores. O cambium suberoso dá lugar ó súber ou cortiza.
 - Función: crecemento en grosor ou secundario da planta e formación da madeira.

6.2. Os tecidos adultos protetores

Recobren a superficie da planta, protexéndoa do desecamento e doutras agresións externas.

EPIDERME

- **Localización:** superficie externa da planta
- **Función:** protección fronte ó desecamento, danos mecánicos e entrada de axentes patóxenos.
- **Estrutura:** unha única capa de células que se dispoñen moi xuntas, sen deixar espazo entre elas. Nas parte aéreas da planta sintetizan e secretan ao exterior unha substancia lipídica, chamada cutina, que forma unha capa impermeabilizante, denominada cutícula. Nas raíces denomínase rizoderme e carece de cutícula para permitir a absorción de auga e sales minerais. Na epiderme poden aparecer estruturas especializadas, como os estomas (intercambio de gases) e os pelos ou tricomas (protección fronte a herbívoros, secreción de substancias, absorción de auga e sales minerais nas raíces, etc).

ENDODERME

- **Localización:** nas raíces, formando a banda de Caspary entre a codia e a médula onde se atopan os vasos condutores.
- **Función:** regula a entrada de auga e sales minerais nos xilema da raíz.
- **Estrutura:** unha única capa de células vivas, cuxas paredes teñen depósitos de lignina e suberina, que as fan impermeables.

PERIDERME

- **Localización:** superficie externa dos talos e das partes máis antigas das raíces que teñen crecemento secundario (substitúe á epiderme)
- **Función:** illante térmico, impide a entrada de patóxenos e a entrada de auga e gases.
- **Estrutura:** 3 capas de células. A capa máis interna é a codia, constituída por varias capas de células vivas. A capa intermedia é o cámbium, un tecido meristemático secundario. A capa máis externa é o súber ou cortiza, formada por células mortas, dispostas de xeito moi compacto, creando unha cuberta impermeable, debido aos depósitos de lignina e suberina. Nela aparecen unhas interrupcións do tecido, chamadas lenticelas, nas que as células da codia se atopan en contacto con exterior para permitir o intercambio de gases.

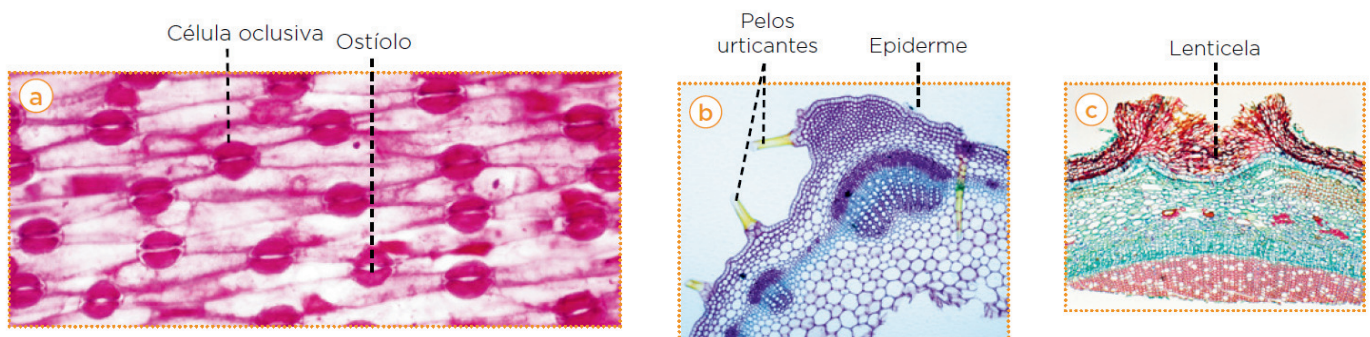


Figura 12. Epiderme (a e b) con estomas (a) e tricomas (b). Lenticelas (c) na cortiza externa do tronco dunha árbore

6.3. Os tecidos adultos parenquimáticos

Os parénquimas ou tecidos fundamentais están formados por células pouco diferenciadas. Son os tecidos vexetais máis abundantes e clasifícanse segundo a función que desempeñan.

PARÉNQUIMA CLOROFÍLICO

- Localización: nas follas e na codia dos talos verdes, constituíndo o mesófilo, a parte interna da folla.
- Función: realizar a fotosíntese.
- Estrutura: células con gran cantidade de cloroplastos. No parénquima en estacada son células prismáticas que se sitúan moi próximas entre si dispostas nunha única capa baixo a epiderme. No parénquima lacunar son células redondeadas situadas na zona máis profunda da folla e dispostas en varias capas con moitos espazo entre elas para facilitar a difusión de gases co medio.

PARÉNQUIMA ACUÍFERO

- Localización: nos talos e nas follas de plantas xerófitas, que viven en climas moi secos.
- Función: almacenar auga.
- Estrutura: células con grandes vacúolos que producen mucilaxes, substancias que aumentan a absorción e a retención de auga.

PARÉNQUIMA AERÍFERO

- Localización: en follas e talos de plantas acuáticas.
- Función: facilitar o intercambio de gases.
- Estrutura: células pequenas con grandes espazos intercelulares, delimitando cavidades chamadas lagoas ou cámaras parenquimáticas, que se enchen de aire.

PARÉNQUIMA DE RESERVA

- Localización: órganos de reserva das plantas máis desenvolvidas, como tubérculos, sementes, raíces engrosadas, etc.
- Función: almacenar substancias, como amidón, proteínas, lípidos...
- Estrutura: células cuxas características e disposición dependen do tipo de substancia que almacenan.

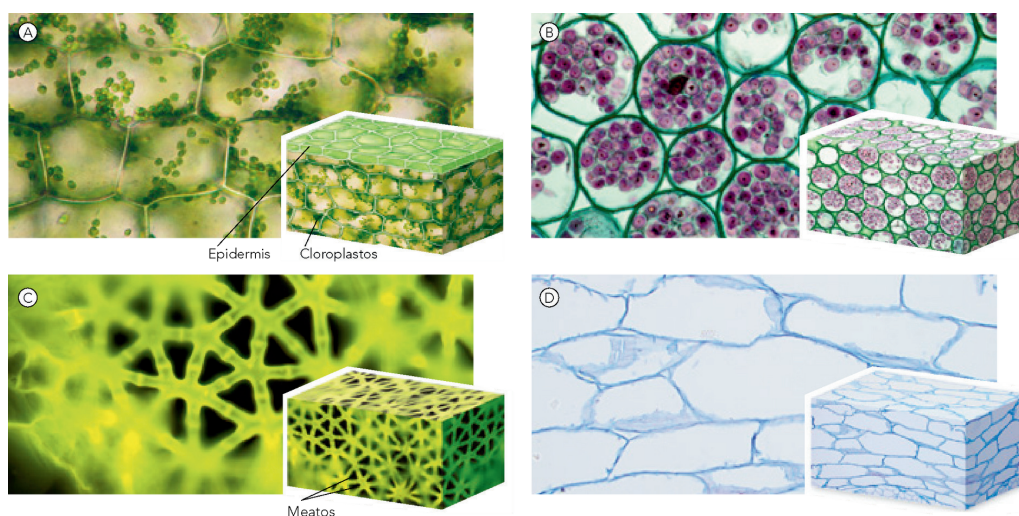


Figura 13. *Tecidos parenquimáticos en diferentes tipos de plantas: parénquima clorofílico (a), parénquima de reserva (b), parénquima aerífero (c) e parénquima acuífero (d)*

6.4. Os tecidos adultos vasculares

Os tecidos vasculares están formados por células unidas entre si formando conductos que percorren toda a planta e que se encargan da distribución de substancias.

XILEMA

- **Localización:** na médula de talos e raíces, e nos nervios das follas formando feixes de vasos condutores xunto co floema.
- **Función:** transporte do zume bruto desde a raíz cara ás partes fotosintéticas da planta.
- **Estrutura:** vasos leñosos, constituídos por células mortas que carecen de citoplasma e teñen depósitos de lignina. As tráqueas das anxiospermas son células curtas, de gran diámetro, dispostas en filas formando longos conductos. Teñen perforacións nas súas paredes basais e apicais, que forman as placas de perforación polas que pasa o zume bruto. As traqueidas das ximnospermas e das pteridófitas son células alongadas, de diámetro pequeno, que carecen de placas de perforación. A auga circula atravesando os poros das súas paredes laterais. O xilema primario orixínase a partir dos meristemos primarios; o xilema secundario, a partir do cámbium. nas plantas con crecemento secundario.

FLOEMA

- **Localización:** na médula de talos e raíces, e nos nervios das follas formando feixes de vasos condutores xunto co xilema.
- **Función:** transporte do zume elaborado desde as partes fotosintéticas cara o resto da planta.
- **Estrutura:** vasos liberianos, formados por células vivas. Os tubos cribosos das anxiospermas están formados pola superposición de células cilíndricas, unidas pola súa base, que constitúen as placas cribosas por cuxos poros se comunican os citoplasmas das células. As paredes laterais tamén teñen áreas cribosas que comunican as células con outros tubos cribosos. As células cribosas das ximnospermas e pteridófitas son células que se comunican lateralmente entre si mediante áreas cribosas. O floema primario fórmase a partir do meristemo apical; o floema secundario, a partir do cámbium nas plantas con crecemento secundario.

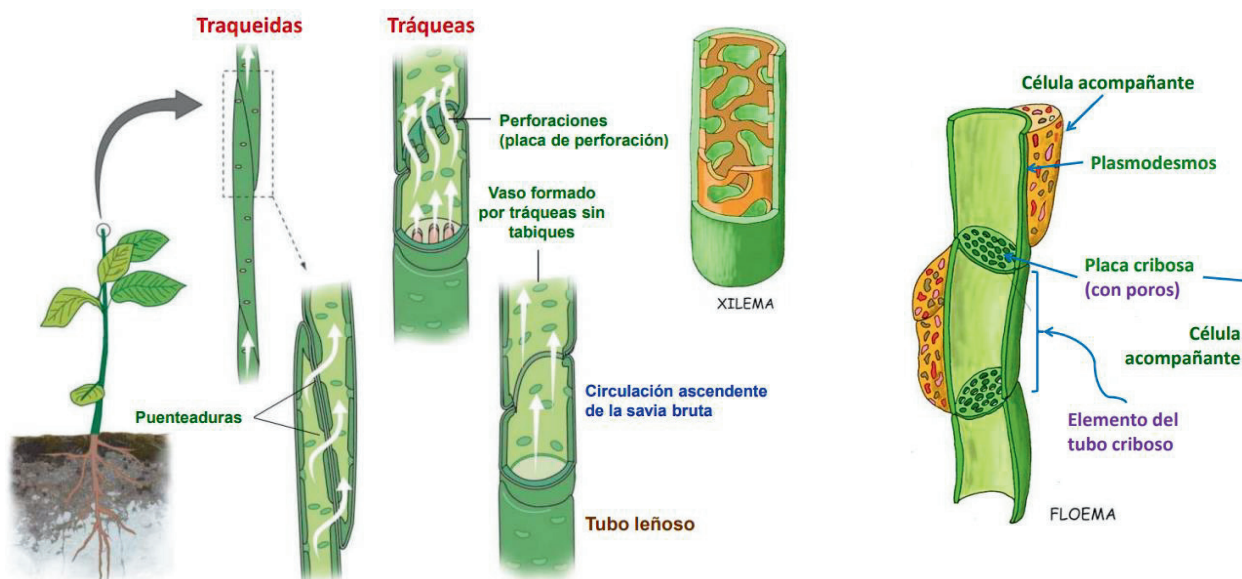


Figura 14. Elementos dos vasos condutores vexetais. Á esquerda, tráqueas e traqueidas, que forman parte do xilema. Á dereita, tubos cribosos que conforman a estrutura do floema.

6.5. Os tecidos adultos de soporte

Proporcionan resistencia aos órganos adultos, dándolle consistencia e firmeza á planta. Están formados por células con paredes grosas, en ocasións engrosadas con lignina, que lle dan á planta resistencia mecánica e elasticidade.

COLÉNQUIMA

- Localización: partes da planta en crecemento e nas herbáceas (con pouco crecemento secundario)
- Función: resistencia á tensión e a outros tipos de estrés mecánicos.
- Estrutura: un só tipo de células, as células colenquimáticas, que son células vivas, de morfoloxía alongada, cunha parede celular grosa de celulosa, non lignificada.

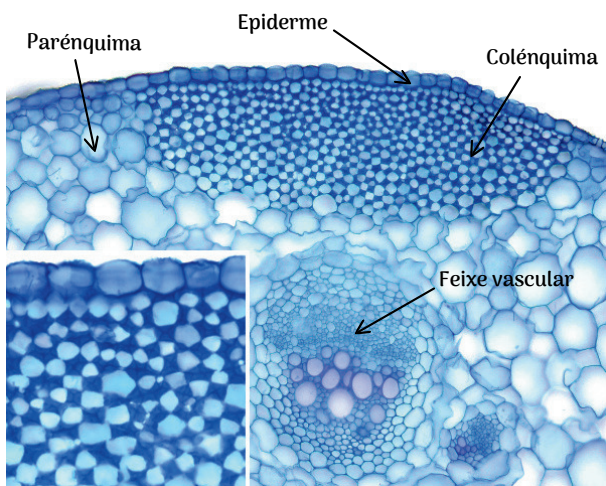


Figura 15. Colénquima situado debaixo da epiderme dun talo de hedra.

ESCLERÉNQUIMA

- Localización: por toda a planta, aínda que é máis abundante nos talos e nas follas ca nas raíces.
- Función: soporte de órganos que deixaron de crecer.
- Estrutura: células mortas, con paredes celulares engrosadas e lignificadas. As fibras son células alongadas, con extremos aguzados, que presentan unha grosa parede celular, con lignificación variable. Orixínanse por diferenciación de células meristemáticas. As esclereideas son células de morfoloxía variable, que se presentan illadas ou en grupos e teñen paredes moi grosas e lignificadas. Orixínanse a partir de células colenquimáticas ou parenquimáticas que lignifican as súas paredes celulares.

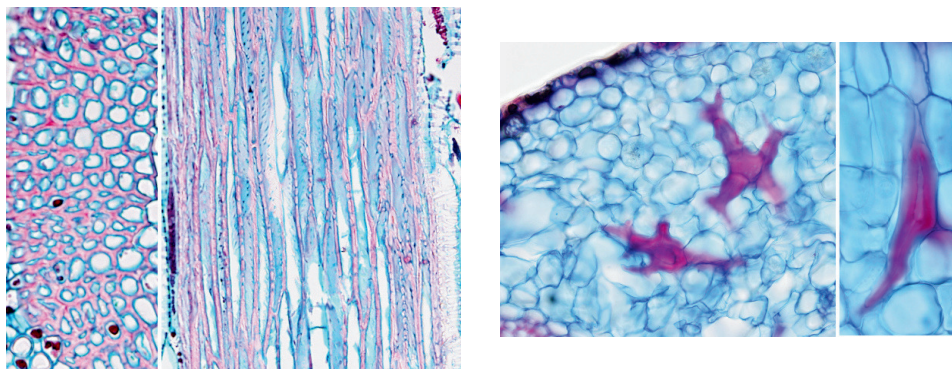


Figura 16. Elementos do esclerénquima. Na imaxe da esquerda obsérvanse fibras en sección transversal e lonxitudinal. Na imaxe da dereita, esclereidas illadas nunha folla de camelio.

6.6. Os tecidos adultos secretores

Elaboran e secretan substancias e expulsan produtos de refugallo. Clasifícanse segundo a súa localización en externos e internos.

TECIDOS SECRETORES EXTERNOS

- Localización: na epiderme
- Función: segregar substancias ao exterior da planta.
- Tipos:
 - Hidatodos. Localízanse no ápice das follas, principalmente nos seus bordos. Segregan auga e outras substancias disoltas. A este proceso denomínaselle gutación.
 - Nectarios. Son glándulas situadas nas flores, ou noutras partes da planta. Segregan unha substancia azucrada achegada polo floema, o néctar, que atrae os insectos.
 - Tricomas. Presentan un talo ou pedúnculo, en cuxo extremo se encontran as células secretoras. Existen diferentes tipos de tricomas glandulares, que segregan gran variedade de substancias.

TECIDOS SECRETORES INTERNOS

- Localización: no parénquima de talos, raíces, follas e froitos.
- Función: acumulan substancias no interior das células ou nos espazos intercelulares.
- Tipos:
 - Cavidades e condutos secretores. Grupos de células que almacenan substancias nos espazos intercelulares. Exemplo: canles resiníferas das coníferas, que acumulan resina, unha substancia que protexe a planta da invasión de insectos e axentes como fungos, bacterias e virus.
 - Tubos laticíferos. Células alongadas ou grupos de células que constitúen un conduto. Acumulan látex, unha substancia que contén aceites, caucho, ceras, resinas, etc., emulsionados en auga.

7. Os tecidos animais

Todos os tipos de tecidos animais están formados por células e por unha matriz extracelular máis ou menos abundante. Esta matriz consiste nunha rede de proteínas e polisacáridos secretados polas células, que enchen os espazos entre elas e úneas entre si e cos tecidos, algo imprescindible para formar órganos.



7.1. O tecido epitelial

Realizan funcións de protección, absorción, intercambio e secreción de substancias.

EPITELIO DE REVESTIMENTO

- **Localización:** recobre as superficies exteriores do corpo e tapiza internamente cavidades e órganos.
- **Función:** protección
- **Estrutura:** células pouco diferenciadas e moi próximas entre si, sen apenas ocos nis substancia intercelular.
- **Clasificación:** segundo o número de capas, en simples e estratificados; e segundo a forma das células da última capa, en planos, cúbicos e cilíndricos ou prismáticos.



Figura 17. Clasificación dos tecidos epiteliais. O epitelio simple plano (arriba esquerda) tapiza as grandes cavidades corporais e o interior do corazón e dos vasos sanguíneos. O epitelio simple cúbico (arriba medio) tapiza o ovario e forma o epitelio dalgúns túbulos renais. O epitelio simple cilíndrico (arriba dereita) pode presentar cilios ou micropilosidades e recubre gran parte do tubo dixestivo. O epitelio estratificado plano non queratinizado (abaixo esquerda) recobre a boca, esófago e vaxina, mentres que se está queratinizado (abaixo medio) constitúe a epiderme do pel. O epitelio pseudoestratificado (abaixo dereita) que tapiza os bronquios posúe cilios e células caliciformes produtoras de mucus.

EPITELIO GLANDULAR

- **Localización:** entre outros tecidos dentro dos órganos internos
- **Función:** secreción de substancias.
- **Estrutura:** as glándulas poden ser unicelulares, como as células caliciformes das vías dixestivas e respiratorias; ou glándulas pluricelulares, grupos de células unidas que forman un órgano.
- **Clasificación:** Segundo onde vertan os seus produtos de secreción:
 - **Glándulas endócrinas**, que verten a súa secreción ao sangue, como a tiroide.
 - **Glándulas exócrinas**, que verten a súa secreción ao exterior, como as salivares.
 - **Glándulas mixtas**, que verten substancias tanto ao sangue coma ao exterior, como é o caso do páncreas.

7.2. Os tecidos conectivos

Danlle soporte estrutural e funcional a outros tecidos e órganos. Caracterízanse por ter poucas células inmersas nunha substancia intercelular composta por unha matriz e fibras de coláxeno (resistencia), fibras elásticas (elasticidade) ou fibras reticulares (función esquelética).



TECIDO CONXUNTIVO

- **Localización:** arredor dos vasos sanguíneos, nas capas profundas da pel, na córnea, nos tendóns, etc.
- **Función:** protexe e une outros tecidos e órganos e é a vía pola que chegan a eles os nervios e os vasos sanguíneos.
- **Estrutura:** contén unha abundante matriz xelatinosa, formada por auga, sales e mucopolisacáridos, atravesada por fibras proteicas de coláxeno, elastina e reticulina. As células máis abundantes neste tecido son os fibroцитos, de aspecto estrelado.

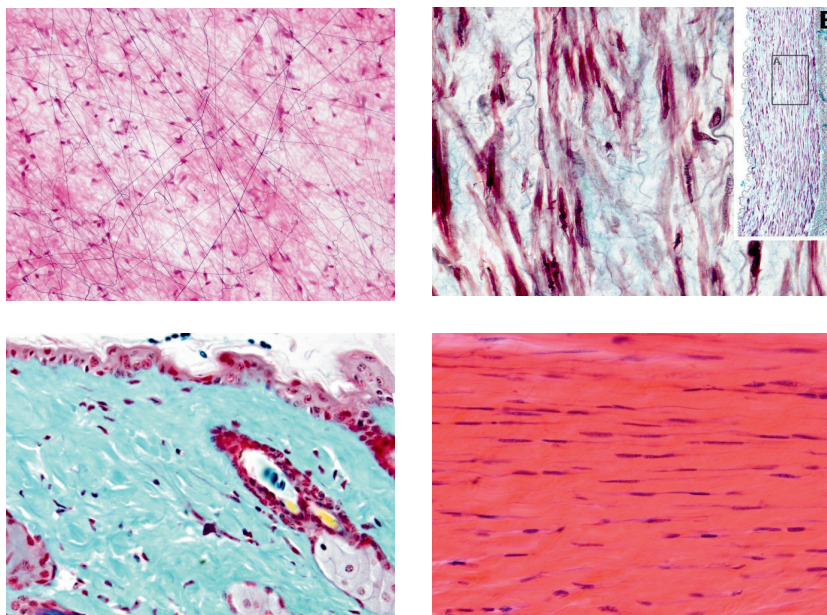


Figura 17. Clasificación dos tecidos conxuntivos. O tecido conxuntivo laxo (arriba esquerda) posúe abundante substancia fundamental xelatinosa e é o material de recheo do corpo. O tecido conxuntivo elástico (arriba dereita) ten abundantes fibras elásticas e atópase formando ligamentos elásticos ou as paredes das grandes arterias. O tecido conxuntivo denso posúe moitas fibras de coláxeno que poden estar formando unha rede tridimensional no caso do tecido conxuntivo denso irregular (abaixo esquerda) ou disporse de forma ordeada no caso do tecido conxuntivo denso regular (abaixo dereita). O primeiro atópase na derme do pel, nas cápsulas que envolven os órganos, no periostio, no pericardio ou nas válvulas cardíacas. O segundo forma parte dos tendóns, das vaíñas que rodean os músculos esquelético ou da córnea do ollo.

TECIDO ADIPOSEO

- **Localización:** baixo a pel e envolvendo e protexendo órganos, como o ril ou o corazón.
- **Función:** reserva enerxética, illamento térmico e protección mecánica.
- **Estrutura:** ten unha matriz con pouca substancia intercelular, na que están inmersos os adipocitos, que son células esféricas que almacenan graxa.

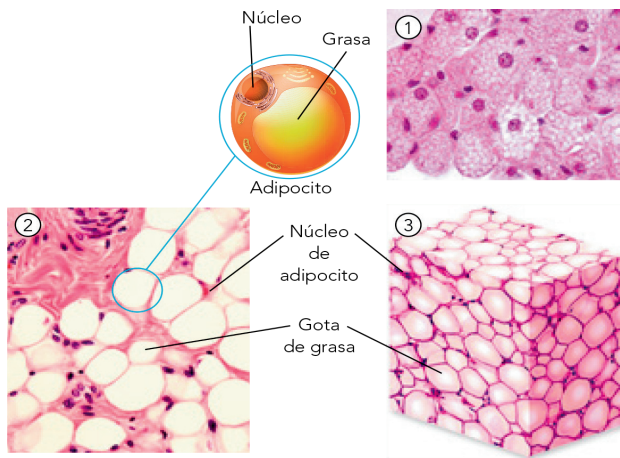


Figura 18. Clasificación do tecido adiposo. O tecido adiposo branco (2 e 3) está formado por adipocitos cunha única gota de graxa grande e localízase sobre todo baixo o pel formando o panículo adiposo, ou rodeando as vísceras formando a graxa visceral. O tecido adiposo pardo (1) está formado por adipocitos con numerosas gotas lipídicas pequenas e localízase en lugares dispersos do corpo humano. É abundante, en cambio, en animais hibernantes e nos fetos e neonatos dos mamíferos.

TECIDO CARTILAXINOSO

- **Localización:** na traquea, no nariz, na epiglote...
- **Función:** soporte e revestimento das superficies articulares.
- **Estrutura:** ten unha matriz sólida e elástica na que os condrocitos encóntranse illados, en parellas ou en pequenos grupos dentro dunhas cavidades ou lagoas que se forman nelas.

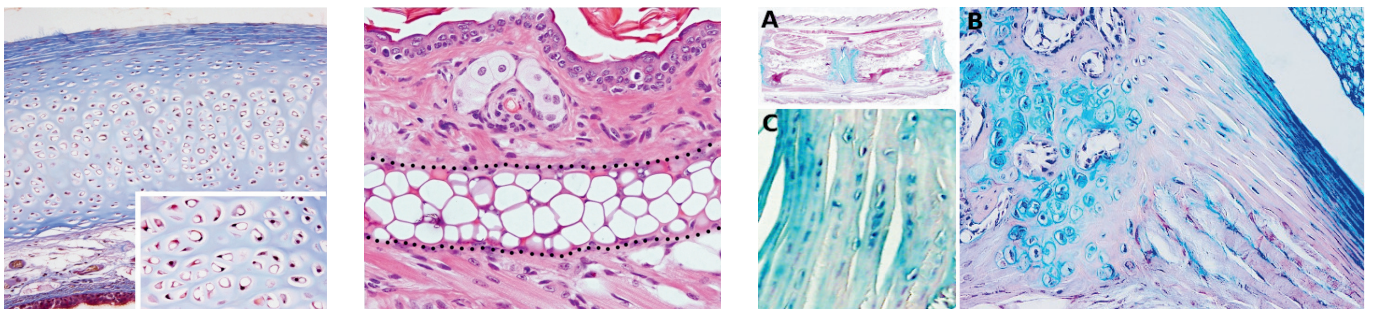


Figura 19. Clasificación do tecido cartilaxinoso. A cartilaxe hialina (esquerda) ten poucas células agrupadas en grupos isóxeos (parellas) e forma o esqueleto dos embrións, os aneis da tráquea, os bronquios, o nariz, a larinxe, etc. A cartilaxe elástica (medio) caracterízase por posuír abundantes fibras elásticas e atópase na orella, na epiglote, na larinxe, etc. A cartilaxe fibrosa (dereita) forma parte dos discos intervertebrais, da inserción do tendón á epífise do óso, etc.

TECIDO ÓSEO

- **Localización:** nos ósos
- **Función:** proporciónalle soporte interno ao organismo, protexe os órganos, intervéen no metabolismo do calcio e do fósforo, orixina células sanguíneas e intervéen no movemento.
- **Estrutura:** matriz é sólida e ríxida (contén sales de calcio), o que lle proporciona unha gran resistencia. As células do tecido óseo son os osteocitos, de aspecto estrelado, que se sitúan en cavidades rodeadas de matriz calcificada; e os osteoclastos, que reabsorben o tecido óseo e remodelan os ósos destruindo substancia ósea. O tecido óseo compacto é denso e duro. Está formado por unidades chamadas

osteonas, conxuntos de laminiñas concéntricas de matriz ósea calcificada, dispostas ao redor dunha canle de Havers, pola que discorren vasos sanguíneos. Encóntrase formando a diáfise (parte central) nos ósos longos e o exterior dos ósos curtos e planos. O tecido óseo esponxoso ten unha rede de tabiques que comunican múltiples cavidades recheas de medula ósea. Encóntrase formando as epífises (extremos) dos ósos longos e o centro dos ósos curtos e planos.

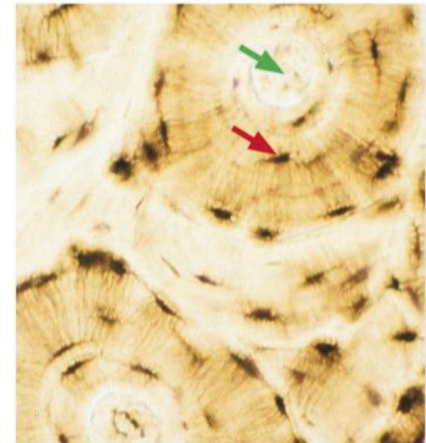
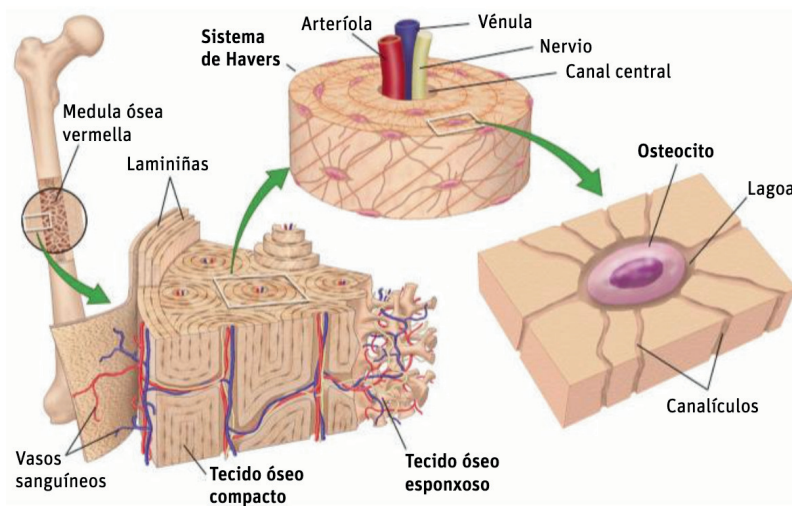
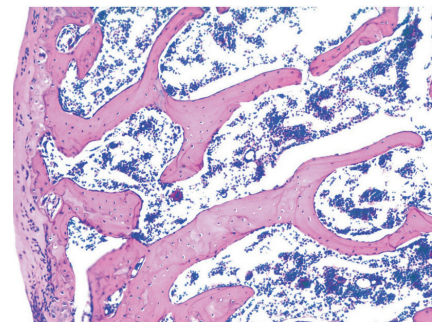


Figura 20. Organización do óso (esquerda). Tecido óseo compacto (dereita arriba). A frecha verde sinala o conduto de Havers; a frecha vermella sinala un osteocito na súa lagoa. Pode observarse a disposición concéntrica dos osteocitos formando a osteona. O tecido óseo esponxoso (dereita abaixo) forma trabéculas (en rosado) que delimitan cavidades nas que se aloxa a médula ósea (en violeta).



TECIDO SANGUÍNEO

- **Localización:** no interior dos ósos (médula ósea), dos vasos sanguíneos e do corazón.
- **Función:** comunica e transporta substancias entre as diferentes partes do corpo.
- **Estrutura:** ten unha matriz líquida, o plasma, formado por auga e gran variedade de substancias, como sales minerais, proteínas, azucres, hormonas, etc. No plasma están inmersas as células sanguíneas: eritrocitos (glóbulos vermellos), leucocitos (glóbulos brancos) e plaquetas.

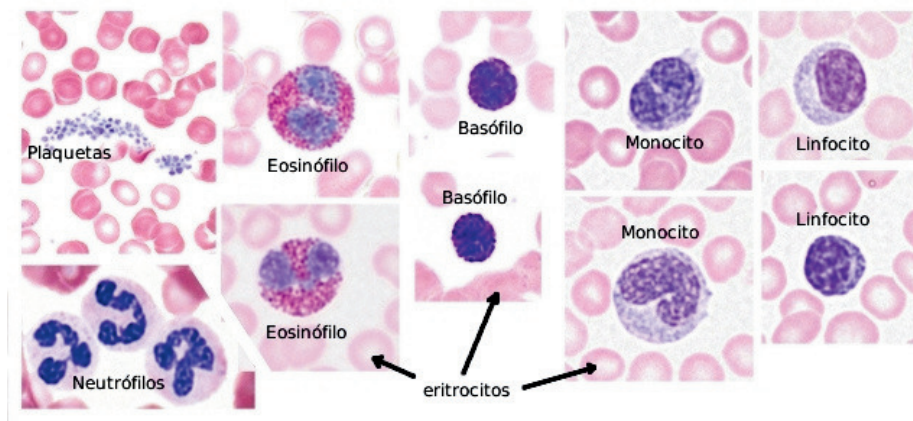


Figura 21. Clasificación das células sanguíneas

7.3. O tecido muscular

É a base da estrutura e a función dos músculos. Produce o movemento mediante a contracción e a relaxación das súas células.

TECIDO MUSCULAR ESTRIADO

- Localización: nos músculos esqueléticos (unidos ós ósos)
- Función: move o esqueleto, mantén a postura, produce a xesticulación da cara; a súa contracción é rápida e voluntaria.
- Estrutura: fibras musculares alongadas, cilíndricas e polinucleadas; presentan estriación transversal debido á presenza de miofibrilas de actina dispostas de forma ordenada.

TECIDO MUSCULAR LISO

- Localización: nos músculos dos órganos internos
- Función: movementos das vísceras (movementos peristálticos, contracción uterina, etc.); a súa contracción é lenta e involuntaria.
- Estrutura: fibras musculares fusiformes cun único núcleo central e sen estriación.

TECIDO MUSCULAR ESTRIADO

- Localización: miocardio (parede muscular do corazón)
- Función: contracción rítmica e sincronizada do miocardio (produce o latexo)
- Estrutura: fibras musculares curtas, uninucleadas, de aspecto estriado e estreitamente conectadas unhas a outras a través dos discos intercalares.

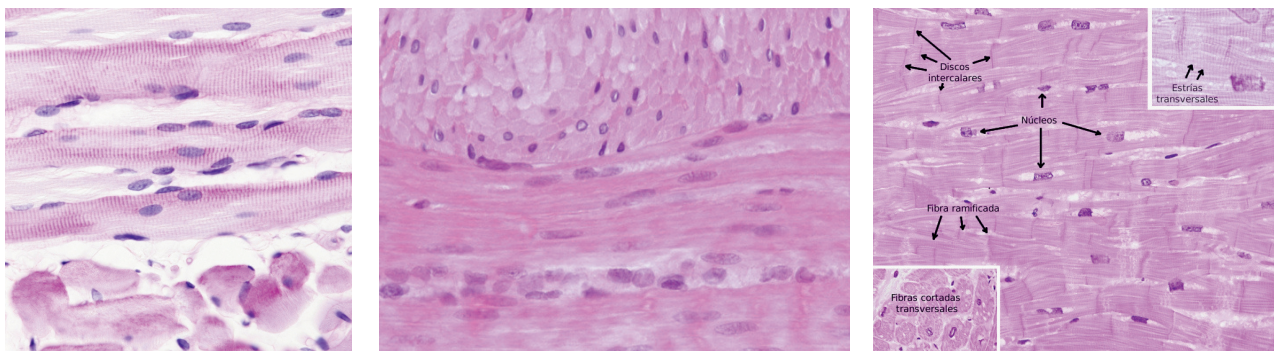


Figura 22. Clasificación dos tecidos musculares. Tecido muscular estriado (esquerda) formado por fibras con varios núcleos (en violeta) e con bandeado transversal. Tecido muscular liso (medio) formado por fibras uninucleadas e sen estriación. Tecido muscular cardíaco (dereita) formado por fibras ramificadas comunicadas a través dos discos intercalares.

7.4. O tecido nervioso

É a base da estrutura e función do sistema nervioso. Converte os estímulos en impulsos nerviosos nos órganos receptores, elabora respostas nos órganos coordinadores e envíallas aos órganos efectores para a súa execución. Está formado polas neuronas e as células gliais ou neuroglía.

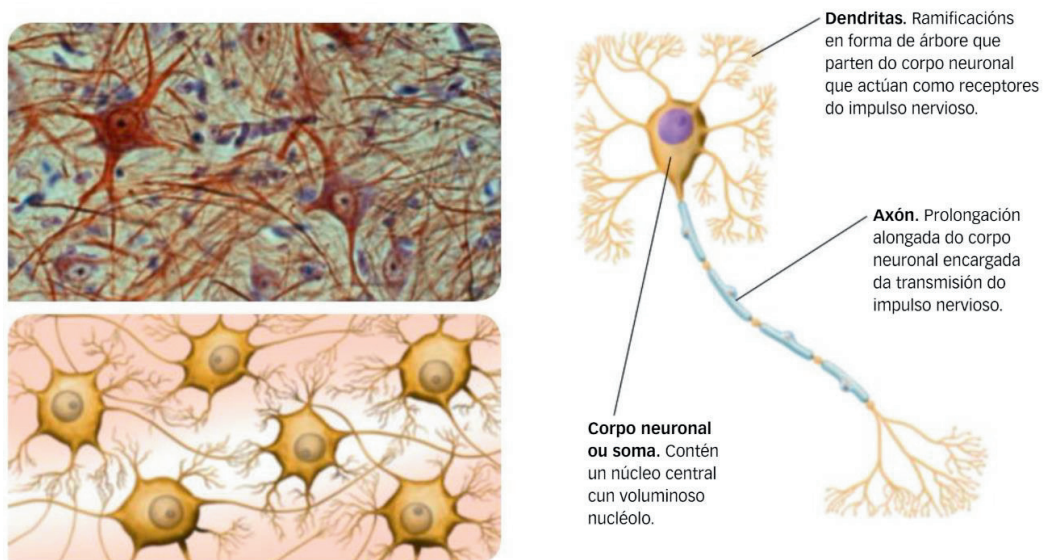
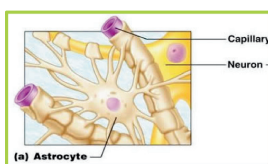
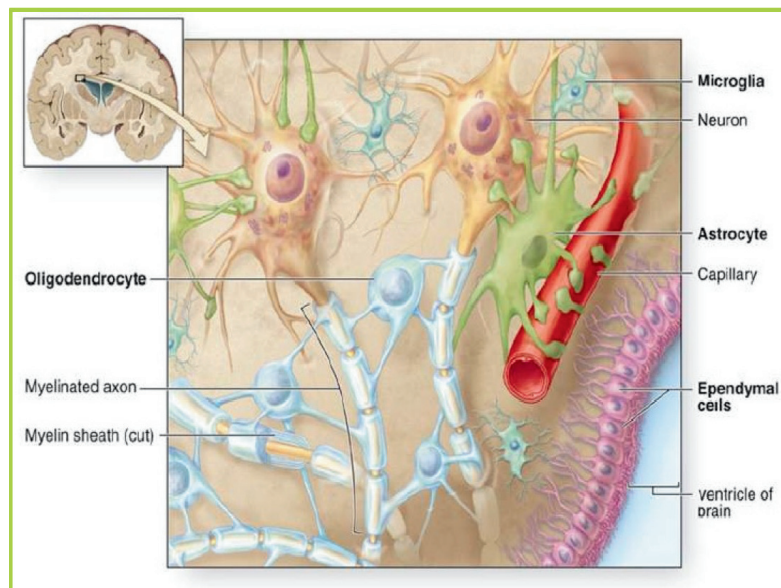
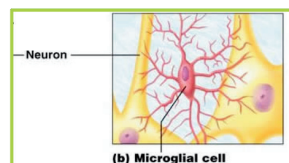


Figura 23. As neuronas son células moi diferenciadas e son as responsables da recepción e transmisión do impulso nervioso. O contacto funcional entre dúas neuronas chámase sinapse.



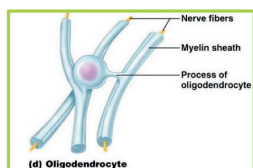
Astrocytes

Nutrición das neuronas



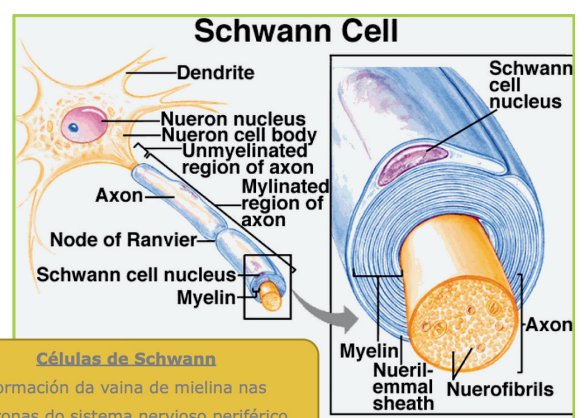
Microglia

Fagocitose de restos celulares e produtos de refugallo



Oligodendrocytes

Formación da vaina de mielina nas neuronas do sistema nervioso central



Schwann Cells

Formación da vaina de mielina nas neuronas do sistema nervioso periférico

Figura 24. As células da glía teñen funcións metabólicas, de soporte e protección das neuronas.