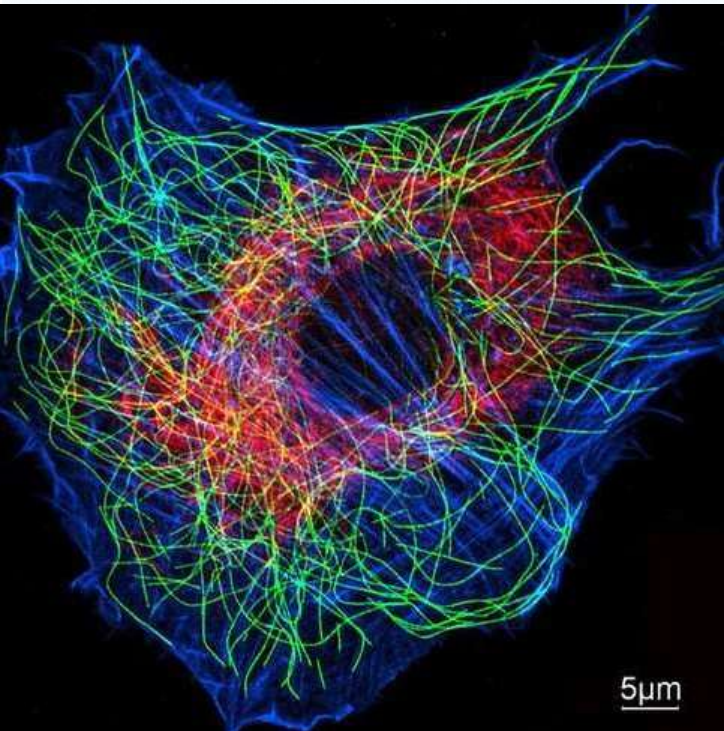


Citoplasma. Orgánulos celulares



Apuntes traducidos e adaptados de : Ana Molina. Biología. 2º Bach. IES Gil Carrasco

1. O CITOPLASMA CONTÉN O CITOESQUELETO

O citoesqueleto controla a forma e o movemento das células

Os microfilamentos están formados por actina

Os filamentos intermedios teñen función estrutural

2. O CENTROSOME É O CENTRO ORGANIZADOR DE MICROTUBOS

Os microtúbulos poden ser lábiles ou fixos

Os centríolos dan lugar a cilios e flaxelos

3. HAI ESTRUTURAS CELULARES SEN MEMBRANA

Os ribosomas producen proteínas

As inclusións conteñen varias substancias

4. HAI UN SISTEMA DE ENDOMEMBRANAS

O RE é o lugar da síntese de lípidos e proteínas

O aparello de Golgi completa e segrega produtos celulares

Os lisosomas conteñen encimas hidrolíticos

As vacúolas realizan diferentes funcións

Os peroxisomas participan nas reaccións oxidativas

9.1 O CITOPLASMA

Citoplasma chámase o interior celular que ocupa o espazo entre a membrana plasmática e a envoltura nuclear, está formado por unha disolución líquida chamada **citósol** ou **hialoplasma** dentro das cales están espalladas diversas estruturas coñecidas como **orgánulos celulares**, que poden estar ou non limitados por membranas.

O **citósol** é un medio acuoso (85% de auga), no que se dissolve un gran número de moléculas, formando unha dispersión coloidal , entre as que destacan un gran número de encimas, sales,... No citósol teñen lugar procesos fundamentais para a vida da célula, como a síntese de proteínas, vías metabólicas que ocorren por completo, como a **glicólise** , ou parcialmente no citósol.

Tamén contén substancias de reserva chamadas **inclusións** formadas por graxas (triglicéridos) ou polisacáridos (glicóxeno ou amidón).

9.2 O citoesqueleto controla a forma e o movemento das células

Todas as células eucariotas teñen a **citoesqueleto** formado por un conxunto de filamentos proteicos de diferente composición e grosor que se estende por todo o citoplasma, formando estruturas e redes máis ou menos complexas. Se encarga do mantemento da forma celular, da posición e desprazamento dos orgánulos e do movemento celular.

A súa función mecánica é particularmente importante nas células animais, onde non hai unha parede celular que lle dea consistencia ás células. Sen o citoesqueleto a célula romperíase xa que a membrana é basicamente unha lámina de graxa.

O citoesqueleto está formado por ata 3 tipos diferentes de filamentos proteicos que, de menor a maior grosor, son: **microfilamentos** de actina (7 nm de espesor), **filamentos intermediario** (8-12 nm de diámetro) e **microtúbulos** (25 nm de diámetro) de tubulina. Os filamentos intermedios son estables, mentres que os microfilamentos e os microtúbulos son polares, é dicir, fórmanse e medran nun extremo e desfáanse no outro.

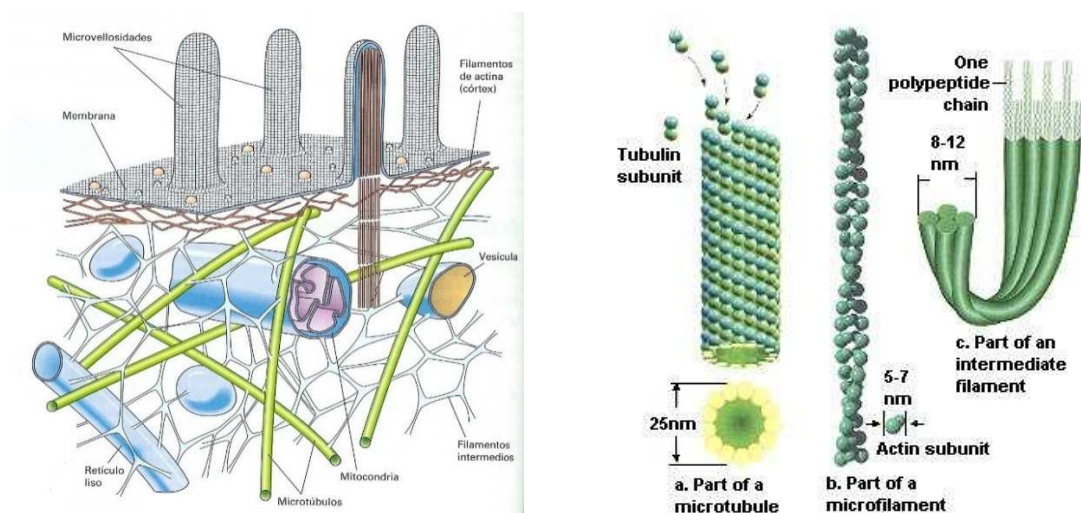


Figura 9.1. Elementos do citoesqueleto. a) esquerda, en conxunto; b) cada elemento por separado

Fonte <http://ley.exam-10.com/biolog / 14450 / index.html>

Os microfilamentos están formados por actina

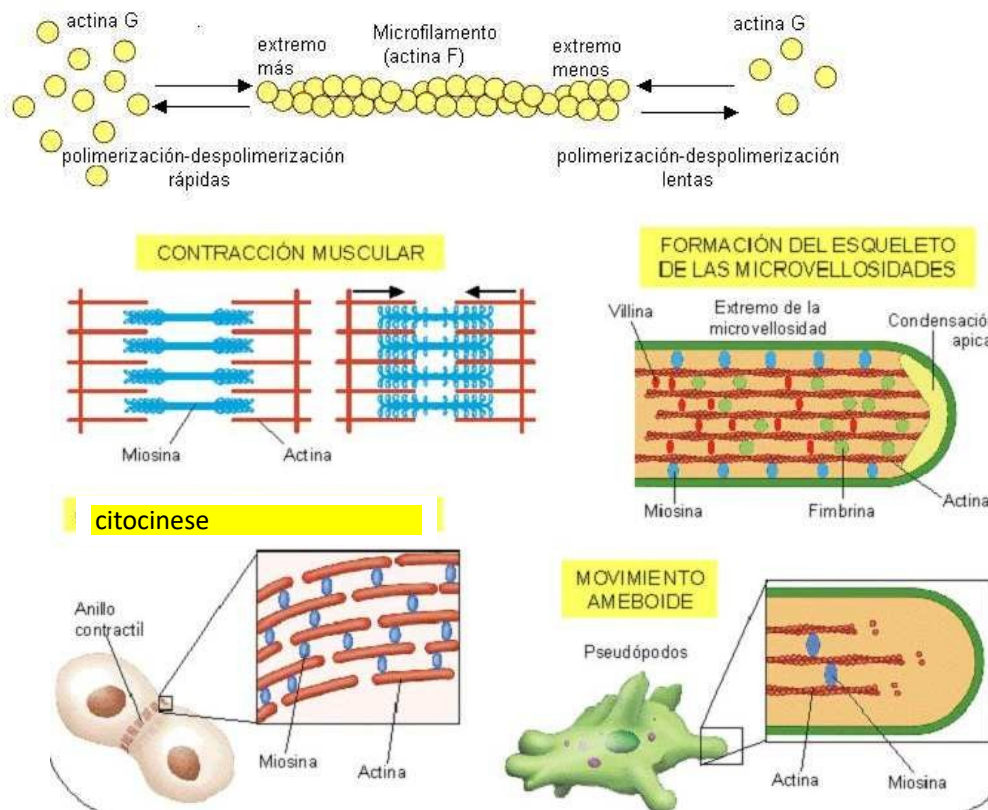


Figura 9.2. a) Estrutura dos microfilamentos de actina; b) Funcións dos microfilamentos de actina, [http://www.biogeo.iespedrojimenezmontoya.es/BIOLOGIAJM/CITOLOGIA/Organulosno% 20 membranoso.htm](http://www.biogeo.iespedrojimenezmontoya.es/BIOLOGIAJM/CITOLOGIA/Organulosno%20membranoso.htm)

A **actina** é unha proteína globular (actina G) que se une para formar cadeas dobres helicoidais alongadas que dan lugar a microfilamentos de actina (actina F) (**Fig. 10.2a**). Os microfilamentos de actina asóciase frecuentemente a filamentos doutra proteína, a **miosina** (filamentosa). Os microfilamentos esténdense por todo o citoplasma, pero son particularmente abundantes debaixo da membrana plasmática.

Son os principais responsables dos movementos celulares, dos procesos de endocitose e fagocitose, e da citocinese. Na citocinese a unión actina - miosina forman o anel contráctil que estrangula a célula e acaba dando lugar a dúas células fillas; tamén producen a formación de **pseudópodos** que participan no movemento dalgunhas células, como nas amebas, e na fagocitose dos macrófagos.

Nas células musculares, é a asociación actina- miosina a que permite a súa contracción.

Entre as estruturas fixas, actúa como soporte e mantemento do **microvellosidades**, por exemplo, no epitelio da parede intestinal.

Os filamentos intermedios teñen función estrutural

Son os compoñentes máis estables do citoesqueleto, están formados por unha rede de proteínas fibrosas resistentes que se estende polo núcleo e o citoplasma. A súa composición varía segundo o tipo de célula : **queratina** nas células do tecido epitelial, **neurofilamentos** nas neuronas...

Teñen principalmente funcións estruturais, manteñen a forma da célula e a posición do núcleo e outros orgánulos.

Están especializados en soportar a tensión, se enganchan a complexos de unión entre células, o que permite a cohesión dos tecidos, son máis abundantes en células que adoitan estar sometidas a tensión mecánica, como as células epiteliais

Forman a **lámina nuclear**, que dálle soporte a membrana nuclear, e semellan ser esenciais para reconstruír a membrana despois da división celular e na organización das fibras de cromatina e a súa expresión xenética.

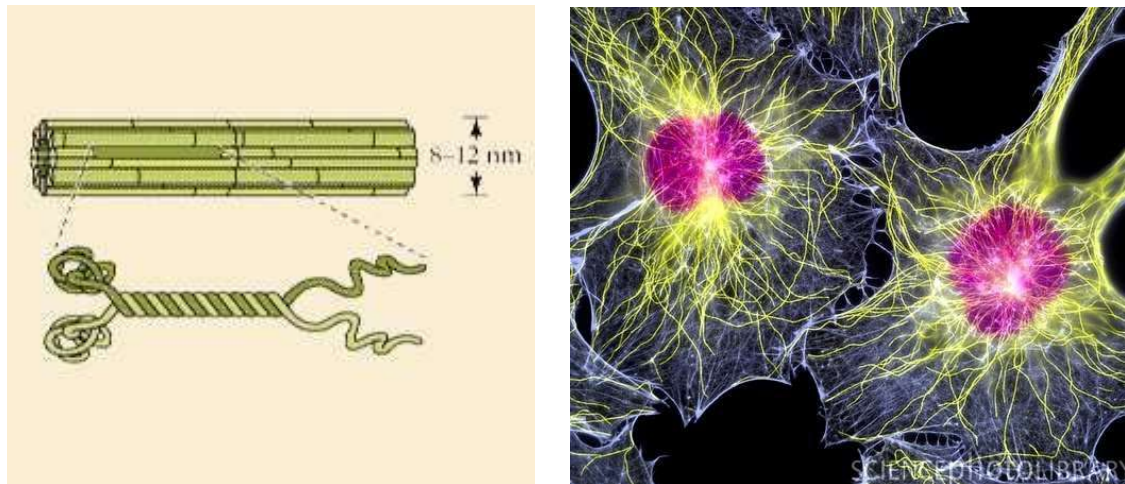


Figura 9.3. Filamentos intermedios. Á esquerda, diagrama da estrutura interna dun filamento. Á dereita, unha imaxe de microscopio de fluorescencia do citoesqueleto dunha célula.

Fonte <http://battleoftheorganelles.blogspot.com.es/2013/10/cytoskeleton.html>

OS MICROTUBULOS ESTÁN ORGANIZADOS NO CENTROSOMA

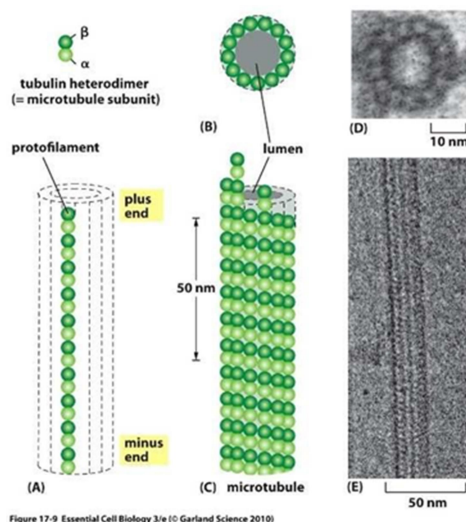
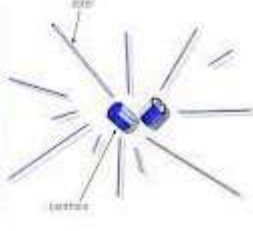
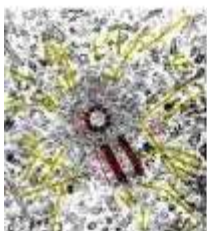


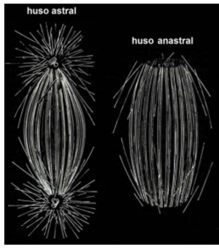
Figure 17-9 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)



Os microtúbulos son filamentos cilíndricos ocos, máis grosos que o resto dos filamentos. Están formados por polímeros de tubulina, unha proteína da que hai 2 tipos, α -tubulina e β -tubulina, que se unen formando dímeros. Os dímeros se ensamblan de forma helicoidal.

O **Centrosoma** é unha estrutura que está situada moi preto do núcleo e é o centro organizador dos microtúbulos (**COM**). Está formado polo **material pericentriolar**, un material amorfo que contén **tubulina**. Nas células animais está formado tamén por un par de **centríolos**, chamado **diplosoma**, orientados perpendicularmente entre si.

O COM durante a **interfase** organiza os microtúbulos citoplasmáticos que contribúen ao mantemento da forma celular e ao desprazamento dos orgánulos a través da célula.



Na **división celular**, os centríolos que dúplícanse ao final da fase S (interfase), os dous pares de centríolos sepáranse formando os microtúbulos do **fuso acromático** que despraza os cromosomas da placa ecuatorial aos polos.

Durante a división celular saen do material pericentriolar uns microtúbulos radiais as **fibras do áster** que serven para suxeitar os centrosomas á membrana plasmática durante a división celular.

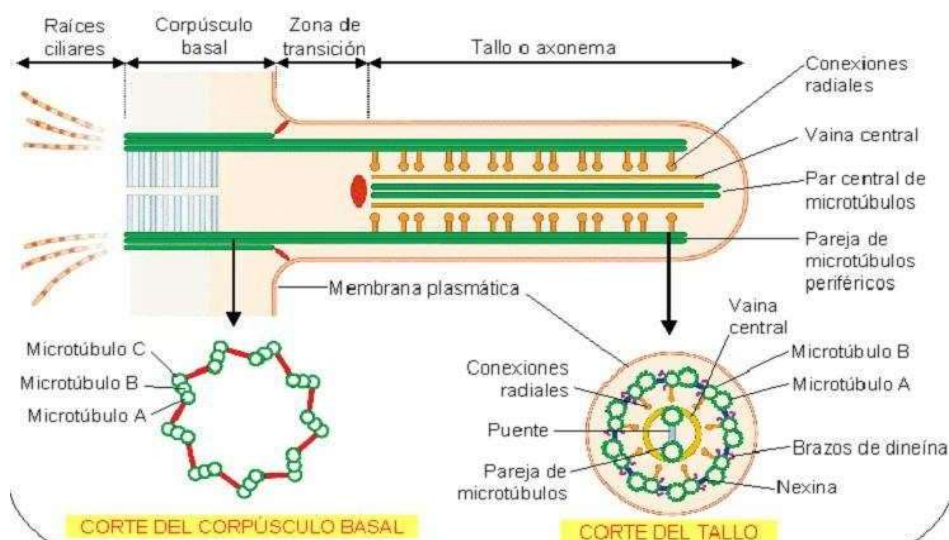
-Nas células dos vexetais superiores e os fungos o centrosoma está constituído por unha zona próxima ao núcleo que recibe o nome de zona clara.

A partir desta zonas fórmase o fuso acromático sen áster, polo que chámanse fuses anastrales

Os centríolos orixinan cilios e flaxelos

Os centríolos son dúas estruturas cilíndricas formadas cada unha por nove triplete de microtúbulos que forman unha estrutura de tipo 9 (3) + 0, 0 que indica a ausencia de microtúbulos centrais. En cada triplete, os microtúbulos son nomeados coas letras A, B e C, sendo só o microtúbulo A completo, xa que B comparte parte de A e C tamén se solapa con B. Os microtúbulos dos tripletes adxacentes están unidos entre si por medio de proteínas

Cilios y flagelos



Os centriolos forman parte do COM e atópanse na base de **cilios e flaxelos**. Os **cilios** son cortos e numerosos, a súa función é desprazar á célula ou o fluído que a rodea (alimentación dos protozoos, desprazamento de mucus no epitelio respiratorio). Pola súa banda, os **flaxelos son longos e poucos**, son os responsables da locomoción de varios tipos de protozoos e espermatozoides

Na estrutura interna dun cilio ou flaxelo distínguense catro zonas:

- O talo o **axonema**, é a parte externa recuberta da membrana plasmática. Ten unha estrutura interna de 9 (2) + 2, xa que está formada por nove pares de microtúbulos periféricos (non tripletes) máis un par de microtúbulos centrais, que están rodeados por unha vaíña.
- A **zona de transición**

- O **corpúsculo basal**. É un cilindro situado na base do cilio ou flaxelo por debaixo da membrana plasmática, e é onde se orixina o cilio ou flaxelo, por prolongación dos microtúbulos do centriolo, cunha estrutura 9 (3) + 0

Táboa 10.1	Lonxitude	Número	Movemento
Cilia	Curto	Abundante	Varrido
Flaxelos	Longo	Escasa (un ou dous)	Ondulado

9.3 HAI ESTRUTURAS CELULARES SEN MEMBRANA

Os ribosomas producen proteínas

O **ribosomas** son orgánulos sen membrana, compostos nun 50% por ARN ribosómico e nun 50% por proteínas. Constan de 2 **subunidades**, unha maior (60 S) e outra menor (40S).

O **RNA** sintetízase no nucléolo como RNAn, que posteriormente fragmentase; mentres que as proteínas fórmanse no citoplasma e a continuación migran ao nucléolo. No nucléolo se unen os fragmentos de ARNr e as proteínas ribosómicas, formando as subunidades.

As dúas subunidades saen ao citoplasma polos poros nucleares, e alí sepáranse e só se unen cando son funcionais e constrúen proteínas. Na subunidade pequena os ARNt emparéllanse co ARNm e na subunidade grande o ARNt encaixa e catalízase a formación de enlaces peptídicos. Despois de completar a síntese de proteínas, as dúas subunidades sepáranse.

Táboa 9.2	Completa	Subunidade grande	Subunidade pequena
Procariotas	70 S	50 S	30 S
Eucariotas	80 S	60 S	40 S

Pódense atopar ribosomas:

- **Libres** no citoplasma
- **Adheridos á cara externa do retículo endoplasmático rugoso (RER) ou á cara citoplasmática** da membrana nuclear.
- Libres na matríz das **mitocondrias** (mitoribosomas) e no estroma do **cloroplastos** (plastirribosomas), en ambos casos con características similares aos ribosomas procariotas (tamaño menor e menor coeficiente de sedimentación, ver **Táboa 9.2**).

Os ribosomas son esenciais porque realizan a síntese de proteínas, para iso asóciáanse en grupos formándose **polirribosomas** ou **polisomas**; cada molécula de ARNm é xeralmente lida por unha serie de 5 a 40 ribosomas, de xeito que realizan varias copias da mesma proteína.

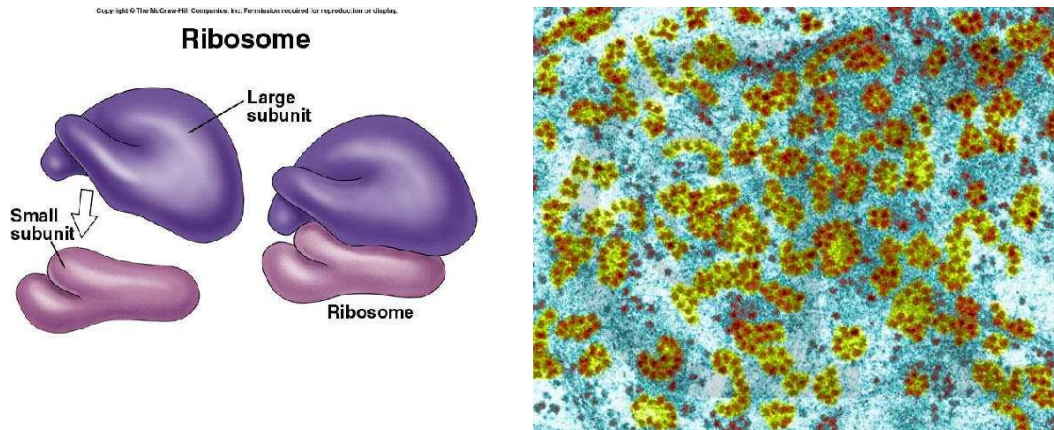


Figura 9.6. Modelo de ribosoma coas dúassubunidades. Fonte: Mac Graw Hill. **Figura 9.7.** Polirribosomas vistos en m. transmisión electrónica. Fonte: www2.estrellamountain.edu/facultade/farabee/biobk/BioBookCELL2.html

Segundo o lugar de síntese, as proteínas teñen diferentes destinos. As proteínas sintetizadas no RER son proteínas de membrana ou secretoras e van do RER ao aparato de Golgi onde maduran e se empaquetan, mentres que as proteínas sintetizadas nos polisomas do citoplasma permanecen no interior da célula (nos orgánulos de dobre membrana, o citoplasma ou o núcleo).

As inclusións acumulan substancias de reserva

As **inclusións** Son depósitos sen membrana de substancias de reserva como consecuencia da actividade metabólica da célula. Hai varios tipos de inclusións:

- Gránulos **hidratos de carbono**, que adoitan ser glicóxeno nas células animais, e amidón nas células vexetais. Utilízanse como almacén de enerxía (**Tema 2**).
- Gotas de **lipidos**: nas células vexetais abundan en sementes e froitos; nas células animais, os triacilglicéridos (graxas) acumúlanse no tecido adiposo (ver**Tema 3**), que constitúen a principal reserva de enerxía.
- **Cristais** de proteínas ou pigmentos nas células vexetais

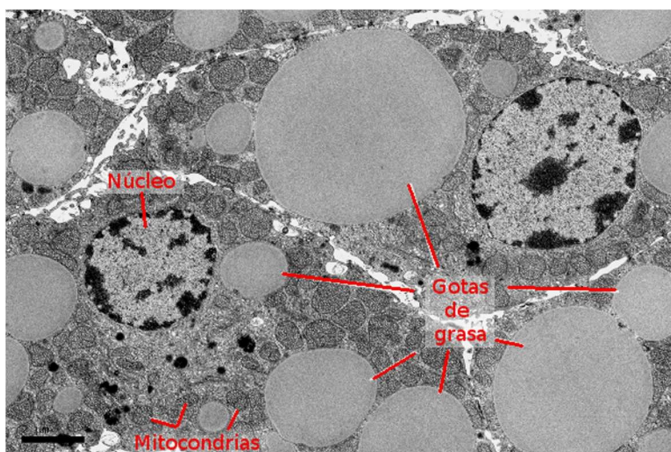


Figura 9.8. Gotas de graxa de aspecto homoxéneo nas células animais. Fonte: <http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/6-gota-lipidos.php>

9.3

HAI UN SISTEMA DE ENDOMEMBRANAS

Ademais da presenza dun núcleo, as células eucariotas caracterízanse pola existencia no seu citoplasma de orgánulos rodeados de **membranas**. Estes orgánulos proporcionan á célula compartimentos especializados nos que se desenvolven actividades específicas. Esta subdivisión do citoplasma permite que as células eucariotas funcionen de forma eficiente a pesar do seu gran tamaño. Os orgánulos membranosos pódense dividir en dous grupos segundo a súa estrutura e función:

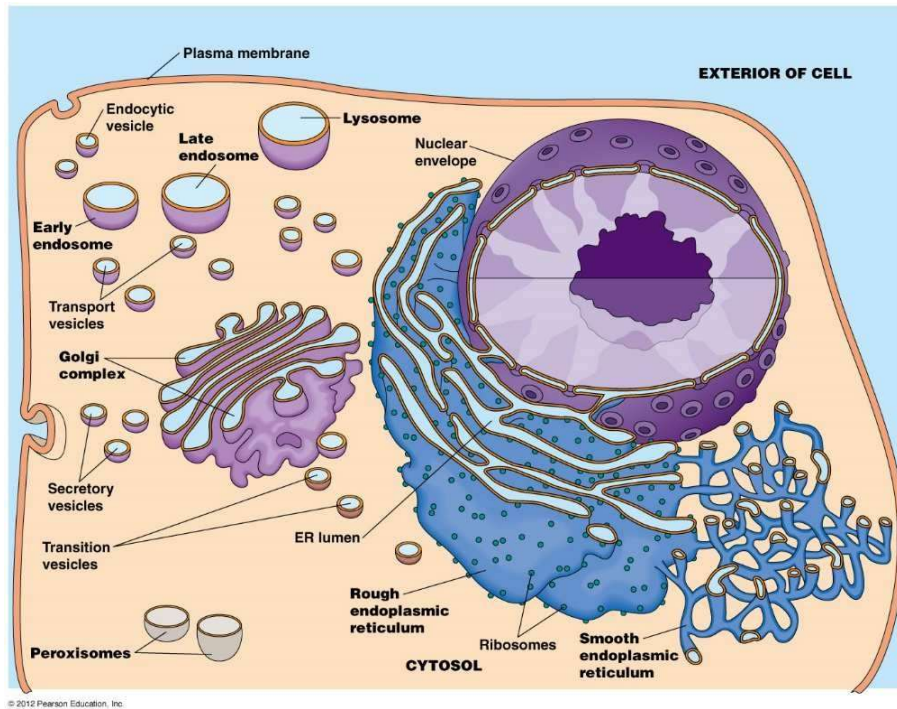


Figura 10.9.

Esquema dunha célula eucariota típica con todos os elementos do sistema endomembrana.
Fonte: Pearson



Sistema de endomembranas: É o conxunto de membranas celulares que forman unha única unidade funcional, ben por estar conectadas directamente, ben por intercambiar material entre elas por medio do transporte de vesículas. Encarga da **síntese, almacenamento e transporte** de produtos celulares.

Inclúe as membranas nuclear e plasmática, e os orgánulos e vesículas de membrana simple: o retículo endoplasmático, o aparello de Golgi e os sistemas vesiculares, incluíndo os lisosomas e os vacúolos.

Os **peroxisomas** aínda que son orgánulos de membrana simple non forman parte do sistema de endomembranas.



Orgánulos de dobre membrana: Son o núcleo, as mitocondrias, e os cloroplastos.

O retículo endoplasmático sintetiza lípidos e proteínas

O **retículo endoplasmático** está constituído por unha complexa **rede** de cavidades de distintas formas interconectadas e delimitadas por membranas simples. Ao estar interconectado este sistema constitúe un único compartimento cun espazo interno que recibe o nome de luz ou **lumen**. Xeralmente, o RE é o orgánulo máis grande da célula e esténdese por todo o citoplasma, comunicándose coa membrana nuclear.

O RE está composto por:

- **RE rugoso** ou **REL** formado por sáculos ou cisternas aplanadas con ribosomas adosados na cara externa da súa membrana, que se comunican coa membrana nuclear.
- **RE liso** ou **REL** formado por túbulos sinuosos sen ribosomas.
- Conxunto de **vesículas** (en ambos RE).

As funcións do REL .

Síntese, transporte e almacenamento de lípidos.

- Sintetízanse os lípidos das membranas celulares como os fosfolípidos, o colesterol, glicolípidos... Os ácidos graxos sintetízanse no citosol e entran na membrana pola acción dunha flipase.
- Síntese de hormonas esteroideas (hormonas sexuais, h. corticoadrenais) derivadas do colesterol.

Estes lípidos son transportados a outros sistemas membranosos en forma de pequenas vesículas.

Outras funcións son:

Desintoxicación .No REL prodúcese a inactivación e eliminación de moitos produtos tóxicos procedentes do exterior (medicamentos, drogas, alcohol...) ou do metabolismo celular. Este proceso ocorre principalmente nas células do fígado.

A desintoxicación consiste na introdución de grupos hidroxilo, amino, etc. en moléculas tóxicas, co fin de aumentar a súa solubilidade en auga e acelerar a súa eliminación a través da bile ou da urina.

Almacenamento de Ca^{2+} . O Ca^{2+} intervéen procesos importantes como a contracción muscular nas células musculares estriadas.

Liberación da glicosa a partir do glicóxeno. O REL está implicado no proceso de **glicoxenólise**, que consiste na descomposición do glicóxeno almacenado no fígado para liberar a glicosa ao torrente sanguíneo. Os encimas da membrana REL axudan ás moléculas de glicosa liberadas a atravesar a membrana celular e entrar no sangue.

En xeral, o REL non é un orgánulo aparente na maioría das células, pero está moi desenvolvido nos seguintes casos:

- Nas células hepáticas, porque o fígado é o órgano máis importante no proceso de desintoxicación (riles, pel, intestinos e pulmóns son outros órganos que degradan as toxinas), ademais, o fígado é a principal reserva de glicóxeno.
- Nas células do músculo estriado chámase **retículo sarcoplasmático**, e é esencial para a contracción muscular porque almacena calcio.
- Nas células que producen hormonas lipídicas ou derivadas de lípidos, como as células dos ovarios e dos testículos, que producen hormonas esteroideas (estróxenos e proxesterona nos ovarios e testosterona nos testículos).

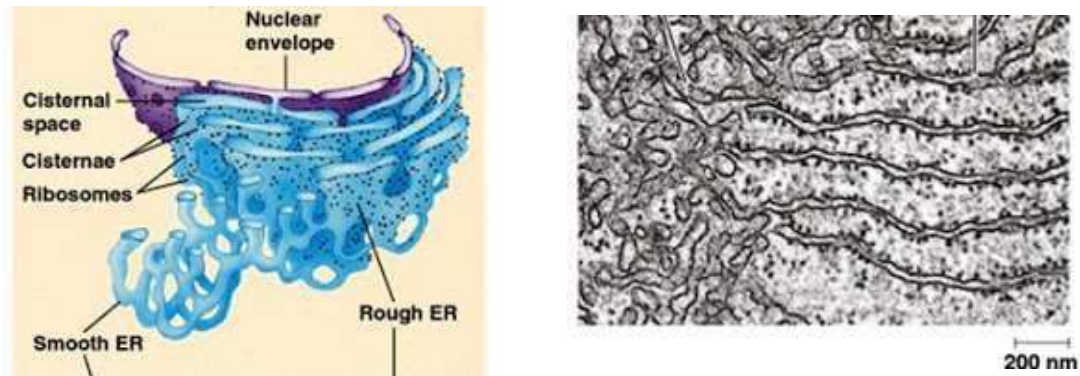
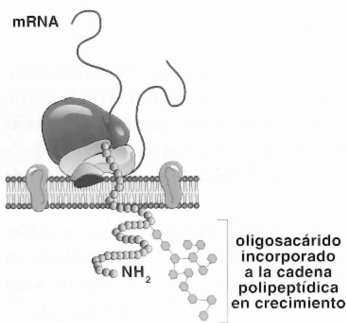


Figura 10.10. Relación entre membrana e RE. Na dereita imaxe do microscopio electrónico do RER e REL. Fonte: morfoudec.blogspot.com.es/2008/07/reticulo-endoplasmico-liso-rel.html

As funcións do RER. Intervén na **síntese, maduración, almacenamento e transporte de proteínas.**



O inicio da síntese ten lugar nos ribosomas libres, a unión do ribosoma á membrana do RE só ocorre cando, en primeiro lugar, sintetízase un **péptido sinal** que se une a receptores proteicos da membrana do RER. A proteína formada pode quedar como parte da membrana do retículo ou introducirse completamente no lumen.

As proteínas sintetizadas polos ribosomas do RER teñen varios destinos: o exterior da célula (secreción), o interior de outros orgánulos (lisosomas) ou formar parte das proteínas integrais das membranas. O transporte realízase por vesículas que

contéñen a proteína e que se desprenden por estrangulamento.

Glicosilación de proteínas.

A maioría das proteínas sintetizadas no RE rugoso están glicosiladas (mentres que as producidas en ribosomas do citosol non van estar glicosiladas). A glicosilación prodúcese por encimas situadas na membrana do R.E. que engaden oligosacáridos á proteína para formar glicoproteína, este proceso completárase no aparello de Golgi.

O desenvolvemento do R.E.R. varía nos distintos tipos celulares, estando moi desenvolvido nas células secretoras.

Os lípidos, proteínas e outras substancias producidas saen do RE nas chamadas vesículas de transición, e transpórtanse a outros orgánulos, normalmente ao aparato de Golgi e dende alí, aos lisosomas, á membrana plasmática ou ao exterior.

O aparello de Golgi completa e transporta produtos celulares

O aparello de **Golgi**, cuxo nome se debe ao seu descubridor, o científico italiano Camilo Golgi, está formado por un ou varios grupos de sáculos aplanados con extremos dilatados. Cada agrupación chámase **dictiosoma** e comprende de 4 a 8 **sáculos** ou cisternas independentes. Dos extremos dilatados dos sáculos, emerxen un gran número de vesículas.

O dictiosoma ten dúas caras, a **cis cara ou de formación**, está preto do RER e do núcleo e

adoita ser convexo; mentres que a **cara trans ou de maduración** está orientada cara á membrana plasmática, adoita ser cóncava e dos seus bordos despréndense moitas vesículas secretoras.

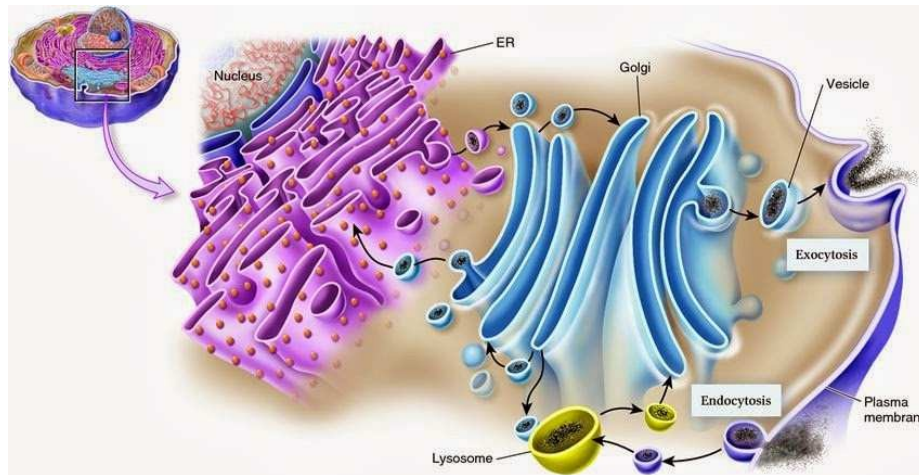


Figura 10.11. Transporte e maduración de substancias a través do aparello de Golgi.

Fonte: <http://cienciasdejoseleg.blogspot.com.es/2014/03/introduccion-al-aparato-de-golgi.html>

Funcións do aparello de Golgi

- **Maduración e transporte** de lípidos e as proteínas procedentes do R.E., contén unha gran cantidade de encimas que as modifican a medida que van pasando polas cisternas dos dictiosomas

O transporte das substancias realízase do seguinte xeito: as **vesículas de transición** con substancias procedentes do retículo únense á cara cis do dictiosoma, incorporando o seu contido. Nos extremos dilatados dos sáculos (ou cisternas) fórmanse **vesículas intercisterna** que pasan o contido de sáculo a sáculo, que vai madurando, ata chegar á cara trans, onde se concentran e saen en **vesículas (lisosomas, vesículas de secreción)**.

- **Glicosilación.** É o proceso de maduración máis frecuente, completado a glicosilación iniciada no RE., os oligosacáridos sintetizados polo aparato de Golgi únense aos lípidos e proteínas formando glicolípidos e glicoproteínas.
- Dirixe a distribución e exportación de **proteínas**: polo lado trans, as proteínas maduras clasifícanse e agrúpanse segundo o seu destino final e distribúense en tres grandes grupos: lisosomas, membrana plasmática ou secreción celular por exocitose (vesículas de secreción) .

As células especializada na secreción caracterízanse por presentar o R.E.R. e o complexo de Golgi moi desenvolvido; como as células exocrinas do páncreas que sintetizan e segregan no intestino diferentes encimas do tracto dixestivo, e os linfocitos B que sintetizan e secretan inmunoglobulinas (anticorpos), etc.

- A formación de vesículas e a exocitose contribúen á reciclaxe da **membrana plasmática**.
- Sintetiza **polisacáridos**: nas células vexetais fabrica compoñentes da parede celular como hemicelulosas ou pectinas, e nas células animais fabrica compoñentes do glicocálix e da matriz extracelular (por ex. ácido hialurónico) do tecido conxuntivo.

- Forma o **fragmoplasto**. As vesículas secretoras, na división celular vexetal, únense para formar o primeiro tabique que separa as dúas células fillas. Non intervén na formación de capas de celulosa, que se forman na superficie celular coa axuda de encimas da membrana plasmática.
- Forma **lisosomas**.

Os conteñen encimas hidrolíticos

O **lisosomas** son vesículas membranosas formadas no aparello de Golgi que conteñen un conxunto de encimas **hidrolíticos** que se utilizan para a dixestión intracelular. Os encimas fórmanse no RER, pasan ao aparato de Golgi onde se activan, maduran e concentran, e despois acumúlanse no interior dos lisosomas. Estes encimas producen reaccións de hidrólise, nas que os enlaces covalentes dos polímeros orgánicos (hidratos de carbono, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos) se rompen coa axuda da auga, liberando monómeros útiles para a célula.

Os lisosomas teñen unha membrana plasmática especial, coa cara interna provista de proteínas moi glicosiladas, para evitar o ataque das hidrolases. Para o bo funcionamento dos encimas requírese un pH entre 3 e 6, é dicir, un medio ácido, xa que estes encimas son **hidrolases** ácidas; para iso, na membrana do lisosoma hai bombas de protóns que introducen H^+ no lisosoma con gasto de ATP. Por outra banda, a membrana tamén posúe proteínas que transportan ao citoplasma os monómeros resultantes da dixestión.

Segundo o seu contido recoñécense 3 tipos de lisosomas: primarios, secundarios e residuais.

- **Lisosomas primarios** son as vesículas recién formadas na cara trans do aparello de Golgi, só conteñen encimas dixestivos e aínda non interviñeron no proceso hidrolítico.

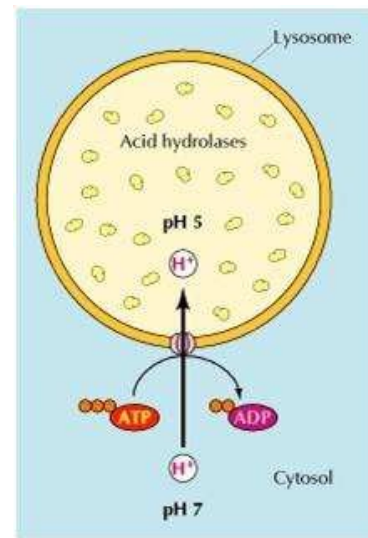
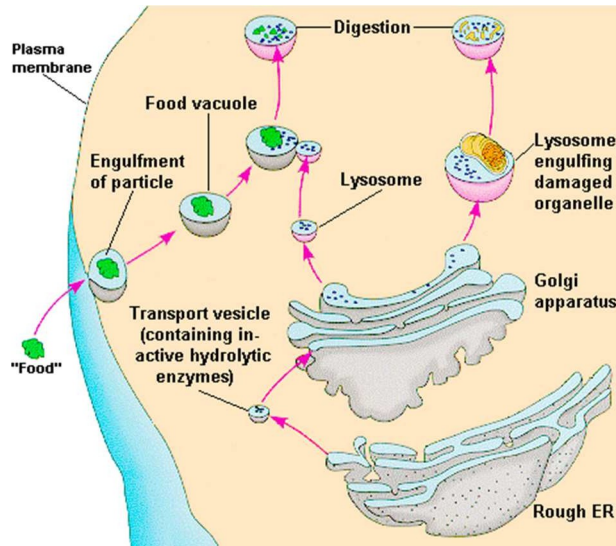


Figura 9.12. Orixe dos lisosomas do aparello de Golgi e diferenza entre autofaxia e heterofaxia.

Imaxe 9.13. Estrutura interna dun lisosoma

- **Lisosomas secundarios** ou activos, fórmanse cando os lisosomas primarios se fusionan con vesículas que conteñen os materiais a dixir, que poden vir do exterior se son vesículas de endocitose (endosoma ou fagosoma) ou da propia célula (autofagosomas).
- **Autofaxia**. Cando se dixiren materiais da propia célula. Os autofagosomas son vesículas que

conteñen por exemplo, orgánulos danados (por substancias tóxicas ou envellecidos) que non realizan ben a súa función; adoitan estar rodeados por unha membrana do retículo endoplasmático.

A autofaxia elimina materiais inútiles e destrúe áreas danadas da célula, garantindo a reciclaxe e substitución dos compoñentes celulares e evitando a dexeneración celular. Tamén interveñe en procesos nos que se producen transformacións de tecidos como no desenvolvemento embrionario, na diferenciación celular e na metamorfose,.

Ademais, os lisosomas teñen a capacidade de percibir o estado nutricional da célula e asegurar a súa nutrición en condicións de xaxún, consumindo os seus propios materiais.

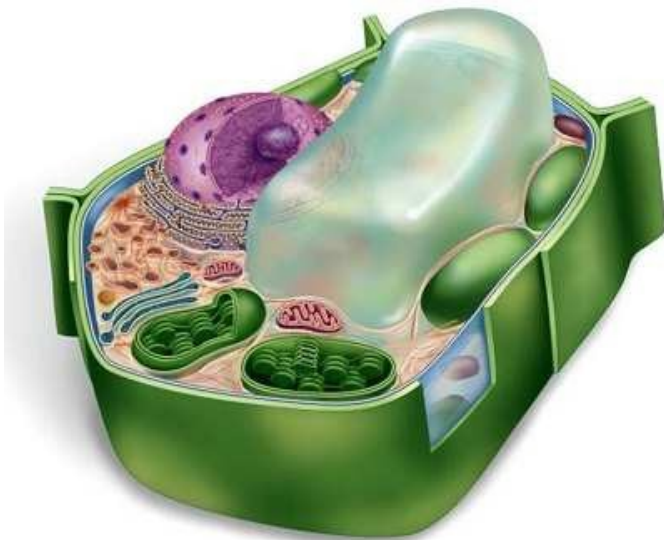
- **Heterofaxia.** Cando se dixeran materiais captados do exterior. Nas células fagocíticas do sistema inmunitario os fagosomas únense aos lisosomas para destruír microorganismos patóxenos, como virus e bacterias, que participan na defensa do organismo.

- **Corpos residuais** son lisosomas secundarios que completaron o proceso dixestivo e que gardan os residuos no seu interior. Os problemas na eliminación destes residuos relacionáronse coa aparición de enfermidades dexenerativas.

- Lisosomas especiais son o **acrosoma** dos espermatozoides, que lle permite perforar as membranas do óvulo; e os **grans de aleurona** das sementes que acumulan proteínas, a humidade activa os encimas hidrolíticos comezando a xerminación.

Os vacúolos realizan varias funcións

Os **vacúolos** son vesículas formadas por unha membrana, nas células animais, adoitan ser pequenas -denominadas xeralmente vesículas-, pero nas células vexetais adoitan ser moi grandes, ocupando ata o 90% da célula vexetal. En xeral só hai unha ou dúas por célula e a súa membrana chámase **tonoplasto**.



Imaxe 10.13. Modelo de célula vexetal cunha gran vacúola central.

Fonte: [www.bioloxia.esquina.com / APbioloxia / célula ular / notes_cells2.html](http://www.bioloxia.esquina.com/APbioloxia/celula_ular/notes_cells2.html)

A palabra vacúolo provén de vacuus, que significa baleiro, posto que parecen baleiros vistos ao microscopio, pero en realidade están cheos de auga ou doutros produtos e realizan diversas funcións como:

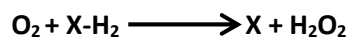
- Mantemento do **turxencia** celular; a auga que enche as vacúolos axuda a manter a célula turxente, desenvolvendo unha función estrutural que complementa a que realiza a parede celular.

- Mantemento da **homeostase**, axudan a controlar os niveis de auga e sales da célula.
- **Almacenamento** de diversas substancias, como substancias de reserva, produtos de refugallo, substancias tóxicas que serven de defensa contra os depredadores, pigmentos que dan cor aos pétalos...

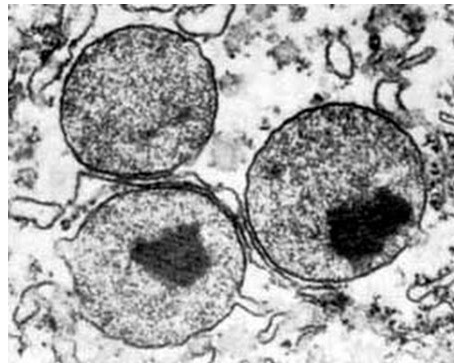
Os peroxisomas participan nas reaccións oxidativas

O **perosixomas** Son vesículas que conteñen enzimas oxidativas, as máis importantes son as oxidases e as catalases ou peroxidases

- Os peroxisomas realizan a oxidación de diferentes substratos. Usan as **oxidases**, que empregan O_2 , e pode formarse peróxido de hidróxeno (H_2O_2), é dicir, auga osixenada. Acción da oxidase sobre unha substancia X responde á seguinte reacción:



Imaxe 10.14. Imaxe de perosixoma ao microscopio electrónico.
Fonte: <http://www.oocities.org/ar/biolcito/peroxi4.htm>



Como o H_2O_2 é unha substancia altamente oxidante, moi tóxica para a célula, elimínase rapidamente coa axuda da **catalase** que utiliza H_2O_2 á súa vez para oxidar outras substancias. A acción da catalase sobre unha substancia Y resúmese na seguinte reacción:



Deste xeito, a substancia Y oxidase pola perda de hidróxenos e elimínase o peróxido de hidróxeno, converténdose en auga.

As oxidacións nos peroxisomas non implica directamente ganancia de ATP (parte se disipa da enerxía disípase en forma de calor). A funcións destas oxidacións son:

- **Detoxificación.** Degradan substancias tóxicas por oxidación. Por exemplo, no caso do ser humano, os peroxisomas abundan nos hepatocitos do fígado, órgano moi afectado polo consumo de alcol. Parte do etanol inxerido oxídase nos peroxisomas do seguinte xeito:



O alcohol perde dous hidróxenos, oxídase a acetaldehído e o peróxido de hidróxeno elimínase en forma de auga.

- **Catabolizar os ácidos graxos, fundamentalmente os de cadea longa e insaturados** en moléculas máis pequenas que continuarán a súa oxidación nas mitocondrias.

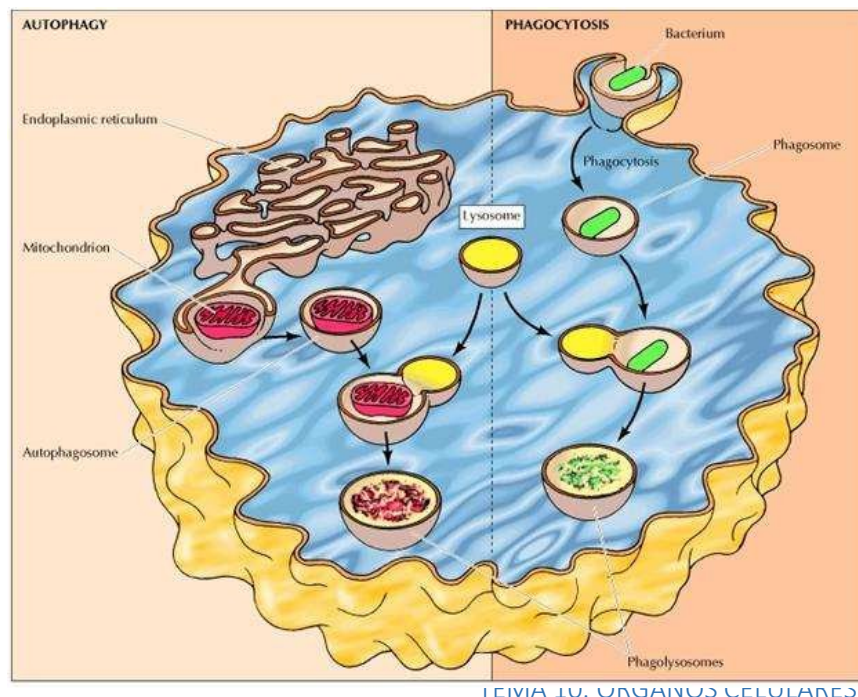
Pode producirse a beta-oxidación similar a das mitocondrias, pero no peroxisoma, a cadea acórtase e prodúcese H_2O_2 , en lugar de NADH y $FADH_2$.

Os peroxisomas fórmanse a partir do RE pero **teñen a capacidade de dividirse por si mesmos** para xerar novos peroxisomas, o que suxire que poderían ser orgánulos endosimbóticos, xunto coas mitocondrias e os cloroplastos. A súa función orixinal sería loitar contra os efectos tóxicos provocados polo metabolismo aeróbico.

Nas células dalgunhas sementes oleaxinosas (por exemplo, xirasol) hai un tipo de peroxisomas chamados **glioxisomas**, capaz de converter os ácidos graxos en hidratos de carbono. Deste xeito, cando a semente xermina, ten a glicosa como forma de enerxía inmediata ata que é capaz de facer a fotosíntese. Para as sementes é máis vantaxoso almacenar lípidos que hidratos de carbono, xa que ocupan menos espazo; esta reacción, porén, non a poden levar a cabo as células animais, aínda que sí a contraria (por iso os doces engordan se se inxiren en grandes cantidades) . Nas células vexetais, os peroxisomas participan no proceso de **fotorespiración**.

PREGUNTAS E EXERCICIOS

1. O acrosoma do espermatozoide contén encimas hidrolíticos para destruír a cuberta do óvulo e así poder fecundalo. En que orgánulo se orixinará?
2. Que pasará nunha célula sometida a xaxún? Que orgánulo será o encargado de conseguir o alimento? Describe o proceso.
3. Os espermatozoides de musgos e fentos son unha excepción, son as únicas células vexetais que teñen un orgánulo do que carecen practicamente todas as demais. De que orgánulo estamos a falar?
4. Os cloroplastos móvense nas células vexetais segundo a intensidade luminosa dende a parte distal ata a basal, que estruturas celulares interveñen neste movemento?
5. Poderíamos comparar o citoesqueleto e o esqueleto humano ¿En que se parecen e en que se diferencian?
6. Interpreta os procesos que se producen na seguinte figura

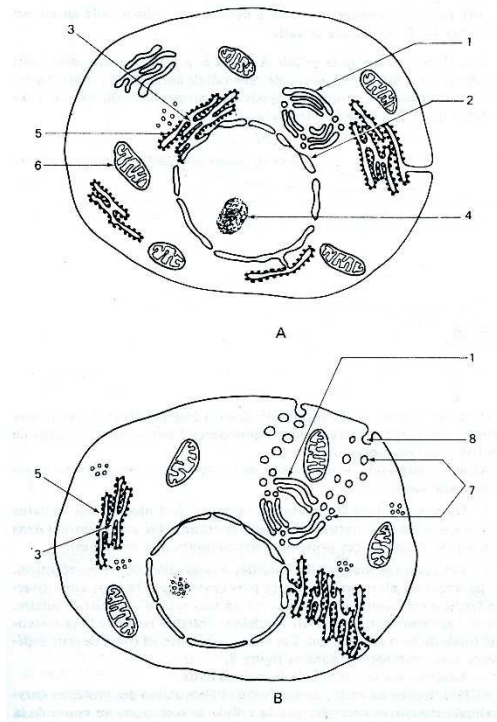


7. Os precursores radioactivos utilízanse para estudar as células secretoras. A célula A é dunha rata que recibe uridina marcada, a radioactividade maniféstase a nivel do orgánulo 5. A célula B, doutra rata, é do mesmo tecido; este animal recibe un alimento que contén un marcado aminoácido.

Co paso do tempo, a radioactividade detéctase nos seguintes orgánulos: 5 → lumen de 3 → 1 → 7 → 8

- a) pon os nomes dos orgánulos e interpreta as observacións

b) Cal é a importancia da radioactividade a nivel do orgánulo 5?



c) se o experimento na cela A se fixera antes, a que nivel atoparíamos marcada a uridina?
 NOTA A uridina é unha substancia precursora do uracilo.

8. Completa a seguinte táboa, indicando o tipo de fibra citoesquelética predominante:

	Microfilamento	Filamento intermediario	Microtúbulos
<i>Axón dunha neurona</i>			
<i>Microvellosidades</i>			
<i>Célula epitelial</i>			
<i>Axonema dun cilio</i>			
<i>Fuso mitótico</i>			
<i>Pseudópodos</i>			
<u><i>Célula muscular</i></u>			

9. As mulleres que teñen unha dineína defectuosa por un problema xenético teñen unha tose característica e son estériles. Cal é a base molecular destes síntomas clínicos? Razón para iso.

10. A faloidina é un alcaloide producido polo fungo *Amanita phalloides* que estabiliza os filamentos de actina evitando calquera modificación. Que efectos terá na saúde a inxestión deste fungo? Razón para iso polos seus efectos celulares.

11. As células das plantas superiores non teñen centríolos, nin cilios nin flaxelos. *Chlamydomonas* é unha alga unicelular eucariota dotada de flaxelos, esperarías que tivese centríolos? por que?

12. A ricina é unha poderosa toxina presente nas sementes dunha planta chamada ricino (*Ricinus communis*). Hoxe sabemos que funciona inactivando os ribosomas. Recentemente parece que foi atopado en laboratorios dun grupo terrorista, cal será o seu efecto na persoa que o reciba? Explica a nivel celular