

Tema 1.2. Niveis de organización dos seres vivos

1. A TEORÍA CELULAR

En 1600, descubriuse o microscopio óptico. Aínda que sinxelos, estes primeiros microscopios permitían observar obxectos que ata ese momento permaneceran ocultos á vista.

En 1665, foron observadas as primeiras células cun microscopio simple ou lupa por **Robert Hooke**. O seu debuxo máis famoso reproduce a imaxe observada ao microscopio dunha fina lámina de cortiza que presenta unha estrutura similar a un panal de abellas, e Hooke utilizou por primeira vez o termo célula para designar cada unha destas cavidades microscópicas ou celas.

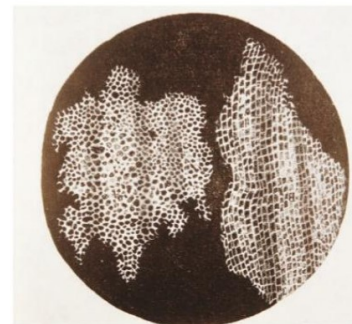


Figura 2.4. Debuxo dunha lámina de cortiza vista ao microscopio por Robert Hooke.

En 1673, **Antoni van Leeuwenhoek** cun microscopio moi sinxelo fabricado por el, descubriu pequenos seres vivos na auga das pozas, aos que lles chamou “animáculos”.

O botánico **Matthias J. Scheiden** e o seu amigo, zoólogo **Theodor Schwann**, publicaron en 1838 e 1839, respectivamente, cadanseu traballo nos que coincidían afirmar que a célula era a unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos. O primeiro afirmábao para as plantas e o segundo para os animais.

O problema da orixe e a reprodución das células aínda tardou case vinte anos en ser aclarado. En 1855, **Rudolph Virchow** formulou o axioma: “ Toda célula procede doutra célula”.

Polo tanto, non sería ata mediados do século XIX cando se completou a **teoría celular** que consta dos seguintes postulados/principios:

1. A célula é a **unidade estrutural** dos seres vivos: todo organismo vivo está formado por unha ou máis células.
2. A célula é a **unidade funcional** dos seres vivos: é a unidade máis pequena a nivel atómico que cumpre as 3 funcións vitais dun ser vivo (nutrición, relación e reprodución).
3. A célula é a **unidade reprodutora**: toda célula procede doutra xa existente.
4. O material hereditario que contén a **información xenética** dunha célula **pasa da célula nai ás dúas células filla**, é dicir, transmítese dunha xeración á seguinte.

O sistema nervioso era a única excepción a esta teoría. Só a partir dos estudos do español **Santiago Ramón y Cajal**, en 1888, se soubo que tamén estaba formado por células, as neuronas, e con iso, da xeneralización da teoría celular a todos os tecidos.

En 1930, a construción dos primeiros **microscopios electrónicos** permitiu confirmar a teoría celular.

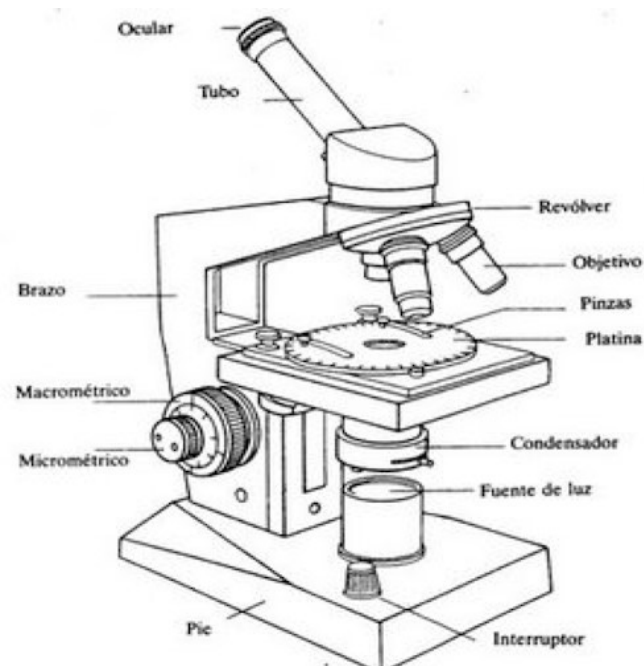
Hoxe en día todas esas afirmacións están aceptadas e, ademais, clasificamos aos seres vivos segundo o número de células (unicelulares ou pluricelulares) e segundo o tipo de organización celular (eucariota e procariota).

2. MICROSCOPIO ÓPTICO E MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

A principal técnica que se emprega para estudar a materia viva, sobre todo ao nivel que non abarca o ollo humano, é o microscopio. Para ver estruturas usaremos microscopios e prepararemos o que queremos observar (preparacións microscópicas). Basicamente, diferenciamos dous tipos de microscopios: óptico e electrónico.

- **MICROSCOPIO ÓPTICO (M.O.): alcanza os 2500 aumentos** (2500x) e permiten observar incluso seres con vida. Ademais de ser portátil, ten a vantaxe de permitir observacións in vivo e en cor. Aínda que hai moitos tipos (de luz visible, de luz ultravioleta,...) a estrutura básica é a seguinte:

- **Ocular:** lente a través da cal se visualiza a mostra.
- **Revólver:** soporte xiratorio con diferentes obxectivos.
- **Obxectivo:** recolle os raios de luz que atravesan a mostra e produce unha imaxe aumentada da mesma.
- **Mostra:** colocada entre o portaobxectos e cubreobxectos.
- **Platina:** sostén a mostra e móvese verticalmente cando se xiran o macrométrico e o micrométrico.



- **Condensador/diafragma:** concentra os raios de luz sobre a mostra.
- **Fonte de luz:** ilumina a mostra.
- **Micrométrico e macrométrico:** permite enfocar a imaxe.
- **Pé ou base:** soporte físico dos elementos ópticos.

O **poder de resolución do microscopio** é a capacidade de distinguir dous puntos que se atopan moi próximos para que se vexan diferenciados (ver a imaxe con maior “nitidez”).

- **MICROSCOPIO ELECTRÓNICO (M.E.):** utiliza como fonte de radiación un feixe de electróns emitidos dende o cátodo cara o ánodo. O seu poder de resolución sitúase entre os 20.000 e 500.000 aumentos, permitindo estudar a estrutura subcelular (orgánulos). Atopamos 2 modalidades deste microscopio:

→**M.E.T. (de transmisión)** alcanza os 500.000 aumentos e permite observar preparacións non vivas da estrutura subcelular en branco e negro.

→**M.E.V. (de varrido)** alcanza os 20.000 aumentos e permite observar células enteiras non vivas e superficies de organismos enteiros, as imaxes en branco e negro proporcionan unha aparencia tridimensional das súas superficies.

3. A CÉLULA

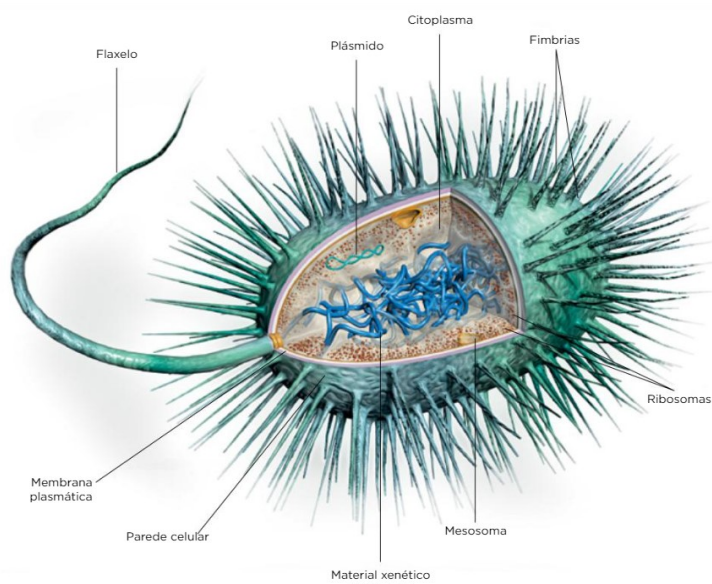
Todas as células teñen **membrana plasmática, citoplasma e ADN.**

- A **membrana plasmática** é unha envoltura moi delgada formada por unha bicapa lipídica (fosfolípidos) entre os que se intercalan proteínas. Cuxas funcións son: separar o citoplasma do medio que a rodea, regular a entrada e saída de sustancias que se produce entre ambos e detecta estímulos e permite a comunicación entre células.
- O **citoplasma** é o contido celular formado por unha solución acuosa viscosa/xelatinosa denominada citosol ou hialoplasma, cuxa función é albergar os orgánulos.
- O **material xenético** é o ADN cuxa función é portar a información hereditaria.

3.1. A CÉLULA PROCARIOTA

As células procariotas caracterízanse porque o seu material hereditario non está separado do citoplasma por unha membrana, é dicir, **carece de núcleo**. Son exclusivas das **bacterias**, organismos unicelulares, moi pequenos, cuxa lonxitude adoita estar comprendida entre 1 e 10 μm , e constitúen o reino monera. A célula procariota adoita ter a seguinte organización celular:

- O **citoplasma** inclúe:
 - O **citosol ou hialoplasma**, formado por auga que contén sales disolvidos, moléculas orgánicas pequenas e macromoléculas dispersas, como proteínas.
 - Os **ribosomas**: orgánulos formados por ARN e proteínas nos que se sintetizan proteínas.
- **Nucleoide**: rexión que contén o material hereditario que adoita ser unha molécula de ADN con forma circular. En moitas ocasións, constan de pequenas moléculas circulares de ADN independentes do cromosoma bacteriano denominadas **plásmidos**.
- A **membrana plasmática** forma dobras/repregamentos cara ao interior denominados **mesosomas**, que interveñen na división celular.
- A **parede celular** é unha envoltura dura e ríxida que rodea a membrana plasmática e dá forma á bacteria. En ocasións, poden ter unha segunda cuberta que envolve á parede chamada **cápsula**, e dá protección á bacteria.
- Algunhas especies teñen prolongacións:
 - Os **flaxelos** que son longos e serven para a locomoción.
 - As **fimbrias** que son curtas e lles serven para fixarse ao substrato e intercambiar material xenético con outras bacterias.



3.2. A CÉLULA EUCARIOTA

As células eucariotas son moito máis complexas ca as procariotas, tanto estrutural como funcionalmente. Ao igual que as procariotas, teñen **membrana plasmática, citoplasma con ribosomas e ADN**, mais diferéncianse delas pola **presenza de núcleo, orgánulos citoplasmáticos e citoesqueleto**. Clasicamente o núcleo considerouse a estrutura diferenciadora entre as células eucariotas e procariotas.

Dentro da célula eucariota podemos diferenciar: **vexetal e animal**

ESTRUTURA XERAL DUNHA CÉLULA VEXETAL E UNHA ANIMAL

Célula vexetal

Cloroplastos (1). Son orgánulos específicos das células vexetais; no seu interior realízase a fotosíntese.

Parede celular (2). Cuberta externa que actúa como exoesqueleto. É grossa e ríxida e desenvólvena as células vexetais sobre a membrana plasmática.



Vacúolos (3). A maior parte das células vexetais presentan grandes vacúolos, que desempeñan funcións tan diversas coma a dixestión de macromoléculas e o almacenamento de nutrientes ou substancias de refugallo.

Mitocondrias (4). Orgánulos presentes en todas as células eucariotas, en cuxo interior se leva a cabo o metabolismo oxidativo, durante o cal se forma a maioría das moléculas de ATP.

Lisosomas e peroxisomas (5). Proporcionan compartimentos especializados na dixestión e na oxidación dalgunhas macromoléculas.

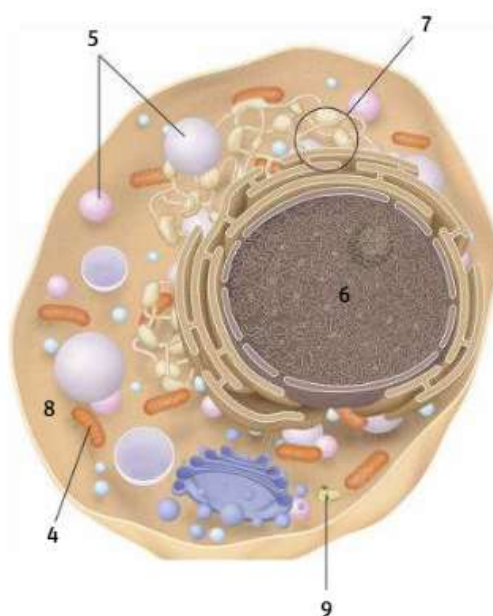
Núcleo (6). Orgánulo presente en todas as células eucariotas que alberga no seu interior a información xenética en forma de ADN.

Retículo endoplasmático e aparato de Golgi (7). Están especializados na síntese e no transporte de proteínas, e na síntese de lípidos, na incorporación á membrana plasmática ou na incorporación aos lisosomas.

Citoesqueleto (8). É fundamental na estrutura e na función da célula animal. Trátase dunha rede de filamentos e proteínas asociadas que se estende por todo o citoplasma, desde a membrana nuclear ata a envoltura plasmática. É o responsable da forma da célula, da distribución dos orgánulos e dos movementos das células, das vesículas intracelulares e dos cromosomas durante a mitose.

Célula animal

Centrosoma (9). Estrutura sen membrana, presente nas células animais. É o centro organizador dos microtúbulos.



ORGÁNULOS MEMBRANOSOS

A **pared celular** é unha estrutura ríxida situada por fóra da membrana plasmática e formada fundamentalmente por **celulosa**.

Esta parede protexe as células e mantén a súa forma.

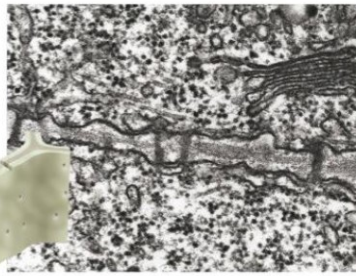


Figura 2.19. Pared celular vista ao MET.

Os **vacúolos** son vesículas (ás veces, só unha) moi grandes rodeadas de membrana e que chegan a ocupar ata o 90% do volume celular.

Realizan funcións de almacenamento. Ademais, axudan a manter a forma da célula grazas á presión que exercen sobre a parede (turgescencia).

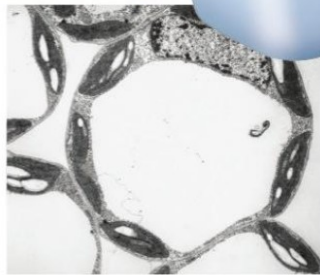


Figura 2.20. Vacúolo visto ao MET.



Os **cloroplastos** son orgánulos rodeados dunha dobre membrana que delimita un espazo interior chamado **estroma**. Nas plantas teñen forma lenticular, pero nas algas poden aparecer con forma estrelada ou en espiral. O seu tamaño varía entre 2 e 6 μm . O número de cloroplastos por célula, aínda que variable, oscila entre 20 e 40.

No estroma hai estruturas membranosas en forma de sacos, chamados **tilacoides**, en cuxas membranas se encontra a **clorofila**, pigmento responsable da cor verde das plantas. Os tilacoides poden estar illados ou superpostos en forma de moreas de moedas que reciben o nome de **grana**. Este termo débese a que, ao microscopio óptico, aparecen como grans de cor verde.

Nos cloroplastos realízase a **fotosíntese**. Neste proceso sintetízase materia orgánica a partir de materia inorgánica coa axuda da enerxía solar captada pola clorofila. Ademais, o cloroplasto é capaz de fabricar algunhas das súas proteínas utilizando as pequenas moléculas de ADN e os ribosomas que posúe no estroma.

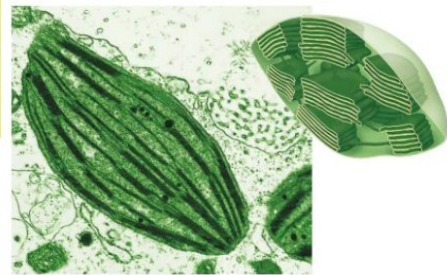


Figura 2.21. Cloroplasto visto ao MET, falsa cor.



Figura 2.15. Mitocondria vista ao MET.



As **mitocondrias** teñen forma cilíndrica ou esférica. O seu tamaño oscila entre 0,5 e 1 μm , e o seu número é moi variable, dependendo do tipo de célula e da súa actividade. Están rodeadas dunha dobre membrana que delimita un espazo interior chamado **matriz**. A membrana interna prolóngase cara ao interior, formando **cristas**.

Nas mitocondrias prodúcese a **respiración celular**; a oxidación produce a enerxía que as células necesitan para o seu mantemento. Ademais, a matriz contén ribosomas e pequenas moléculas de ADN, polo que pode fabricar algunhas das súas proteínas.

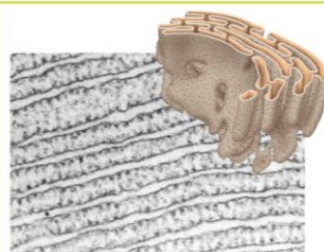


Figura 2.11. Retículo endoplasmático rugoso visto ao MET.



O **retículo endoplasmático** é un conxunto de tubos e sacos aplanados, comunicados entre si, que se estende por todo o citoplasma celular.

- O **retículo endoplasmático rugoso (RER)** está formado por sacos aplanados cubertos exteriormente por **ribosomas**.

Os ribosomas son estruturas non membranosas encargadas da síntese de proteínas. Para iso utilizan a información transportada polo ARN, que é copia do ADN nuclear.

- O **retículo endoplasmático liso (REL)** carece de ribosomas e está formado por tubos ramificados. Nel fábrícanse os lípidos da membrana.

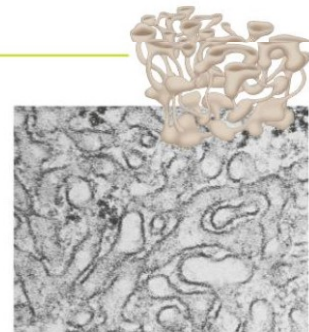
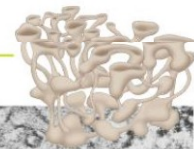


Figura 2.12. Retículo endoplasmático liso visto ao MET.



O **aparato de Golgi** é un conxunto de moreas de sacos membranosos que se encontran rodeados de vesículas.

A súa función é empacar, no interior das vesículas, moléculas sintetizadas no retículo endoplasmático para expulsalas ao exterior celular (secreción) ou transportalas a outros orgánulos.

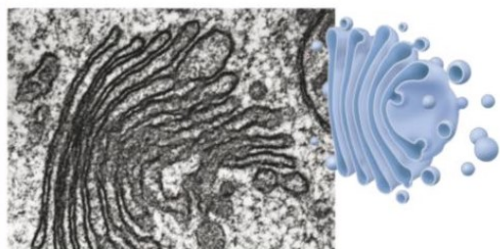


Figura 2.13. Aparato de Golgi visto ao MET.

Os **lisosomas** son vesículas membranosas, formadas no aparato de Golgi, con enzimas dixestivas (hidrolases).

Son responsables da dixestión no interior da célula. Para iso, fúndense a vesículas cargadas de materia orgánica e transforman as macromoléculas en moléculas orgánicas sinxelas.

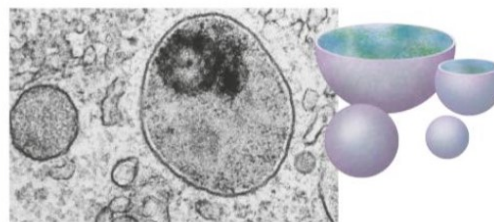


Figura 2.14. Lisosomas vistos ao MET.

Núcleo

Cando unha célula non está en división, período coñecido como **interfase**, pódese observar o seu núcleo cunha forma máis ou menos esférica e situado na parte central ou desprazado cara á periferia. No núcleo interfásico distínguense as seguintes estruturas:

- **Membrana nuclear.** É unha envoltura formada por dúas membranas cuxa superficie está cuberta por numerosos ribosomas (orgánulos que fabrican as proteínas celulares). Esta membrana ten unhas perforacións, denominadas **poros nucleares**, que permiten o intercambio de substancias entre o núcleo e o citoplasma.
- **Nucleoplasma.** É o líquido nuclear.
- **Nucléolo.** É unha estrutura redondeada cuxa cor é máis escura que o resto do núcleo. Nel fabrícanse os compoñentes dos ribosomas.
- **Cromatina.** Está formada por filamentos de ADN e proteínas. Durante a división celular, condénsase e forma os **cromosomas**. Existen tantos filamentos de cromatina como cromosomas presentará a célula na súa fase de división.

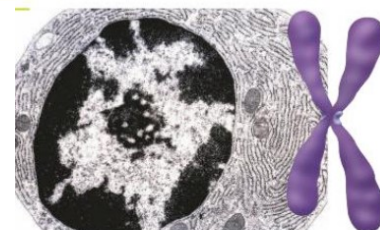
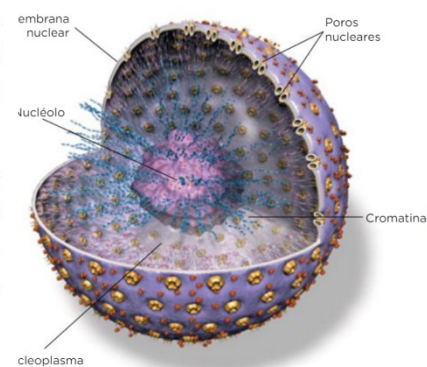


Figura 2.16. Núcleo visto ao MET e cromosoma.

As **funcións** do núcleo son: conter a información hereditaria e controlar as actividades celulares.

ORGÁNULOS NON MEMBRANOSOS

O **citoesqueleto** é un conxunto de filamentos de proteínas de varios tipos que se distribúen, en forma dunha rede, no citosol.

Dá forma á célula e é responsable tanto do transporte de materiais dentro da célula como do movemento celular.

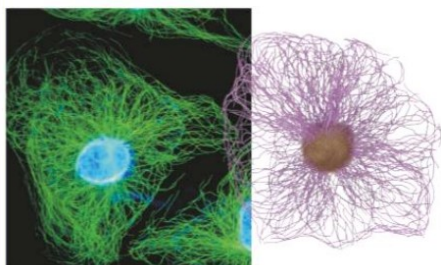


Figura 2.9. Citoesqueleto visto ao MO de fluorescencia.

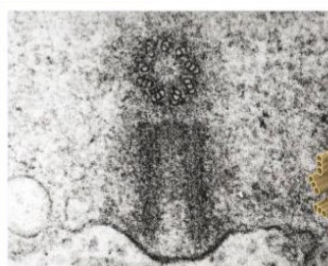


Figura 2.10. Centríolos vistos ao MET.

O **centrosoma** constitúe unha zona próxima ao núcleo a partir da que xorden os filamentos do citoesqueleto. Nas células animais contén no seu interior unha parella de estruturas cilíndricas ocas, dispostas unhas perpendiculares ás outras e denominadas **centríolos**.

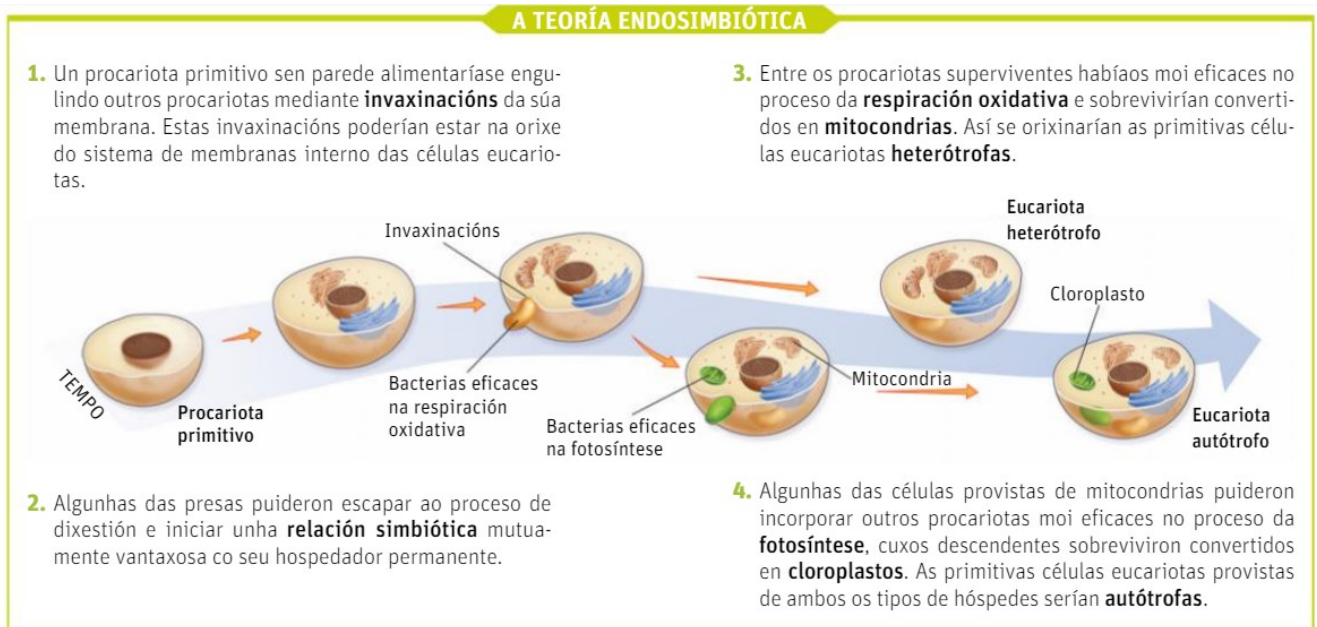
Encárgase de organizar os filamentos do citoesqueleto.

Os cilios e flaxelos teñen na súa base unha estrutura similar aos centríolos.

4. A TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

A teoría endosimbiótica foi proposta pola bióloga estadounidense **Lynn Margulis** (1938-2011) para explicar a aparición das células eucariotas a partir da **endosimbiose** seriada de dous ou máis procariotas diferentes. O nome fai referencia ao caso particular no que dous organismos se benefician por vivir e traballar xuntos (simbiose), e ademais un vive dentro do outro (endosimbiose).

A proposta apóiase basicamente en que o núcleo, os cloroplastos e as mitocondrias posúen moléculas de ADN que revelan unha orixe diferente, probablemente unha orixe bacteriana. Os cloroplastos lembran ás cianobacterias (procariotas fotosintéticos) e as mitocondrias lembran certas bacterias moi eficaces na respiración oxidativa. En liñas xerais, o proceso puido suceder así:



Os **argumentos** que apoian a orixe bacteriana das mitocondrias e cloroplastos son os seguintes:

1. Conteñen pequenos cromosomas circulares, semellantes aos das bacterias actuais.
2. Teñen unha dobre membrana: a máis interna corresponde á bacteria engulida e a máis externa proviría da bolsa que se forma na fagocitose.
3. Tamaño e aparencia coinciden cos das bacterias.
4. Multiplícanse dentro da célula mediante un proceso similar ao que utilizan as bacterias.