

TEMA 8. A ORGANIZACIÓN CELULAR DOS SERES VIVOS

1. INTRODUCCIÓN

Este tema está dedicado á célula, tanto eucariota coma a procariota. Ímonos centrar na súa estrutura e no seu funcionamento, de forma que imos estudar os diferentes orgánulos e a súa utilidade, ademais de ver como se nutre, como se relaciona e, sobre todo, como se reproducen as células.

2. A TEORÍA CELULAR.

Á Teoría celular chegouse grazas a unha serie de descubrimentos científicos que foron ligados á mellora da calidade dos microscopios. A pesar de que hoxe en día o seu enunciado nos pode parecer obvio, chegar ós seus postulados foi un traballo que tomou séculos de traballo e a colaboración de moitos investigadores.

En 1665 **Robert Hooke**, foi o primeiro científico en utilizar o termo “célula” (visionado de láminas de corcho).

Van Leeuwenhoek (1632-1723) realizou detalladas observacións de células animais e vexetais e incluso descubriu o mundo dos microorganismos, protozoos e bacterias utilizando un microscopio construído por el. O século XIX constituíu o verdadeiro punto de partida para o estudo da célula e a súa función que se desenvolveu paralelamente ós avances da microscopía.

En 1838 - 1839 o botánico **Matthias Schleiden** e o zoólogo **Theodor Schwann** enunciaron o postulado básico da **Teoría celular** segundo o cal “todos os seres vivos están formados por células, ás que consideraban as unidades vitais fundamentais”.

A **Teoría Celular** quedaba así definida polos seguintes **principios**:

- **A célula é a unidade morfolóxica de todos os seres vivos.** Todos os seres vivos están constituídos por unha ou máis células.
- **A célula é a unidade fisiolóxica dos organismos.** As células son as formas máis elementais de vida que presentan todas as funcións propias dun ser vivo.

En 1858 **Virchow** completou a teoría celular ao enunciar o terceiro principio, sobre a orixe das células.

- **Toda célula provén, por división, doutra célula preexistente (*Omnis cellula ex cellula*).**

Porén durante case 50 anos a aplicación da teoría celular mantivo un punto de dúbida, os científicos seguían considerando ao tecido nervioso como unha excepción, xa que amosaba unha estrutura reticular, donde non era posible diferenciar unidades celulares. Foi Santiago Ramón y Cajal o que fixo posible a xeneralización da teoría celular ao demostrar a individualidade da neurona na súa teoría neuronal (1889).

3. A CÉLULA

Toda célula consta de:

- Unha **membrana**, que separa o contido interno, ou **citoplasma**, do medio que a rodea e controla os intercambios de materia, enerxía e información entre a célula e o medio.
- Unha **organización interna** que permita o seu mantemento e reprodución, para o que necesita:
 - **ADN** (material xenético).
 - **Ribosomas**, que traducen a información contida no ADN para sintetizar as proteínas necesarias para o mantemento da célula e a replicación do ADN.

3.1. TIPOS DE ORGANIZACIÓN CELULAR

Existen dous tipos ou niveis de **organización celular** claramente diferenciados:

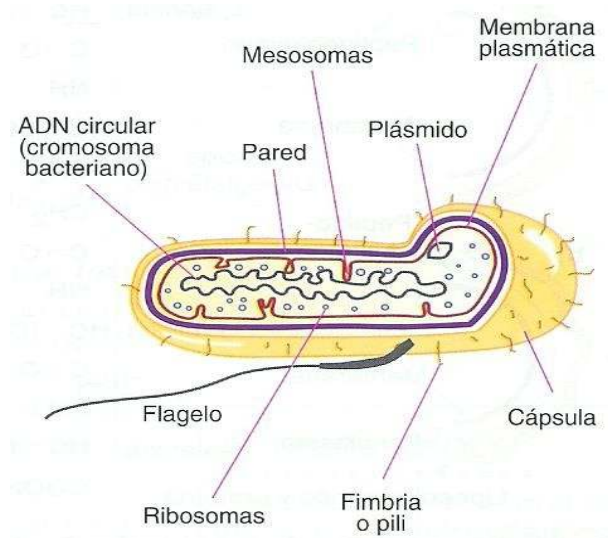
- **Procariota** (*pro*=antes de, e *carión*= núcleo): Organización típica de células máis sinxelas e primitivas. A súa principal característica é a de posuír o **material xenético** nunha rexión do citoplasma chamada nucleóide, sen estar rodeado dunha membrana, é dicir, **están desprovistas de núcleo**.
- **Eucariota** (*eu*=verdadeiro e *carión*=núcleo): Estas células son moito maiores e máis complexas que as procariotas. O seu material xenético esta dentro dun núcleo rodeado por unha envoltura. Tamén posúen diversos orgánulos limitados por membrana que dividen o citoplasma en compartimentos.

As diferencias entre células procariotas e eucariotas recóllense no seguinte cadro:

CÉLULA PROCARIOTA	CÉLULA EUCARIOTA
Reino monera e archaea (Bacterias)	Reinos protista, fungos, animais e vexetais
Tamaño de 1-10 µm	Tamaño de 10-100 µm
Carecen de envoltura nuclear. O ADN atópase nunha rexión denominada nucleóide	Presentan un núcleo rodeado por unha membrana nuclear
O seu material xenético é un ADN circular. Presentan plásmidos	Material xenético en múltiples moléculas de ADN lineal (cromosomas)
División por bipartición	División por mitose e meiose
Carecen de citoesqueleto e de orgánulos membranosos	Teñen citoesqueleto e unha gran variedade de orgánulos
Ribosomas 70 S	Ribosomas 80 S
Enzimas respiratorios localizados nos mesosomas da membrana plasmática	Enzimas respiratorios nas mitocondrias
Posúen parede celular	Só as vexetais
Poden presentar flaxelos	Só as animais (algunhas) presentan cilios e flaxelos
Metabolismo aerobio e anaerobio	Metabolismo aerobio
Unicelulares	Unicelulares ou pluricelulares

3.1. A CÉLULA PROCARIOTA. ESTRUCTURA

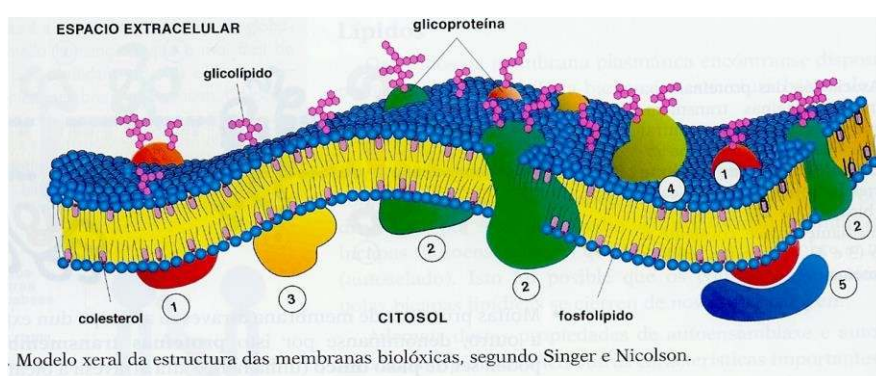
- **Envoltura:** consta sempre dunha **membrana plasmática** (caracterízase por posuír unhas invaginacións de forma variable chamadas **mesosomas**, que desempeñan importantes funcións relacionadas coa forma de vida da bacteria (contén os sistemas enzimáticos responsables da respiración, fotosíntese, serven como punto de ancoraxe para a molécula de ADN...)), e na súa cara externa adoita aparecer, na maioría dos casos, a **pared bacteriana** e, nalgúns outros, ademais, a **cápsula bacteriana**.
- **Citoplasma:** consta de dúas fraccións:
 - **Citosol** ou **hialoplasma**. Formado por auga con sales disoltas, moléculas orgánicas...
 - O **morfoplasma** formado tan só por algúns elementos formes (ribosomas, inclusións e vesículas).
- **Nucleoide:** rexión mais ou menos ben delimitada do citoplasma na que se localiza o **ADN** en forma dunha soa molécula circular superenrolada. Ademais pode haber na célula bacteriana unha ou máis pequenas moléculas de ADN chamadas **plásmidos** que se replican independentemente.



3.2. A CÉLULA EUCARIOTA

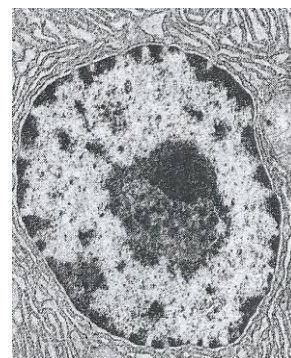
Nunha célula eucariota podemos distinguir **tres partes fundamentais**:

- **Membrana:** É unha capa continua que rodea á célula e confírelle a súa individualidade ó separala do medio. Formada por unha bicapa lipídica (fosfolípidos) na que estan inmersas diferentes proteínas. Controla o intercambio de substancias entre a célula e o medio xa que posúe unha **permeabilidade selectiva**.



- **Citoplasma:** É a parte da célula comprendida entre a membrana plasmática e a membrana nuclear. Está formado por un medio acuoso, o **citosol ou hialoplasma**, no cal se encontran inmersos un gran número de **orgánulos**. O citosol contén tamén unha gran variedade de filamentos proteicos que lle proporcionan unha complexa estrutura interna; o conxunto destes filamentos constitúe o **citoesqueleto**.

- **Núcleo:** É o orgánulo máis voluminoso da célula e ademais pódese dicir que é o orgánulo director xa que contén a maioría do DNA celular ou sexa a información xenética para case todas as funcións celulares. No núcleo podemos distinguir as seguintes partes:

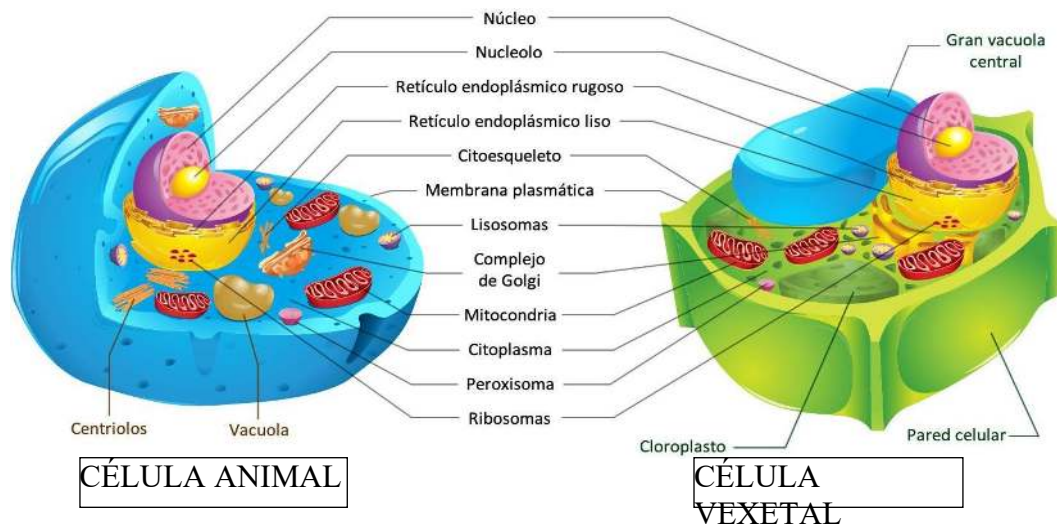


- **Envoltura nuclear:** É dobre, pois está formada por unha membrana interna que delimita o núcleo e outra externa que en ocasións se prolonga co R.E. e pode presentar ribosomas adheridos na súa cara citosólica. Nalgúns lugares as dúas membranas fusionanse, deixando unha rexión desprovista de membrana, que se chama **poro nuclear** (regulan o intercambio de substancias entre o citoplasma e o núcleo).
- **Nucleoplasma:** É o contido interno do núcleo e é similar ó citosol.
- **Nucléolo:** intervén na formación dos ribosomas.
- **Cromatina:** fibras de ADN asociadas a proteínas. Cando a célula inicia a súa división a cromatina condénsase e forma os cromosomas, cuxo número é característico de cada especie.

3.3.1. TIPOS DE CÉLULAS EUCARIOTAS. DIFERENCIA ENTRE ANIMAL E VEXETAL.

As células eucariotas poden ser de dous tipos: **animais** e **vexetais**. As principais diferencias entre elas resúmense no seguinte cadro:

	C. EUCARIOTA ANIMAL	C. EUCARIOTA VEXETAL
PAREDE CELULAR	Ausente	Presente
PLASTOS	Ausente	Presente
VACUOLOS	Pequenos e escasos, ou ausentes	Pequenas e numerosas nas células novas, un único vacuolo nas adultas
CENTRIOLOS	Presente	Ausente
NÚCLEO	Posición central	Posición excéntrica



3.2. ORGÁNULOS CELULARES. ESTRUCTURA E FUNCIÓN

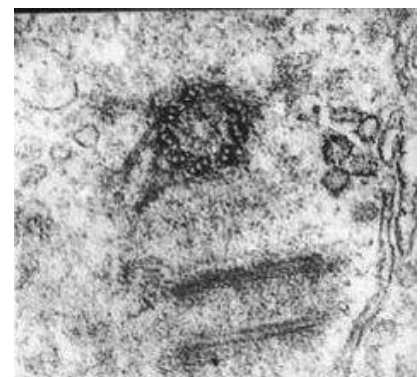
3.4.1. ORGÁNULOS E ESTRUCTURAS NON MEMBRANOSAS

• **PAREDE CELULAR:** É unha grossa cuberta situada sobre a superficie externa da membrana plasmática nas células vexetais e formada fundamentalmente por celulosa. A súa formación iniciase despois da mitose, durante a citocinese, a partir das vesículas do complexo de Golgi que se sitúan no plano ecuatorial da célula.

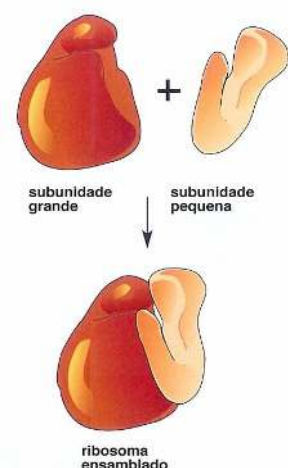
- Protexe e da forma á célula vexetal.
- Permite á célula vexetal vivir no medio hipotónico da planta.

• **CENTROSOMA:** constitúe unha zona próxima ao núcleo, que actúa como núcleo de formación a partir do cal crecen os microtúbulos. Durante a interfase organiza os microtúbulos citoplasmáticos (citoesqueleto) e durante a mitose encárgase da disposición dos microtúbulos do fuso mitótico.

Nas células animais esta formado por dúas estruturas cilíndricas denominadas centríolos dispostas perpendicularmente entre si.



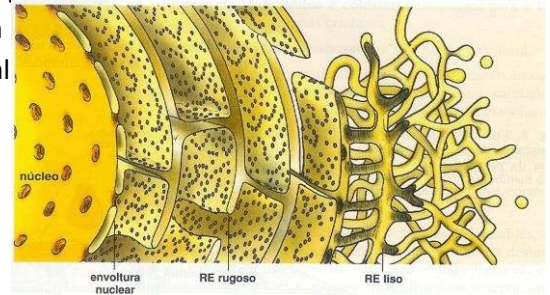
• **RIBOSOMAS:** Orgánulos non membranosos formados por ARNr e proteínas. Poden encontrarse libres no citosol ou unidos á cara citosólica das membranas do RE (REr). Segundo estean libres ou non, sintetizan proteínas cuns destinos finais que son diferentes:



3.4.2. ORGÁNULOS E ESTRUTURAS MEMBRANOSAS

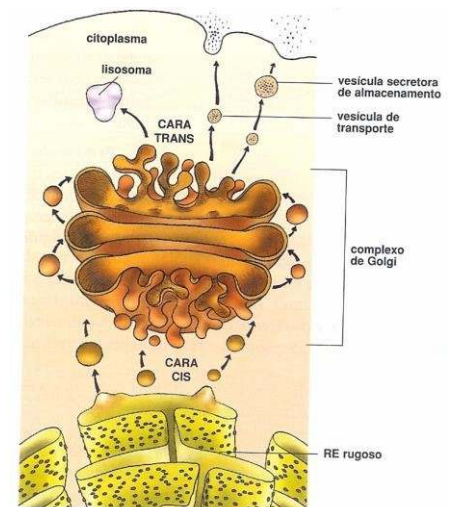
- **RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO:** Formado por unha complexa rede de membranas interconectadas que se estende por todo o citoplasma. A membrana aplanados. Desde o punto de vista estrutural e funcional

- RE rugoso (REr): posúe ribosomas adheridos a súa membrana. Está formado por sáculos aplanados ou cisternas. A súa función é a síntese de proteínas.
- RE liso (REl): non posúe ribosomas. Formado por unha rede de túbulos aplanados. A súa función é a síntese de lípidos de membrana.

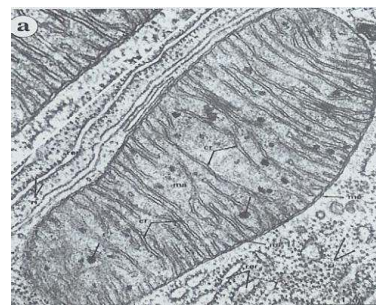
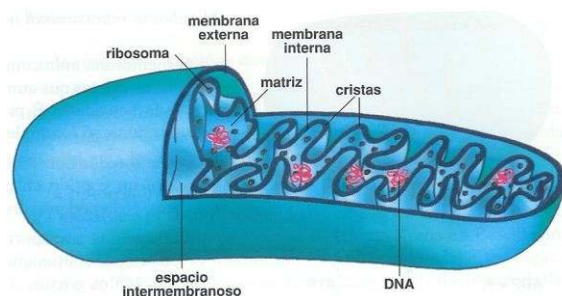


- **APARATO DE GOLGI:** Formado por un ou máis grupos de cisternas aplanadas e amoreadas denominadas dictiosomas. Cada dictiosoma contén normalmente entre 4 e 6 cisternas que están rodeadas de pequenas vesículas.

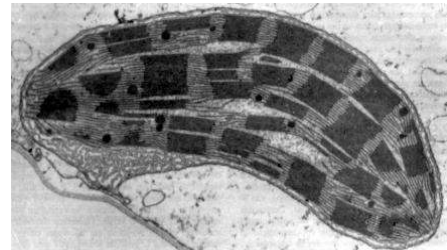
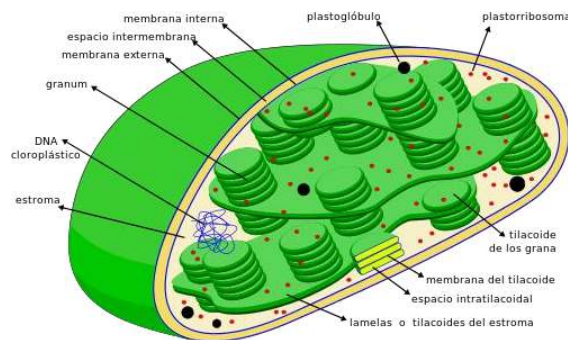
A súa función é empaquetar no interior das vesículas moléculas sintetizadas no REr para expulsalas ao exterior (secreción) ou transportalas a outros orgánulos.



- **LISOSOMAS:** Son vesículas rodeadas de membranas que conteñen enzimas hidrolíticas encargados das dixestións intracelulares. Os lisosomas fórmanse a partir de vesículas que se desprenden do Aparato de Golgi.
- **MITOCONDRIAS:** De forma cilíndrica ou esférica, o tamaño oscila entre 0,5 e 1 μm , e o seu número e moi variable dependendo do tipo de célula e da súa actividade. Están rodeadas por unha dobre membrana que delimita un espazo interno chamado **matriz**. A membrana interna está moi pregada presentando numerosas invaginacións denominadas **cristas mitocondriais**.
 - A función é a respiración celular.
 - Tamén se sintetizan algunhas das súas proteínas (dado que na matriz hai ADN e ribosomas)



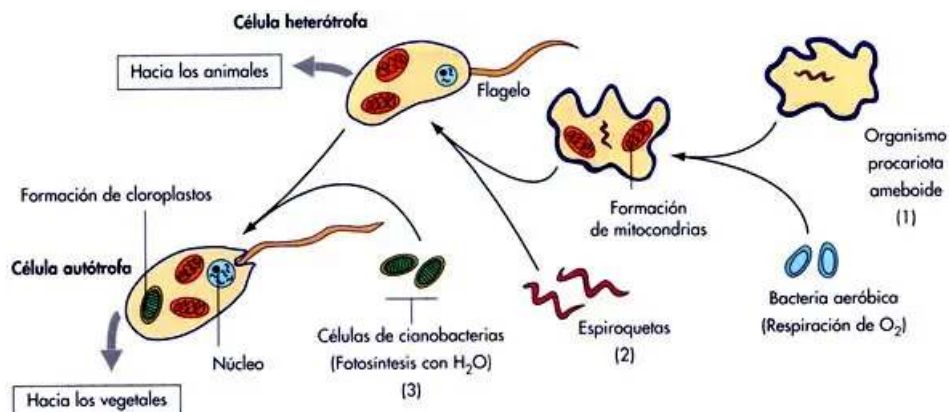
- **VACÚOLOS:** Vesículas moi grandes, rodeadas por unha membrana. Fórmanse por fusión de vesículas procedentes do aparato de Golgi.
 - Almacenan gran variedade de substancias.
 - Axudan a manter a forma da célula grazas a presión que exercen sobre a parede (turxescencia).
- **CLOROPLASTOS:** Orgánulos rodeados dunha dobre membrana que delimita un espazo interno denominado **estroma**, no que se localizan os enzimas responsables da fase escura fotosíntese. Posúen formas e tamaños diferentes. No interior do estroma localízase unha membrana continua denominada **membrana tilacoidal**, que contén os pigmentos fotosintéticos (clorofilas, carotenoides) e delimita un gran espazo interno coñecido como **espazo tilacoidal**. A membrana tilacoidal está moi pregada formando vesículas aplanadas denominadas **tilacoides**. Estas vesículas poden encontrarse amoreadas formando os **grana** ou como vesículas individuais.
 - Función : Fotosíntese



4. DAS CÉLULAS PROCARIOTAS ÁS EUCARIOTAS. A TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

Segundo a teoría endosimbionte de **Lynn Margulis** (1967), a primeira célula eucariota xorde hai uns 1800 millóns de anos ó establecerse unha serie de relacións de simbiose seriadas de dous ou máis procariontes diferentes. Isto basease no feito de que moitos orgánulos e estruturas celulares (mitocondrias e cloroplastos) poseen ADN e ribosomas 70 S (como as bacterias).

A teoría postula que algúns orgánulos propios das células eucariotas, especialmente plastos e mitocondrias terían a súa orixe en organismos procariotas que despois de seren engulidos por un procarionte primitivo establecerían con el unha relación endosimbiótica.



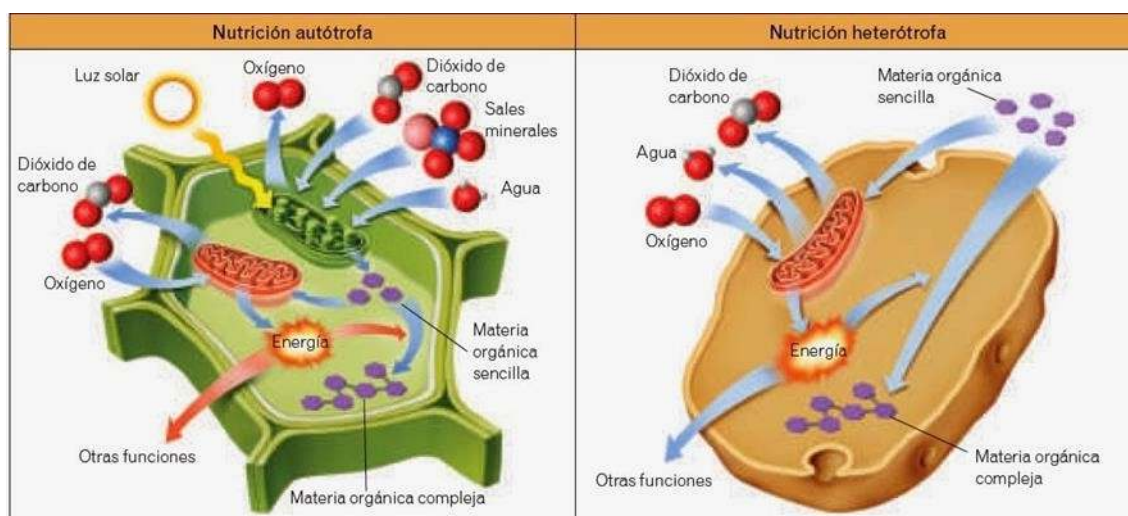
5. FUNCIONES CELULARES.

5.1. FUNCIÓN DE NUTRICIÓN

Todas as células necesitan nutrientes, tanto orgánicos como inorgánicos para o seu mantemento. Os **nutrientes inorgánicos**, como a auga, obtéñenos directamente do medio. En canto a como obteñen os **nutrientes orgánicos** dos que procede a enerxía, as células poden ser **autótrofas** ou **heterótrofas**.

6.1.1. TIPOS DE NUTRICIÓN

Segundo como obteñen os nutrientes, distinguimos dous tipos de células:

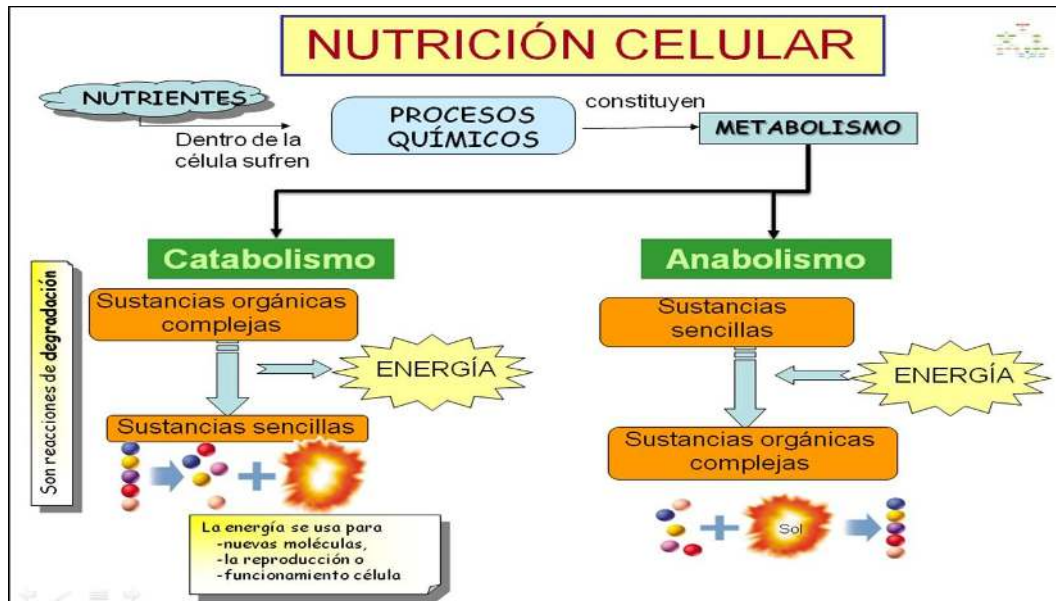


- **Autótrofas:** Son as células que só incorporan do medio substancias inorgánicas, como o CO₂ e a H₂O, e son capaces de fabricar os nutrientes orgánicos a partir delas. Unha forma de nutrición autótrofa é a **fotosíntese**.
- **Heterótrofas:** Son as células que necesitan incorporar materia orgánica do medio, elaborada por outros organismos.

6.2.2. METABOLISMO

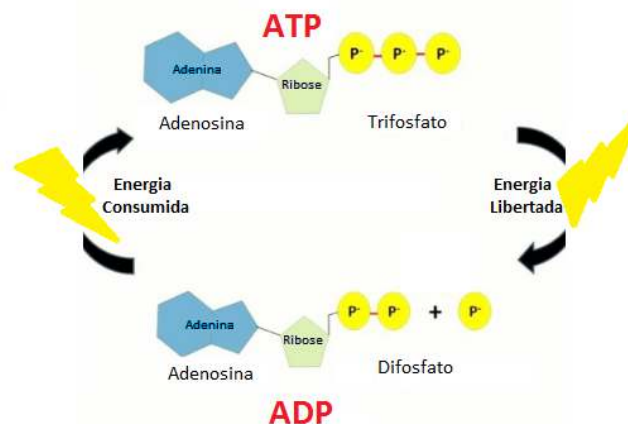
Unha vez dentro da célula, os nutrientes sofren unha serie de reaccións químicas que en conxunto reciben o nome de **metabolismo**. Estas reaccións son de dous tipos:

- **Anabólicas:** son reaccións nas que se sintetizan biomoléculas complexas a partir doutras sinxelas; require consumo de enerxía.
- **Catabólicas:** son reaccións que consisten na degradación de moléculas complexas, que se transformarán noutras sinxelas liberando enerxía.



A enerxía necesaria para levar a cabo as reaccións anabólicas obtense da que se libera nas catabólicas. Así pois, o anabolismo e o catabolismo son interdependentes. Pero para que a enerxía poida transferirse entre unhas reaccións e outras é necesaria a intervención dun intermediario que a capte nas reaccións catabólicas e a ceda nas anabólicas. Este intermediario é o ATP.

O **ATP** (adenosina trifosfato) é un nucleótido formado por unha base nitroxenada, a **adenina**, unha pentosa, a **ribosa** e tres grupos **fosfato**. Os enlaces que unen entre si os grupos fosfato son “enlaces de alta enerxía” pois liberan unha gran cantidade de enerxía cando son hidrolizados



CATABOLISMO. É o conxunto de reaccións cuxa finalidade é obter enerxía. Existen dúas formas:

- Respiración celular
- Fermentación.

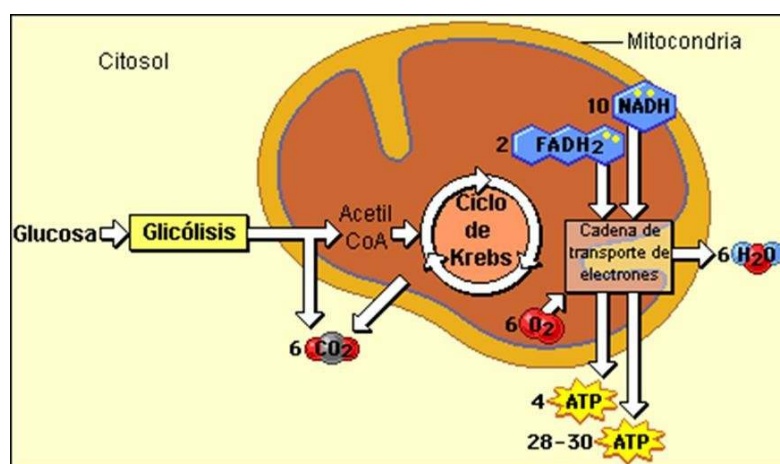
• RESPIRACIÓN CELULAR

Consiste na oxidación total de moléculas orgánicas en presenza de O_2 (condición aerobia) ata producir CO_2 .



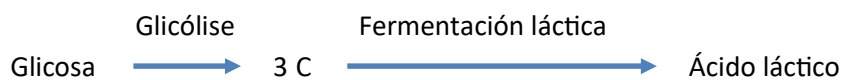
A Respiración celular comprende 3 procesos:

- Iníciase no **citoplasma** coa **glicólise**, a glicosa (6 C) transfórmase en moléculas orgánicas máis sinxelas (3 C) e prodúcese unha pequena cantidade de ATP.
- Este composto de 3 C penetra na **matriz mitocondrial** completándose a súa oxidación.
- O proceso finaliza na **membrana mitocondrial interna (nas cristas mitocondriais)**. Aquí, a enerxía liberada nas oxidacións anteriores utilízase para sintetizar ATP, e o hidróxeno únese ao osíxeno para formar auga.



• FERMENTACIONES

En condicións anaerobias (ausencia de O_2) a oxidación é incompleta e como resultado orixínanse como produtos finais moléculas orgánicas. Neste caso o rendemento enerxético é menor e ten lugar no citoplasma.



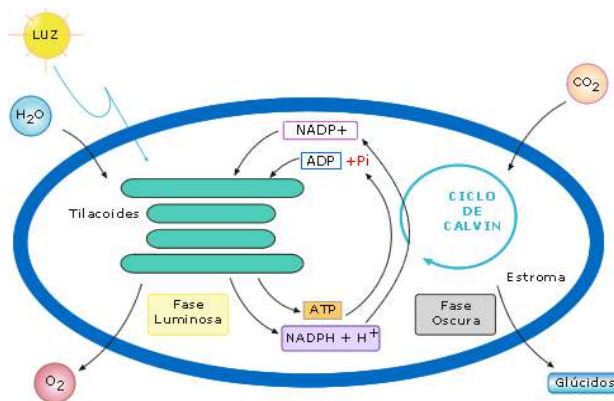
ANABOLISMO. A FOTOSÍNTESE

A **reacción global da fotosíntese** é a seguinte:



Ten lugar nos **cloroplastos** e desenvólvese en dúas fases:

- **Fase Luminosa:** Só ocorre en presenza de luz e localízase na membrana tilacoidal dos cloroplastos. O seu obxectivo é obter poder redutor en forma de **NADPH + H⁺** e enerxía en forma de **ATP**.
- **Fase Escura:** Chámase así porque non require a presenza de luz, aínda que ocorre fundamentalmente en presenza dela. Localízase no estroma dos cloroplastos. Nela o ATP e o NADPH + H⁺ obtidos na fase luminosa empréganse para reducir os compostos inorgánicos a compostos orgánicos mediante unha serie de reaccións que constitúen o **Ciclo de Calvin**.



5.2. FUNCIÓN DE RELACIÓN

A célula non só intercambia materia e enerxía co seu entorno, tamén recibe información (**estímulos ou sinais**), **procesana** e elaboran unha **resposta** para adaptarse as condicións ambientais. Os **estímulos** poden ser:

- Físicos: luz, temperatura ...
- Químicos: diversas substancias.

A **Resposta** é a forma en que as células reaccionan ante o estímulo e nela hai tres procesos secuenciais involucrados:

- O **estímulo** ou **sinal**.
- A **unión** a unha proteína receptora de membrana.
- A célula cambia a súa actividade (**Resposta**) que pode manifestarse de diferentes formas:
 - Secrecion de substancias.
 - Movemento .
 - Multiplicación e diferenciación celular

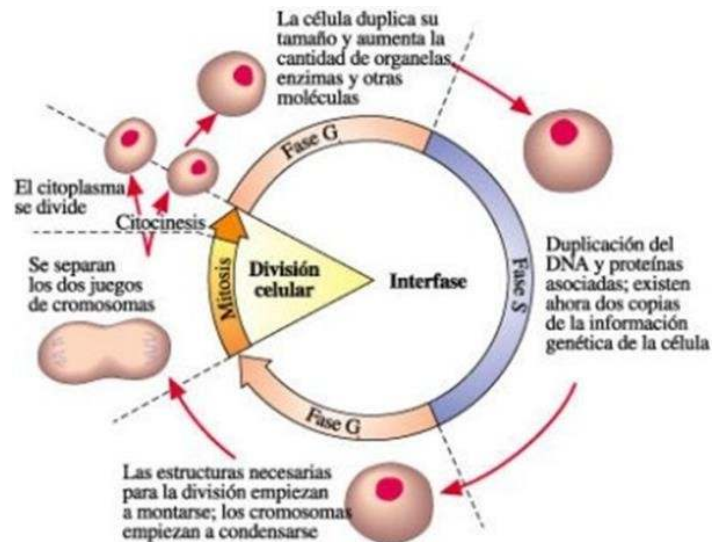
5.3. FUNCIÓN DE REPRODUCCIÓN

5.3.1.O CICLO CELULAR

É a secuencia de acontecementos que teñen lugar ó longo da vida dunha célula. Nel distínguense dúas fases:

- A **interfase** (fase comprendida entre dúas división consecutivas). Divídese en tres periodos (G_1 , S e G_2). É unha etapa moi activa na que se produce o crecemento celular, se sintetizan as substancias propias da célula e na fase S duplícase o centrosoma e prodúcese a duplicación do ADN.

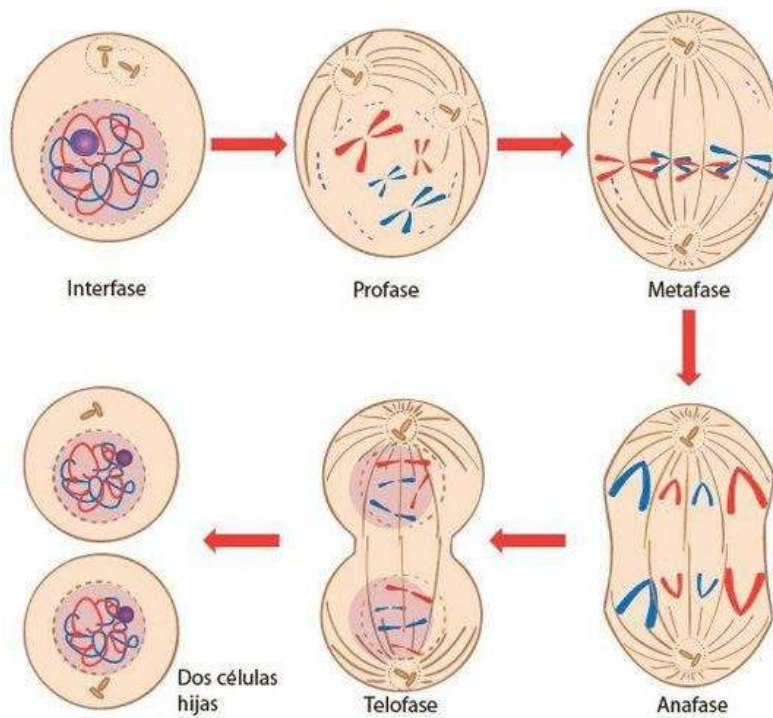
- **División celular** ou **fase M**: comprende a división do núcleo ou **cariocinese**, e a división do citoplasma ou **citocinese**.



6.3.2. DIVISIÓN CELULAR POR MITOSE

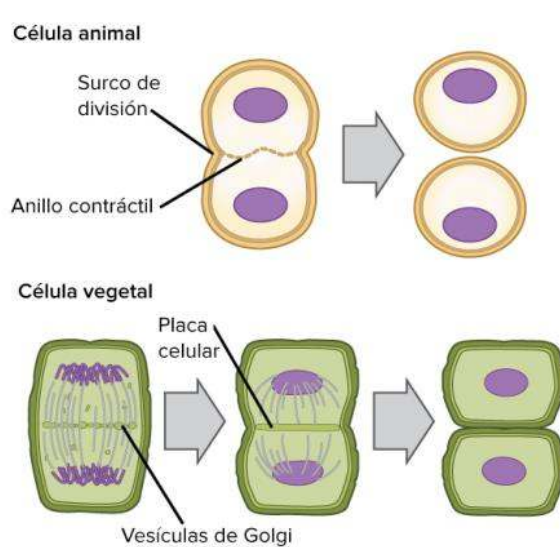
Nas células somáticas, a cariocinese lévase a cabo mediante a **mitose**, proceso mediante o cal a partir da célula nai se orixinan dúas células fillas xeneticamente idénticas entre si e idénticas á célula da que proceden (é dicir, teñen a mesma dotación cromosómica). É un proceso continuo, aínda que para facilitar o seu estudo considéranse catro etapas:

- **Profase.** A cromatina condénsase e os cromosomas fanse visibles, están formados por dúas cromátidas irmás unidas polo centrómero. Os centriolos diríxense aos polos celulares e entre eles fórmase o fuso acromático. O nucléolo e a membrana nuclear desaparecen e os cromosomas quedan dispersos polo citoplasma.
- **Metafase.** Os cromosomas, que nesta fase acadan o seu maior grao de empaquetamento, sitúanse no plano ecuatorial da célula (do fuso) formando a denominada placa metafásica.
- **Anafase.** As cromátidas irmás de cada cromosoma sepáranse. Cada unha diríxese cara a un polo da célula, arrastrada polos filamentos do fuso acromático que se van acurtando.
- **Telofase.** Os cromosomas descondénsanse para constituir a nova cromatina. Reaparece o nucléolo e comeza a formarse a membrana nuclear.



Unha vez concluída a división do núcleo, prodúcese a división do citoplasma ou **citocinese**, que ocorre de forma diferente en células animais e vexetais:

- Nas **células animais** prodúcese un **estrangulamento** a nivel do ecuador da célula que divide en dúas á célula nai.
- Nas **células vexetais**, a parede celular impide o estrangulamento, por iso, fórmase no ecuador un tabique de separación ou fragmoplasto por fusión de vesículas procedentes do aparato de Golgi que formará a nova parede celular.



6.3.2. DIVISIÓN CELULAR POR MEIOSE

A meiose é un tipo de **división reducional** exclusiva de células sexuais, en que a partir dunha célula nai diploide ($2n$) se orixinan catro células fillas haploides (n) xeneticamente diferentes entre si e distintas da célula proxenitora. Estas células serán os gametos dos organismos que se reproducen sexualmente.

Durante a meiose prodúcese dúas divisións sucesivas:

- **Meiose I, primeira división meiótica ou división reducional.**
 - **Profase I.** Os cromosomas homólogos aparéanse e intercambian fragmentos de ADN, proceso coñecido como **sobrecruzamento**. Como resultado do intercambio prodúcese unha recombinación xenética, que asegura que as células fillas sexan diferentes da proxenitora.
 - **Metafase I.** Os cromosomas homólogos dispóñense por parellas no ecuador da célula.
 - **Anafase I.** Os cromosomas homólogos sepáranse, cada un é arrastrado polos filamentos do fuso e diríxese cara a un polo da célula.
 - **Telofase I.** Fórmanse as membranas nucleares ó redor dos dous núcleos fillos e prodúcese a citocinese ou división do citoplasma.

O resultado da primeira división meiótica son dúas células haploides (n).

- **Meiose II ou segunda división meiótica.** A meiose II é necesaria pois as células resultantes da anterior posúen cromosomas duplicados, é dicir, con dúas cromátidas. É similar a unha mitose típica, pero neste caso non hai duplicación previa do ADN. Nela repártense as cromátidas entre as células fillas. **As células resultantes son haploides e teñen unha única cromátida por cromosoma.**

