

2

1



A teoría celular

2



Que teñen en común todas as células?

3



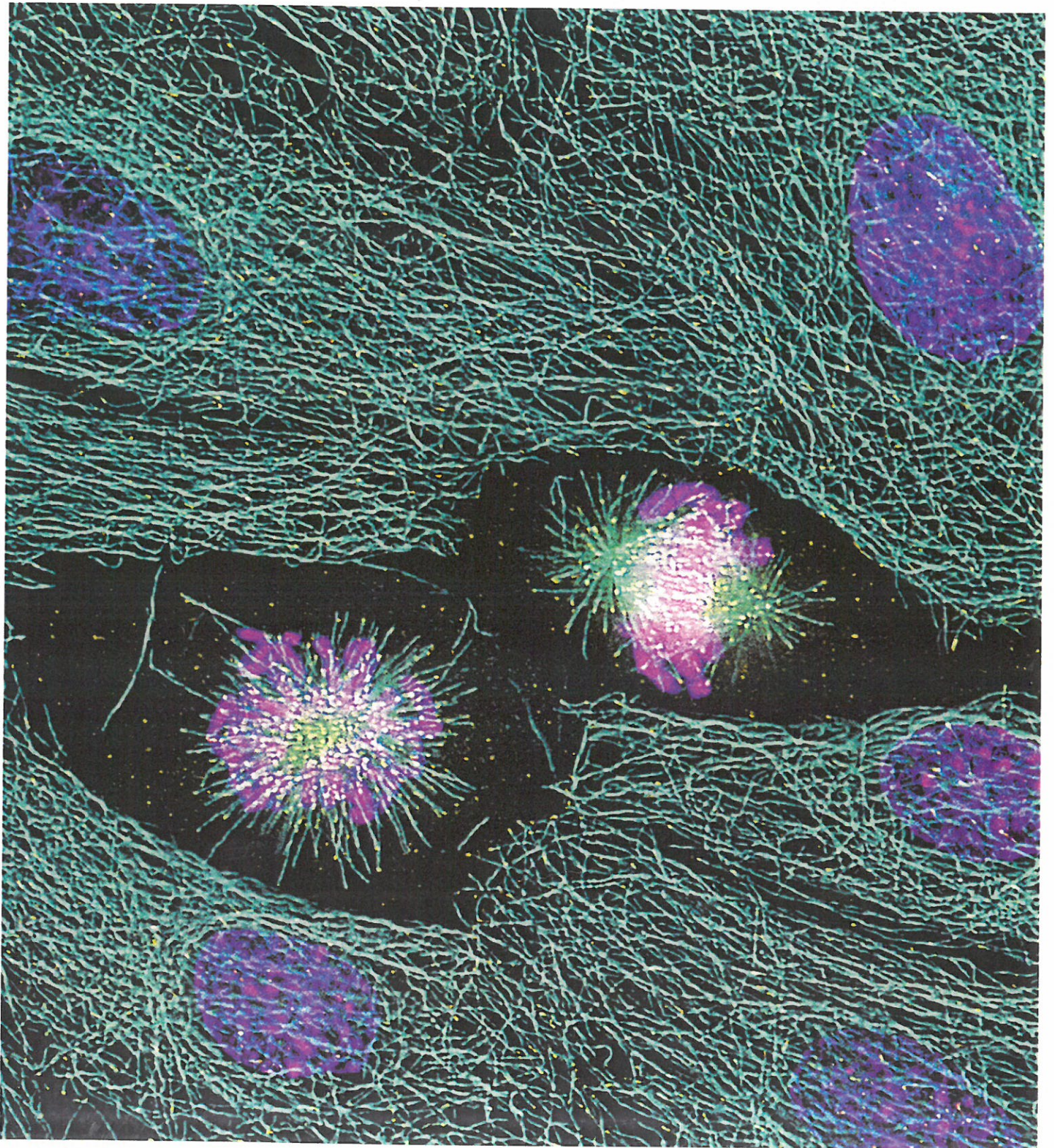
As células dos animais

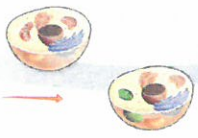
4



As células das plantas

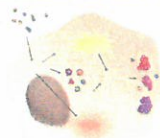
A organización celular dos seres vivos





Das células procariotas ás eucariotas

6



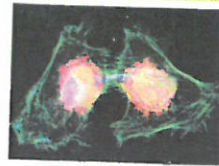
Como se nutren as células?

7



Como se relacionan as células?

8



O ciclo de vida das células. A reprodución



A CIENCIA E OS SEUS MÉTODOS

O traballo dos científicos

EN PORTADA

Células á carta

O 20 de maio de 2010, a prestixiosa revista científica *Science* facíase eco dun experimento inédito realizado polos investigadores do John Craig Venter Institute*, nos Estados Unidos. Case ao mesmo tempo, a prensa xeneralista do momento aireaba as conclusións do experimento como “a primeira célula artificial xamais construída”. A noticia apareceu nas portadas das revistas de medio mundo.

Que fixera o Instituto? En primeiro lugar, Venter e o seu equipo extraeran o ADN dun microorganismo (*Mycoplasma mycoides*), con máis dun millón de pares de bases ou “letras”, e dixitalizárono coa axuda de potentes ordenadores. Despois, seguindo o seu código pero cambiando algunhas partes deste, fabricaron un novo ADN que non existe na natureza. Este ADN sintético foi introducido na “carcasa” dunha bacteria similar (*Mycoplasma capricolum*) á que previamente despoixaran do seu propio ADN. O resultado foi un novo organismo que puido replicarse e “executar o programa” que se lle implantara.

Esta primeira “célula sintética” chámase *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0, para distinguila da bacteria natural en que se inspira. O 1.0 denota que a célula é só unha primeira versión e presaxia un futuro *Silicon Valley* do deseño de organismos vivos.

*John Craig Venter, famoso biólogo e empresario estadounidense, é un dos pais do xenoma humano.

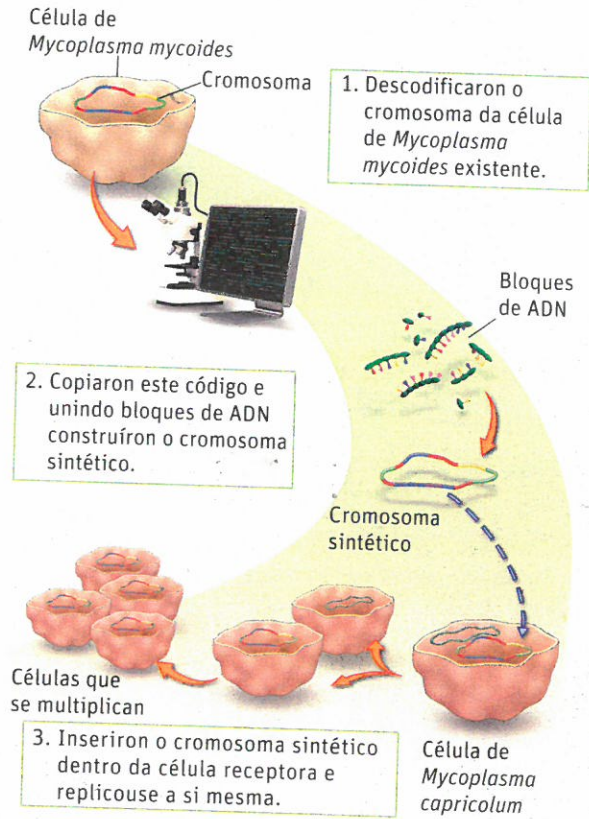


Figura 2.1. Proceso de creación dunha célula sintética.

• Na Web

Esta é a noticia que apareceu en Televisión Española sobre este tema.

• www.e-sm.net/svbg1bach02_01

1. Que información mínima deberá conter o programa dunha célula sintética?
2. A célula sintética de Venter non ten ningunha utilidade en si mesma, pero abre a posibilidade de crear células á carta. Poderías suxerir algunha aplicación práctica desta posibilidade?
3. Moitos científicos afirman que o que fixo o equipo de Venter non é crear vida. Estás de acordo? Por que?
4. Un dos principios básicos en bioloxía, ata agora, é que toda célula procede doutra célula. Afecta o experimento de Venter este principio?

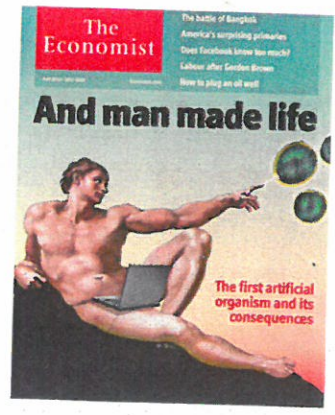


Figura 2.2. Portada da revista *The Economist* do 20 de maio de 2010.

O cazador de microbios

Antoni van Leeuwenhoek era un comerciante de teas que vivía en Delft (Holanda) a mediados do século XVII.

Para observar con detalle a trama das teas utilizaba lentes de vidro que el mesmo pulía; algunhas das súas lentes eran tan perfectas que conseguían ata 300 aumentos. Pero Van Leeuwenhoek non se limitaba a observar as teas do seu comercio. Calquera cousa que caía nas súas mans convertíase en obxecto de observación, análise e estudo coas súas potentes lentes.

Din que, un día, mentres observaba con un dos seus sinxelos microscopios unha pequena gota de auga de chuva, chamou a súa filla María con voz excitada: "Ven aquí! Rápido! Na auga de chuva hai uns bichiños... que nadan! Dan voltas! Son mil veces máis pequenos ca calquera dos bichos que podemos ver a simple vista!... Mira o que descubrín!".

Debuxos de animálculos realizados por Van Leeuwenhoek.

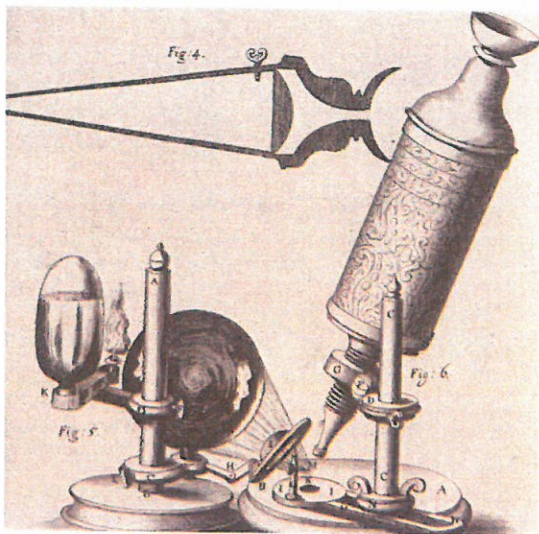
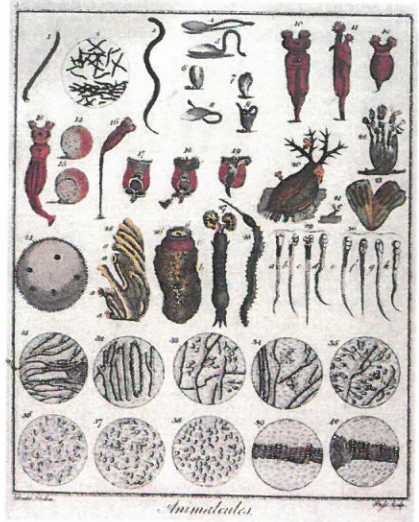


Fig. 2.3. Reprodución do microscopio utilizado nas observacións por Robert Hooke.

Aínda que non o sabía, Van Leeuwenhoek estaba dando os primeiros pasos para construír a que acabaría sendo unha das ideas máis unificadoras de toda a ciencia: a **teoría celular**.

Como naceu esta teoría? Que cambios experimentou ata os nosos días?

1.1. As primeiras observacións microscópicas

En 1665, **Robert Hooke** (1637-1703), físico, astrónomo e naturalista inglés, publicou baixo o título de *Micrographia* unha recompilación de debuxos obtidos a partir das observacións realizadas cun microscopio simple ou lupa, que el mesmo construíu (Fig. 2.3). Aínda que sinxelos, estes primeiros microscopios permitían observar obxectos que ata ese momento permaneceran ocultos á vista.

Un dos seus debuxos máis famosos reproduce a imaxe observada ao microscopio dunha fina lámina de cortiza (Fig. 2.4). 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.

As observacións de Hooke permitíronlle dar unha explicación á lixeireza da cortiza, pero estaba moi lonxe de imaxinar, nin sequera de pretender, unha relación entre o que observaba e a estrutura íntima que caracteriza os seres vivos.

A diferenza de Hooke, **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723) non posuía ningún tipo de formación científica. Os seus debuxos e descricións de células (glóbulos vermellos, espermatozoides, fermentos, etc.) asombraron os científicos da época, que o elixiron membro estranxeiro da prestixiosa *Royal Society* de Londres.

Hooke e Leeuwenhoek foron, probablemente, os primeiros en observar, debuxar e describir as células; porén, houbo que esperar máis dun século para que quedase formulada unha teoría celular.

Unha das causas deste atraso foi o escaso progreso que experimentou o microscopio durante o século XVIII. A pouca calidade das primeiras imaxes que se obtían levou a consideralo como un instrumento non fiable para a observación, e o seu uso foi desacreditado pola maioría dos científicos da época.

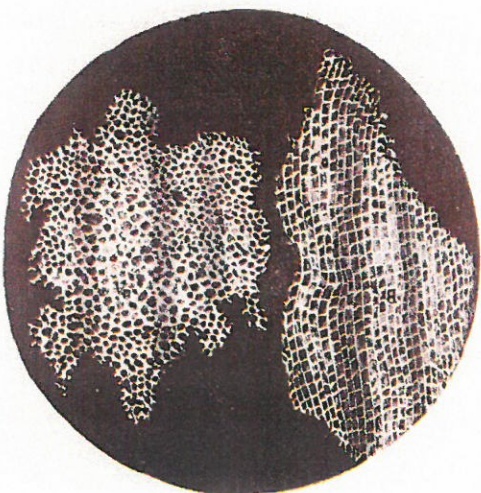


Fig. 2.4. Debuxo dunha lámina de cortiza vista ao microscopio por Robert Hooke.

1.2. Os principios básicos da teoría celular

Durante as primeiras décadas do século XIX produciuse un profundo cambio na forma en que os científicos facían o seu traballo. A maioría deles convertéronse en profesionais da investigación e aumentou considerablemente o número de laboratorios. Esta nova organización favoreceu a colaboración entre os científicos e un rápido desenvolvemento dos instrumentos, en particular do microscopio.

O poder de resolución dos microscopios, é dicir, a posibilidade de ver separados dous puntos ou dúas liñas moi próximas, pasou dos 10 μm dos primeiros microscopios aos case 0,2 μm actuais. Este grande avance permitiu unha importante mellora das imaxes microscópicas que pronto deu os seus froitos, e foi durante a primeira metade do século XIX cando se achegaron os datos que culminaron coa formulación da primeira teoría celular.

O botánico alemán **Matthias J. Schleiden** e o seu amigo, o zoólogo **Theodor Schwann**, publicaron en 1838 e 1839, respectivamente, cadanseu traballo nos que coincidían en afirmar que a célula era, ao mesmo tempo, **soporte da estrutura** e das **actividades vitais** de todos os seres vivos. O primeiro afirmáboo 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. Fronte á idea mantida por Schwann de que as células se podían formar a partir de substancias non celulares, outro investigador alemán, **Rudolph Virchow** propuxo en 1855 a unidade de orixe das células nun aforismo que o fixo famoso: "Toda célula procede doutra célula".

Os principios básicos da teoría celular son:

- **A célula é a unidade estrutural dos seres vivos.** Todos os seres vivos están formados por unha ou máis células.
- **A célula é a unidade funcional dos seres vivos.** É a mínima unidade 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.

Porén, durante case cincuenta anos a aplicación universal da teoría celular a todos os tecidos animais e vexetais mantivo un punto de dúbida: o tecido nervioso e o seu aparente aspecto de rede continua. O español **Santiago Ramón y Cajal** (1852-1934) foi o principal defensor da individualidade das células nerviosas e, con iso, da xeneralización da teoría celular a todos os tecidos.

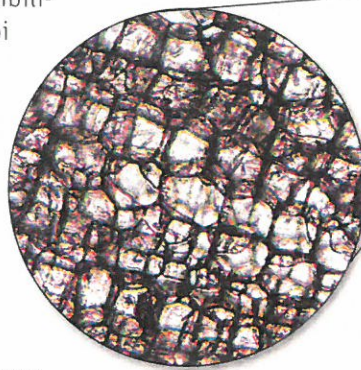


Figura 2.5. Células de cortiza observadas ao microscopio óptico.



INVESTIGAR



Células infectadas polo virus da SIDA vistas ao microscopio electrónico de varrido.

5. A simple vista?

As unidades que se utilizan para medir as células non poden ser as mesmas que utilizamos para medir os obxectos que vemos a simple vista. Por iso usamos o micrómetro (μm) e o nanómetro (nm).

- O poder de resolución do noso ollo é duns 0,2 mm. Se unha célula mide 10 μm , poderás vela a simple vista? Por que?
- Busca información sobre o tamaño dun glóbulo vermello, unha bacteria e un virus, e compáraos.

Podes utilizar esta páxina web:

• **Na Web**

Nesta web podes comparar o tamaño de certas células.

• www.e-sm.net/svbg1bach02_02

ACTIVIDADES

- A que chamou Hooke "célula"?
- Como definirías que é unha célula? Como a define a teoría celular?



2.6. Microscopio electrónico de transmisión (MET).

1.3. O microscopio electrónico confirmou a teoría celular

O límite de resolución dun microscopio óptico (MO) non pode ser superior á metade da lonxitude de onda da luz utilizada, arredor de $0,2 \mu\text{m}$, o que impide a observación detallada do interior das células.

A construción na década de 1930 dos primeiros **microscopios electrónicos** permitiu superar esta limitación, dado que utilizan, en lugar dun feixe de luz, un feixe de electróns, cuxa lonxitude de onda é moito menor. O seu límite de resolución sitúase entre $0,5$ e 1 nm , e permite estudar a estrutura subcelular. As estruturas e orgánulos celulares descritos co microscopio electrónico son unha proba máis de que todas as células responden a un mesmo plan básico de organización.

CIENCIA E OS SEUS MÉTODOS

Como se fai unha microfotografía electrónica

procedemento varía segundo o tipo de microscopio electrónico utilizado.

O microscopio electrónico de transmisión (MET) forma unha imaxe a partir dos electróns que atravesan a mostra.

Para preparar a mostra:

- Fíxase o material tratándoo cun axente químico, para estabilizar as estruturas.
- Inclúese nun plástico para darlle rixidez.
- Córtanse seccións finísimas, de non máis de $0,5 \mu\text{m}$ cun microtomo.
- Imprégnanse as mostras cun metal, como o chumbo, que dispersa os electróns e fai unha función similar aos colorantes usados no MO.
- Introdúcese a mostra no ME e diríxense os electróns cara a ela mediante imáns. Como os electróns non se ven, o ME diríxeos a unha pantalla ou a unha película fotográfica para crear unha imaxe visible que sempre é en branco e negro.

◦ A imaxe obtida pode alcanzar os **250 000 aumentos** e é sempre dun material morto e cortado. Así, un círculo pode ser o corte transversal dunha vesícula arredondada ou alongada. As áreas que aparecen máis escuras son as que captaron máis metal, que dispersa os electróns; as zonas claras corresponden a aquelas que foron atravesadas polos electróns.

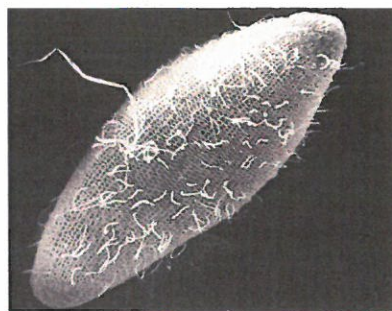
O microscopio electrónico de varrido (MEV) forma unha imaxe das superficies celulares a partir dos electróns que “rebotan” na mostra.

◦ Na preparación cóbrese a superficie da mostra cunha capa atómica de metal.

◦ A imaxe obtida pode alcanzar uns **50 000 aumentos**. Neste caso si poden verse células enteiras, aínda que non vivas, e as imaxes proporcionan unha aparencia tridimensional das súas superficies.



Microfotografía dun paramecio, obtida cun MET (x 2000).



Microfotografía dun paramecio, obtida cun MEV (x 1000).

ACTIVIDADES

8. Indica o tipo de microscopio co que se obtivo cada unha das seguintes imaxes e razoa a túa resposta.



2

Que teñen en común todas as células?

Se a célula é a mínima unidade vivente, toda célula deberá posuír os atributos que se consideran necesarios para a vida. Para iso, disporá como mínimo de:

- Unha **membrana**, que separa o contido, ou **citoplasma**, do medio que a rodea e controla os intercambios de materia, enerxía e información que se producen entre ambos.
- Unha **organización interna** que permita o seu automantemento e a súa reprodución, para o que necesita:
 - Material hereditario ou xenético, é dicir, **ADN**.
 - As estruturas mínimas para que sucedan as reaccións químicas precisas. É dicir, os **ribosomas** nos que a información contida no ADN se traduce para sintetizar as proteínas necesarias para o mantemento da célula e a replicación do seu material hereditario.

A observación detallada do interior das células cos potentes microscopios electrónicos revelou que tan só existen dous tipos diferentes de organización celular.

2.1. Organización celular procariota

As **células procariotas** (do grego *pro*: 'antes'; *karyon*: 'núcleo') caracterízanse porque o seu material hereditario non está separado do citoplasma por unha membrana. As **bacterias** son organismos procariontes.

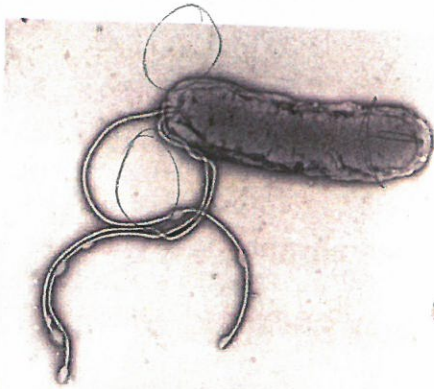
• Na W

Observa o mecanismo de movemento dalgun bacterias.

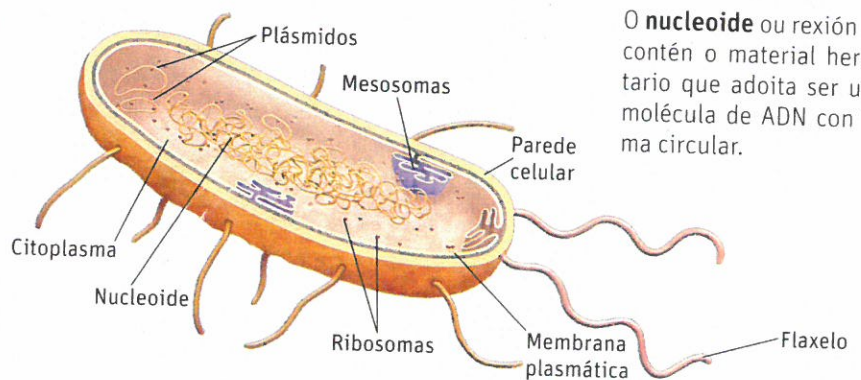
• www.e-sm.net/svbg1bach02_03

MODELO TRIDIMENSIONAL DUNHA CÉLULA PROCARIOTA

A **membrana plasmática**. Forma dobras cara ao interior, chamadas **mesosomas**, que interveñen na división celular. Está rodeada dunha capa dura e fibrosa chamada **pared**.



Microfotografía de bacteria *Helicobacter pylori* ao MET, (x 12 500).



O **nucleoide** ou rexión que contén o material hereditario que adoita ser unha molécula de ADN con forma circular.

O **citoplasma** inclúe:

- O **citósol** ou **hialoplasma**. Formado por auga que contén sales disolvidos, moléculas orgánicas pequenas e macromoléculas dispersas, como proteínas.
- Os **ribosomas**. Son gránulos formados por ARN e proteínas nos que se sintetizan proteínas.

Ademais das estruturas comúns, outras non sempre están presentes, como **flaxelos**, para o movemento celular; **cápsula**, envolvendo a parede; **plásmidos** ou pequenas moléculas circulares de ADN independentes do cromosoma bacteriano; **saquiños** e **membranas internos**, que almacenan substancias ou realizan a fotosíntese, etc.

2.2. Organización celular eucariota

As **células eucariotas** (do grego *eu*: 'verdadeiro'; *karyon*: 'núcleo') teñen o material hereditario separado do citoplasma nun compartimento membranoso especial, o **núcleo**. Ademais, posúen no seu citoplasma outros moitos compartimentos rodeados por membranas nos que suceden reaccións químicas. Todos os organismos pluricelulares, como animais e plantas, e algúns unicelulares son eucariontes.

ACTIVIDADES

9. Cal é a principal diferenza entre as células procariotas e as células eucariotas?
10. Por que as bacterias se consideran células malia a súa sinxeleza?

B As células dos animais

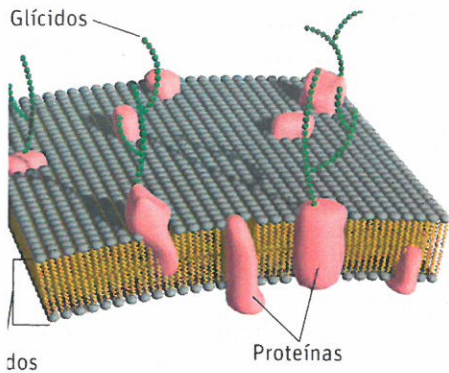


Figura 2.7. Estrutura de bicapa de lípidos das membranas.

Web •
 Faça uma viagem ao interior da célula.
www.e-sm.net/svbg1bach02_04

Uma **célula animal** típica serve como modelo para estudar a estrutura subcelular das células de organização eucariota. Estas são as partes da célula animal:

- A **membrana plasmática** está formada por uma bicapa de lípidos, como fosfolípidos, entre os que se intercalam proteínas. Possui uma **permeabilidade selectiva**, ou seja, só permite o passo de moléculas de água e de pequenas moléculas apolares. O resto de moléculas ou iões, que não têm afinidade pelos lípidos, só atravessam a membrana com a colaboração de proteínas específicas.
- O **citoplasma** está dividido numa grande variedade de compartimentos rodeados de membrana, de composição e estrutura similares à plasmática, que se denominam **orgânulos**. Junto a eles aparecem outras **estruturas non membranosas**. A dissolução acuosa na que estas estruturas estão imersas é o **citossol** ou **hialoplasma**.

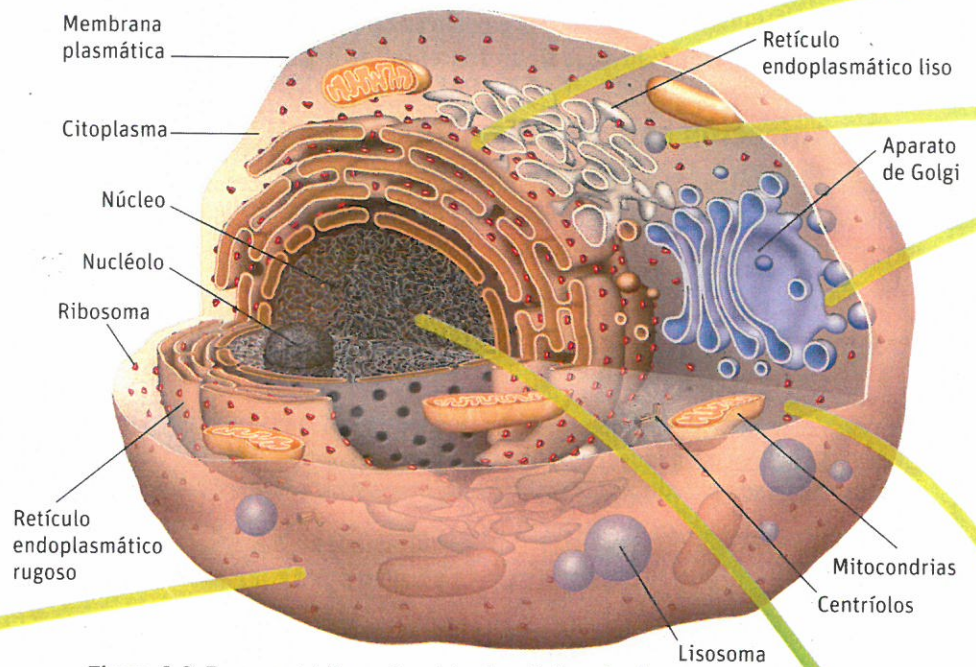


Figura 2.8. Esquema tridimensional de uma célula animal.

3.1. As estruturas celulares non membranosas

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

Forma a célula e é responsable tanto do transporte de materiais dentro da célula como do movemento celular.

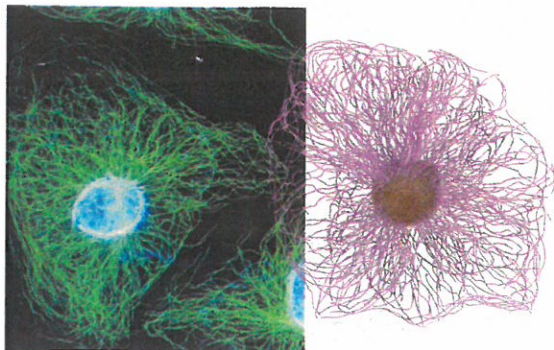


Figura 2.9. Citoesqueleto visto ao microscópio de fluorescência.

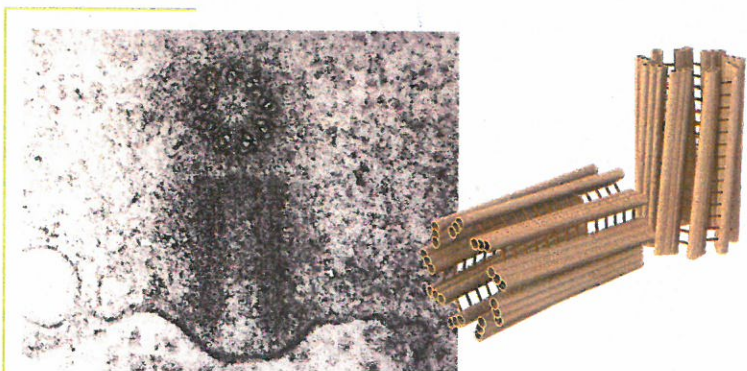


Figura 2.10. Centríolos vistos ao MET.

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 unha perpendicular á outra e denominadas **centríolos**.

Encárgase de organizar os filamentos do citoesqueleto.

Os cílios e flagelos teñen na súa base unha estrutura similar aos centríolos.

3.2. Os orgánulos ou estruturas membranosas

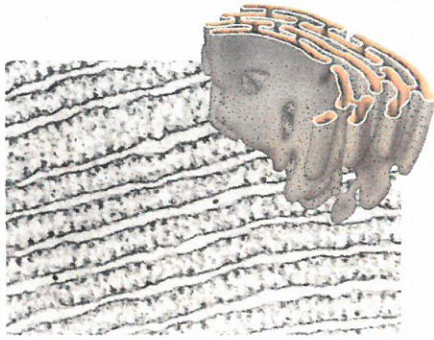


Figura 2.11. Retículo endoplasmático rugoso visto ao MET.

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 fabricanse os lípidos da membrana.

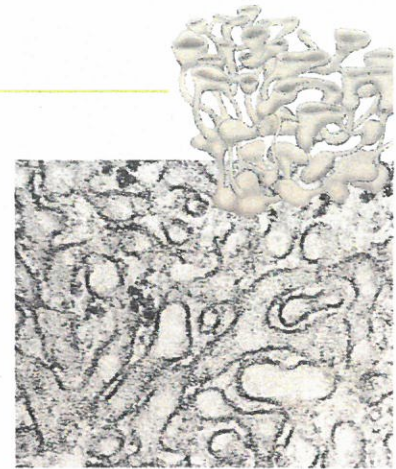


Figura 2.12. Retículo endoplasmático liso visto ao MET.

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

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

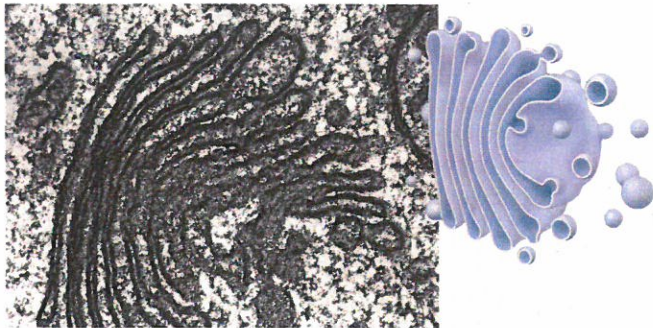


Figura 2.13. Aparato de Golgi visto ao MET.

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.

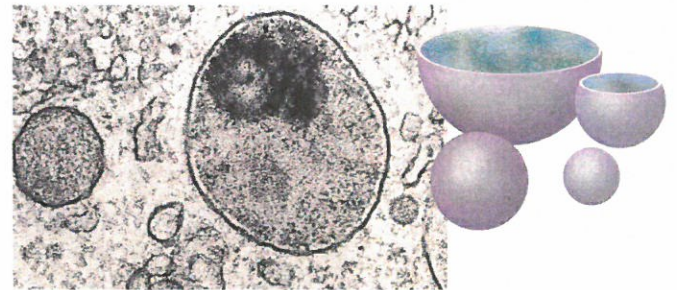


Figura 2.14. Lisosomas vistos ao MET.

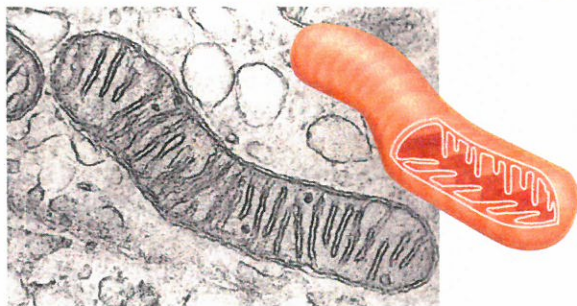


Figura 2.15. Mitocondria vista ao MET.

As **mitocondrias** teñen forma cilíndrica ou esférica. O seu tamaño oscila entre 0 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.

O **núcleo** é o compartimento máis voluminoso da célula. Está separado do citoplasma por unha dobre membrana que é continuación do retículo endoplasmático. 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 atópanse inmersos:

- **A cromatina.** Formada por fibras enmarañadas. Cada fibra é unha molécula de **ADN** asociada a **proteínas**. Cando a célula inicia a súa división, estas fibras condénsanse e dan lugar aos **cromosomas**, cuxo número é característico de cada especie. O ADN do núcleo controla e regula as funcións vitais da célula.
- **Os nucléolos.** Unha ou varias esferas de aspecto granular nas que se forman os ribosomas.

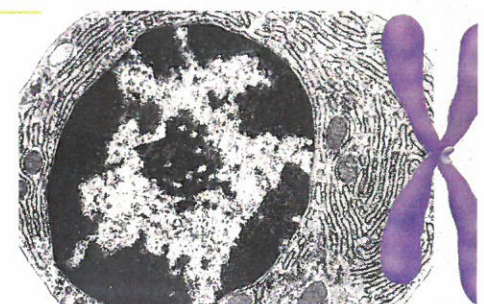
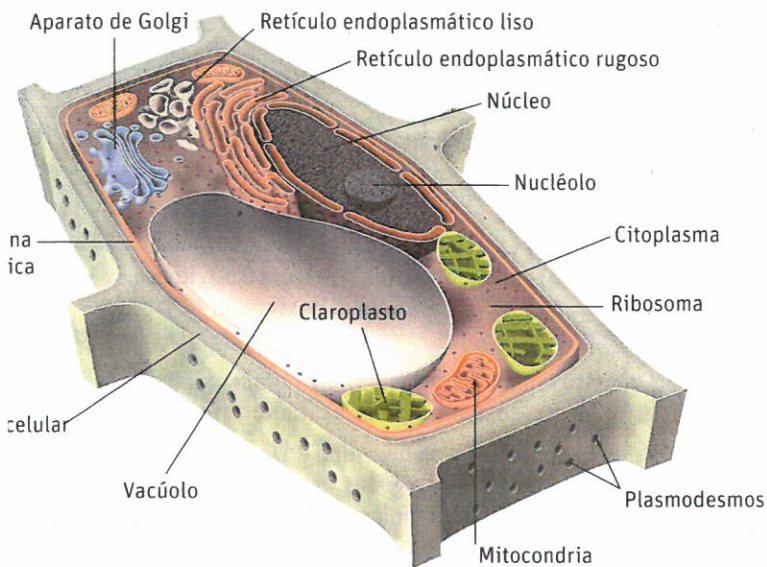


Figura 2.16. Núcleo visto ao MET e cromosoma

As células das plantas

As **células vexetais**, aínda que son similares ás células animais en case todos os seus orgánulos, presentan algunhas diferenzas: carecen de centríolos, o que non significa que carezan dunha zona que funciona como organizadora dos filamentos do citoesqueleto, e posúen algúns orgánulos e estruturas exclusivos, como os **cloroplastos**, a **pared celular** e os grandes **vacúolos**.



2.17. Esquema tridimensional dunha célula vexetal.

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

A parede protexe as células e mantén a súa forma.

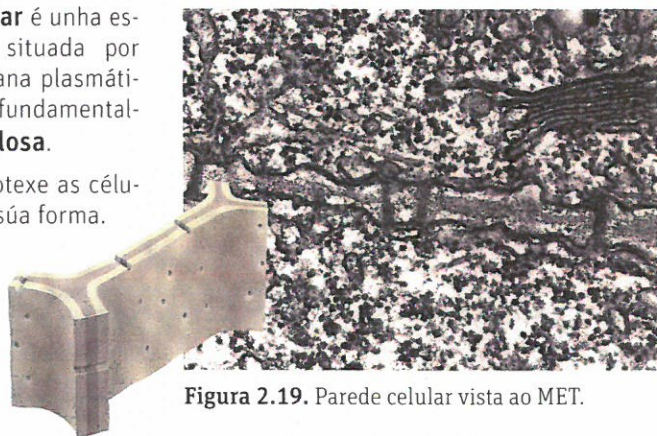


Figura 2.19. Pared celular vista ao MET.

Os **vacúolos** son vesículas (aces, só unha) moi grandes rodeadas de membrana 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 (turgencia).

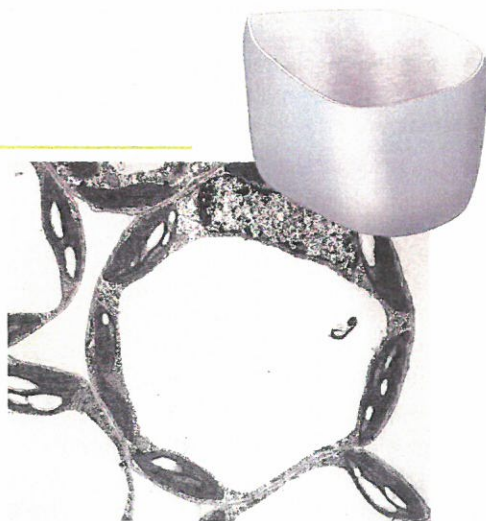


Figura 2.20. Vacúolo visto ao MET.

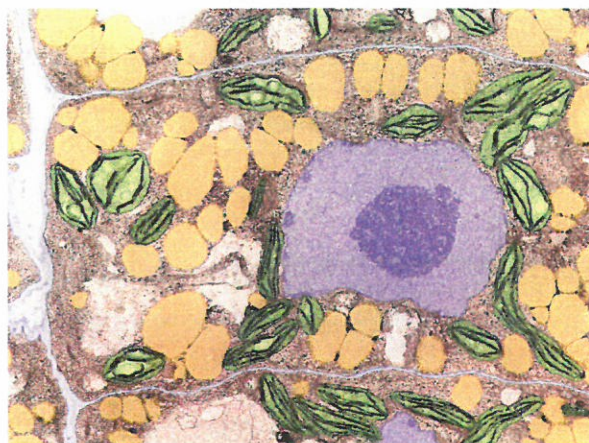


Figura 2.18. Micrografía dunha célula vexetal, ao MET falsa cor (x 10 000).

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.

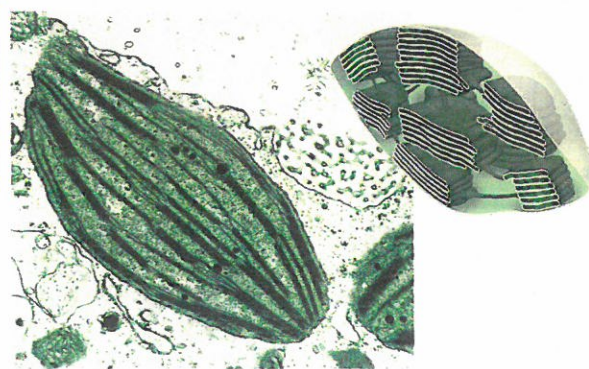


Figura 2.21. Cloroplasto visto ao MET, falsa cor.

Das células procariotas ás eucariotas

Non sabemos que a vida na Terra é celular e que durante os 2000 primeiros millóns de anos da historia da vida sobre a Terra os procariontes foron os seus únicos protagonistas. Nalgunha ocasión, hai uns 1800 Ma, apareceu o primeiro eucariote. Como puido formarse unha célula tan complexa como a eucariota a partir da célula procariota?

1. 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** de dous ou máis procariontes diferentes. O nome fai referencia ao caso particular no que dous organismos que se benefician por vivir e traballar xuntos (simbiose), e ademais un vive dentro do outro (endosimbiose).

A teoría endosimbiótica propoñese basicamente en que o núcleo, os cloroplastos e as mitocondrias teñen moléculas de ADN que revelan unha orixe diferente. Os cloroplastos lembran as cianobacterias (procariontes fotosintéticos) e as mitocondrias lembran certas bacterias moi eficaces na respiración oxidativa. En liñas xerais, o proceso puido suceder así:

• Na Web

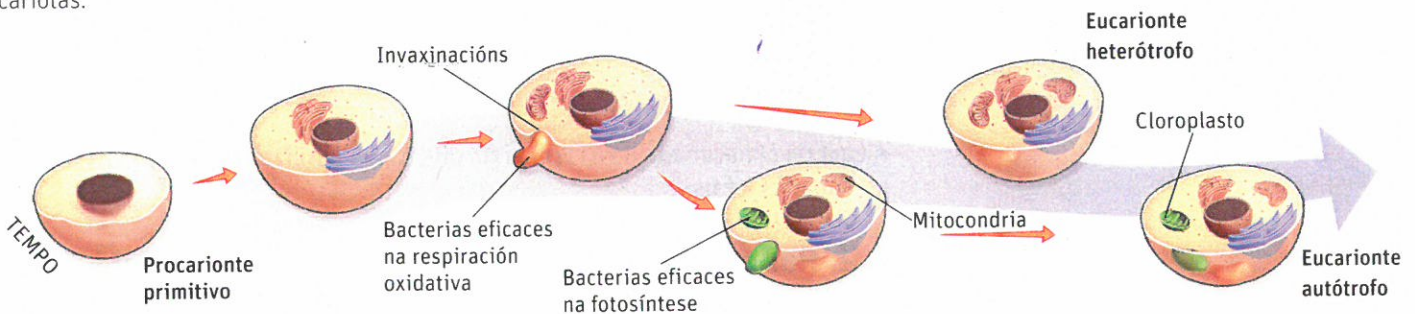
A teoría endosimbiótica e os argumentos a prol dela.

• www.e-sm.net/svbg1bach02_05

A TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

1. Un procarionte primitivo sen parede alimentárase engulindo outros procariontes mediante **invaxinacións** da súa membrana. Estas invaxinacións poderían estar na orixe do sistema de membranas interno das células eucariotas.

3. Entre os procariontes superviventes habíaos moi eficaces no proceso da **respiración oxidativa** e sobrevivirían convertidos en **mitocondrias**. Así se orixinarían as primitivas células eucariotas **heterótrofas**.



2. Algunhas das presas puideron escapar ao proceso de dixestión e iniciar unha **relación simbiótica** mutuamente vantaxosa co seu hospedador permanente.

4. Algunhas das células provistas de mitocondrias puideron incorporar outros procariontes moi eficaces no proceso da **fotosíntese**, cuxos descendentes sobreviviron convertidos en **cloroplastos**. As primitivas células eucariotas provistas de ambos os tipos de hóspedes serían **autótrofas**.

5.2. E que son os virus?

Os virus non son células, son parasitos intracelulares formados por:

- **Un ácido nucleico.** Pode ser ADN ou ARN, nunca os dous xuntos.
- **Unha cápside.** Cuberta de proteínas que rodea o ácido nucleico. Está formada por unidades que se repiten, os **capsómeros**, cuxa disposición determina a forma do virus. Algúns virus posúen ademais unha **envoltura** similar á membrana plasmática.

Aínda que os virus posúen a súa propia información xenética, carecen das estruturas indispensables para a súa nutrición e reprodución. Para iso, introducen a súa información xenética nunha célula e utilizan no seu proveito a maquinaria celular.

Existen diversas hipóteses sobre a orixe dos virus, desde as que supoñen que proceden de antigos microorganismos parasitos que perderon as súas estruturas, ata as que propoñen que evolucionaron a partir de fragmentos de ADN ou ARN que escaparon de células similares ás que agora parasitan.

ACTIVIDADES

11. Indica algunha característica dos cloroplastos e das mitocondrias que poida recordar a súa orixe como organismos procariontes.
12. Poden os virus fabricar as súas propias enzimas? Por que?
13. Por que os virus non son células?

6 Como se nutren as células?

O microscopio electrónico proporciona unha imaxe estática da célula que non se axusta á realidade. A célula encóntrase en continuo cambio e a actividade no seu interior (entrada e saída de moléculas, crecemento, movemento, etc.) é incesante. Manter esta actividade celular require **enerxía**.

Como obteñen enerxía as células para vivir? De que forma a utilizan de maneira eficiente?

6.1. A moeda enerxética das células: o ATP

Na túa carteira podes levar moedas para comprar unha botella de auga ou un refresco, ou algún billete pequeno por se xorde algún imprevisto; pouca cantidade pero de fácil acceso, basta con sacalo do peto. A reserva de billetes de máis valor queda na casa ou no banco.

O manexo da enerxía nas células é similar ao manexo que podemos facer do diñeiro. As grandes reservas son, neste caso, os polisacáridos e, aínda máis, as graxas. O papel dos pequenos billetes fáino a glicosa, o principal combustible celular, e a moeda de uso corrente é unha molécula denominada **ATP** (adenosina trifosfato), (Fig. 2.23).

O ATP é un nucleótido formado por unha base nitrogenada, a **adenina**, un azucre, a **ribosa**, e un grupo de **tres fosfatos**. Os enlaces que unen entre si estes tres grupos fosfatos chámanse "enlaces de alta enerxía" (graficamente represéntanse como "~"), pois son enlaces inestables que liberan gran cantidade de enerxía cando son hidrolizados.

A enerxía liberada na hidrólise do ATP pode empregarse para que ocorra un proceso que require enerxía. Polo contrario, a formación de ATP, a partir de ADP (adenosina difosfato) e fosfato, require enerxía e só pode ocorrer acoplada a procesos que a liberan.

A enerxía almacenada no ATP, enerxía útil, é a que utilizan os seres vivos para as súas actividades vitais.

6.2. Por que camiños poden obter enerxía as células?

Todas as células producen ATP utilizando a enerxía que se libera na oxidación de nutrientes orgánicos, principalmente glicosa.

A oxidación da glicosa iníciase no citoplasma. Este primeiro paso non necesita osíxeno e denomínase **glicólise**, que literalmente significa 'destruír azucre'.

Na glicólise, a glicosa (6C) transfórmase en moléculas orgánicas máis sinxelas (3C) e prodúcese unha pequena cantidade de ATP.

► Fermentación

En ausencia de osíxeno, como son as condicións anaerobias, este composto orgánico de 3C non pode ser completamente oxidado a dióxido de carbono.

O proceso neste caso denomínase **fermentación** e orixina como produto final diversas **substancias orgánicas**. Por exemplo, o etanol que producen os fermentos ao fermentar o azucre das uvas, ou o ácido láctico que producen as nosas células musculares ao fermentar a glicosa.

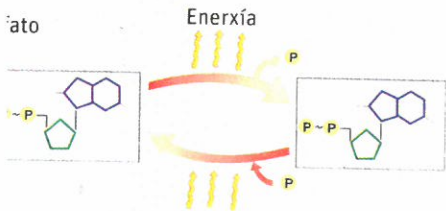
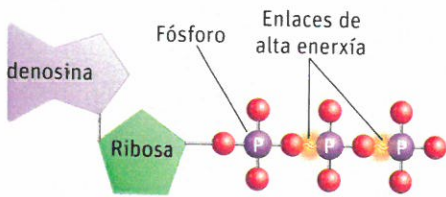


Fig. 2.22. Molécula de ATP e proceso de hidrólise e síntese.

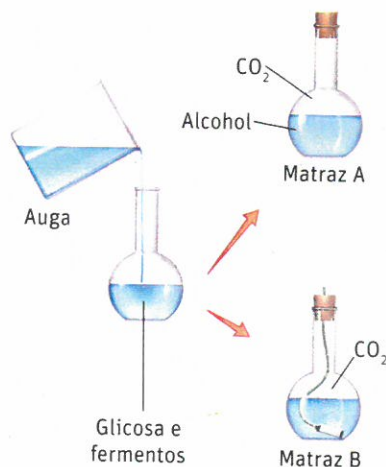
DESCUBRIR

O efecto Pasteur

Os fermentos son organismos anaerobios facultativos. Isto quere dicir que poden vivir en presenza ou en ausencia de osíxeno.

Pasteur foi o primeiro científico en observar que, en ausencia de osíxeno (como no matraz A), os fermentos transforman a glicosa en alcohol e CO₂, pero que se dispoñen de suficiente osíxeno (como no matraz B) practicamente non producen alcohol.

Supoñendo que en ambos os matrazes se dispón inicialmente a mesma cantidade de fermentos e de glicosa, en cal se esgotará antes a glicosa? Por que?



► A respiración celular

En presencia de osíxeno, condicións aerobias, a oxidación da materia orgánica complétase ata producir CO_2 . Este proceso denomínase **respiración celular** e, nas células eucariotas, sucede nas mitocondrias do seguinte modo:

O composto de 3C da glicólise penetra na **matriz mitocondrial** e complétase a súa oxidación. A materia orgánica acaba transformada en CO_2 , **materia inorgánica**.

O proceso finaliza na **membrana mitocondrial interna**. Aquí, a enerxía liberada nas oxidacións anteriores utilízase para sintetizar moléculas de ATP, e o hidróxeno que contiña a materia orgánica únese ao osíxeno para formar auga.

A ecuación global da respiración celular pode expresarse como:

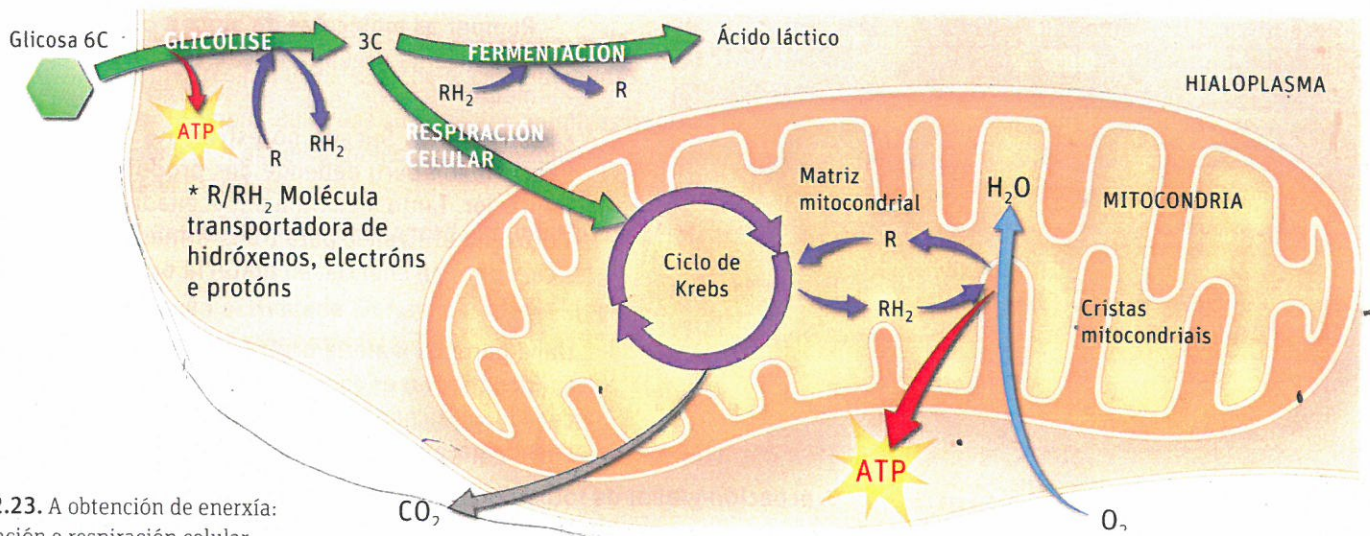
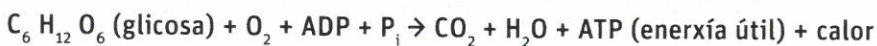


Figura 2.23. A obtención de enerxía: fermentación e respiración celular.

6.3. Dúas formas diferentes de obter o combustible

Todas as células necesitan nutrientes, tanto orgánicos como inorgánicos, para o seu mantemento. Os **nutrientes inorgánicos**, como a auga, obtéñenos directamente do medio no que viven. En canto a como obtéñen os **nutrientes orgánicos** dos que procede a enerxía, as células poden ser:

- **Heterótrofas.** Son as células que necesitan incorporar materia orgánica do medio, elaborada por outros organismos.

Estes compostos orgánicos, ou aqueles que se encontran almacenados no interior da propia célula, adoitan ser moléculas moi complexas (polisacáridos, graxas, etc.). Para que as células poidan utilizalas como combustible deben ser hidrolizadas e transformadas en moléculas máis sinxelas, como a glicosa ou os ácidos graxos. A **hidrólise** ou **dixestión** celular nas células eucariotas corre a cargo dos lisosomas e é un proceso que non xera enerxía útil.

- **Autótrofas.** Son as células que só incorporan do medio substancias inorgánicas, como o CO_2 e o H_2O , e son capaces de fabricar os nutrientes orgánicos a partir delas. Unha forma de nutrición autótrofa é a **fotosíntese**.

ACTIVIDADES

15. Que función desempeña o ATP nas células?
16. As células da raíz dunha planta son autótrofas ou heterótrofas?

• Na Web
 Observa a dixestión en acción.
www.e-sm.net/svbg1bach02_06

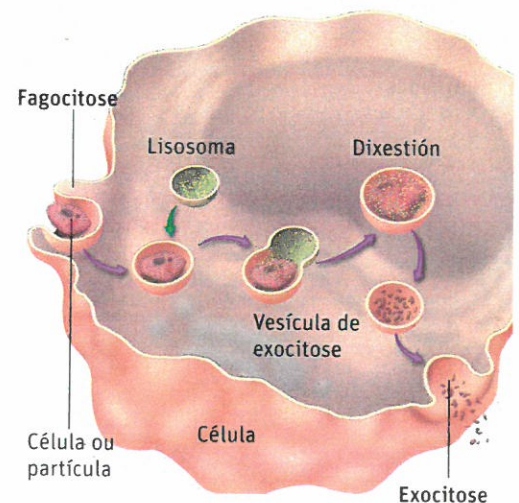
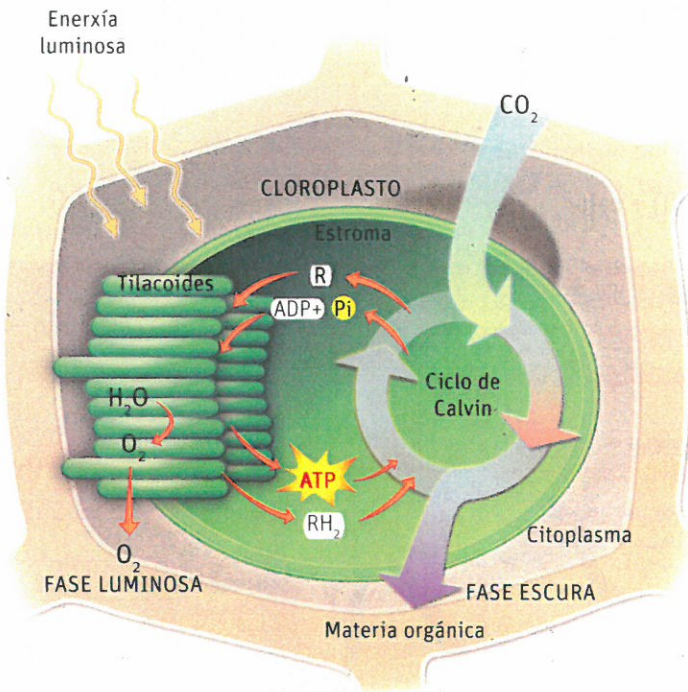


Figura 2.24. Dixestión celular.

6.4. A fotosíntese

A transformación de materia inorgánica en orgánica que realizan os organismos autótrofos necesita enerxía. No caso dos **autótrofos fotosintéticos**, esta enerxía procede da **luz solar** e é captada pola **clorofila**, o pigmento que dá cor verde ás algas, ás plantas e a algunhas bacterias.



ira 2.25. A fotosíntese no cloroplasto.

Nas células eucariotas autótrofas, a fotosíntese ten lugar nos **cloroplastos** e desenvólvese en dúas fases:

- **Fase luminosa.** Sucede nas membranas dos tilacoides e só pode realizarse en presenza de luz. Nesta fase, a enerxía da luz solar captada pola clorofila utilízase para:
 - **Sintetizar** moléculas de **ATP**.
 - **Romper as moléculas de auga e obter hidróxeno**, que se utiliza na seguinte fase, e **osíxeno**, que se libera ao medio.
- **Fase escura.** Sucede no estroma e pode realizarse na escuridade pero depende dos produtos obtidos na fase anterior. Tanto a enerxía almacenada no ATP como o hidróxeno utilízanse para transformar a materia inorgánica, pobre en enerxía, en **materia orgánica**, rica en enerxía.

Unha parte da materia orgánica fabricada úsase para construír ou renovar os compoñentes celulares ou para ser almacenada; outra parte utilízase como combustible para obter a enerxía necesaria para a actividade celular.

A **ecuación global da fotosíntese** pódese expresar como:



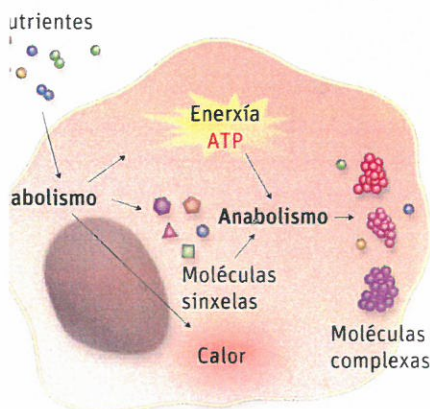
6.5. Metabolismo: anabolismo e catabolismo

Todo este conxunto de reaccións químicas que suceden no interior das células constitúe o **metabolismo**. Sen metabolismo as células non poden automantense, requisito imprescindible para poder reproducirse, e non hai metabolismo sen organización celular. No metabolismo interactúan dous tipos de procesos:

- **Anabolismo.** Procesos que participan na síntese de moléculas complexas a partir doutras máis sinxelas. O anabolismo ou **biosíntese** require enerxía e pode ser autótrofo ou heterótrofo.
- **Catabolismo.** Procesos cuxo obxecto é a degradación dos compostos orgánicos en compostos máis sinxelos. A enerxía contida nos seus enlaces libérase e pode utilizarse tanto para o anabolismo como para outras funcións celulares como o movemento ou o transporte de nutrientes a través da membrana.

ACTIVIDADES

17. Para que utilizan as células o ATP que se produce na fase luminosa da fotosíntese? E o que se produce na respiración celular?
18. A fotosíntese é un proceso anabólico ou catabólico? E a respiración celular?



ira 2.26. Esquema do metabolismo.

7 Como se relacionan as células?

Se se vise o que sucede en calquera pequena ferida producida na túa pel; asombraríate a avalancha de glóbulos brancos que acoden atraídos polos sinais de alarma químicos que liberan as células danadas. Os glóbulos brancos perciben os cambios sucedidos no medio e reaccionan acudindo ao lugar no que deberán librar a batalla.

Esta capacidade que vemos nos glóbulos brancos para procesar a información que reciben do medio constitúe unha das funcións básicas das células, a **relación**.

7.1. Estímulos e respostas

As células reciben información, **estímulos** ou **sinais**, tanto do medio que as rodea como do seu propio interior. Os estímulos poden ser de natureza **física**, como a luz que chega ao ollo cando se le un libro, ou **química**, como as substancias liberadas ao producirse unha ferida.

A **resposta** das células é a forma en que estas reaccionan ante calquera estímulo ou sinal e nela hai sempre tres procesos secuenciais involucrados:

1. O **sinal**, como, por exemplo, unha das substancias químicas que se liberan na ferida, únese a algunha molécula de proteína receptora situada na membrana da célula.

2. A **unión** provoca que a mensaxe sexa lanzada ao interior da célula e sexa amplificada.

3. A **célula cambia a súa actividade** en función do sinal recibido. Este cambio pode manifestarse, por exemplo, con:

- **Secreción de substancias.** A resposta pode supoñer que se sintetice algunha substancia en particular, se empaquete e se libere ao exterior da célula. Así sucede, por exemplo, cando algúns organismos unicelulares detectan condicións adversas no medio ou cando un estímulo percorre as células nerviosas.
- **Movemento.** Pode producirse no interior da célula, como a **ciclose**, ou ser da propia célula. O movemento celular realízase por **pseudópodos**, como nos glóbulos brancos, ou por **cilios** ou **flaxelos**.
- **Multiplicación e diferenciación celular.** Os procesos de crecemento, multiplicación e especialización das células teñen lugar en resposta a determinados estímulos que interveñen na súa regulación e control.

7.2. A comunicación celular

A función de relación da célula inclúe, entre os sinais captados do medio ambiente, aqueles que proceden doutras células e que permiten establecer a comunicación entre elas. Esta comunicación existe nos organismos unicelulares, incluso entre os procariontes, pero é nos organismos pluricelulares onde se fai absolutamente indispensable.

É probable que a dificultade para establecer esta comunicación celular fose unha das causas polas que o paso dos seres unicelulares a pluricelulares se retardou no transcurso da evolución.

ACTIVIDADES

19. Responden todas as células ante un determinado estímulo? Por que?
20. Explica como responden os fermentos cando pasan de vivir nun medio con osíxeno a outro sen osíxeno. Cal é neste caso o estímulo? Cal é a resposta?

• Na Web

Os paramecios utilizan os cilios para desprazarse no seu medio.

• www.e-sm.net/svbg1bach02_07

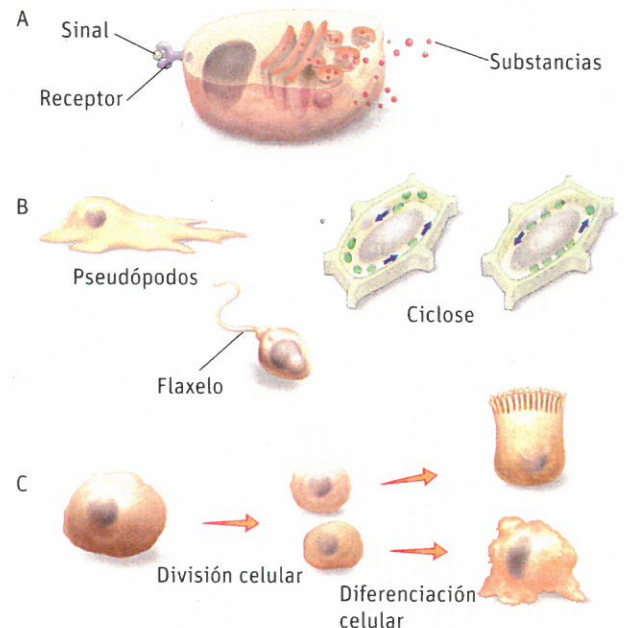
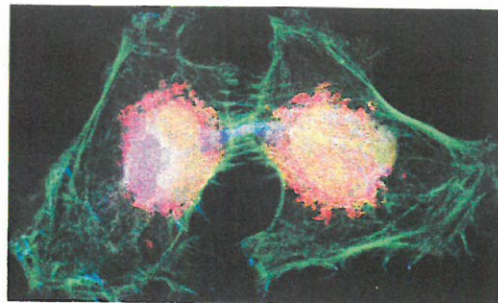


Figura 2.27. O estímulo e as respostas: A, secreción de substancias; B, movemento; C, multiplicación e diferenciación celular.

O ciclo de vida das células. A reprodución

As células HeLa

Henrietta Lacks (1920-1951) foi unha muller afroamericana doadora, sen o seu coñecemento, de células dun tumor canceroso que lle causou a morte. Estas células foron cultivadas no laboratorio e sorprendéron a comunidade científica por rixinar un cultivo celular inmortal (células HeLa). Tras máis de 60 anos, as células seguen vivas nos laboratorios dividíndose sen cesar cada 24 horas, e utilízanse en moitos programas de investigación, desde a produción da vacina da poliomielite ata estudos sobre o propio cancro.



Células HeLa dividíndose.

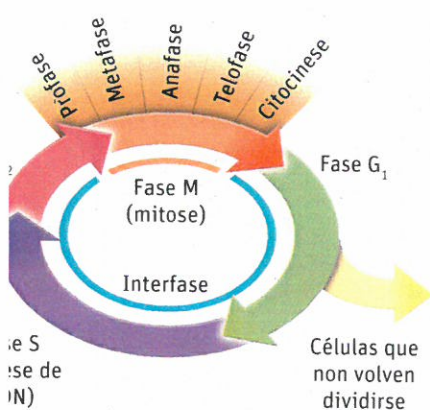


Fig. 2.28. O ciclo celular.

Ao longo da súa vida as células pasan por unha fase de división chamada **fase mitótica** (ou M) e unha fase de non división chamada **interfase** ('entre fases'). Cada unha destas fases está minuciosamente controlada e ten unha duración moi variable. O conxunto de ambas constitúe un **ciclo celular** (Fig. 2.29).

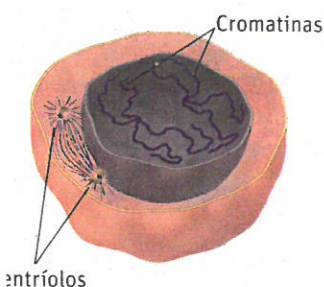
- A **interfase** é o período comprendido entre dúas divisións consecutivas. Durante este período ten lugar unha intensa actividade metabólica e adoita dividirse en tres períodos: **G₁** (de *gap*: 'oco', en inglés), **S** e **G₂**. Durante a interfase, a célula crece e prepárase para dividirse; no período S (síntese) acontece a replicación do ADN. As células que deixan de dividirse, como as células nerviosas, permanecen de maneira indefinida na fase G₁.
- A **fase mitótica** inclúe a **mitose**, ou división do núcleo, e a **citocinese**, ou división do citoplasma.

Veb • www.e-sm.net/svbg1bach02_08 •
 noso espectáculo da mitose.

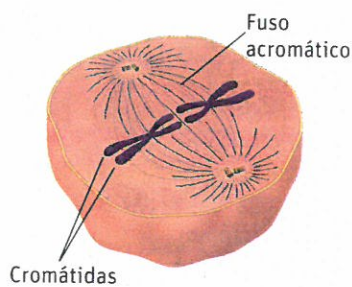
8.1. A mitose ou división do núcleo

Durante a mitose, as dúas copias do ADN, sepáranse e orixínanse dous núcleos coa mesma información xenética. A razón e significado deste proceso é garantir que as dúas células filla reciban unha copia íntegra do ADN materno e, por tanto, posúan o mesmo número e os mesmos cromosomas que posuía a célula materna. Aínda que a mitose é un proceso continuo, para o seu estudo considéranse catro etapas.

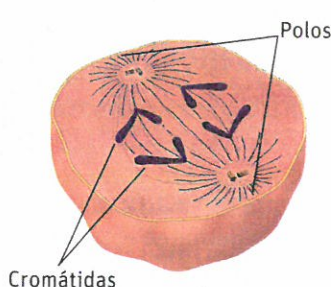
AS ETAPAS DA MITOSE



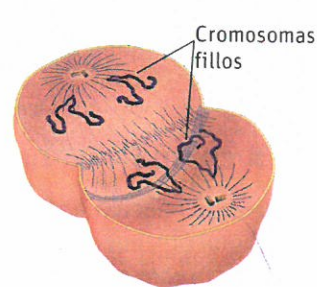
Profase. A **cromatina**, antes dispersa, empézase a condensar. Nas células animais, o centríolo, xa duplicado, divide-se e cada centríolo fillo emite microtúbulos cara a un polo celular. Entre ambos os centríolos organízase un sistema de microtúbulos que formará o **fuso acromático**. Ao final da profase a envoltura nuclear e os nucléolos apareceron.



Metafase. A cromatina alcanza o máximo de condensación e fanse claramente visibles os **cromosomas**, formados por dúas **cromátidas**. Os cromosomas únense aos microtúbulos do fuso por un punto próximo ao centrómero e quedan aliñados nun plano imaxinario situado no ecuador da célula, a denominada **placa metafásica**.



Anafase. Os microtúbulos do fuso acúrtanse e tiran das cromátidas que se separan. Cada cromátida é arrastrada ao seu respectivo polo celular. Ao desprazarse cada cromátida, os seus brazos atrásanse con respecto ao centrómero e adoptan unha característica forma de V co vértice dirixido cara aos polos.



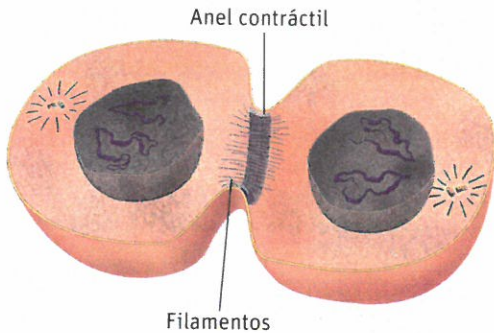
Telofase. As cromátidas, convertidas en cromosomas fillos e situadas xa nas proximidades dos polos, rodéanse dunha nova membrana nuclear e comezan a descondensarse. Desaparecen os microtúbulos do fuso e, finalmente, quedan constituídos os dous núcleos fillos, con idéntico número de cromosomas ca a nai.

2. A citocinese ou división do citoplasma

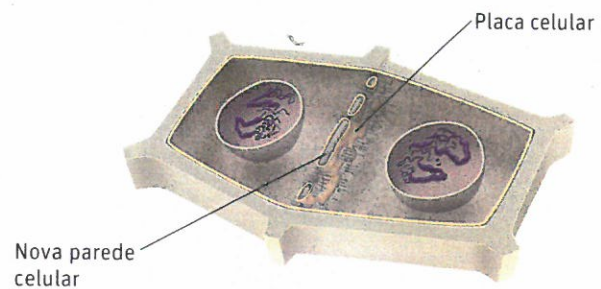
Despois de concluída a división do núcleo, ten lugar a división do citoplasma.

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 filla.



Nas **células vexetais**, as vesículas do aparato de Golgi acumúlanse no plano ecuatorial e fúsiónanse 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.

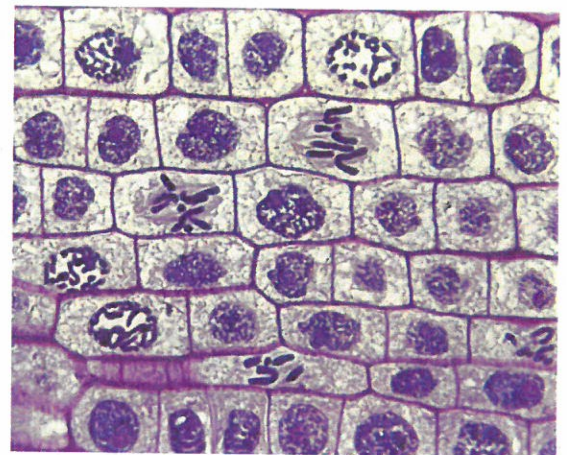


CIENCIA E OS SEUS MÉTODOS

Como estimar a duración relativa das fases do ciclo celular

Utilizaremos unha preparación microscópica obtida do extremo final dunha pequena raíz de cebola, un tecido cuxas células están en permanente división. Partimos do suposto de que o número de células que se encontran nunha determinada fase do proceso está relacionado coa duración relativa desa fase. O tempo estimado para un ciclo celular completo nas células do extremo da raíz de cebola é dunhas 16 horas.

- 1.º **Localizamos** as células en mitose cun obxectivo de baixo aumento.
- 2.º **Contamos** en cada unha das zonas elixidas, cun aumento maior, o número de células que se encontran en cada fase ata un total de, polo menos, 100 células. Tal como aparece no exemplo da táboa.



	Número	%	Tempo estimado
Interfase	75	...	...
Profase	27	...	...
Metafase	3	...	...
Anafase	6	...	...
Telofase	9	...	...
Total	120	100	16 h (960')

- 3.º **Calculamos** o índice mitótico, dividindo o número de células en división polo total, para cuantificar a mitose en cada zona.

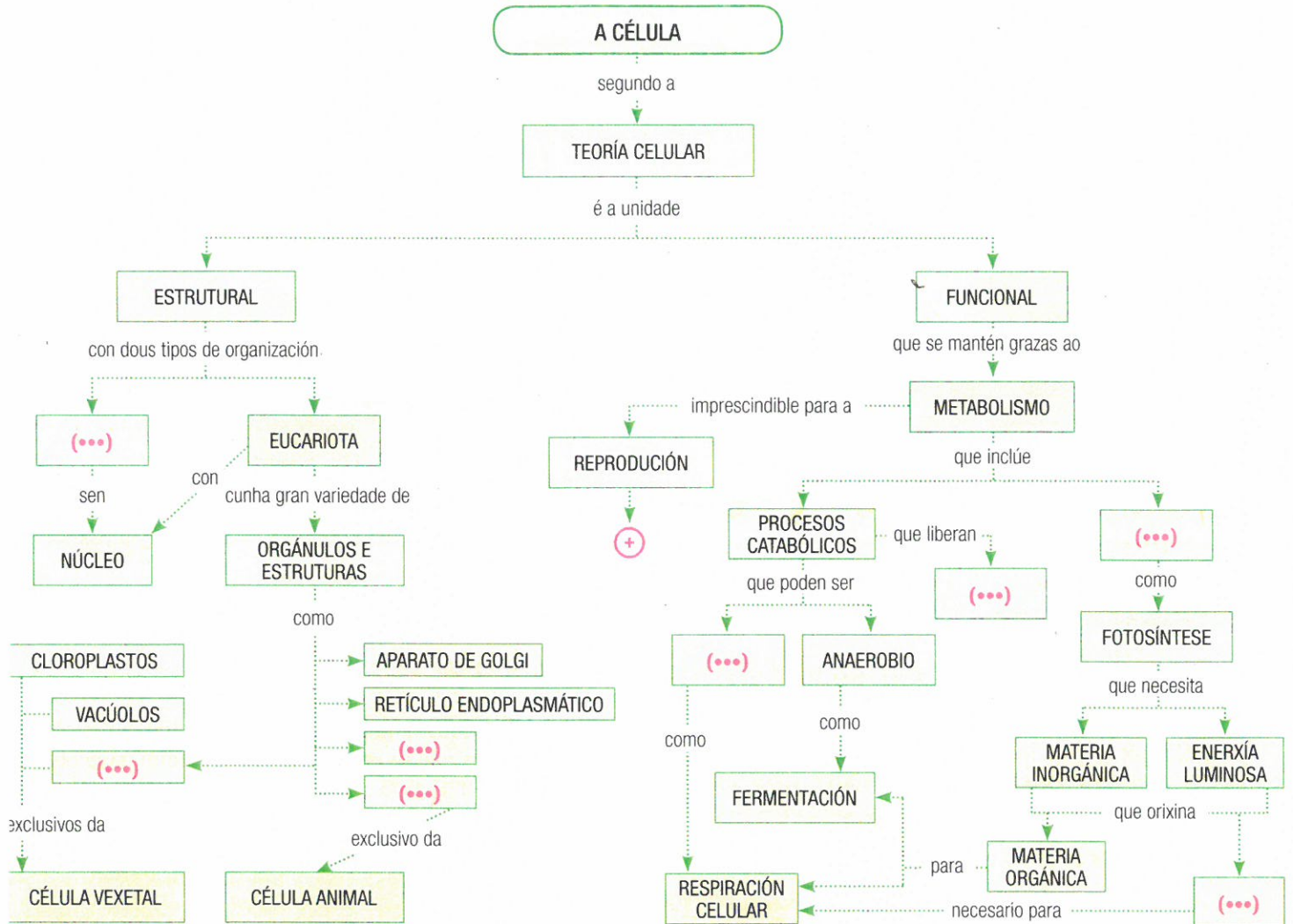
ACTIVIDADES

21. Identifica as fases da mitose que podes observar na microfotografía. Conta o número de células en división e calcula o índice mitótico. Copia a táboa e complétaa.
22. Utiliza os datos da táboa para construír usando un programa de ordenador, un diagrama de sectores que represente a duración relativa de cada unha das fases.

smCelmédixital.com **OBSERVA**
O proceso de clonación.

Síntese

3. Completa neste mapa conceptual os termos que faltan (...) e os fragmentos que debes desenvolver (+). Podes realizar a actividade no teu caderno.



Aplicación e relación

24. Esta é a fotografía dunha célula obtida cun microscopio óptico sen utilizar ningunha técnica de tinguidura.

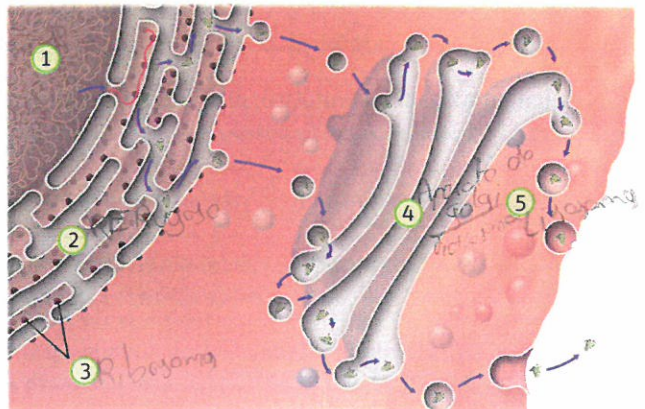
- a) Que nos permite dicir que aparecen células vexetais? *A parede celular que ten a estrutura que mantén a forma.*
- b) Nestas células non se observan os cloroplastos, por que? *Porque non ten os elementos necesarios.*
- c) Elixe unha célula que estea completa. Que dimensións reais ten a célula? Exprésaa en micrómetros (µm).



(x 50)

25. Observa as estruturas implicadas na produción e expulsión fóra da célula (exocitose) dunha proteína.

- a) Pon nome ás estruturas numeradas do 1 ao 5.
- b) Explica a función que desempeña no proceso cada unha das estruturas numeradas.



6. Razona se estas afirmacións sobre células son ou non correctas:

- a) Eucariota heterótrofa con mitocondrias pero non cloroplastos.
- b) Eucariota fotosintética ten cloroplastos pero non mitocondrias.
- c) Procariota fotosintética posúe cloroplastos e mitocondrias.

7. Copia e completa a seguinte táboa.

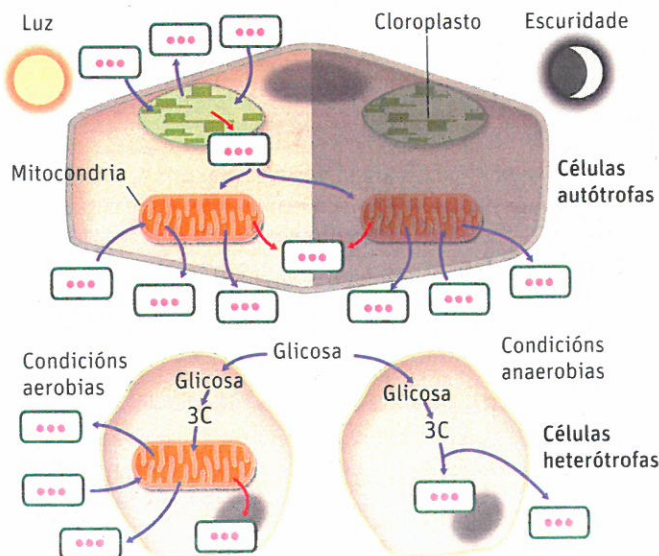
Estruturas celulares		Descrición	Función
Exclusivas da célula animal	Centríolos...	...	...
Exclusivas da célula vexetal	Cloroplastos...	...	...
Comúns a ambas as células	Mitocondria...	...	...

8. O leite contén bacterias de forma natural. Realizáronse dúas experiencias, unha con leite non esterilizado (1) e outra con leite esterilizado (2). Os datos da experiencia 1 están na táboa (o número de signos + fai referencia a cantidade relativa).

EXPERIENCIA 1	Glicidos	Ácido láctico	Cantidade de bacterias
Inicio da experiencia	++++	-	+
Ás 24 horas	+++	+	++
Ás 48 horas	++	++	+++
Ás 72 horas	+	+++	++++

- a) Por que os glicidos van desaparecendo ao longo da experiencia? De onde xorde o ácido láctico?
- b) Constrúe unha táboa cos datos que esperas obter da experiencia 2. Explica por que.
- c) Escribe un texto no que expliques como a experiencia nos mostra que o metabolismo das bacterias do leite leva asociado intercambios co medio.

29. Estas imaxes representan de forma esquemática tres tipos diferentes de metabolismo celular. Cópialas e compléatlas colocando nos lugares sinalados o composto correspondente: ATP, MO (materia orgánica), CO₂, O₂ e H₂O.

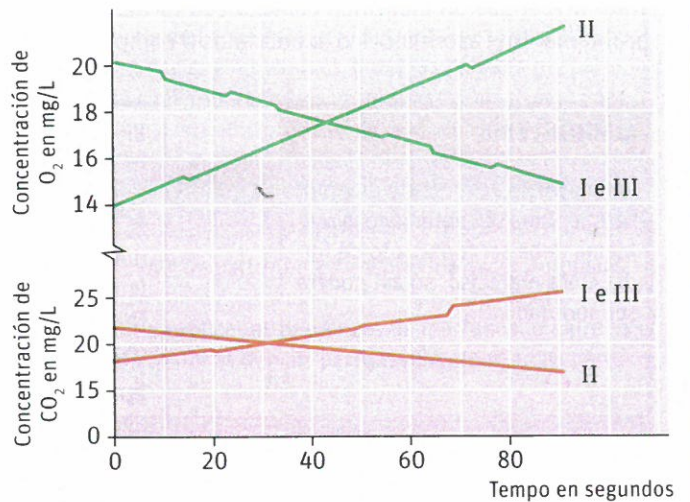


30. Nas gráficas móstranse os cambios na concentración de O₂ e de CO₂ obtidos de tres cultivos de algas unicelulares mantidos en medios diferentes. En todos os casos os cultivos se mantiveron iluminados e á mesma temperatura.

I. Auga destilada, materia orgánica e algas

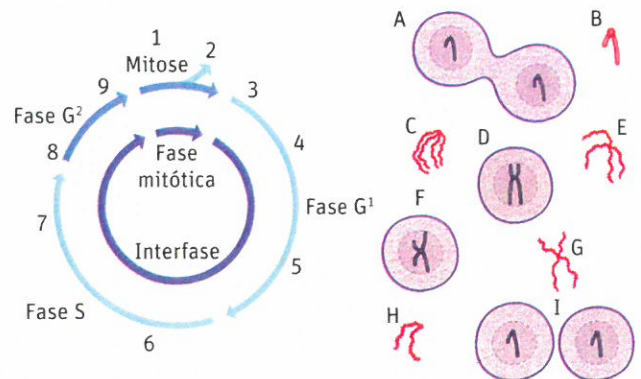
II. Auga destilada, sales minerais e algas

III. Auga destilada e algas



- a) Describe as gráficas.
- b) Que demostran os resultados da experiencia?

31. Relaciona as fases, segundo se suceden no ciclo celular, cos esquemas da dereita e fai unha breve descrición do que se representa en cada un deles.



Biblioteca global

32. Un suicidio que nos dá a vida

Arredor de 3 000 000 de células morren cada segundo no organismo humano de maneira natural. Na súa maioría fano por apoptose, unha morte controlada que se coñece como "suicidio celular".

Polo contrario, ante unha ferida ou unha queimadura prodúcese unha morte totalmente diferente que se llama necrose.

Busca información sobre a apoptose para encontrar a resposta a:

- a) En que se diferencia da necrose?
- b) Que relación ten co cancro?

Non esquezas comprobar que as páxinas web que consultas son fiables.