

3. CICLE CEL·LULAR I MITOSI

1. CICLE CEL·LULAR

S'anomena **cicle cel·lular** la seqüència de fenòmens que tenen lloc en la vida de la cèl·lula, des que s'origina fins que entra de nou en divisió per donar lloc a dues cèl·lules filles noves.

Les cèl·lules controlen amb molta precisió la durada del cicle cel·lular i la freqüència de la divisió. De vegades, però, perden el control i es converteixen en cèl·lules tumorals o canceroses, que es divideixen d'una manera excessiva i incontrolada i formen tumors que s'escampen i destrueixen el teixit o l'òrgan en què s'han originat. En estats molt avançats, les cèl·lules canceroses poden passar a la sang i formar tumors en uns altres òrgans: és l'anomenada metàstasi del càncer.

Avui es creu que el càncer pot estar provocat per canvis en els gens encarregats de regular el cicle cel·lular. Aquests gens s'anomenen **oncogens**. Determinats agents químics, radiacions, o fins i tot alguns virus, poden desencadenar la transformació de les cèl·lules normals en cèl·lules tumorals: són els anomenats **agents cancerígens**.

Durant el cicle cel·lular es diferencien dues etapes: la **interfase**, durant la qual la cèl·lula creix i sintetitza substàncies que necessita, i la fase de divisió o **mitosi**.

LA INTERFASE

La interfase és l'etapa de la vida cel·lular durant la qual **no hi ha procés de divisió**, però sí una **intensa activitat metabòlica** en què es produeix el creixement de la cèl·lula. Normalment, és el període més llarg en la vida d'una cèl·lula, tot i que pot tenir una durada variable.

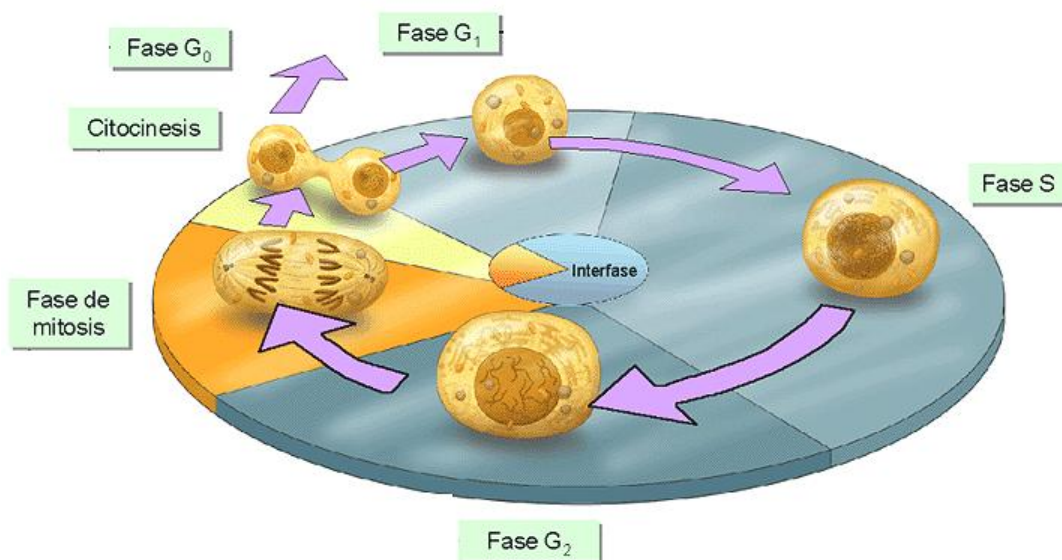
Hi podem distingir tres estadis:

- **Fase G₁**. En aquesta fase la cèl·lula desenvolupa les seves funcions habituals i l'ADN es dedica al procés de transcripció dels gens necessaris per formar les proteïnes que l'organisme necessita en cada moment.

En les cèl·lules que no entren mai en mitosi aquesta període és permanent i rep el nom de **fase G₀**. Es diu que la cèl·lula es troba en estat de repòs o quiescència. Es dona en cèl·lules que han experimentat un procés important de diferenciació, com les neurones i les fibres musculars estriades.

- **Fase S**. En aquesta fase es produeix la replicació de l'ADN per a iniciar-se la divisió cel·lular.

- **Fase G₂**. En aquesta fase se sintetitzen les proteïnes que intervenen en la divisió cel·lular, es dupliquen el centríols i es comença a condensar la cromatina per formar els cromosomes. La cèl·lula està llesta per iniciar la mitosi.



2. DIVISIÓ CEL·LULAR: MITOSI I CITOCINESI

El procés de divisió cel·lular és un procés ordenat, que assegura la transmissió correcta del material genètic a les cèl·lules filles.

Aquest procés segueix en totes les cèl·lules una sèrie de fases: La primera s'anomena **mitosi**, i consisteix en la divisió del nucli. Després, en la fase coneguda com a **citocinesi** es produeix la fragmentació de la cèl·lula i la formació de dues de noves.


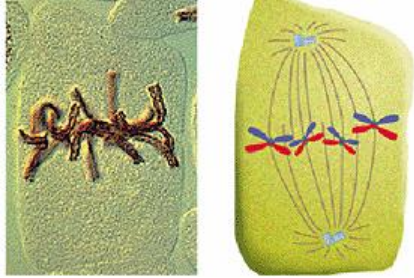
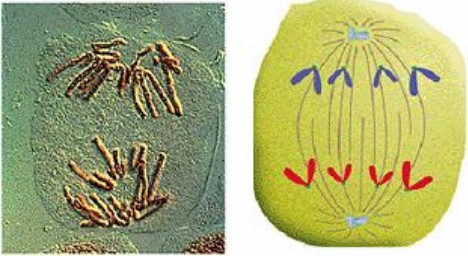
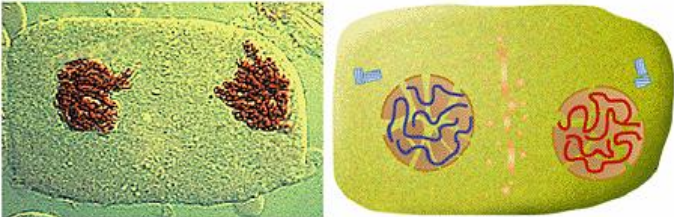
MITOSI

La mitosi és el mecanisme de divisió de la gran majoria de les cèl·lules eucariotes de l'organisme, les anomenades **cèl·lules somàtiques**.

Les cèl·lules sexuals o gàmetes es formaran a partir de cèl·lules mare que es divideixen mitjançant un altre tipus de divisió cel·lular, anomenada **meiosi**, que redueix a la meitat el nombre de cromosomes per garantir el nombre normal de cromosomes de l'espècie després de la fecundació. Aquest tipus de divisió l'estudiarem en un altre tema.

La mitosi origina **dues cèl·lules filles idèntiques a la cèl·lula originària i amb dotació genètica també idèntica**, ja que reparteix equitativament el material genètic que s'ha duplicat en la fase S del cicle de la cèl·lula.

Quan es descriu la mitosi es diferencien quatre etapes: **profase**, **metafase**, **anafase** i **telofase**. Però no s'ha d'oblidar que la mitosi és un procés continu i que cada etapa va lligada amb la següent de tal manera que no hi ha límits entre elles.

<p>La cromatina segueix condensant-se i es formen els cromosomes, constituïts per dues cromàtides unides pel centròmer. Al mateix temps desapareix la membrana nuclear i, en cèl·lules animals, té lloc la duplicació del centriol. Cada centriol es desplaça cap a un dels pols de la cèl·lula.</p>	<p style="text-align: center;">PROFASE</p> 
<p>Els cromosomes ja es distingeixen perfectament i s'ordenen cap el pla equatorial, entre els dos centriols, ubicats un en cada pol cel·lular. Apareix un estructura microtubular proteica, el fus mitòtic o acromàtic, format per fibres que connecten cada centriol amb el centròmer de cada cromosoma.</p>	<p style="text-align: center;">METAFASE</p> 
<p>Els microtúbuls del fus acromàtic es contreen i arrosseguen les cromàtides dels cromosomes. El centròmer acaba escindint-se, i les cromàtides se separen i es mouen cada un cap a un extrem diferent de la cèl·lula.</p>	<p style="text-align: center;">ANAFASE</p> 
<p>Desapareixen els microtúbuls del fus mitòtic i els cromosomes es comencen a desespiralitzar. Es formen uns nous embolcalls nuclears, que envolten els dos nuclis. Es formen els nuclèols i el citoplasma comença a dividir-se.</p>	<p style="text-align: center;">TELOFASE</p> 

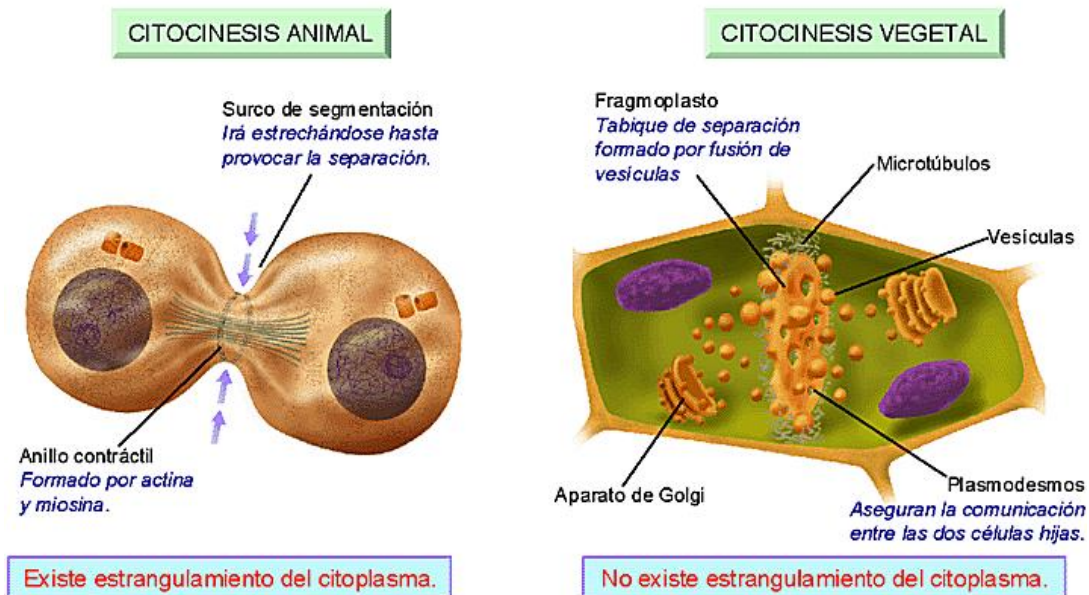
CITOCINESI

La divisió cel·lular no acaba amb la mitosi, que simplement ha servit per repartir la dotació genètica de la cèl·lula, sinó que cal que el citoplasma i els orgànuls també es reparteixin entre les cèl·lules filles de la manera més equitativa possible. Aquest procés s'anomena **citocinesi** i ocorre de manera diferent en les cèl·lules animals i vegetals.

- En les cèl·lules animals es produeix una estrangulació que divideix la cèl·lula en dues. A l'alçada de la placa equatorial apareix un **anell contràctil**, format per filaments d'actina i miosina, que es va estrenyent fins a originar un **solc de segmentació**.

Aquest solc es fa cada vegada més estret fins a estrangular totalment la cèl·lula i dividir-la en dues. En aquest procés els orgànuls citoplasmàtics es reparteixen equitativament entre les dues cèl·lules noves. Els mitocondris tenen el seu propi ADN, que també es duplica, de manera que poden formar nous mitocondris.

- En les cèl·lules vegetals no existeix estrangulació del citoplasma. A l'alçada de la placa equatorial es forma un envà de separació entre les dues cèl·lules filles anomenat **fragmoplast**. El fragmoplast es forma per la fusió de vesícules de l'aparell de Golgi, que contenen cel·lulosa per construir la paret cel·lular, i les restes dels microtúbuls que formaven el fus mitòtic.

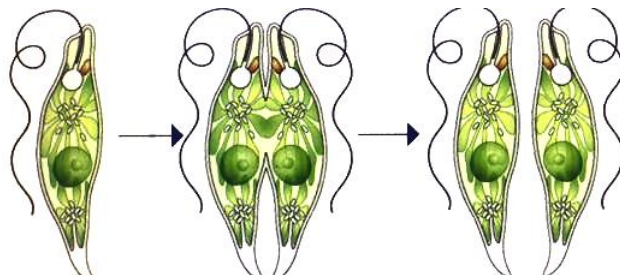


3. MODALITATS DE DIVISIÓ CEL·LULAR

El procés de divisió cel·lular que hem descrit dona com a resultat dues cèl·lules filles iguals. És el tipus de divisió més freqüent, però no sempre succeeix d'aquesta manera. De vegades el repartiment del material citoplasmàtic és asimètric, o bé es produeixen més cèl·lules filles.

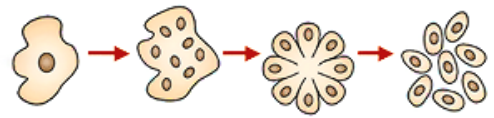
BIPARTICIÓ

És el procés típic de la mitosi: en primer lloc es divideix el nucli (cariocinesi) i després es divideix el citoplasma (citocinesi) per estrangulació o per formació d'un envà que divideix la cèl·lula en dues.

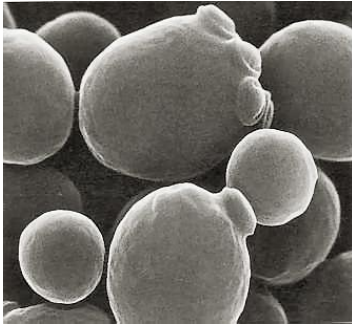


És la forma de reproducció d'organismes unicel·lulars, com ara protozous i algues unicel·lulars, i les cèl·lules somàtiques dels organismes pluricel·lulars.

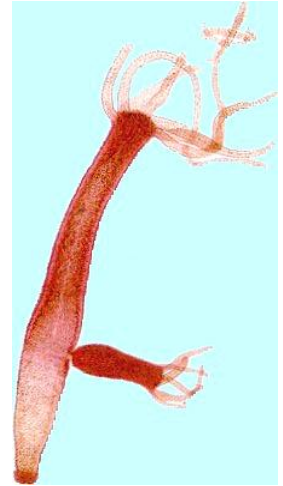
Si es formen més de dues cèl·lules filles per aquest procés de mitosi, es parla de **divisió múltiple**.



GEMMACIÓ



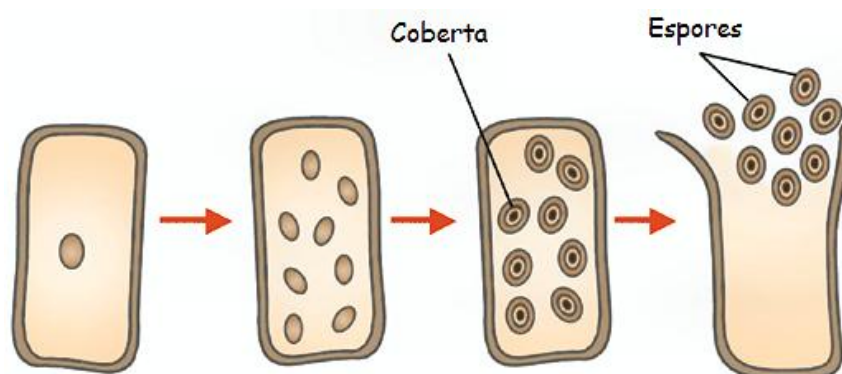
La gemmació té lloc quan es forma sobre la cèl·lula mare un bony o **gemma** on se situa un dels nuclis resultat de la divisió cel·lular i una porció del citoplasma. Més tard, la gemma es desprèn per estrangulació i constitueix una cèl·lula filla, més petita que la mare.



Aquest tipus de divisió es produeix en organismes unicel·lulars com el llevat, però també en pluricel·lulars, tant vegetals (briòfits) com animals (esponges i cnidaris), quan se separa un grup de cèl·lules del cos del progenitor que desenvolupa un nou individu.

ESPORULACIÓ

En el procés d' esporulació es produeixen diverses mitosis successives a l'interior de la cèl·lula mare sense que tingui lloc la separació de les cèl·lules filles, anomenades **espores**, per tant queden juntes, envoltades de citoplasma i protegides per una coberta que les aïlla de l'exterior i les protegeix de les condicions ambientals adverses. Quan els factors ambientals són adequats, la coberta es trenca i s'alliberen les espores.

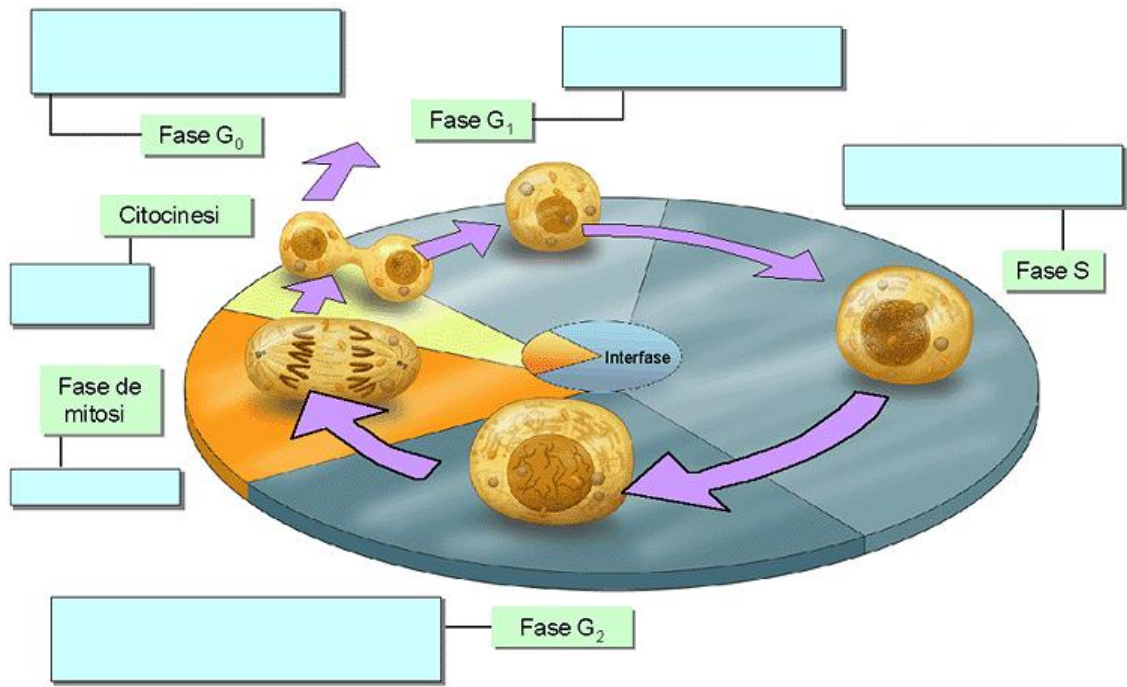


Aquest procés es dona en fongs, amebes, alguns tipus de bacteris i protozous esporozous (com ara el *Plasmodium*, causant de la malària) i és freqüent en algues, molses i falgueres. Tots ells poden recórrer a la formació de cèl·lules de resistència per a afavorir la dispersió i supervivència.



activitats proposades

1 Explica en els requadres de l'esquema següent les diferents fases del cicle d'una cèl·lula:



2 Posa el nom de les següents fases de la mitosi i ordena-les cronològicament:



A:



B:



C:



D:

Ordre:

3 Quina importància biològica té la mitosi?

4 Totes les cèl·lules d'un mateix organisme tenen la mateixa informació genètica? Per què?

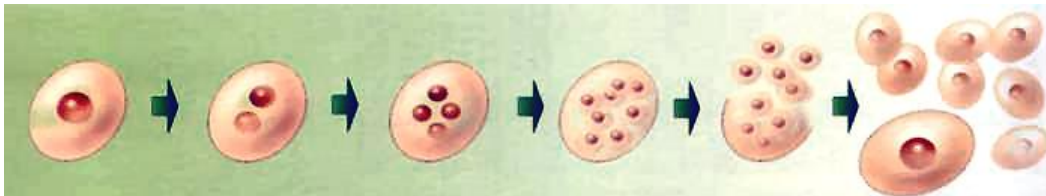
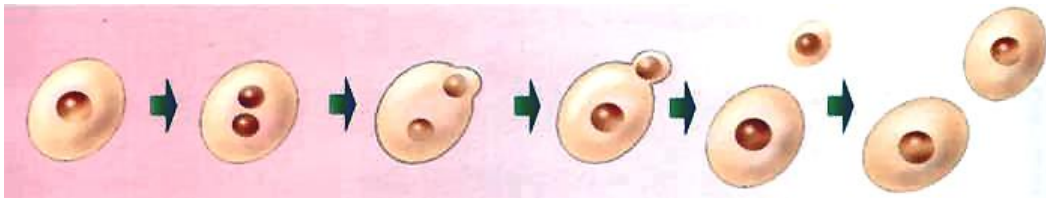
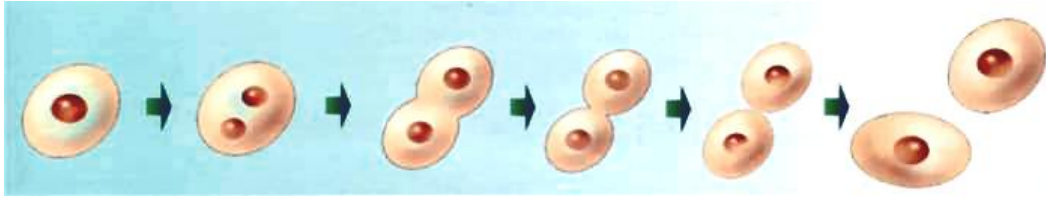
5 En les cèl·lules animals i vegetals hi ha petites diferències durant el seu procés de divisió. Explica quines són i en quines fases es produeixen.

6 Indica en la següent fotografia cèl·lules en anafase, metafase, profase i telofase. Justifica la teva elecció.



7 Explica els canvis que experimenta el material genètic durant la mitosi.

- 8 Indica i explica breument el tipus de divisió que pateixen les cèl·lules representades en les següents esquemes:



- 9 Quantes mitosis s'hauran de produir perquè una cèl·lula origini 16 cèl·lules?



TEST: Cicle cel·lular i mitosi

Indica la resposta correcta.

1. El nuclèol desapareix en la següent fase mitòtica:

a	Profase.
b	Metafase.
c	Interfase.
d	Anafase.
e	Telofase.

2. El fus mitòtic s'estableix en la següent fase de la mitosi:

a	Profase.
b	Metafase.
c	Interfase.
d	Anafase.
e	Telofase.

3. Identifica l'etapa que no correspon al període interfàsic:

a	Fase S.
b	Fase G_1 .
c	Fase G_0 .
d	Fase M.
e	Fase G_2 .

4. La condensació dels cromosomes en la mitosi té lloc en la...

a	Profase.
b	Prometafase.
c	Metafase.
d	Anafase.
e	Telofase.

a	Les cromàtides.
b	Els cromosomes.
c	Les fibres del fus mitòtic.

5. En iniciar-se la divisió mitòtica, els cromosomes es presenten...

a	Amb les seves dues cromàtides.
b	Amb una sola cromàtide.
c	Molt diluïts.
d	Amb molt poc ADN.
e	En estat quiescent.

6. L'ADN de la cèl·lula es duplica...

a	Abans de l'inici de la profase.
b	Durant la metafase.
c	Després de la profase.
d	Durant l'anafase.
e	Durant la profase.

7. La segmentació i separació del citoplasma en la mitosi es diu...

a	Esporulació.
b	Cariocinesi.
c	Citocinesi.
d	Regeneració.
e	Condensació

8. La placa equatorial s'origina durant la fase de la mitosi anomenada...

a	Anafase.
b	Metafase.
c	Telofase.
d	Profase.
e	Interfase.

9. Són estructures de resistència per algunes cèl·lules...



d	Les espores.
e	Les gemmes.