

UP7 - Estructura celular

1. La teoria cel·lular

La cèl·lula, tal i com la coneixem avui en dia, ha estat descoberta gràcies a l'esforç de molts investigadors al llarg de la història.

Del descobriment de la cèl·lula a la teoria cel·lular:

Robert Hooke (1665) ➡ Amb el seu microscopi de **50x** va observar per primera vegada **cèl·lules vegetals** (suro).

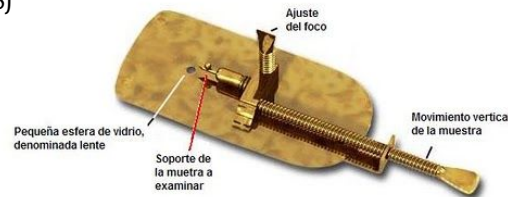
↓
Teixit format per petites cel·les, les quals va denominar com a **cèl·lules**.

Anthony Van Leeuwenhoek (1675)



Construeix microscopis de fins a **200x** i a partir de mostres d'aigua de tolles i de fluids interns dels animals va poder observar:

- Protozoous i rotífers (*animàculs*)
- Llevats
- Espermatozoides
- Gòbuls rojos
- Bacteris



1. La teoria cel·lular

Del descobriment de la cèl·lula a la teoria cel·lular:

Durant el **segle XVIII** pràcticament no es va poder avançar en l'estudi de la cèl·lula, ja que **no s'aconseguien perfeccionar les lents** que formaven els microscopis de l'època.

No va ser fins al **S.XIX** quan s'aconsegueixen **millorar els microscopis** i les tècniques de preparació de les mostres, de manera que les cèl·lules es podien estudiar amb més detall i observar les estructures que contenien.

Robert Brown (1831) ➡ Observa en les cèl·lules vegetals un corpuscle que va anomenar **nucli**



Theodor Schwann (1839)

- Compara els teixits animals amb es vegetals.
- Se n'adona que les cèl·lules tenen el seu propi funcionament, lo qual va anomenar **metabolisme**



1. La teoria cel·lular

Del descobriment de la cèl·lula a la teoria cel·lular:

A partir dels postulats enunciats pel botànic **Matthias Jakob Schleiden** (1838) i el zoòleg **Theodor Schwann** (1839) s'inicien els dos primers principis de la **teoria cel·lular**:

1. La cèl·lula és la unitat morfològica de tots els éssers vius
(tots els organismes vius estan formats per cèl·lules.)

2. La cèl·lula és la unitat fisiològica dels organismes.

(totes les cèl·lules tenen un metabolisme que els hi permet sobreviure; La cèl·lula és l'estructura més petita capaç de dur a terme totes les funcions necessàries per a la vida.).

Al 1855 Rudolf Virchow contribueix en la millora de la teoria cel·lular enunciant el tercer principi, el qual fa referència a l'origen de les cèl·lules.

3. Tota cèl·lula prové, per divisió, d'una altra cèl·lula (*Omnis cellula ex cellula*)
(les cèl·lules només es poden formar a partir d'altres cèl·lules existents).

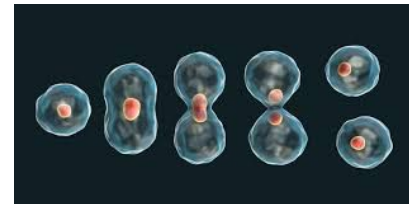


Schleiden

Library of Congress



Theodor Schwann



1. La teoria cel·lular

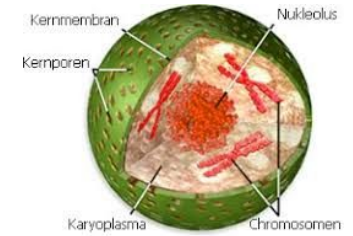
Anys posteriors es va continuar avançant en l'estudi de la cèl·lula:

Jan Evangelist Purkinje
(1839)



Descriu el **protoplasma**
(medi intern de la cèl·lula vegetal)

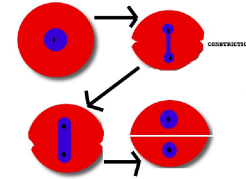
- **Citoplasma**
(envolta el nucli)
- **Carioplasma**
(part continguda al nucli)



Robert Remak
(1852)



Divisió directa per estrangulació del nucli (**amitosi**). No es forma el fus mitòtic ni la condensació dels cromosomes



Eduard Strasburger
(1879)

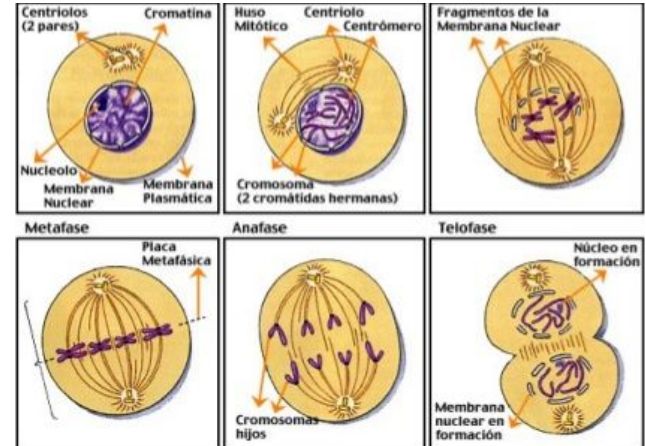


Descriu en les cèl·lules vegetals la divisió indirecta (**cariocinesi**), on el nucli experimenta transformacions successives.

Walther Flemming
(1880)



Descobreix la divisió descrita per Strasburger a les cèl·lules animals, i ho va anomenar **mitosi**.



1. La teoria cel·lular

Anys posteriors es va continuar avançant en l'estudi de la cèl·lula:

Wilhelm Waldeyer
(1890)



Observa durant la mitosi uns filaments, els quals va nomenar **cromosomes**.

Santiago Ramón y Cajal
(1899)



Va demostrar que els teixits nerviosos també estaven formats per cèl·lules!
Va poder demostrar que **cada neurona per ella mateixa era una cèl·lula**.

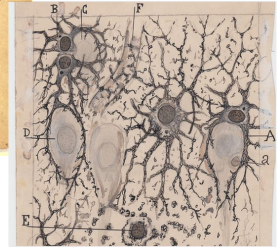
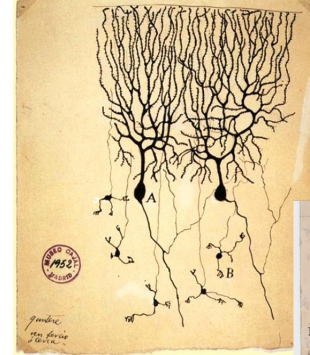
Premi Nobel de fisiologia i medicina al 1906.

Walter Sutton i Theodor Boveri
(1902)



Proposen que la **informació genètica** es troba als **cromosomes**.

Gràcies al **microscopi electrònic**, al 1952, es varen poder observar diferents òrgànuls cel·lulars, així com també definir l'estructura interna dels òrgànuls i de la membrana plasmàtica.



1. La teoria cel·lular

A partir dels diferents descobriments i dels coneixements actuals que tenim sobre genètica, es pot afegir un **quart principi a la teoria cel·lular**:

4. *La cèl·lula és la unitat genètica autònoma dels éssers vius*

(conté tota la informació genètica necessària per formar estructures i passar-la als seus descendents).

Per tant...

LA CÈL·LULA ÉS LA UNITAT MORFOLÒGICA, FISIOLÒGICA I GENÈTICA DE TOTS ELS ÉSSERS VIUS

En resum...els quatre postulats de la teoria cel·lular són:

1. *La cèl·lula és la unitat morfològica de tots els éssers vius*

(tots els organismes vius estan formats per cèl·lules.)

2. *La cèl·lula és la unitat fisiològica dels organismes.*

(totes les cèl·lules tenen un metabolisme que els hi permet sobreviure; La cèl·lula és l'estructura més petita capaç de dur a terme totes les funcions necessàries per a la vida.)

3. *Tota cèl·lula prové, per divisió, d'una altra cèl·lula (Omnis cellula ex cellula)*

(les cèl·lules només es poden formar a partir d'altres cèl·lules existents).

4. *La cèl·lula és la unitat genètica autònoma dels éssers vius*

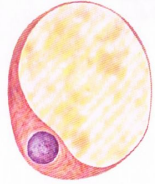
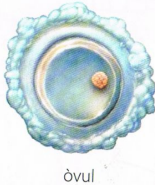
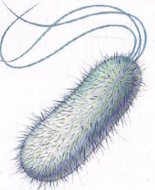
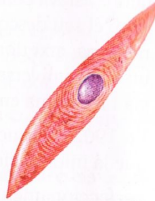
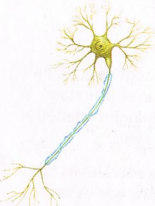
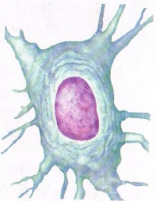
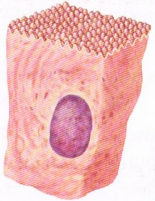
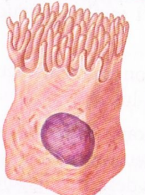
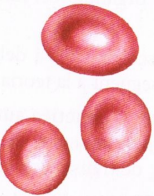
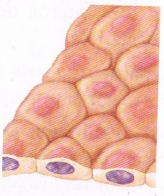
(conté tota la informació genètica necessària per formar estructures i passar-la als seus descendents).



2. Morfologia cel·lular

La morfologia cel·lular fa referència a l'**estudi de la forma i l'estructura externa de les cèl·lules**, és a dir, la descripció de com és una cèl·lula pel que fa a la seva **forma, mida i organització visible**.

2.1 Forma de les cèl·lules

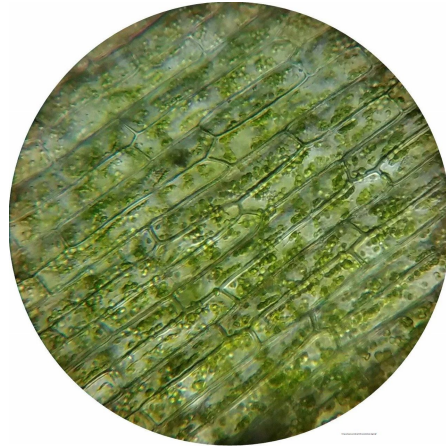
Formes cel·lulars					
Arredonida		El·líptica		Fusiforme	
					
adipòcit	òvul	bacteri	diatomea	bastó de la retina	cèl·lula muscular
Estrellada		Prismàtica		Aplanada	
					
neurona	osteoblast	cèl·lula de l'epiteli traqueal	cèl·lula de l'epiteli intestinal	eritròcits	cèl·lules epidèrmiques

2. Morfologia cel·lular

2.1 Forma de les cèl·lules

A tenir en compte sobre la forma de les cèl·lules...

- La morfologia depèn del tipus de cèl·lula, l'edat i la seva funció.
- Algunes cèl·lules, com les amebes i els leucòcits, no tenen una forma fixe.
- Cèl·lules com els osteòcits, bacteris i les cèl·lules vegetals, tenen una forma molt estable.



2. Morfologia cel·lular

2.2 Mida de les cèl·lules

La mida de les cèl·lules depèn del **tipus de cèl·lula** que sigui i de la seva **funció**.

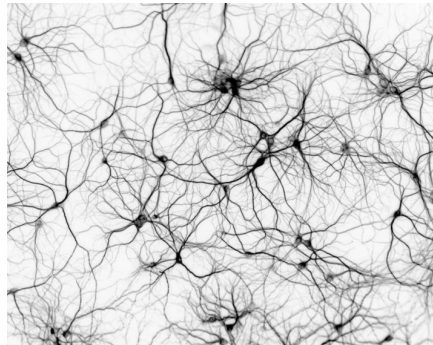
Els **bacteris** solen mesurar entre **1 i 2 μm** de longitud

La major part de les **cèl·lules humanes** mesura entre **5 i 20 μm**

- **Eritròcits** $\rightarrow 7\mu\text{m}$
- **Cèl·lules del fetge** $\rightarrow 20\mu\text{m}$ de diàmetre

Sabies què...

Les **cèl·lules neuronals** són les cèl·lules **més longitudinals**, ja que presenten prolongacions axonals que poden arribar a mesurar fins a uns quants metres de longitud, com és el cas dels cetacis.



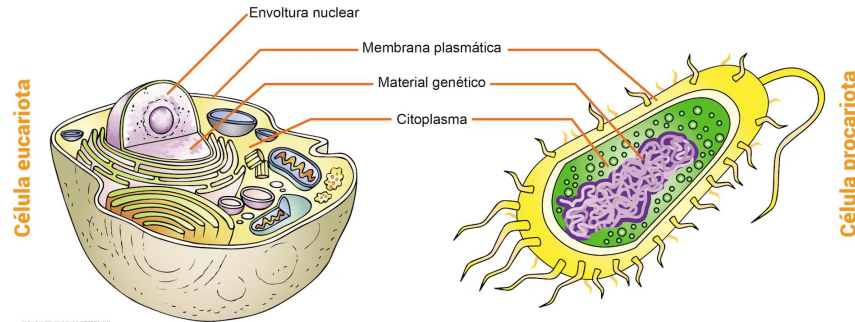
L'**oòcit d'estruct** és fins ara la **cèl·lula més gran coneguda** degut a la gran quantitat de substàncies nutritives que conté al vitel (clara).



2.3 Tipus d'organització cel·lular

Tots els éssers vius estan formats per cèl·lules, però...**què és una cèl·lula?**

- És la **unitat més simple** capaç de realitzar les tres **funcions vitals** (nutrició, relació i reproducció). **ÉS UN ÉSSER VIU!**
- **Totes** les cèl·lules presenten tres estructures principals:
 - **Membrana plasmàtica:** envolta a la cèl·lula i és el límit entre aquesta i l'entorn. Per això s'encarrega de regular el transport de substàncies i de rebre senyals externs.
 - **Citoplasma:** matriu gelatinosa que ocupa l'interior de la cèl·lula, on es produeixen reaccions del metabolisme cel·lular i que conté els constituents cel·lulars.
 - **Material genètic:** es correspon amb molècules ADN que contenen la informació necessària per a la vida de la cèl·lula (informació genètica). L'execució d'aquestes directrius és possible gràcies a les proteïnes, que efectua la síntesi en els ribosomes.



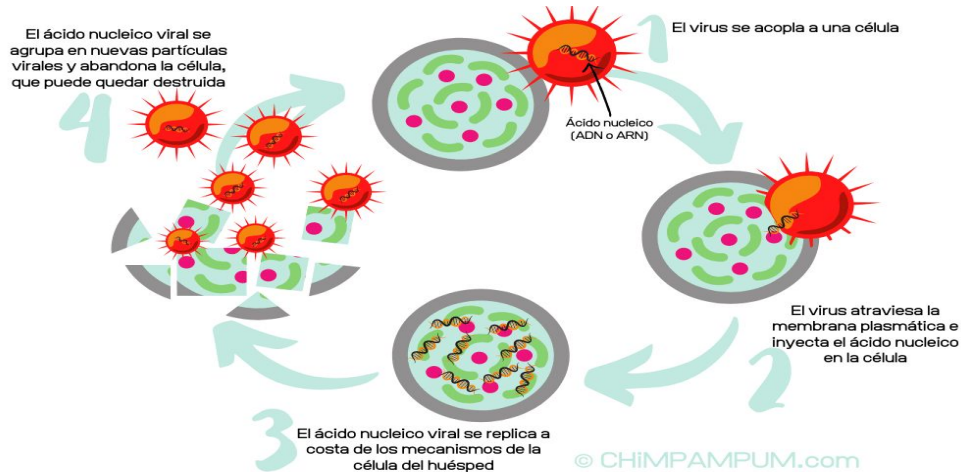
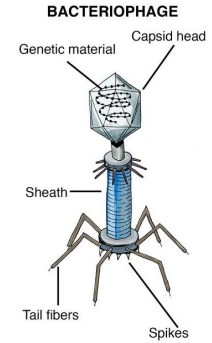
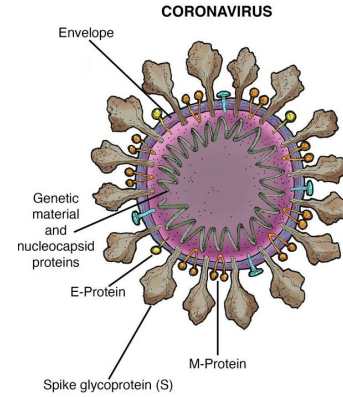
2.3 Tipus d'organització cel·lular

I els virus?

Els virus **NO** són éssers vius!



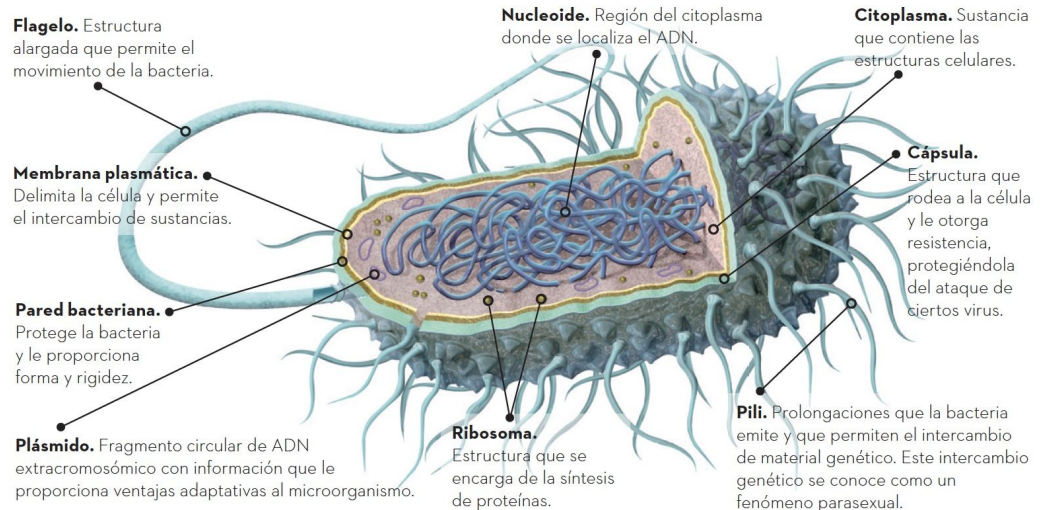
- Són formes **acel·lulars** que per poder-se reproduir necessiten envair cèl·lules



2.3 Tipus d'organització cel·lular

2.3.1 La cèl·lula procariota

- Pròpia de **bacteris** i **arqueobacteris**.
- Tenen un tamany més petit que les eucariotes (**1-10 µm**).
- **No tenen nucli ni orgànuls** (excepte **ribosomes**) → tot i així estan adaptats a infinitat d'ambients.
- A més dels components comuns, tenen **paret cel·lular**.
- Poden aparèixer altres embolcalls extracel·lulars (**càpsula**) i apèndixs externs (**pili, flagels i fímbries**).



2.3 Tipus d'organització cel·lular

2.3.1 La cèl·lula procariota

Estructura i funció dels components procariotes

Paret bacteriana

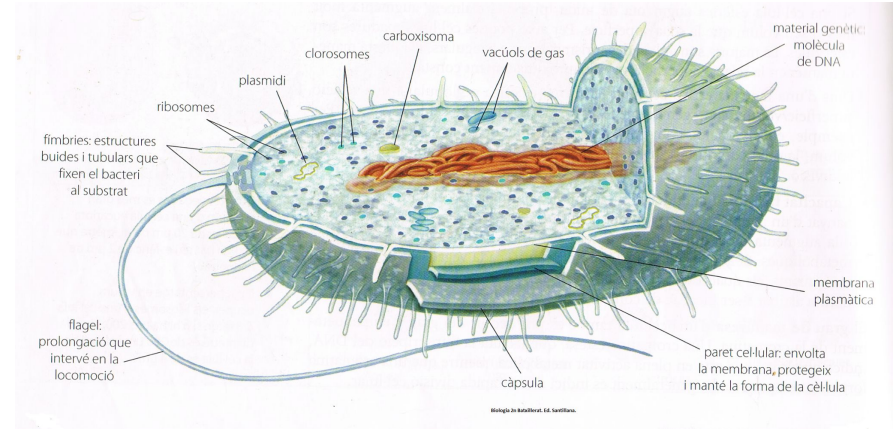
- **Estructura rígida** que **envolta** per complet a la cèl·lula
- Les seves funcions són:
 - Donar forma a la cèl·lula i mantenir-la estable
 - Juntament amb la membrana plasmàtica, controlar l'intercanvi de substàncies amb l'exterior.

Membrana plasmàtica

- La seva estructura bàsica és similar a la dels eucariotes, ja que es tracta d'una **bicapa fosfolipídica amb un alt percentatge de proteïnes** però **NO té colesterol**.
 - Presenta diferents tipus de **proteïnes amb activitat enzimàtica**, la qual cosa permet regular el metabolisme i la duplicació de l'ADN.

Citoplasma

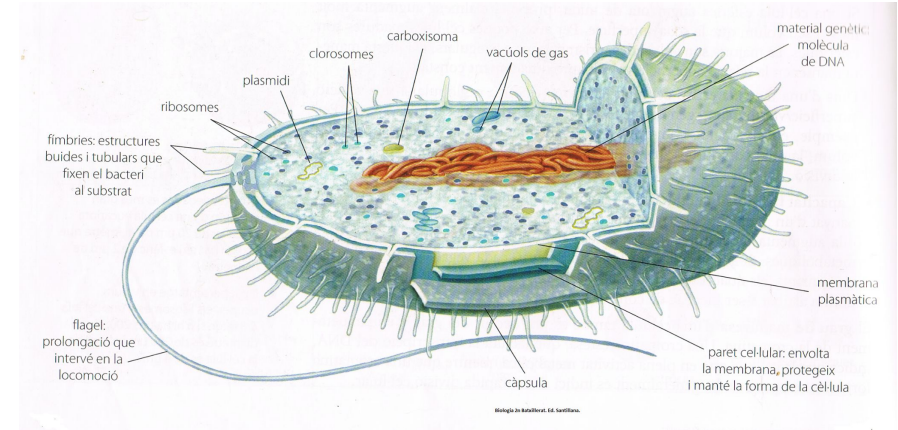
- **No té citoesquelet ni orgànuls membranosos** (citoplasma no dividit en compartiments).
- Només conté **ribosomes** i, en alguns casos, estructures delimitades per proteïnes com:
 - **Clorosomes** → contenen pigments fotosintètics
 - **Carboxisomes** → amb enzim capaços d'incorporar CO₂
 - **Vacúols de gas**



2.3 Tipus d'organització cel·lular

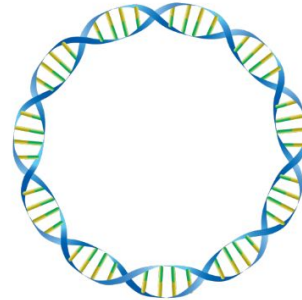
2.3.1 La cèl·lula procariota

Estructura i funció dels components procariotes



Material genètic

- Està immers en la zona del citoplasma anomenada **nucleoide** i es correspon amb el cromosoma bacterià, la molècula d'**ADN circular associada a proteïnes no històniques**. El cromosoma conté la informació genètica imprescindible per a la vida de la cèl·lula.
- Poden aparèixer altres molècules petites d'ADN circular bicatenari extracromosòmic, els **plasmidis**, que proporcionen característiques especials com la resistència als antibiòtics.

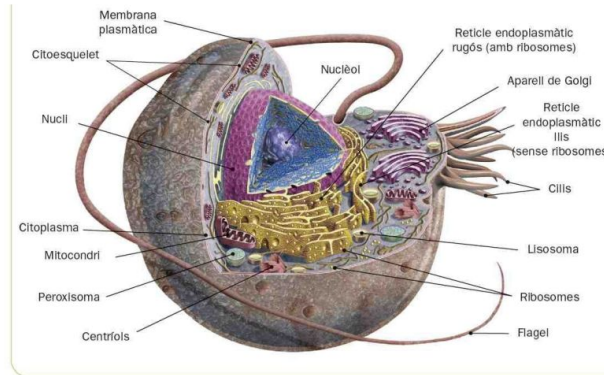


2.3 Tipus d'organització cel·lular

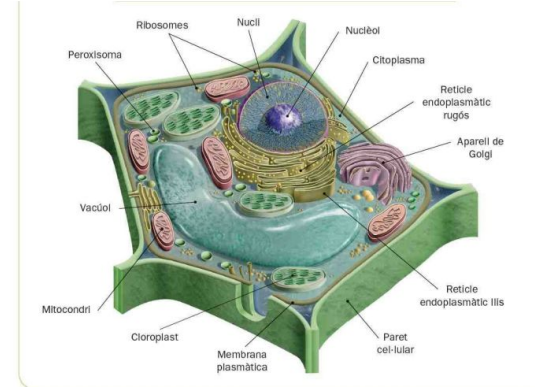
2.3.2 La cèl·lula eucariota

- Pròpia de la resta d'éssers vius del planeta, que pertanyen al **domini Eukarya**.
- Constitueixen éssers unicel·lulars (protozous, algunes algues i alguns fongs) o **pluricel·lulars** (algues, fongs, animals i plantes).
- En els éssers pluricel·lulars poden formar **teixits**.
- **Presenten nucli i orgànuls membranosos.**
- Tenen una mida superior a les procariotes (**10-100 μm**).

Les cèl·lules eucariotes presenten dos models d'organització:



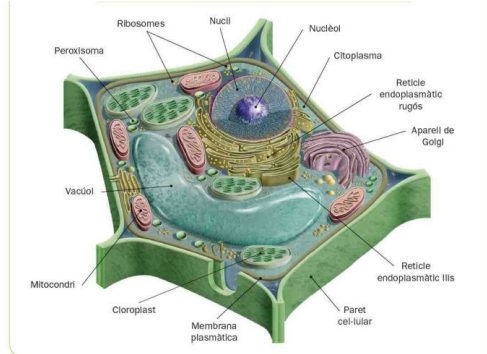
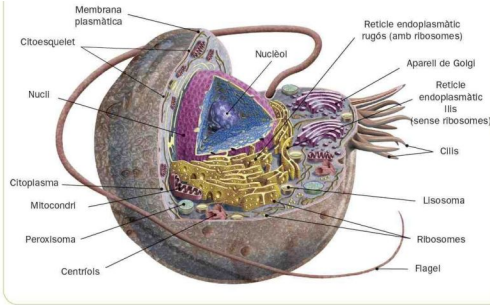
CÈL·LULA EUCARIOTA ANIMAL



CÈL·LULA EUCARIOTA VEGETAL

2.3 Tipus d'organització cel·lular

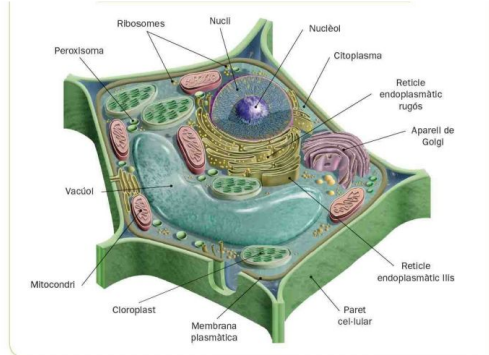
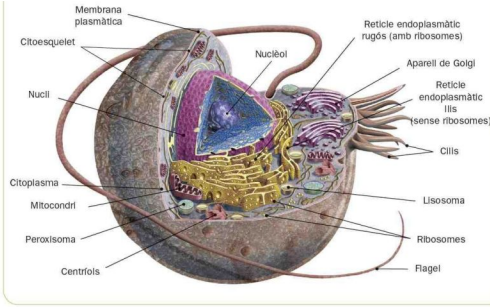
2.3.2 La cèl·lula eucariota



COMPONENTS EUCARIOTES COMUNS	
Membrana plasmàtica	Regula el pas de substàncies.
Nucli	Conté l'ADN i presenta una doble membrana perforada per porus nuclears
Citoplasma	Medi aquós en el qual estan immersos la resta de components.
Mitocondris	Orgànul involucrat en el metabolisme energètic, hi té lloc la respiració cel·lular. Conté ADN bicatenari circular i presenta doble membrana.
Reticle endoplasmàtic	Forma un continu amb la membrana del nucli. En distingim dos: rugós (síntesi de proteïnes) i llis (síntesi de lípids i transport de proteïnes).
Aparell de Golgi	Transport de proteïnes i síntesi de lípids. També fabrica polisacàrids en vegetals.
Lisosomes	Són vesícules que contenen enzims digestius.
Peroxisomes	Vesícules que contenen enzims oxidatius.
Vacuòls	Acumulen substàncies. En cèl·lules animals n'hi ha moltes i petites i en vegetals en trobam una i molt gran.
Elements no membranosos	Ribosomes 80S, citoesquelet

2.3 Tipus d'organització cel·lular

2.3.2 La cèl·lula eucariota



DIFERÈNCIES

Característiques exclusives de les cèl·lules animals

No tenen paret cel·lular. Moltes tenen matriu extracel·lular.

No tenen cloroplasts.

Tenen centríols que conformen el centrosoma i des d'on s'organitzen els microtúbuls (component del citoesquelet).

Tenen molts de vacúols petits, a vegades se'ls anomenen vesícules.

Característiques exclusives de les cèl·lules vegetals

Tenen paret cel·lular formada per cel·lulosa.

Tenen cloroplasts.

No tenen centríols. Els microtúbuls s'organitzen des de l'embolcall nuclear.

Tenen un gran vacúol.

2.3 Tipus d'organització cel·lular

	Eucariotes	Procariotes
Semblances	Ambdós tipus tenen: material genètic, citoplasma i membrana plasmàtica.	
Diferències	Tenen nuclis	No tenen nuclis, material genètic en el citoplasma i localitzat en el nucleòide.
	ADN bicatenari lineal associat a histones, diversos cromosomes.	Un únic cromosoma bicatenari circular no associat a histones.
	No tenen ADN extracromosòmic tot i que trobem ADN circular en mitocondris i cloroplasts	ADN extracromosòmic en forma de plasmidis.
	Ribosomes 80S	Ribosomes 70S
	Tenen orgànuls	No posseeixen orgànuls Només contenen ribosomes
	Tenen citoesquelet	No tenen citoesquelet
	Poden ser unicel·lulars o pluricel·lulars i formar teixits.	Sempre unicel·lulars.
	Divisió cel·lular per mitosi o meiosi. La reproducció pot ser asexual o sexual.	Divisió cel·lular per bipartició. No hi ha meiosi. Reproducció asexual, tot i que hi pot haver mecanismes de parasexualitat.
	Tamany més gran 10-100 µm.	Tamany més petit 1-10 µm.
	Membrana plasmàtica amb fosfolípids i colesterol.	Membrana plasmàtica amb fosfolípids però sense colesterol.

3. El nucli cel·lular

Present a totes les **cèl·lules eucariotes**.

Conté la informació genètica; és on hi té lloc la **replicació del DNA** i la **síntesi de RNA**

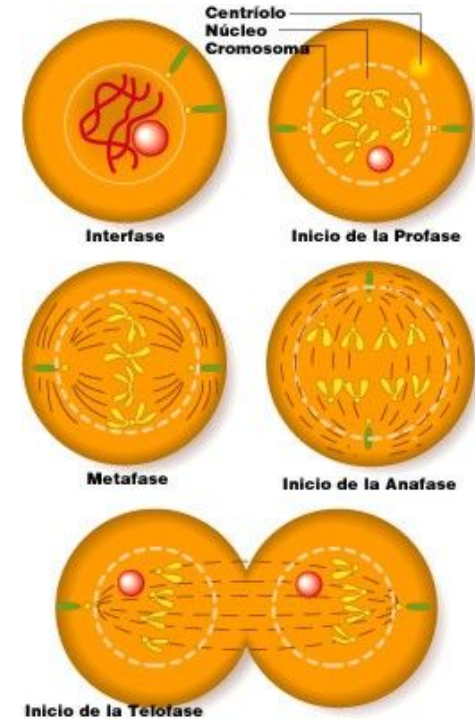
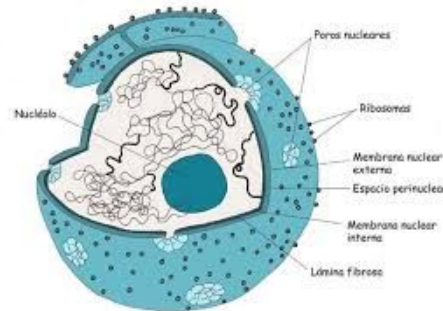
3.1 Cicle cel·lular i nucli

Fase de no-divisió

Nucli interfàsic: el DNA es duplica per posteriorment repartir el material genètic a les dues cèl·lules filles.

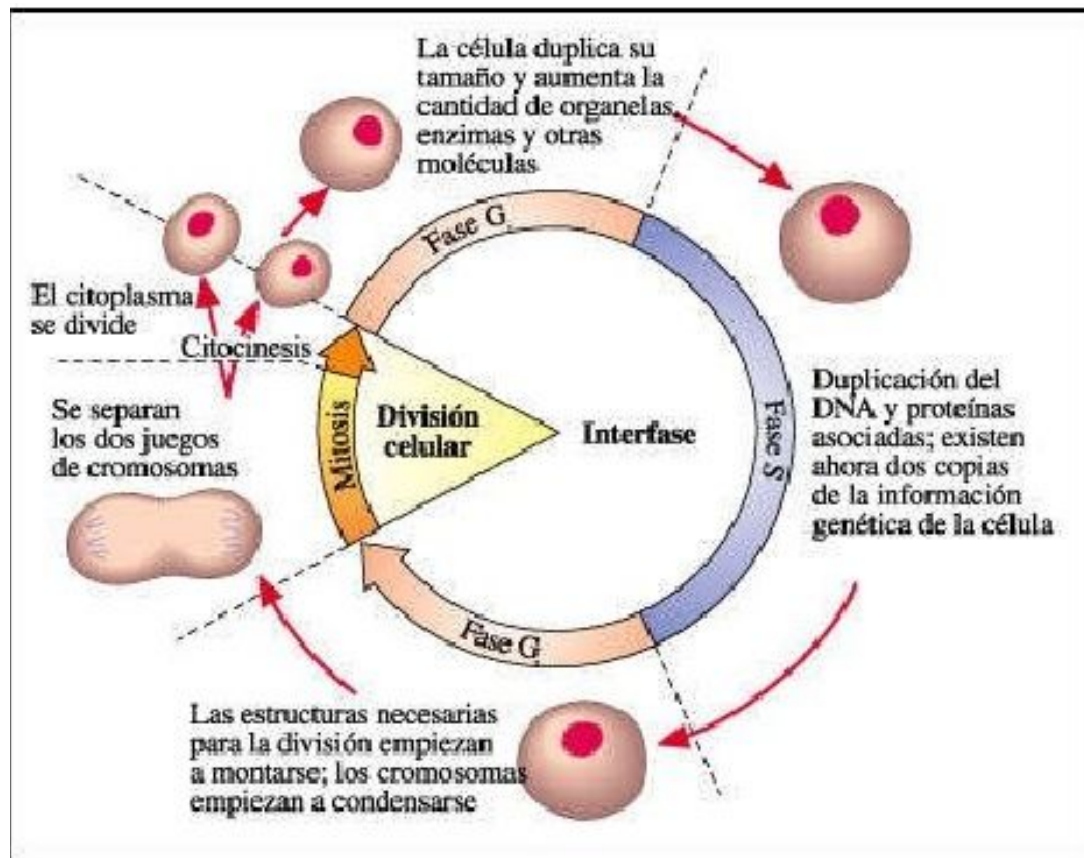
Fase de divisió

Nucli mitòtic o meiòtic: el material genètic es condensa formant els cromosomes. L'embolcall nuclear desapareix.



3. El nucli cel·lular

3.1 Cicle cel·lular i nucli



3. El nucli cel·lular

3.2 Característiques generals del nucli interfàsic

El **nucli interfàsic** està present en totes les cèl·lules eucariotes.

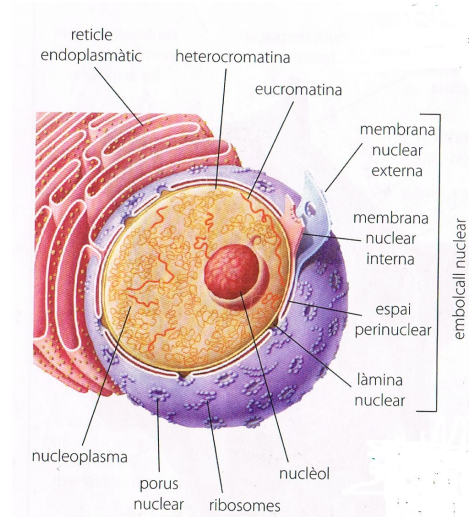
ALERTA!!!

Hi ha algunes excepcions, com és el cas dels **glòbuls vermells** que **NO EN TENEN!**

Components:

El nucli està format per:

- **Embolcall nuclear** format per una doble membrana amb porus.
- Matriu nuclear o **nucleoplasma**, on hi trobem:
 - Fibres de **cromatina**
 - Un o més **nuclèols** (corpuscles rics en RNA)



Forma i posició del nucli

La forma dels nuclis cel·lulars és molt **variable** i depèn del tipus cel·lular i del moment del cicle cel·lular. Pel que fa a la posició, aquesta és característica de cada cèl·lula i pot ocupar posicions centrals, laterals o basal.



3. El nucli cel·lular

3.2 Característiques generals del nucli interfàsic

Mida

La mida del nucli és molt **variable** (5µm - 25µm). El nucli sol ser **més gran, com major és l'activitat cel·lular**.

Per a cada tipus cel·lular existeix una **relació nucleoplasmàtica (RNP)** entre el volum del nucli i el volum del citoplasma, que es manté constant. Si el valor de la RNP disminueix molt perquè el citoplasma ha augmentat el seu volum, la cèl·lula entra en divisió cel·lular.

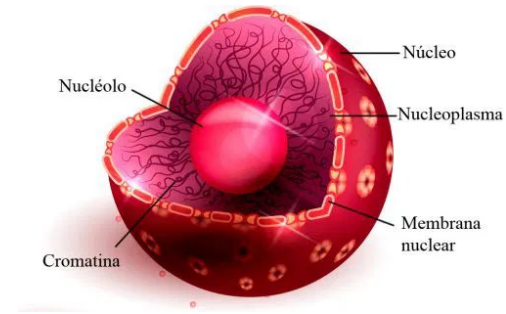
$$\text{Relació nucleoplasmàtica (RNP)} = \text{Volum nuclear} / \text{Volum citoplasmàtic}$$

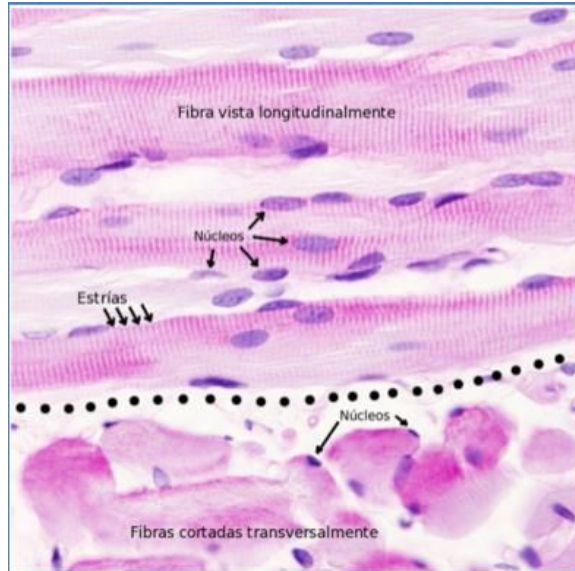
Nombre

La majoria de cèl·lules eucariotes són **mononucleades**, però hi ha excepcions on tenen més d'un nucli (**polinucleades**).

Les cèl·lules **polinucleades** es poden formar de dues maneres:

- **Sinici**: diverses cèl·lules mononucleades perden la membrana plasmàtica i es fusionen.
- **Plasmodi**: diverses divisions del nucli, sense divisió del citoplasma.





Cèl·lules musculars estriades



Protozou *Opalina ranarum*

Cèl·lules eucariotes polinuclears formades per Sinici i Plasmodi, respectivament.

3. El nucli cel·lular

3.3 Embolcall nuclear

L'embolcall nuclear està format per una **dobla membrana porosa**, que permet la comunicació entre el citoplasma i el nucleoplasma.

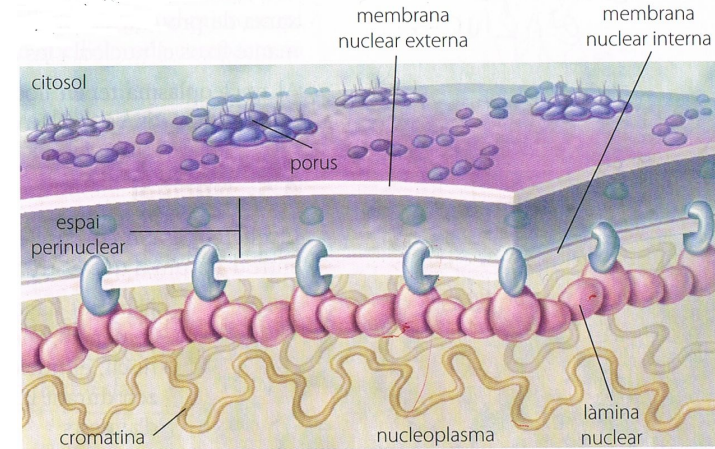
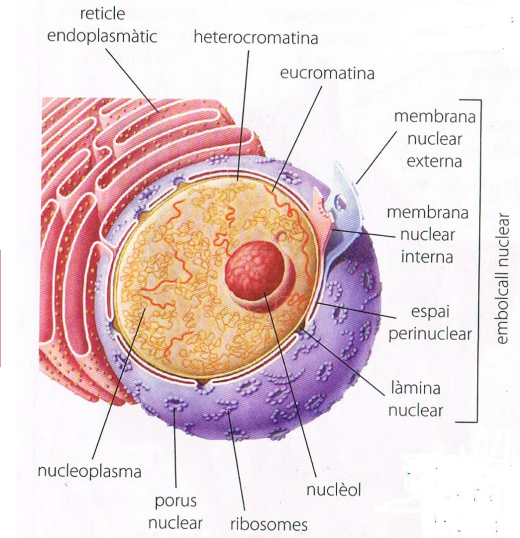
Quins són els seus elements?

Membrana externa → cara exterior del nucli, **unida al reticle endoplasmàtic rugós**.
Pot presentar ribosomes adherits

Membrana interna → cara interna del nucli.

- Presenta unes **proteïnes** que serveixen per ancorar la **làmina nuclear**.
 - Aquesta làmina està formada per proteïnes fibrilars que permeten la **fixació de les fibres de cromatina** i la **formació dels porus nuclears**.

Espai perinuclear → espai que es troba entre la membrana externa i la interna del nucli.
Presenta continuïtat amb l'interior del reticle endoplasmàtic.



3. El nucli cel·lular

3.3 Embolcall nuclear

Quins són els seus elements?

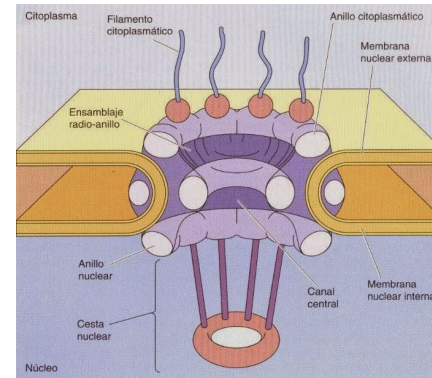
Els **porus nuclears** es formen o desapareixen segons l'**estat funcional** de la cèl·lula i la seva presència és major en cèl·lules molt actives, com les neurones.

Porus nuclears → Orificis que es distribueixen per tot l'embolcall nuclear i que permeten l'intercanvi de substàncies entre el citoplasma i el nucleoplasma.

Cada un d'aquests porus està format per una sèrie de proteïnes que l'envolten (**complex del porus nuclear**), les quals s'associen formant **8 subunitats proteïques** col·locades en **forma circular**. En cada porus, trobem:

- **Anell citoplasmàtic:**
 - Es troba a la cara externa del porus, cap al citoplasma.
 - Hi trobem els filaments citoplasmàtics, que ajuden a reconèixer les molècules que han d'entrar o sortir.
- **Anell central:**
 - Conté un canal central pel qual passen les molècules.
 - Està format per proteïnes especialitzades que regulen el pas selectiu de substàncies.
- **Anell nuclear:**
 - Es troba a la cara interna, orientada cap al nucleoplasma.
 - Hi s'ancoren filaments que formen la cistella nuclear (o "nuclear basket").

Anell distal
+
Filaments nuclears
—
Cistella nuclear

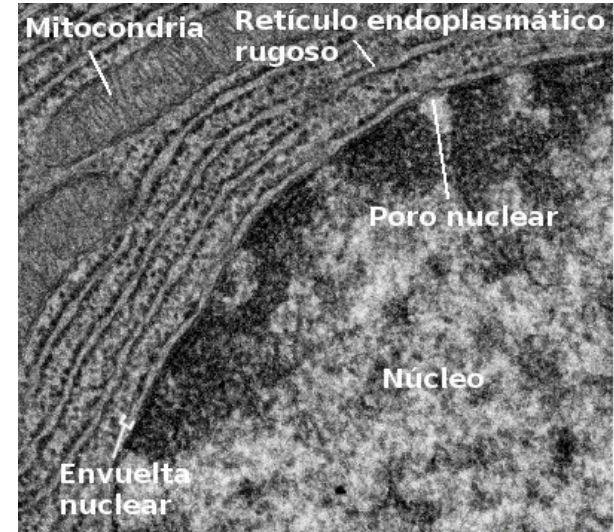


3. El nucli cel·lular

3.3 Embolcall nuclear

Per tant...quines són les seves funcions?

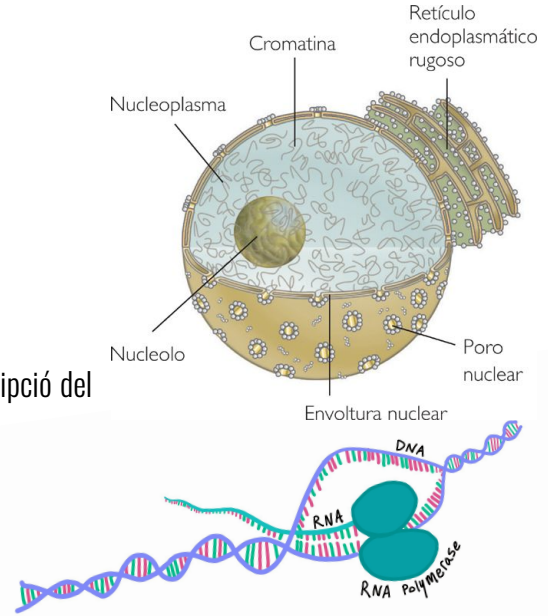
- **Separa el citoplasma del nucleoplasma**
- **Regula l'intercanvi de substàncies a través dels porus**
 - Entrada de nucleòtids o enzims com l'ADN - polimerases i RNA - polimerases.
 - Sortida d'ARNm i subunitats ribosòmiques
- **Intervé en la formació dels cromosomes abans de la divisió cel·lular.**
 - Gràcies als punts d'unió entre la làmina nuclear i les fibres d'ADN.
- **Participa en la distribució del material genètic.**



3. El nucli cel·lular

3.4 Nucleoplasma

- **Solució aquosa** on s'hi troben els nucleols i la cromatina.
- Conté enzims que participen en el **metabolisme dels àcids nucleics** (replicació del DNA i transcripció del RNA).
- Permet que els **RNA sintetitzats es desplacin** fins als porus nuclears, per sortir cap al citoplasma.



3.5 Nuclèol

- Estructura esfèrica **no membranosa**, que es troba a l'interior del nucli. Desapareix durant el procés de divisió cel·lular.
- En aquesta zona del nucli **és on se sintetitzen tots els tipus de ARN ribosòmic (ARNr)**. Per això, l'ADN que forma el nuclèol (**ADN nucleolar**) es correspon amb la **cromatina que codifica ARNr**.
- La funció principal del nuclèol és la **síntesi de ribosomes**, transcrivint l'ARN ribosòmic per a formar els seus components.

En cèl·lules amb una síntesi proteica molt activa hi ha molts de nuclèols. Per què?



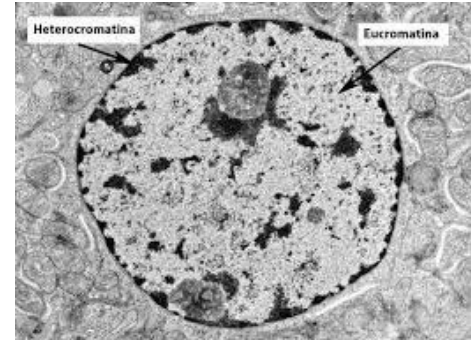
3. El nucli cel·lular

3.6 Cromatina

Filaments de DNA units a proteïnes. Aquests es situen adossats a la làmina nuclear o en contacte amb el nuclèol.

Es distingeixen dos tipus de cromatina, segons els seu grau de condensació:

- **Eucromatina:** forma un **90% de la cromatina total** i es troba sense condensar o molt poc condensada. Durant la interfase es desconcensa per complet.
 - **Forma activa:** realitza la transcripció del DNA a RNA.
 - **Forma inactiva:** susceptible a la transcripció.
- **Heterocromatina:** representa el 10% de la cromatina total. Es troba molt condensada.
 - **Constitutiva:** està sempre condensada i mai es transcriu.
 - **Facultativa:** pot estar condensada o no. ADN implicat en la diferenciació cel·lular.



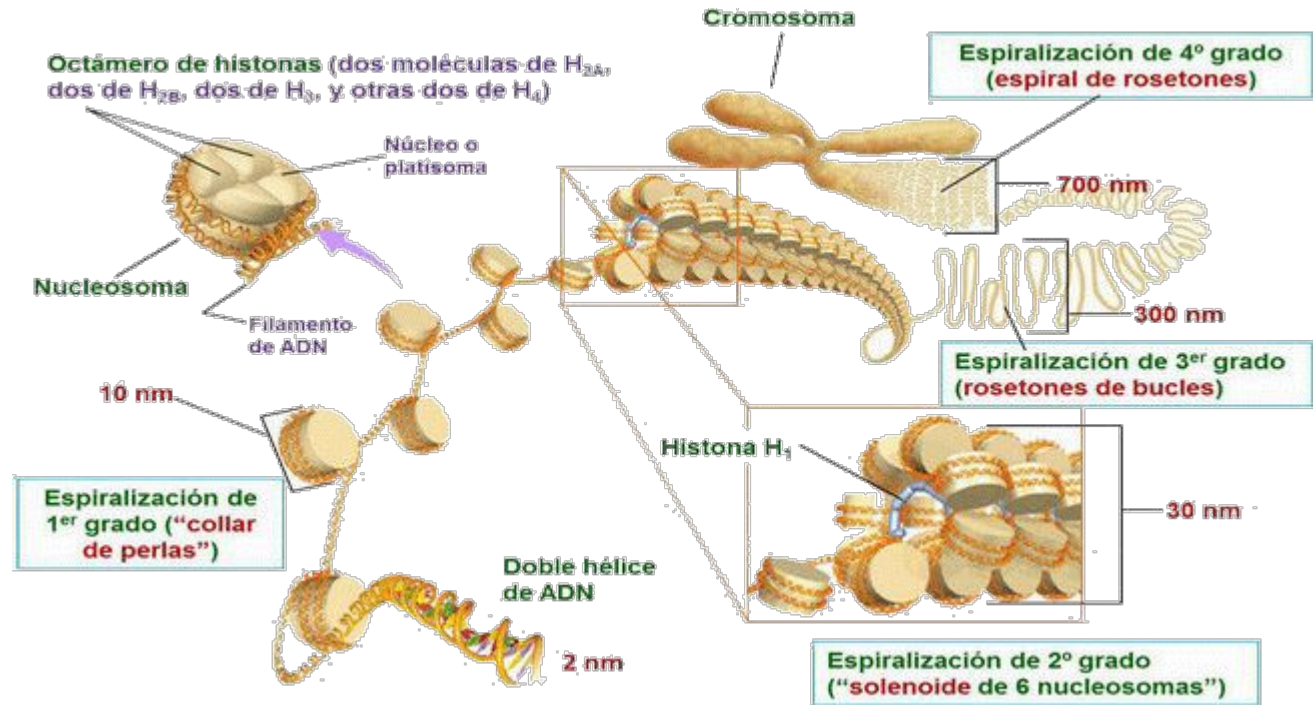
3. El nucli cel·lular

3.7 Estructura de la cromatina

Constituïda per la successió de nucleosomes, que formen la **fibra de cromatina de 100 Å**.

Assoleix l'extensió màxima durant la interfase i la màxima condensació formant els cromosomes.

Pot presentar-se enrotllada sobre ella mateixa, formant la **fibra de cromatina de 300 Å**.



3. El nucli cel·lular

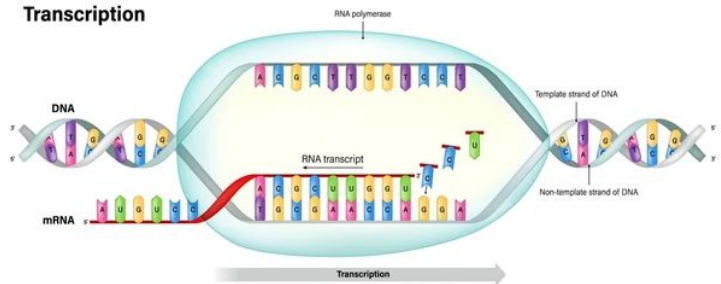
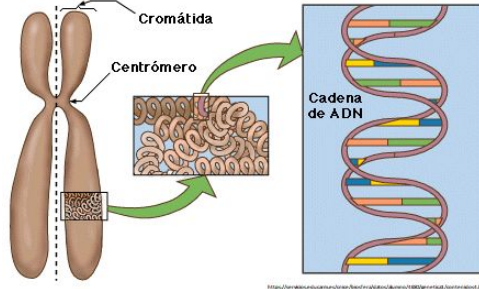
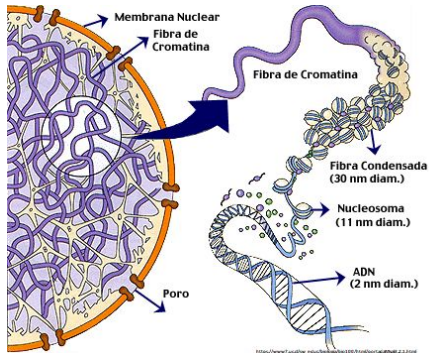
3.8 Funció de la cromatina

1. Contenir la informació genètica sobre l'estructura i el funcionament de l'organisme.

- Cada molècula d'ADN es replica originant dues molècules iguals, les quals queden unides per un punt i formaran cada una de les cromàtides que formen els cromosomes; d'aquesta manera, la informació genètica es pot repartir entre les dues cèl·lules filles.

2. Proporcionar la informació necessària per sintetitzar els diferents tipus de RNA.

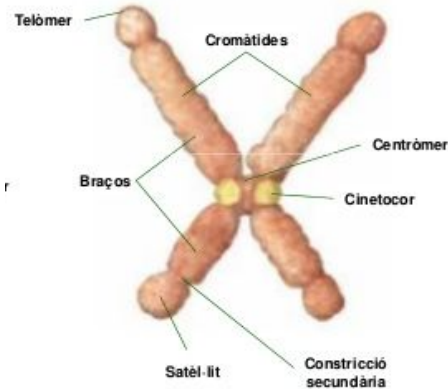
- A les regions d'eucromatina (fibra de 100Å, poc empaquetada), l'ARN - polimerasa pot realitzar la transcripció d'ADN a ARN.



4. Els cromosomes

Fibra de cromatina de 300Å condensada. Representa el **grau més elevat de condensació** de la cromatina (DNA + proteïnes).

Cromosoma
metafàsic



Centrómer: regió estreta del cromosoma, que **separa el braç curt i el braç llarg** de la cromàtide.

Cinetocor: **estructura proteica situada al centròmer**, que servirà d'ancoratge per als microtúbuls del fus mitòtic encarregats d'estirar del cromosoma durant el procés de divisió cel·lular.

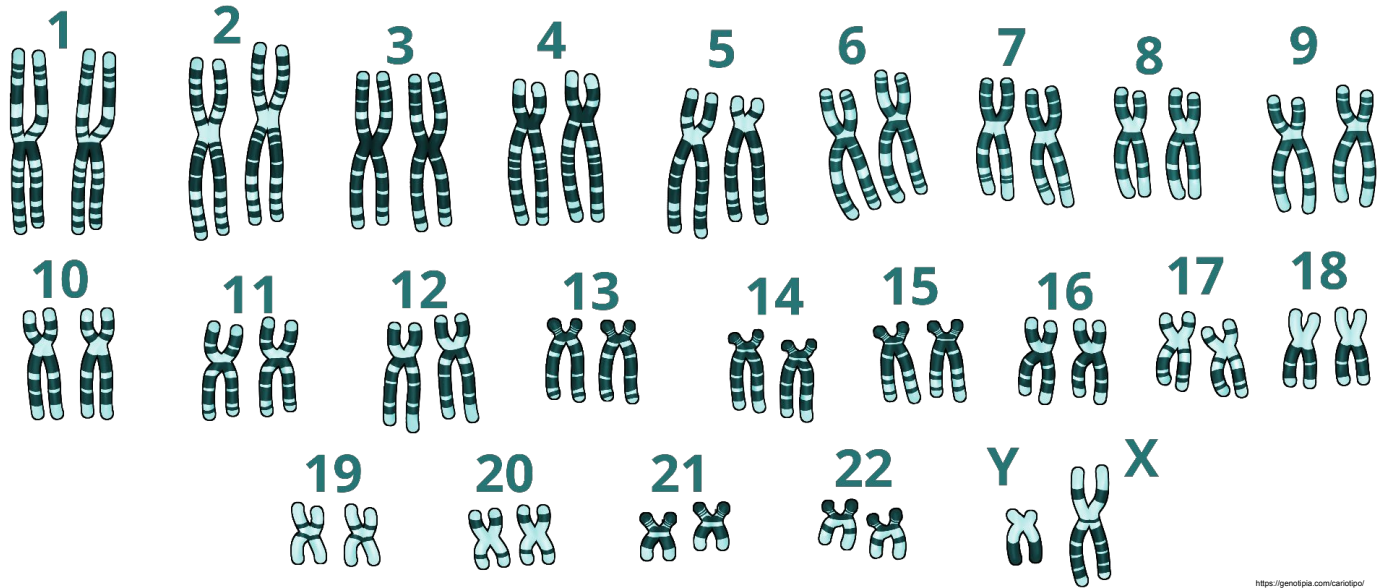
Braços cromosòmics: parts de la cromàtide que queda dividida per el centròmer. Poden ser iguals o de diferent longitud. Els extrems de les cromàtides s'anomenen **telòmers**, els quals tenen un paper clau en la protecció i estabilitat del material genètic

Constrictió secundària: regió estreta de la cromàtide que es produeix a prop del telòmer. Dóna lloc a una regió anomenada **satèl·lit**.

- Aquestes constriccions estan relacionades amb la **formació del nuclèol al final de cada mitosi**

4. Els cromosomes

Les bandes: són **segments de cromatina que s'acolorixen amb diferent intensitat** i que permeten la identificació inequívoca dels cromosomes mitjançant l'anomenat *mètode de patró de bandes* (serveix per confeccionar el **cariotip**)

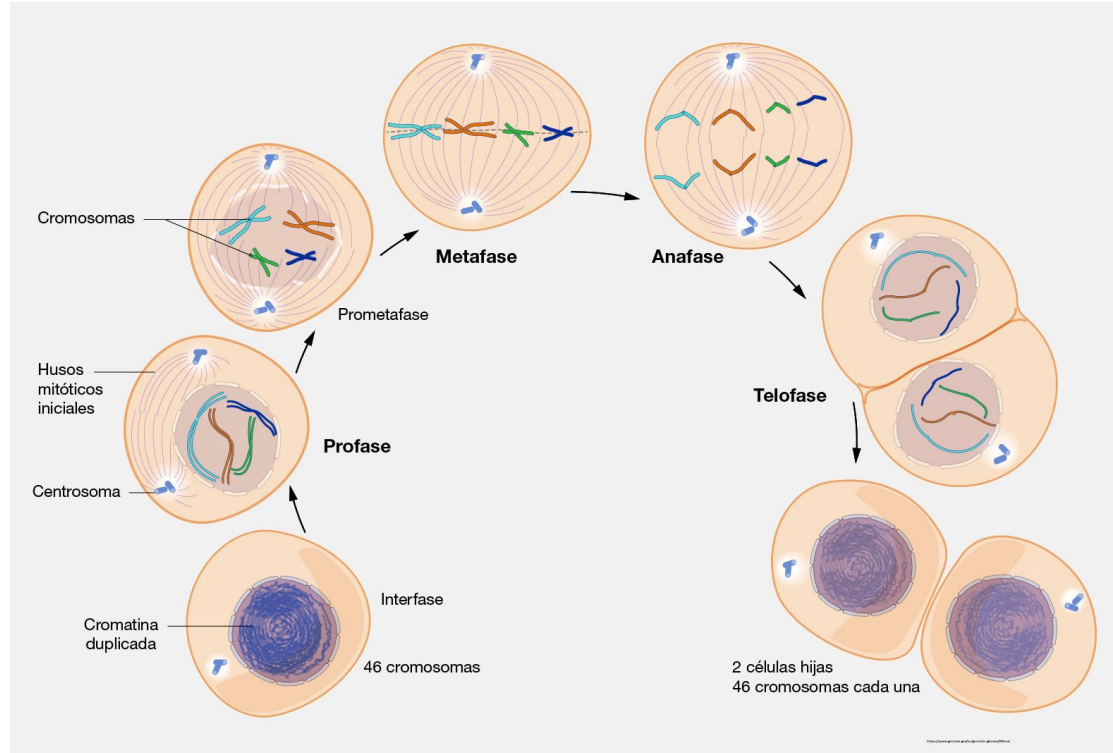
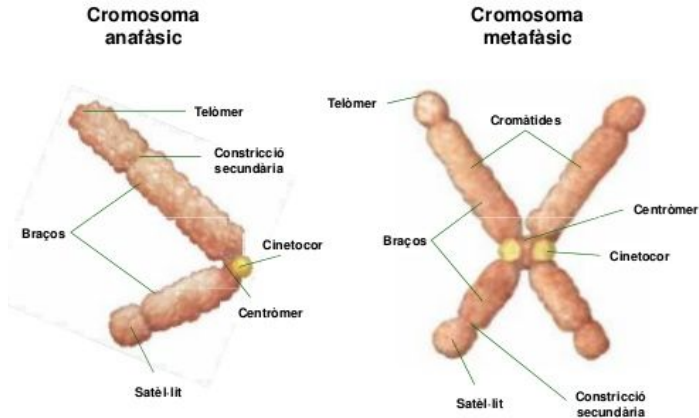


4. Els cromosomes

Els cromosomes es formen al nucli poc abans de començar el procés de **divisió cel·lular**, queden inmersos al citoplasma degut a que l'**embolcall nuclear es desfà**.

El **nombre de cromosomes** és **constant** en totes les cèl·lules somàtiques dels individus d'una mateixa espècie.

En les cèl·lules somàtiques humanes hi ha **46 cromosomes**.

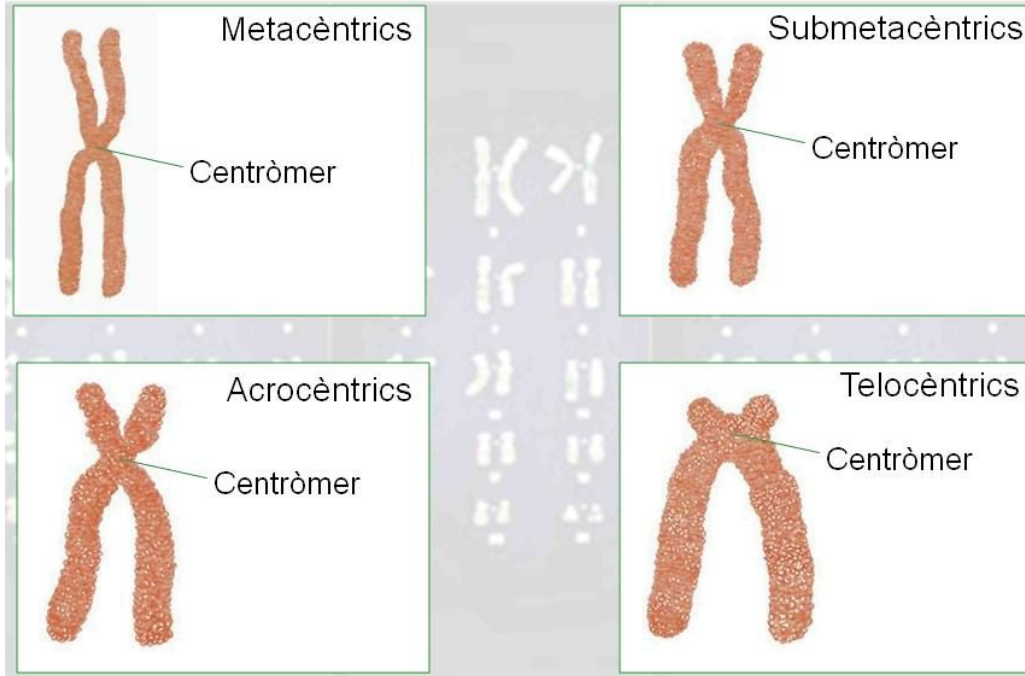


Dos tipus de cromosomes segons la fase de divisió cel·lular.

4. Els cromosomes

Segons la posició del centròmer es distingeixen:

Els braços són més o manco iguals. **Centròmer a la meitat** del cromosoma.



El centròmer es troba en **posició quasi central**, de manera que els braços són lleugerament diferents en longitud.

El **centròmer** es troba molt **lateralitzat**, de manera que un braç és bastant més llarg que l'altre.

El centròmer es troba a la **regió del telòmer**, de manera que **pràcticament només hi ha un braç**.

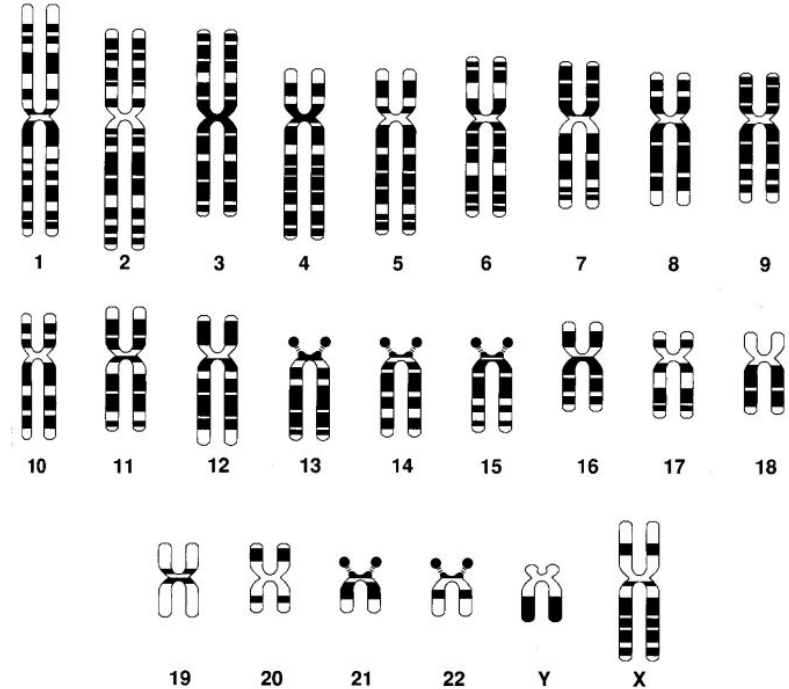
4. Els cromosomes

Es distingeixen dos tipus de cromosomes a conseqüència del sistema de determinació cromosòmica del sexe:

Cromosomes somàtics o autosomes: contenen informació genètica relacionada amb els caràcters no sexuals.

Cromosomes sexuals o heterosomes: contenen informació per determinar els caràcters sexuals. Dos tipus (**X e Y**).

- Durant la interfase es mantenen condensats, en forma de heterocromatina.



4. Els cromosomes

Quina és la seva funció?

Els cromosomes **transfereixen la informació genètica** continguda en l'ADN de la cèl·lula mare a les cèl·lules filles, mitjançant una duplicació prèvia.

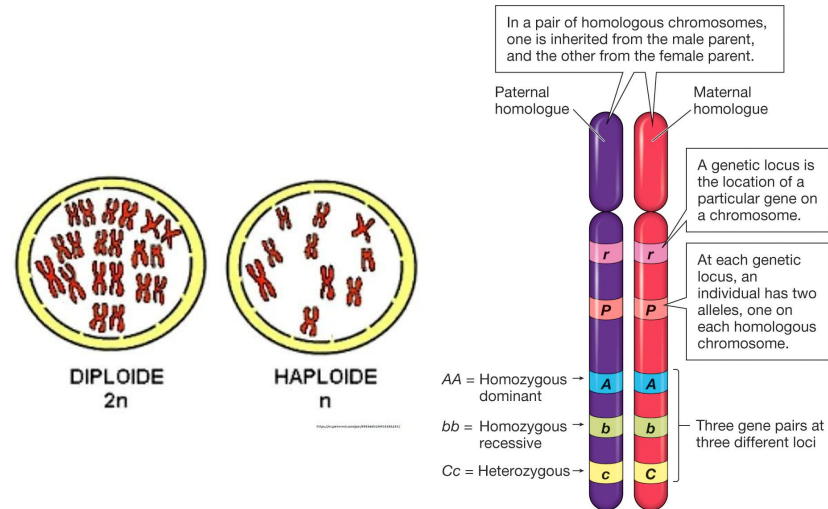
El **DNA dels cromosomes es troba inactiu**, ja que està tan fortament empaquetat que no es pot transcriure. En algun cas pot haver-hi transcripció (fibres de DNA estan molt laxes).

A tenir en compte!

La majoria dels organismes, tant animals com vegetals, són **diploides (2n)**.

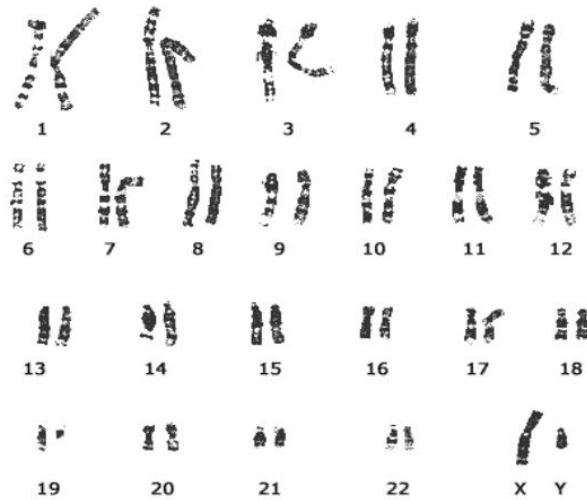
- Això significa que tenen **dos jocs complets de cromosomes** en les seves cèl·lules, un heretat del pare i l'altre de la mare.

Els cromosomes formen parelles de cromosomes homòlegs, els quals contenen informació genètica per als mateixos caràcters.

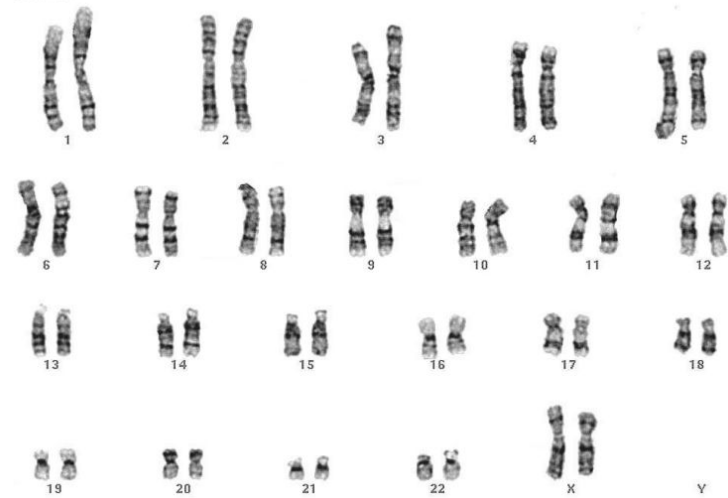


5. El cariotip

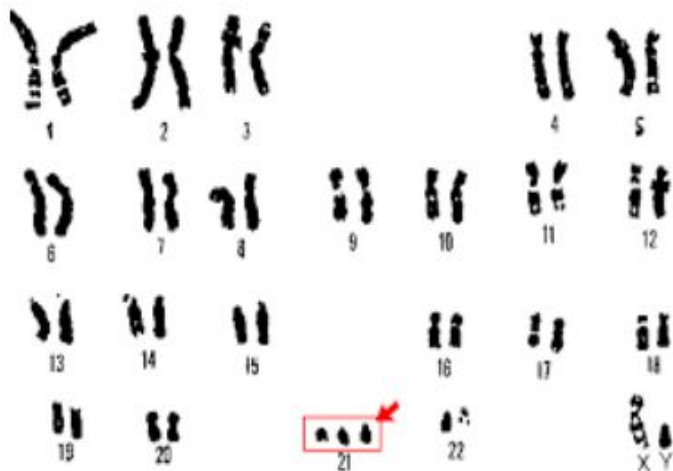
Fa referència al **conjunt dels cromosomes** d'una cèl·lula ordenats segons la forma, mida i tipus.



Human female
G-bands



5. El cariotip

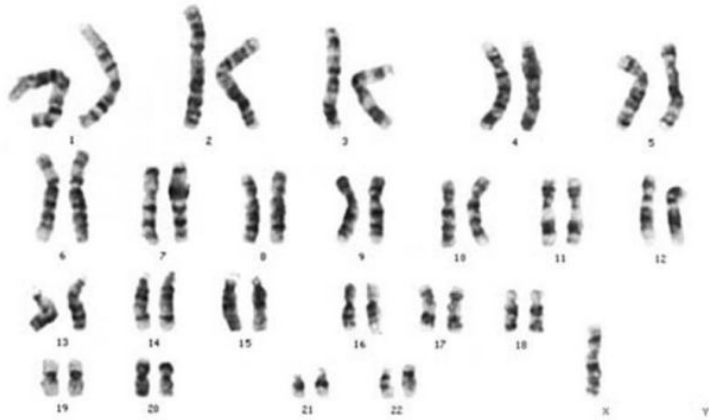


Síndrome de Down

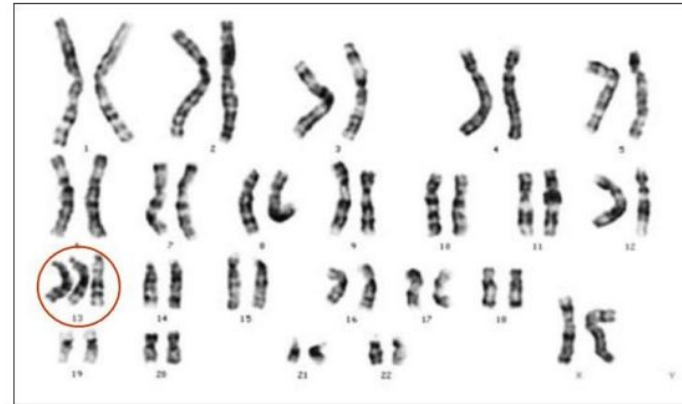
Síndrome de Klinefelter



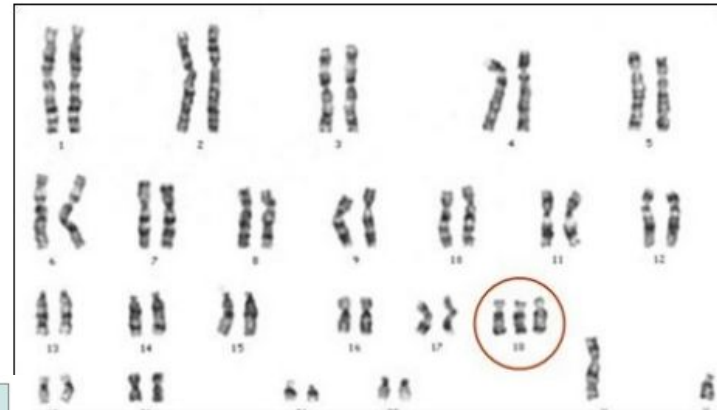
5. El cariotip



Síndrome de Turner



Ideograma de una célula humana de una persona con Síndrome de Patau, trisomía del par 13.



Síndrome de Edwards