

Núcleo.Ciclo e división celular

1. NÚCLEO.

2. CICLO CELULAR

A organización da cromatina varía ao longo do ciclo celular.

As ciclinas controlan o ciclo celular

A apoptose é un proceso de morte programado.

As células cancerosas evaden os controis

3. A MITOSE

O fuso mitótico ten diferentes tipos de microtúbulos A mitose consta de catro fases distintas. Hai algunhas diferenzas entre a mitose nas células animais e vexetais.

A citocinese tamén é diferente nas células animais e vexetais

4. A MEIOSE

Na meiose hai dúas divisións consecutivas A profase I é a fase máis longa e complicada A meiose xera variabilidade xenética A mitose e a meiose son procesos semellantes

5. TIPOS DE CICLOS DE VIDA

Os protistas teñen ciclos de haplontes

Os animais adoitan ter ciclos diplontesAs plantas presentan ciclos haplodipltontes

6. REGULACIÓN CICLO CELULAR



12.1

O NÚCLEO DIRIXE A VIDA CELULAR

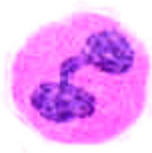
É orgánulo máis voluminoso das células eucariotas, o núcleo actúa como centro de control: a partir da información contida no ADN, regula a organización celular.

A súa constitución varía ao longo da vida celular, distinguindo dúas etapas: a interfase, durante a cal a célula medra e a forma e estrutura do núcleo e a división, durante a cal a membrana que rodea o núcleo desaparece, facendo que os compoñentes do núcleo mestúrense cos do citoplasma.

Polo tanto, no núcleo pódense distinguir dous estados morfolóxicos diferentes: o núcleo interfase e o núcleo en división.

Estrutura do núcleo en interfase

O núcleo como tal só é visible baixo o microscopio durante interfase, e por iso que a miúdo cando se fala de núcleo se refire ao en interfase.



O núcleo ten normalmente de forma esférica e ocupa unha posición central pero non sempre, hai núcleos elípticos (fibras musculares) polilobulados (p. ex. granulocitos), etc. Na célula vexetal, cando o vacúolo é grande, o núcleo está en posición excéntrica.

O tamaño do núcleo está en relación directa co citoplasma, polo que se o volume de un aumenta, o outro tamén. Chámase a relación entre o volume do núcleo e o citoplasma relación nucleoplasmática (RNP) constante para cada cela., que se expresa do seguinte xeito:

$RNP = V_n / V_c - V_n$ onde V_n = volume do núcleo e V_c = volume celular

Se o volume celular aumenta demasiado, o núcleo non pode controlar a célula, entón o RNP alcanza un valor mínimo e comeza a división celular.

O microscopio electrónico mostra que o núcleo está formado por unha dobre membrana, que adoita estar interrompida por numerosos poros nucleares que comunican o interior do núcleo co citoplasma. A envoltura limita un medio interno chamado nucleoplasma onde está a cromatina formada polo ADN con histonas máis ou menos condensada, e un ou máis nucléolos que é onde se sintetiza o ARNr.

Envoltura nuclear

✚ **A membrana nuclear externa** ten ribosomas na súa cara citoplásmica e continúa coa membrana do retículo endoplasmático, xa que existe unha conexión entre estes orgánulos.

✚ **A membrana nuclear interna** na súa cara interior está cuberta por unha rede de fibras proteicas chamada lámina nuclear. A súa función é regular a organización e crecemento da envoltura nuclear.

✚ **Os poros nucleares** son os lugares onde se fusionan as dúas membranas. Cada uno poro está rodeado por unha estrutura de anel de oito bloques proteicos chamado complexo do poro, ademais hai proteínas transportadoras centrais e proteínas de ancoraxe de membrana. É unha estrutura bastante complexa, o que significa que os poros nucleares non son simples aberturas, senón que seleccionan especificamente as moléculas que pasan.

Do interior nuclear, as moléculas de ARNm e as subunidades xa formadas dos ribosomas saen polos poros, mentres que os nucleótidos, as proteínas ribosómicas e os encimas implicados na duplicación e transcrición pasan ao núcleo dende o citoplasma.

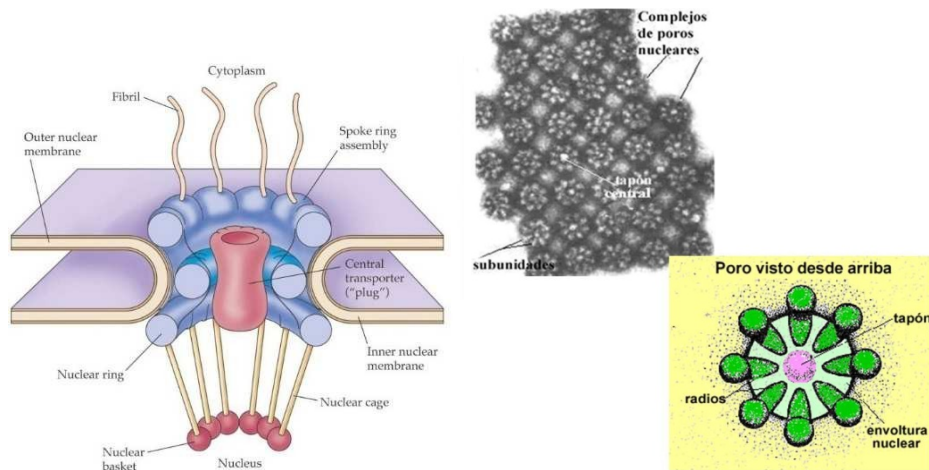


Figura 10.6. Poro nuclear. Á esquerda, diagrama. Dereita: Microscopio electrónico de varrido imaxe frontal dos poros nucleares.

O **nucleoplasma**, tamén chamado carioplasma ou matriz nuclear, é o medio acuoso interno do núcleo. É semellante ao citosol, polo tanto é unha dispersión coloidal, un xel semifluido con diferentes compoñentes, destacando os encimas relacionados co metabolismo do ADN e do ARN. No nucleoplasma ten lugar a replicación do ADN e a transcrición do ADN para sintetizar os distintos tipos de ARN.

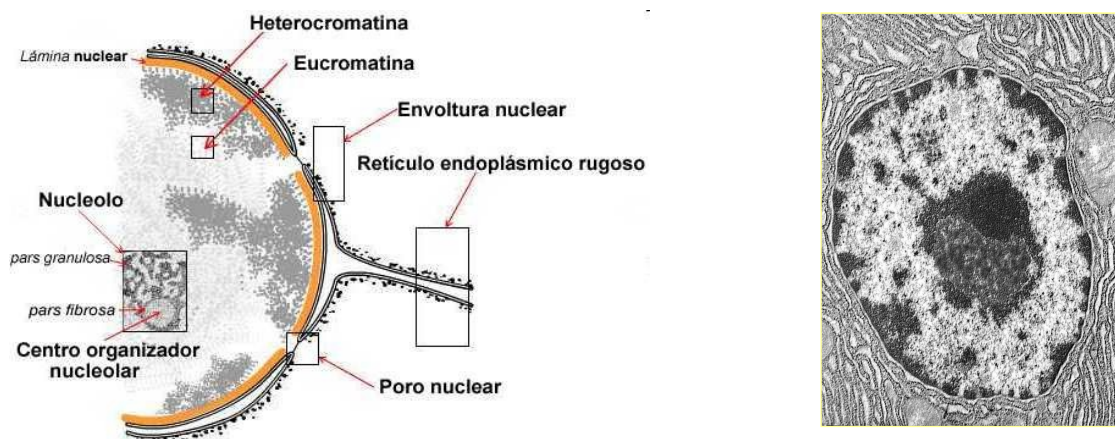
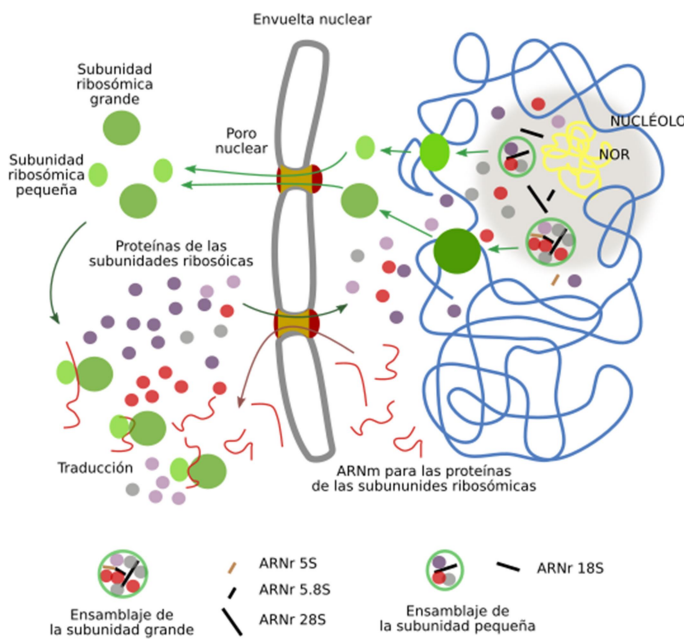


Figura 10.5. Núcleo celular; á esquerda, un esquema do núcleo cos seus elementos; á dereita., imaxe ao microscopio electrónico de transmisión.

O **nucléolo** é unha estrutura case esférica, densa, non rodeada de membrana. O número de nucléolos é variable, na maior parte das células hai un ou dous.

É o sitio de síntese e procesamento do pre-ARNr e da ensamblaxe das subunidades dos ribosomas. Está constituído polos xenes (rDNA) que codifican para os RNAr, proteínas, os rRNAs e os seus precursores. O nucléolo fórmase a partir das rexións organizadoras nucleolares (NOR), que conteñen varias copias dispostas en tándem dos xenes que codifican para o ARNn (ARN nucleolar). Cando a cromatina se expande na interfase, estas rexións, situadas en distintos cromosomas, agrúpanse. Os xenes transcríbense a ARNn, que se fragmenta e madura formando os ARNr, que se ensamblan coas proteínas ribosómicas procedentes do citoplasma, orixinando as subunidades grandes e pequenas dos ribosomas. Finalmente, as subunidades saen do citoplasma polos poros nucleares.



Na división celular, durante a profase tardía, cando o cromosoma comeza a condensarse, o nucléolo desaparece.

Os NOR localízanse só naqueles cromosomas que presentan unha constrición secundaria, isto determina que o extremo adopte unha forma similar á dun satélite polo que chámpanse cromosomas SAT. O número de cromosomas SAT varía dependendo da especie.

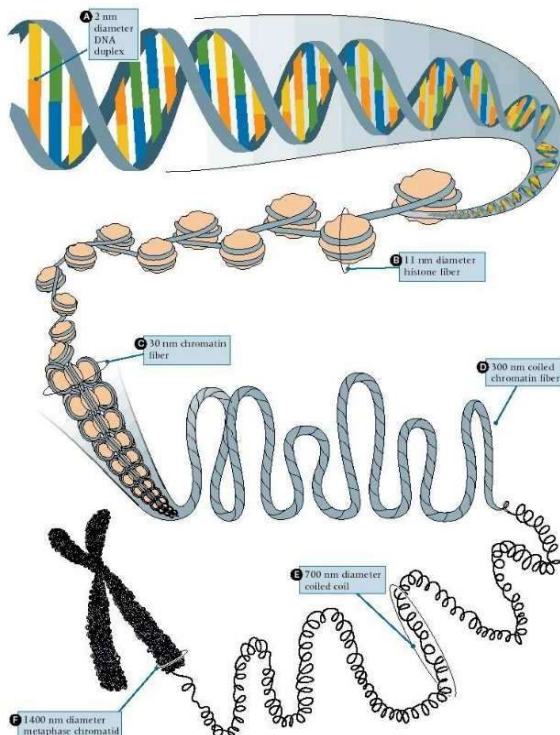
Nos humanos, os xenes ribosómicos localízanse nos cromosomas acrocéntricos e calcúlase que hai arredor de 200 exemplares. En outras especies como anfibios, fentos ou ximnospermas, os xenes ribosómicos aparecen na orde de miles

12.2 ORGANIZACIÓN DO ADN CELULAR

Na célula eucariota, o ADN atópase dentro da núcleo, asociado con proteínas (histonas) formando a cromatina.

-Durante a interfase a cromatina dispónse en fibras de cromatina formando unha malla dispersa onde non é posible identificar cada fibra, obsérvase (co M.E.) como masas grumosas e aparentemente amorfas, xeralmente unidas á cara interna da membrana nuclear.

-Na división celular a cromatina condénsase e forma estruturas que son os cromosomas, do grego chroma, que significa cor xa tinguense con facilidade e, así, pódense observar ao microscopio óptico.



Interfase.

No núcleo de interfase a cromatina atópase en forma laxa, pero pode presentar diferentes graos de condensación:

- A **euromatina** ten un menor empacotamento (diámetro de 300 Å). Interpretase como zonas de cromatina activa, nas que o ADN se está a ler, xa que está o bastante distendido como para permitir o acceso de encimas implicados nos procesos de transcrición. Constitúe aproximadamente o 10% da cromatina total.
- A **heterocromatina** son zonas cun maior grao de empacotamento, tinguense fortemente con colorantes para o ADN. Interpretase que son zonas inactivas, é dicir, o ADN non se transcribe.

Figura 10.8. Niveis de empacotado do material xenético.

- A heterocromatina pode ser constitutiva: está sempre inactivada, é a mesma en todas as células, como nos telómeros e os centrómeros.

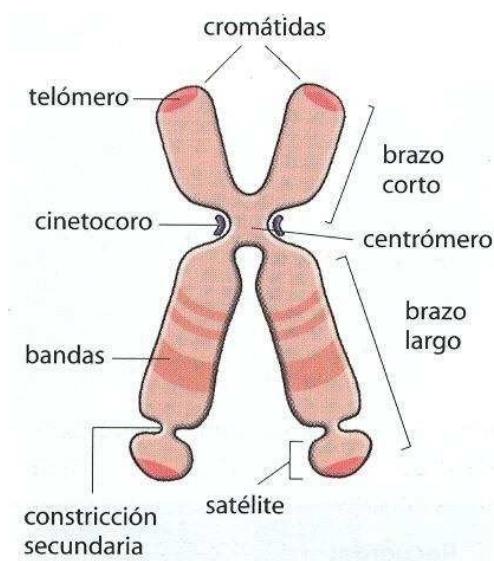
-Ou pode ser **facultativa**: é a maior parte da heterocromatina, varía segundo o tipo de células e o momento do ciclo celular.

Nas células eucariotas as fibras de cromatina duplicáse durante a fase S da interfase, onde o S refírese á síntese de ADN .

Estrutura dos cromosomas.

Despois da fase S, no inicio da división celular (profase) comeza a condensación da cromatina, e os cromosomas fanse visibles, a fibra nucleosómica acadou o seu máximo grado de compactación nos cromosomas metafásicos.

En cada cromosoma pódense distinguir as seguintes partes:



- **Cromátide** é cada unha das metades xeneticamente iguais e simétricas dun cromosoma en metafase, cada unha formada polo empaquetamento dunha fibra cromatina. As cromátides irmás permanecen unidas polo centrómero.

- **Centrómero** é o estreitamento ou constricción principal que os divide lonxitudinalmente en dous fragmentos ou brazos.

- **Brazos** Son cada unha das porcións, nas que o centrómero divide o cromosoma ou cromátide .

- **Constricción secundaria** é outro estreitamento atopado nalgúns cromosomas preto do seu final.

-**Satélite** é unha pequena porción dun brazo situada entre a constricción secundaria e o extremo do cromosoma. Xeralmente, o ADN do satélite é a NOR, formará parte do nucléolo.

-**Cinetocoro** son os discos proteicos que se sitúan a ambos os dous lados do centrómero en cada cromátide. Os microtúbulos do fuso mitótico enganchan neles.

-**Telómeros** son os extremos protectores do cromosoma. Corresponden a rexións de ADN non codificante que se acurtan cando a célula divídese. Están relacionados co envellecemento celular .

-**Bandas** son segmentos escuros e claros do cromosoma ao tinguílos con certos colorantes. Permite localizar xenes nos cromosomas.

Unha forma de distinguir os cromosomas é mirar a lonxitude dos brazos, segundo este criterio noméanse os seguintes tipos de cromosomas:

- Telocéntrico, se o centrómero está situado no extremo do cromosoma.
- Acrocéntrico, cando o centrómero está moi preto dun extremo
- Submetacéntrico, se a lonxitude dun brazo é algo maior que o outro.
- Metacéntrico, se o centrómero está no medio do cromosoma

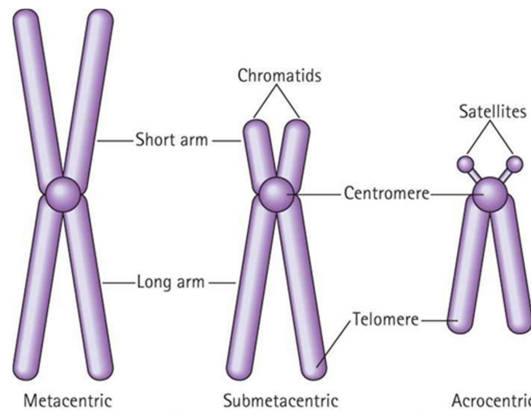
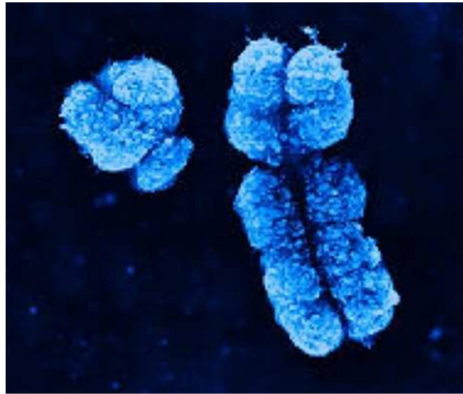


Figura 10.10. Tipos de cromosomas segundo a lonxitude dos brazos. Fonte

O conxunto ordenado de cromosomas forma o cariotipo

O **cariotipo** é o conxunto de cromosomas de cada especie (célula ou individuo) e súas características físicas : número, tamaño, forma, etc. Nos estudos do cariotipo cada cromosoma ou par de cromosomas désígnase mediante un número, excepto os cromosomas sexuais que se denominan coas letras X e Y. Así, o cariotipo dunha célula ten dous tipos de cromosomas:



- **Autosomas.** Calquer cromosoma que non sexa sexual. Son iguais en machos e femias

- **Heterocromosomas** ou cromosomas sexuais: nos mamíferos corresponden a un par de cromosomas, diferente segundo o sexo. Así, na especie humana, hai dous cromosomas sexuais, os cromosomas X e Y, unha muller ten 44 autosomas + XX, e un home. 44 autosomas + XY.

Figura 10.11. cromosomas X e Y humanos.

Cada especie ten un número determinado de cromosomas, que é constante, polo que todas as células de cada ser vivo teñen o mesmo número de cromosomas.

- As células **haploides** teñen un único conxunto de cromosomas (haploide = n).
- As células **diploides** (diploide = $2n$) teñen dous conxuntos ou series de cromosomas, cada serie procede dun proxenitor.



Cada célula diploide ten pares de dous cromosomas iguais en forma e tamaño, chamados **cromosomas homólogos**, que conteñen os mesmos xenes para os mesmos caracteres; aínda que é importante ter en conta que poden non levar exactamente a mesma información xenética, xa que poden ter alelos diferentes. Por exemplo, o xene da cor dos ollos pode ter información sobre os ollos azuis nun proxenitor e os ollos marróns no outro.

Imaxe 10.12. Cariotipo humano

Na especie humana hai 23 cromosomas aportados polo pai e outros 23 cromosomas pola nai, para formar células somáticas cun total de 46 cromosomas ($2n$), mentres que os gametos teñen 23 cromosomas diferentes (n). Cando os gametos se unen durante a fecundación, o óvulo fecundado convértese nunha célula diploide.

Alguns organismos teñen **células poliploides**, no que o número de cromosomas de cada un tipo é maior que dous.

12.3 O CICLO CELULAR

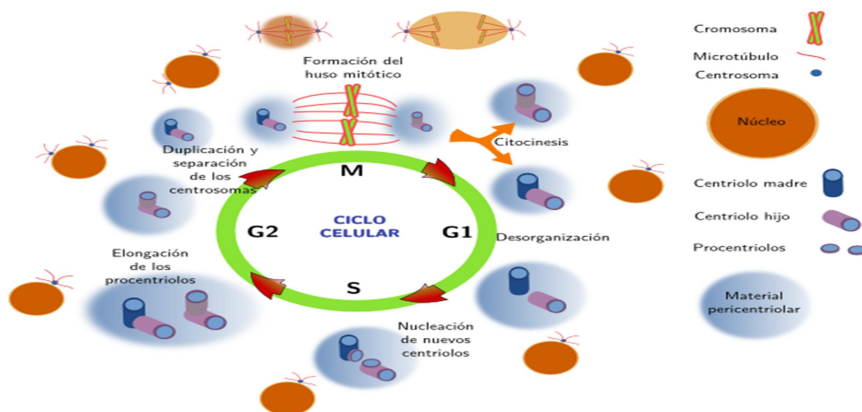


O ciclo celular ou ciclo vital dunha célula eucariota comprende o período de tempo que vai desde que se forma, é dicir, desde que nace, ata que se divide e xera outras células novas. O ciclo comprende dúas etapas: a **interfase** e a **división celular**.

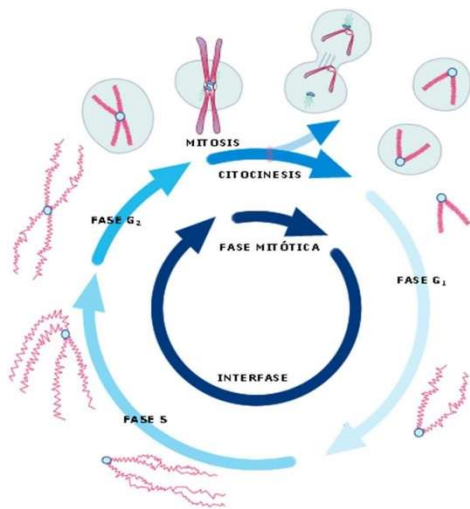
Interfase

Corresponde a maior parte do ciclo celular, é un período moi activo onde a célula medra, sintetiza substancias (hai transcripción e tradución) e prepárase para a división. A súa vez se divide en fases G₁, S e G₂ (a letra G alude á palabra inglesa gap que significa intervalo ou espazo).

- **G₁**. É o período de crecemento celular. A súa duración é moi variable segundo o tipo de células. Ao final de G₁ a célula chega o punto de restrición, R, ou punto de non retorno, a partir do cal a célula necesariamente dividirase. As células poden deter o seu ciclo durante un tempo e non chegar o punto R, este período sen división chámase **G₀**. Nalgunhas células moi especializadas, como as neuronas ou as células musculares, esta fase G₀ é permanente
- **Fase S**. Sintetízanse as histonas e **duplicase o ADN** para a fase de división. Nas células animais comezan a formarse os novos centriolos. Cando remata esta fase, a célula xa ten o dobre de ADN, en cada fibra de cromatina hai dúas cromátidas (aínda que non son visibles) e contén dous centrosomas que permanecen xuntos preto do núcleo.
- **Fase G₂**. A célula preparase para entrar na división celular. Terminan de duplicarse os centriolos, e cada parella comeza a migrar cara polos opostos do núcleo.



Formación dos centriolos



Ao final da fase G₂, as fibras de cromatina comezan a espiralizarse, de xeito que durante a división o ADN quedará completamente empaquetado formando os cromosomas. Esta condensación é necesaria para que podan ser trasladados na célula.

Fase de división ou fase M.

Durante o **Fase M**, cuxo nome fai referencia á división do núcleo ou da mitose, a transcrición detense, non hai síntese de ARN e case non hai síntese de proteínas. Inclúe a división do núcleo, a **cariocinese ou mitose** (ou meiose) e a división da célula en dúas células fillas, a **citocinese**.

Figura 13.2. Transformación cromosómica durante o ciclo celular.

12.4 A MITOSE É UN PROCESO CONSERVADOR

A finalidade da mitose ou división do núcleo é distribuír o material hereditario, que foi duplicado na fase S, por igual entre as dúas células fillas para que sexan **xeneticamente idénticas**. A mitose é un proceso continuo, pero para o seu estudo divídese en 4 etapas: profase, metafase, anafase e telofase.

O fuso mitótico ten diferentes tipos de microtúbulos

Ao comezo da mitose, fórmase o fuso acromático, encargado de arrastrar os cromosomas na división. Os centrosomas móvense cara aos polos da célula, e ao mesmo tempo, entre eles se produce o crecemento dos microtúbulos.

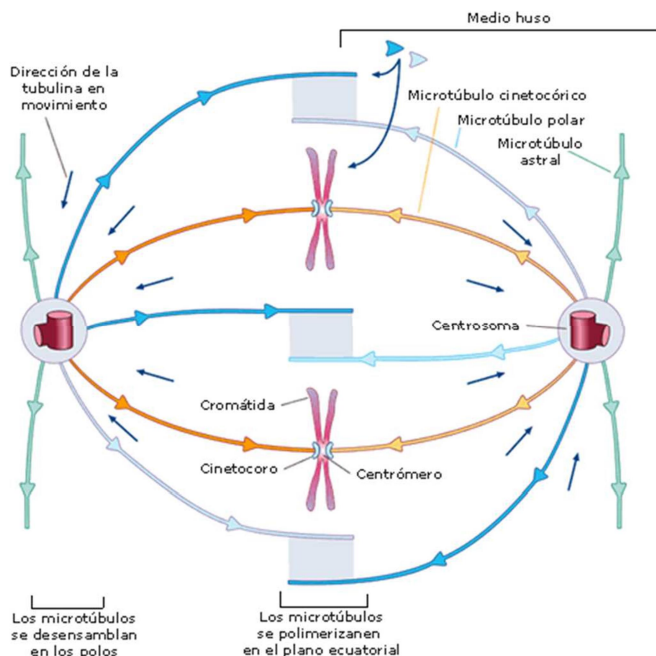


Figura 13.3. Elementos do fuso mitótico nunha célula animal. Fonte: <http://recursos.cnice.mec.es/>

No fuso mitótico diferenciamos dous tipos de microtúbulos:

- polares:** Dende os centrosomas a un pouco máis do ecuador celular, separan os centrosomas cara os dous polos da célula.
- cinetocóricos:** que se unen ao cinetocoro dos cromosomas e dirixen os seus movementos durante a mitose.

- Do centrosoma sae tamén o **aster**, formado por pequenos microtúbulos que sitúan cada centrosoma nun polo da célula.

A mitose consta de catro fases distintas

Profase. A cromatina **condénsase**, facendo visibles os cromosomas (microscopio óptico). Cada cromosoma ten **dúas cromátidas**, copias xeneticamente idénticas entre si, unidas polo centrómero. O **nucléolo** desaparece, xa que detense a transcrición.

Fórmase o **fuso acromático**. Os centrosomas sepáranse cara aos polos, empuxados polos microtúbulos polares.

Ao final da profase, ás veces chamada prometafase a membrana nuclear sepárase en varios anacos e desaparece e no centrómero fórmase o **cinetocoro** que serve de ancoraxe para os microtúbulos que comezan a mover aos cromosomas.

● **Metafase .**

O fuso está totalmente formado e esténdese entre os dous polos celulares.

Os cromosomas sitúanse no plano ecuatorial da célula, onde forman a chamada **placa metafásica**.

Os cromosomas alcanzan o grao máximo de **condensación**.

- **Anafase.** Comeza cando as dúas cromátidas irmás **sepáranse**, formando cada unha un cromosoma cunha soa **cromátide**. Os cromosomas se dirixen cara aos polos opostos, arrastrados polos s microtúbulos cinetocóricos que se acurtan, mentres que as polares se alongan separando aínda máis os polos celulares. A anafase remata cando cada cromosoma, chega ao polo.

- **Telofase.** Os cromosomas **desespiralízanse**, e desaparece o cinetocoro. A **membrana nuclear** reorganízase a partir das vesículas do R.E.R. cromosomas . Ao descondersarse os cromosomas fórmase de novo o **nucléolo** . Os microtúbulos xúntanse formando feixes entre os dous grupos de cromosomas, os polares alóganse un tempo, aumentando así a separación dos futuros núcleos das células fillas.

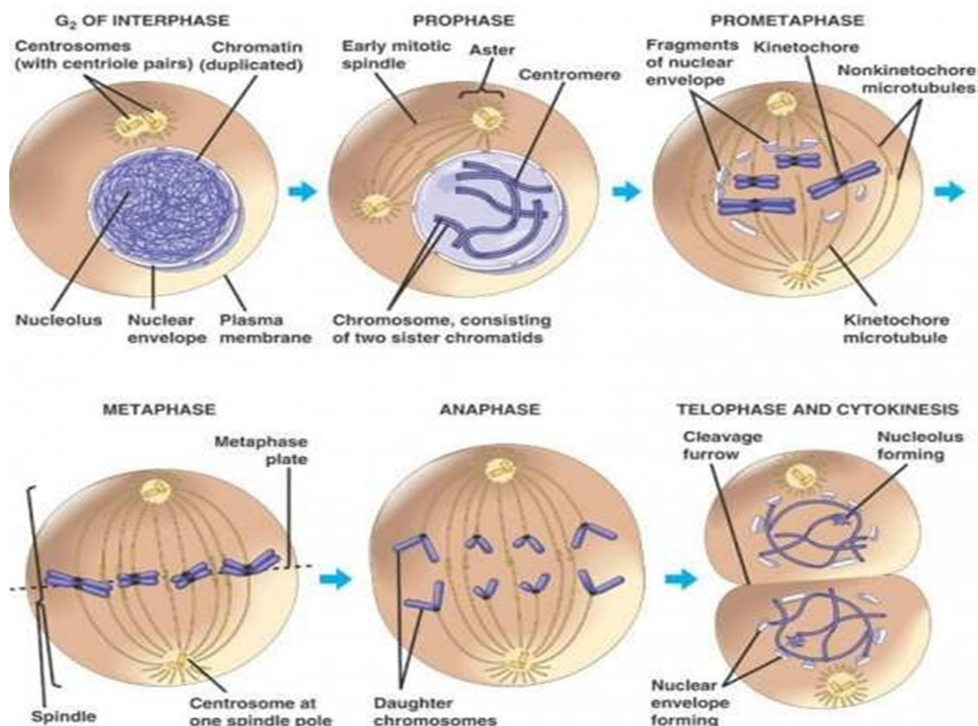


Figura 13.4. Fases da mitose e da citocinese nunha célula animal. Fonte: <http://hubpages.com/education/Stages-of-the-Cell-Cycle-Mitosis-Part-2-of-2el>

Hai algunhas diferenzas entre a mitose das células animais e vexetais

Nas células vexetais, os microtúbulos xorden de dúas zonas densas do citoplasma, chamadas **zonas claras** que actúan como centro organizador de microtúbulos (COM). Este fuso acromático chámase **anastral** porque carece de centriolos e tamén de fibras astrais.

A citocinese tamén é diferente nas células animais e vexetais

Cando a cariocinese (división do núcleo) está rematando, prodúcese a citocinese, a división do citoplasma entre as dúas células fillas. A citocinese é diferente nas células animais e vexetais. Nas células animais prodúcese unha constrición que divide a célula en dúas. Na metade da célula aparece debaixo da membrana celular o anel contráctil formado por microfilamentos de actina e miosina. Este anel vaise pechando paulatinamente e comprime o feixe de microtúbulos que rompe separando as dúas células.



Animal Cell



Plant Cell

Figura 13.5. Surco de estrangulación na citocinese de células animais. . Figura 13.6. Formación do fragmoplasto na citocinese das células vexetais.

Nas plantas, entre os microtúbulos polares, á altura da placa ecuatorial, sitúanse vesículas do aparello de Golgi que vanse fusionando formando o primeiro tabique de división chamado fragmoplasto. A partir do fragmoplasto formaranse as membranas plasmáticas das dúas células fillas e tamén a lámina media da parede celular. Os espazos que quedan comunicando o citoplasma das dúas células fillas son os plasmodesmos .

12.5 A MEIOSE

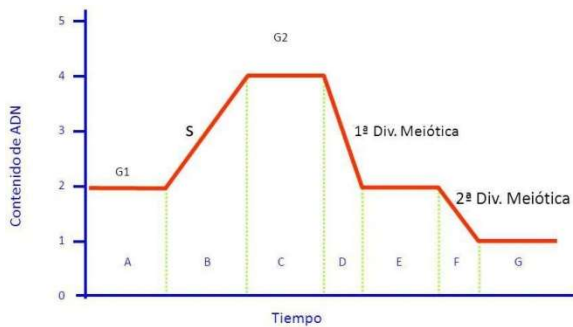
A meiose é unha división asociada a reprodución sexual cuxa finalidade é producir células coa **metade** do número de cromosomas que a célula nai. Só as células xerminais: os gametos e as esporas meióticas fórmanse meiose.

Consiste en dúas divisións seguidas, obténdose catro células haploides dunha célula diploide. Todas as células formadas son xeneticamente distintas, entre si e distintas á célula nai, grazas á distribución aleatoria das cromátidas e ao proceso de recombinación xenética.

Na meiose hai dúas divisións consecutivas.

A interfase previa á meiose é análoga á interfase previa á mitose, neste período tamén se produce a síntese de histonas, a duplicación de ADN e os centriolos dos centrosomas.

Ao longo da meiose prodúcese dúas divisións sucesivas, a meiose I e a meiose II, cada unha se divide nas mesmas fases que a mitose, xa que os procesos que se producen en cada unha delas relativos á organización do fuso mitótico, o movemento e a distribución do material xenético son moi similares. Na **meiose I** sepáranse os **cromosomas homólogos** e **meiose II** as **cromátidas irmás**. Como só hai unha duplicación (fase S) e dúas divisións, o número de cromosomas redúcese á metade.

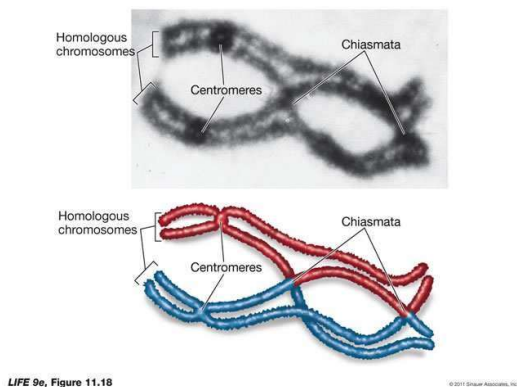


O gráfico indica como varía a cantidade de ADN ao longo da meiose, despois da fase S a célula ten $2n$ cromosomas cada un con dúas cromátidas. O resultado da meiose I son dúas células fillas coa metade do número de cromosomas que a célula nai orixinal; é dicir, dúas células fillas haploides, pero cada cromosoma aínda ten dúas cromátidas. Ao final da meiose II cada unha das catro células fillas contén n cromosomas cunha única cromátide.

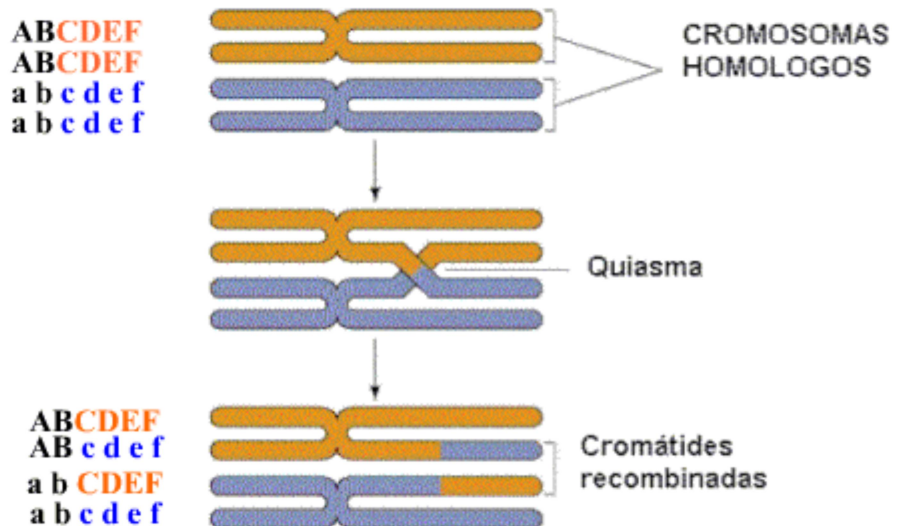
MEIOSE I.

A profase I é a fase máis longa

Na profase I, as parellas de cromosomas homólogos únense en toda a súa lonxitude (**sinapse**). Neste proceso, coa axuda dunha estrutura proteica superposta chamada **complexo sinaptonémico**, emparellan xene por xene, como unha cremalleira que se pecha. Os pares de cromosomas homólogos forman unha única unidade chamada **bivalente** ou **tétrada**, xa que está formado por dous cromosomas cun total de catro cromátidas. Entre os dous cromosomas prodúcese un **entrecruzamento**, que é o proceso de intercambio de fragmentos entre as cromátidas.



Imaxe 13.8. Imaxe de microscopio electrónico e interpretación dos elementos dunha tétrada ou bivalente



A consecuencia do entrecruzamento é a **recombinación** xenética, a combinación da información hereditaria dos dous cromosomas (materno e paterno).

Ao final do proceso, os cromosomas comezan a separarse, pero permanecen unidos nos puntos nos que se produciu o cruzamento chamados **quiasmas**, o final da profase I, os cromosomas fanse visibles. Cando os dous cromosomas homólogos se separen, cada unha das catro cromátides terá información xenética diferente.

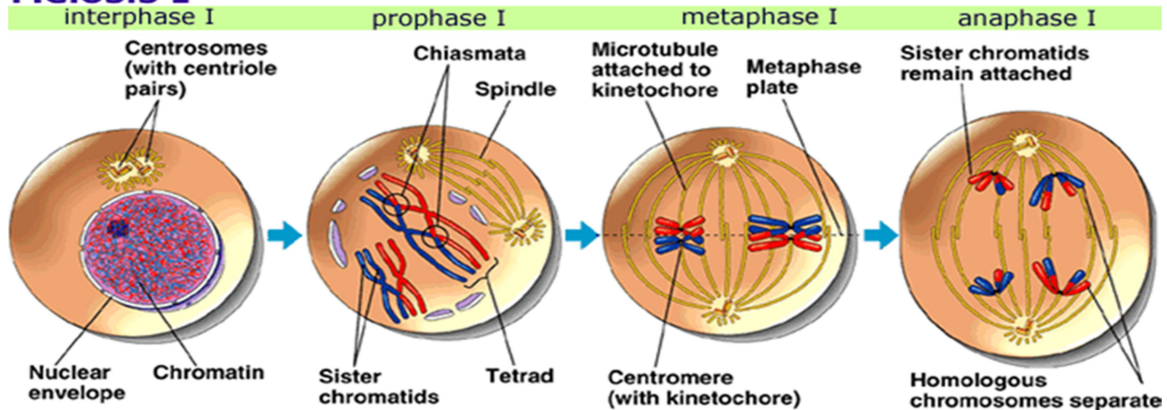
O resto das fases da meiose son similares ás que se observan na mitose.

Na **metáfase I** os cromosomas homólogos unidos, as tétradas, están dispostos na placa ecuatorial. Os microtúbulos dun polo celular quedan fixados nun cromosoma e os do polo oposto ao homólogo.

Na **anafase I** os quiasmas rompen e os dous cromosomas homólogos sepáranse cara a polos opostos da célula. Agora sepáranse os cromosomas completos, coas súas dúas cromátides; polo que as células fillas terán **n cromosomas**. As células fillas levarán unha mestura aleatoria de cromosomas maternos e paternos.

Na **telófase I** a membrana nuclear reaparece, os cromosomas sofren unha pequena descondensación. Ao final da meiose I obtéñense dúas células fillas haploides, tendo cada cromosoma dúas cromátides; presentando algunhas zonas que sufriron recombinación.

Meiosis I



MEIOSIS II

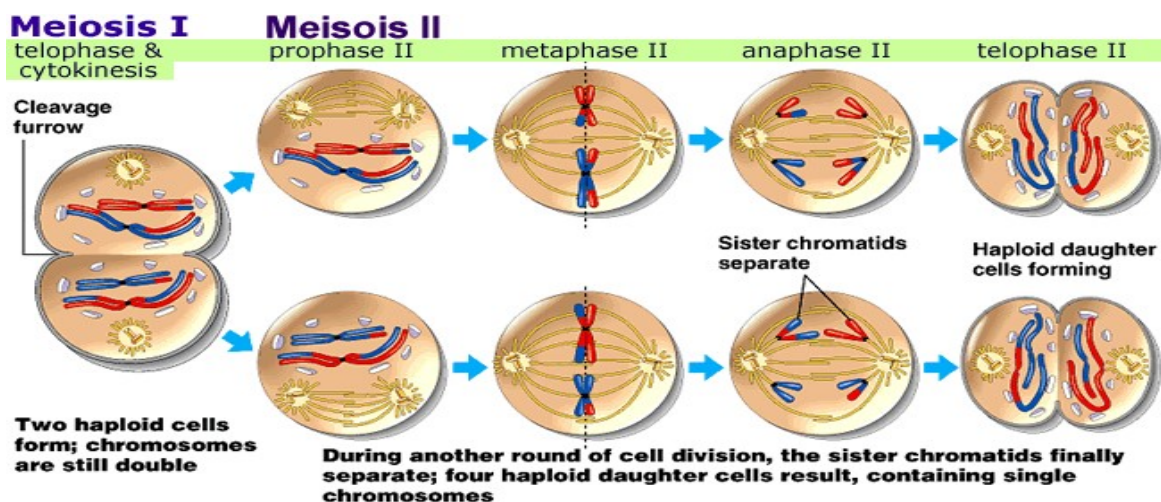
Antes de comezar a **meiose II** hai unha pausa, pero non é unha interfase real porque non hai síntese de ADN, xa que os cromosomas xa teñen dúas cromátides. A meiose II tamén se divide en profase II, metafase II, anafase II e telófase II.

No **profase II**, que é moi curta, as membranas nucleares desaparecen, os cromosomas condénsanse de novo e comeza a formarse un novo fuso.

No **metáfase II** os cromosomas están situados na placa ecuatorial, cada un está formado por dúas cromátides.

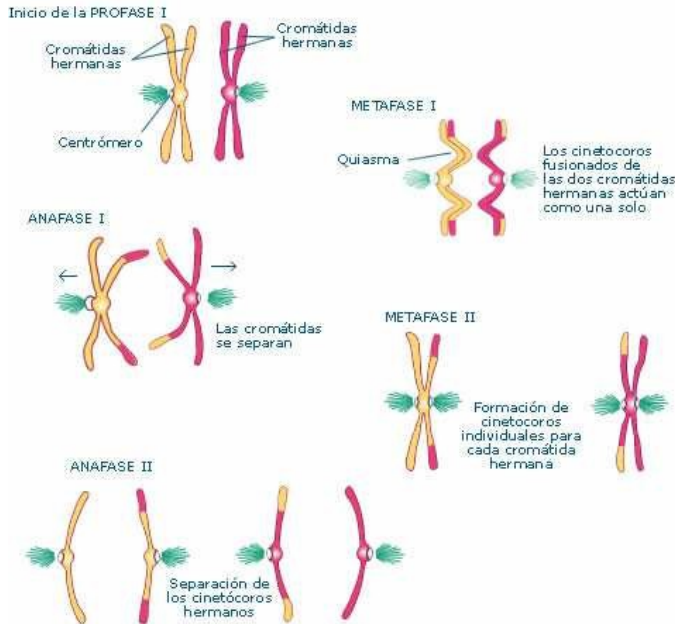
Na **anafase II** Sepáranse as cromátides, cada unha irá a un polo diferente.

Ao final da meiose II obtéñense 4 células fillas, cada unha das cales ten a metade dos cromosomas da célula nai, polo que son haploides. Estas 4 células fillas son xenéticamente diferentes, xa que os cromosomas homólogos distribúense aleatoriamente na anafase I e algúns dos cromosomas recombinan, polo que as cromátides irmás tampouco son iguais.



A meiose xera variabilidade xenética

A reprodución sexual está ligada á posibilidade de xerar **variabilidade** xenética. A variabilidade débese a tres procesos que se producen na meiose e na posterior fecundación. En primeiro



lugar, e moi importante, a recombinación xenética da profase I, en segundo lugar, na anafase I prodúcese a separación aleatoria de cromosomas homólogos e, finalmente, na unión aleatoria de gametos na fecundación sexual.

Dos tres procesos o máis destacado é a recombinación, xa que é unha fonte fundamental de variabilidade xenética. O intercambio de material xenético que se produce entre ambas as cromátidas pode dar lugar a infinitude de novas combinacións de información xenética. Esta variabilidade permite a adaptación das especies cando cambian as condicións ambientais e conduce á evolución dos seres vivos.

Imaxe 13.10. Procesos importantes na meiose, comparando metafase e anafase I e II.

Fonte: <http://recursos.cnice.mec.es>

Meiose e Mitose diferenzas

As diferenzas máis importantes entre a mitose e a son:

- Na mitose, o núcleo orixinal divídese para dar lugar a 2 células co mesmo número de cromosomas que o orixinal, o material cromosómico permanece constante. Deste xeito, a mitose producen células con cromosomas idénticos entre si e idénticos ao da célula nai (forman un clon).

A mitose ocorre nas células **somáticas**, é dicir, células que forman os órganos do corpo, que non son reprodutores ou está asociada a unha reprodución asexual.

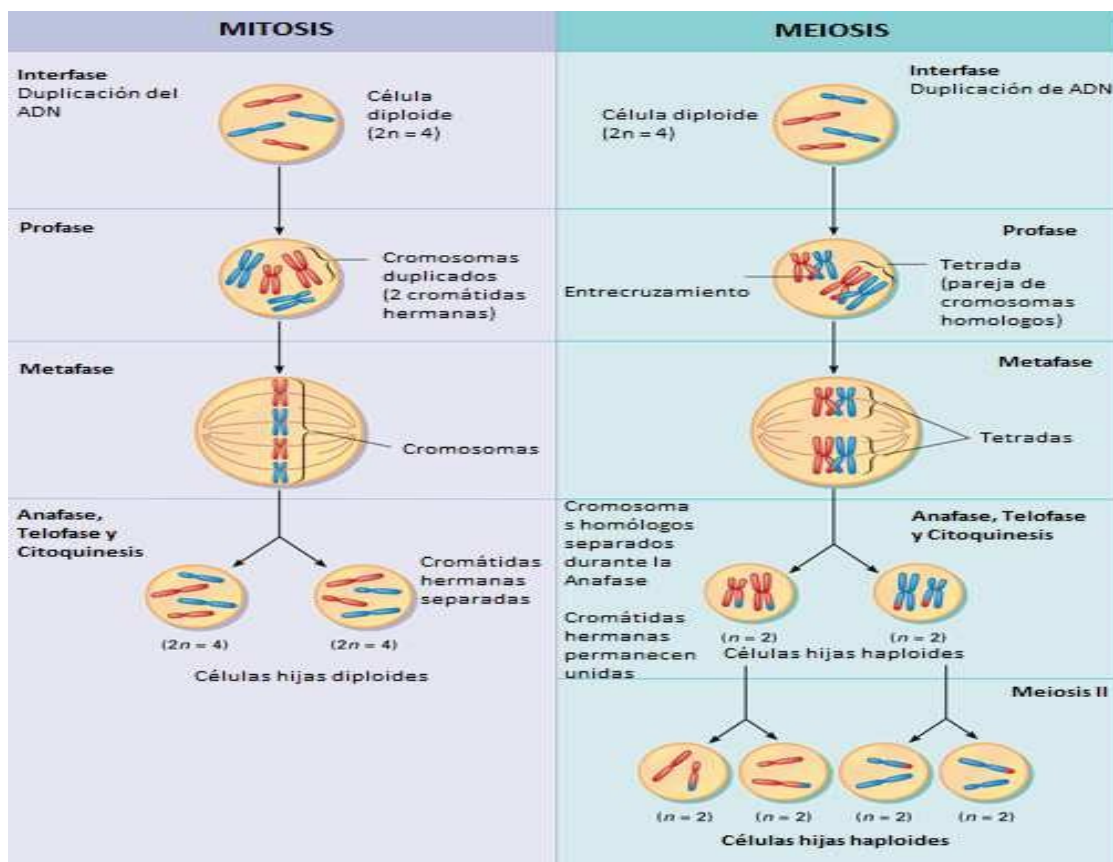
Pode darse en células haploides ou diploides

- Na meiose as células fillas, teñen a metade de cromosomas que a célula nai, de células diploides obtéñense células haploides (polo tanto só pode producirse en células diploides)

Só ocorre nas células **xerminais** (gametos e esporas sexuais). A meiose é consecuencia da reprodución sexual, xa que nesta reprodución únense as células (e os cromosomas) de dous células (ou individuos).

Como consecuencia do entrecruzamento prodúcese recombinación xenética e as células fillas son diferentes xeneticamente entre si e diferentes a célula nai. A meiose aumenta a variabilidade da especie.

MITOSE	MEIOSE
• Dá lugar a dúas células co mesmo número de cromosomas que a nai. • Non hai variabilidade xenética. Se non hai mutacións, os cromosomas das células fillas son idénticos aos da célula nai • Células somáticas • Prodúcese unha división cunha duplicación do ADN • Na profase non hai entrecruzamientos • Na anafase as cromátidas irmás sepáranse	• Dá lugar a catro células coa metade de cromosomas que a nai • Hai variabilidade xenética. Os cromosomas das células fillas son diferentes aos da célula nai. • Células xerminais • Prodúcese dúas divisións sucesivas cunha soa duplicación do ADN. • Na profase I hai entrecruzamientos. • Na anafase I as cromátides irmás non se separan, senón que o fan os cromosomas homólogos.



12.6

CICLOS VITAIS

O ciclo vital comprende todos os procesos dende que nace ou se orixina un ser vivo ata que se reproduce de novo, formando novos descendentes.

- As células eucariotas, poden multiplicarse por mitose, deste xeito, os organismos unicelulares poden reproducirse e os pluricelulares medran ou reproducense asexualmente.
 - A reprodución sexual implica a fecundación, a unión de dúas células reprodutoras ou gametos que, ao unirse, unen súa dotación xenética. A meiose reduce o número de cromosomas á metade e impide que o número de cromosomas se duplique en cada xeración.
- Dependendo de cando no ciclo se produza a meiose, os organismos terán un ciclo de vida haplonte, diplonte ou haplodiplonte (ou diplohaplonte).

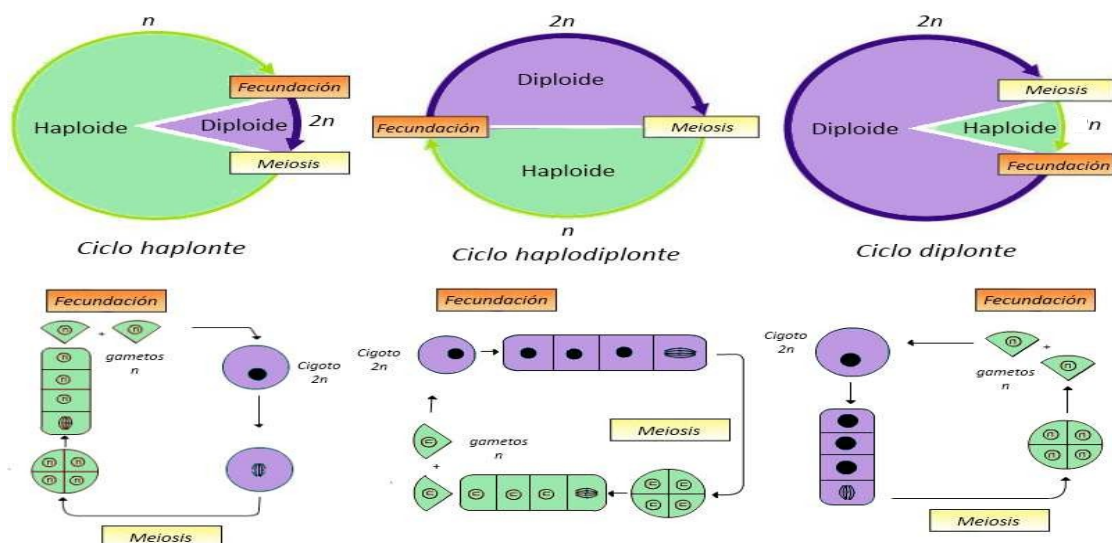
- **Ciclos de haplontes.** O adulto é haplonte polo tanto, formará gametos haploides. A fase diploide ($2n$) redúcese ao cigoto e inmediatamente despois da fecundación prodúcese a meiose,. Abundan no Reino Protista, a maioría das algas e protozoos e tamén no Reino Fungi hai algúns fungos haplontes
- **Ciclos de diplontes.** Os individuos ao longo da súa vida son diplontes. A fase haploide redúcese á formación de gametos, polo tanto, teñen meiose gamética. Os animais adoitan ter ciclos diplontes
- **Ciclos de haplodiplontes.** Neste caso sepáranse a fecundación e a meiose, e tanto os individuos haploides como os diploides forman parte do ciclo.

O organismo adulto diploide chámase **esporofito** (EF), e orixina por meiose gran cantidade de esporas haploides, **meiosporas**.

As esporas xerminan e medran por mitose, dando lugar a un novo individuo haploide, chamado **gametofito** (GF) Producen gametos haploides para reproducirse.

Na fecundación, cando se unen os gametos haploides, orixina de novo o esporófito diploide, pechando o ciclo.

O ciclo haplodiplonte é típico do Reino Planta. Nos fentos e musgos o gametófito e o esporófito son dous organismos diferentes. Nas plantas superiores, a fase haploide está reducida a unhas poucas células que viven dentro do esporófito. O gametófito masculino das anxiospermas é o gran de pole e o gametófito feminino é o saco embrionario.



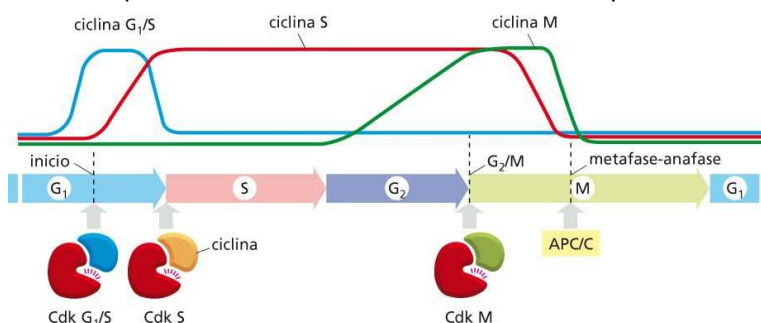
Imaxe 12.16.Tipos de ciclos vitais diplonte, haplonte e haplodiplonte.

Fonte: <http://cienaturales8.blogspot.com.es/2012/04/tipos-de-ciclos-de-vida.html>

Que vantaxes teñen as células ou organismos diploides fronte aos haploides? Os diploides teñen dúas copias de cada xene chamadas alelos, polo que se un falla, o outro pode compensar. Por exemplo, se hai unha mutación nun xene importante e este non pode producir unha proteína determinada, outra copia está dispoñible nunha célula diploide.

12.7 REGULACIÓN CICLO CELULAR

A reprodución dunha célula está controlada por moitos factores que interaccionan como a relación



núcleo-citoplasma, o tipo de célula, a relación coas outras células do tecido (**inhibición por contacto**), xenes reguladores, presenza de sustancia reguladoras do ciclo celular como as ciclinas (enzimas que activan distintas etapas do ciclo), acortamento dos telómeros, etc.

Cada tipo de célula está programado para un número limitado de divisións. Chámase **apoptose** a morte celular programada, a célula autodestrúese cando rematou a súa vida fisiolóxica normal, cando experimentou algún dano irreversible e tamén nos procesos de modelado en embrións, por exemplo, a reabsorción da cola dos cágados, a formación dos dedos, etc. A célula libera ao citoplasma as enzimas hidrolíticas dos seus lisosomas.

A apoptose, é un proceso necesario, xa que permite a renovación celular e é un mecanismo eficaz de control antitumoral.

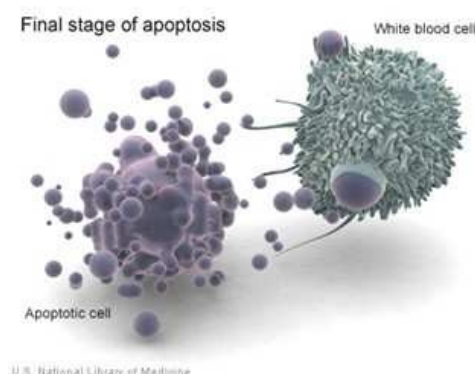


Figura 12.14. á un glóbulo branco sofre apoptose.

Fonte: <http://medicinembbs.blogspot.com.es/2011/03/programado-célula-morte-apoptose.html>

As células cancerosas eluden os controis

O cancro comeza cando os xenes dunha célula mutan, e a célula comeza a multiplicarse indefinidamente, creando un tumor. As células cancerixenas reducen a súa adhesión, poden desprenderse do seu tecido e continúan multiplicándose noutros lugares do corpo causando metástases.

No proceso de aparición do cancro, son especialmente importantes dous tipos de xenes: protooncoxenes e os xenes supresores de tumores.

Os **protooncoxenes** son xenes que promoven a división celular, axudan ás células a multiplicarse. Pero se o protooncoxene muta, provoca unha proliferación celular incontrolada e convértese nun oncoxene. Por exemplo, os xenes que codifican as ciclinas poden mutar e sobreexpresarse.

Por outra banda, os **xenes supresores de tumores** son xenes que inhiben a división celular, reparan erros de ADN ou indican ás células cando deben morrer por apoptose. Reducen a probabilidade de que unha célula normal mute ou se transforme nunha célula cancerosa, ao inhibir a súa proliferación excesiva a través dunha proteína chamada "proteína supresora de tumores".

Cando os xenes supresores de tumores non funcionan correctamente, as células poden crecer sen control, o que provoca cancro.

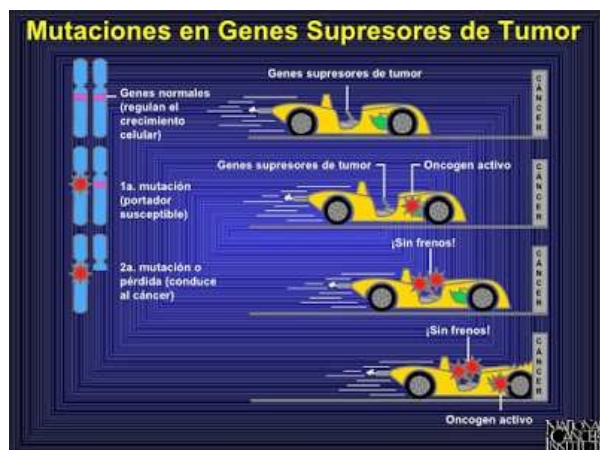


Figura 12.15. Esquema

dos efectos dos

oncoxenes e xenes

supresores de tumores.

Fonte: [https://patologiausacc1.](https://patologiausacc1.wordpress.com/category/os-mecanismos/)

[sacc1.](https://patologiausacc1.wordpress.com/category/os-mecanismos/)

[wordpress.com/category](https://patologiausacc1.wordpress.com/category/os-mecanismos/)

[/os-mecanismos/](https://patologiausacc1.wordpress.com/category/os-mecanismos/)

Outra vía de controlar o número de división s dunha célula é polo acortamento dos seus telómeros, o que está relacionado co envellecemento e apoptose. As células embrionarias e algunhas células nais presentan unha gran actividade das telomerasas, enzimas que evitan o acortamento e polo tanto o envellecemento. Gran parte das células cancerixenas tamén teñen telomerasas moi activas.

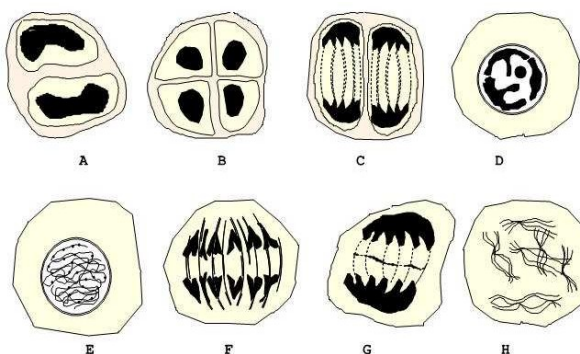
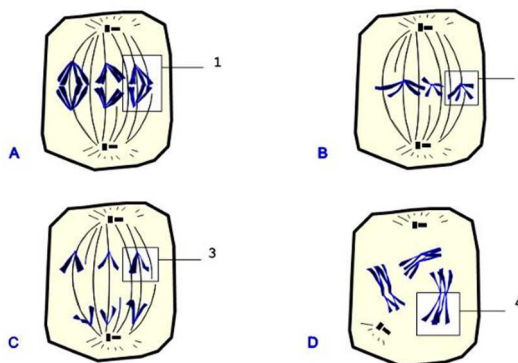
CUESTIÓNSE EXERCICIOS

1. A colchicina é un fármaco que despolimeriza a tubulina, que efectos terá nunha célula? A que funcións afecta?

2. Durante unha observación de cortes de testículo de *Drosophila* ao microscopio, realizáronse os esquemas representados nas figuras A, B, C e D.

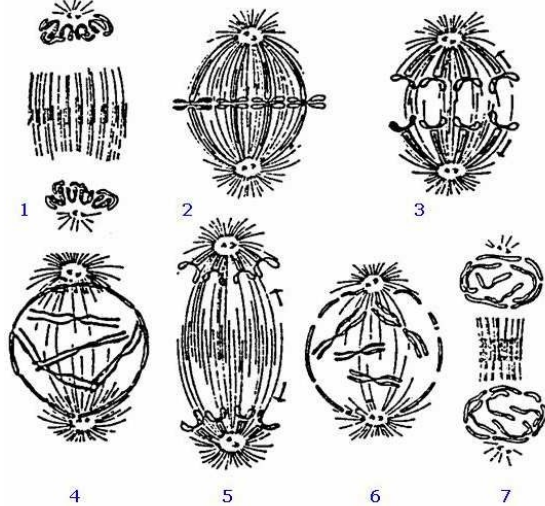
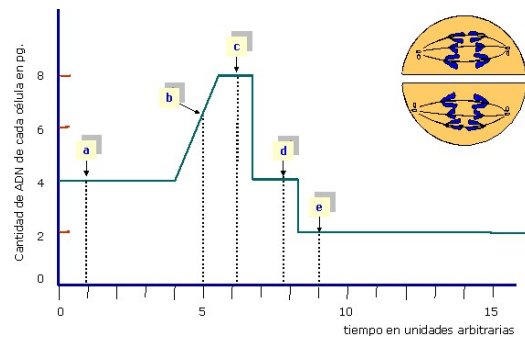
a. Identifica as fases e etapas, se é o caso, da división celular que se producen nelas e clasifícaa por orde cronolóxica.

b. Explica o que se observa nos recadros (1 a 4) de cada figura.



3. Ao observar cortes realizados nas anteras de "Lis", realizáronse debuxos de forma desordenada. Analiza e ordena as figuras, xustificando a resposta dada.

4. Se nesta especie unha célula con $2n$ cromosomas, nunha cromátida ten 4 pg de ADN, en que posición (a, b, c, d, e) da gráfica é máis probable que atópese unha célula como a da figura? Razoa a resposta.

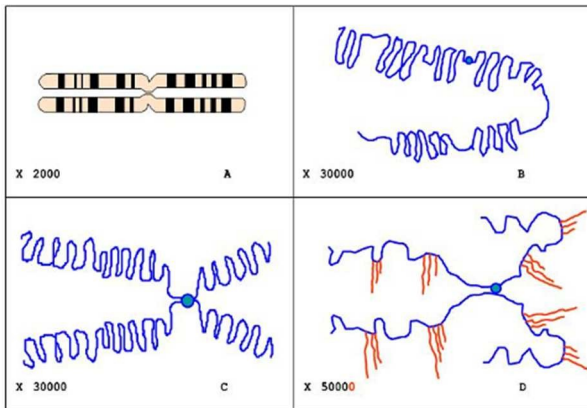


5. O esquema representa unha ilustración do proceso de división dunha célula. Ordena as fases e indica o nome de cada unha delas; podes axudarche con termos como: final de ..., comezos de ..., etc.

- Indica a orde correcta en que se producen.
- Indica o tipo de división



6. A figura representa, dun xeito moi esquemático, unha célula dunha especie con $2n=6$ cromosomas. É unha célula en mitose ou meiose? En que fase está? razoar as respostas



7. Que representan estes esquemas?. Indica a que fases do ciclo celular corresponde cada unha das figuras A, B, C e D.

8. A que etapa del ciclo celular corresponden estes cromosomas?. Nomea os elementos sinalados

