

Módulo III (Optativo) Ampliación de Biología-Geología Bloque 2.
“La evolución de la vida” Unidad 4
“La célula, unidad de vida”

La célula es la unidad anatómica, fisiológica y genética de todos los seres vivos. Existen dos modelos de organización celular: procariota y eucariota.

Las procariotas tienen una estructura muy sencilla, las eucariotas tienen una gran complejidad estructural y pueden ser de dos tipos, animales y vegetales.

Como seres vivos que son, las células realizan la función de nutrición, mediante la cual intercambian materia y energía con su medio, relación, por la que reciben estímulos del medio que las rodea y responden ante ellos, y reproducción.

En esta Unidad estudiarás la estructura de la célula eucariota, sus diferentes orgánulos y la función que desempeñan, y la compararás con la que presenta una célula procariota, verás las diferencias entre la célula animal y vegetal e identificarás los componentes del núcleo y su organización en función de las fases del ciclo celular.

Conocerás cómo se mantiene la información genética durante la división celular por mitosis y comprenderás por qué es necesaria la meiosis en organismos con reproducción sexual y su importancia en la evolución de las especies.

Módulo III (Optativo)

Ampliación de Biología-Geología

Unidad 4

Índice

1	La célula unidad estructural y funcional de los seres vivos	3
1.1	La teoría celular	3
1.2	Estructura celular	4
2	Tipos de organización celular	4
2.1	Células procariotas	4
2.2	Células eucariotas	5
3	Célula eucariota	6
3.1	El tamaño y la forma de las células	6
3.2	Estructura de la célula eucariota.	6
3.3	Orgánulos citoplasmáticos presentes en todas las células eucariotas, tanto animales como vegetales:	7
3.4	Componentes y orgánulos celulares propios de células vegetales	9
3.5	Componentes y orgánulos celulares propios de células animales	10
3.6	Diferencias entre las células eucariotas vegetales y animales:	10
3.7	El núcleo celular	10
4	Funciones celulares	14
4.1	La función de nutrición	14
4.2	Función de relación	14
4.3	Función de reproducción	14
5	El ciclo celular en células eucariotas	15
5.1	Interfase	16
5.2	Fase de división celular o fase M	16

1 La célula unidad estructural y funcional de los seres vivos

1.1 La teoría celular

Todos los seres vivos están constituidos por células.

Por su pequeño tamaño, el descubrimiento de la célula y de sus componentes no se produjo hasta la invención del microscopio.

Robert Hooke fue el primero en observar células en 1665, con un sencillo microscopio vio que una lámina de corcho estaba formada por estructuras semejantes a las celdas de un panal, de ahí el nombre de célula.

A principios de siglo XIX, gracias a los avances en microscopía, se pudieron observar muchos materiales biológicos y se despertó entre los científicos el interés por las células.

El botánico Schleiden y el zoólogo Schwann, enunciaron la teoría celular, que se fue completando gracias a los avances científicos y actualmente se resume en:

- Todos los seres vivos están formados por células.
- La célula es la parte más pequeña de un organismo dotada de vida propia.
- Todas las células proceden de otras preexistentes.
- La célula es la unidad genética de todos los seres vivos, contiene el material hereditario, a través del cual transmite sus características a la generación siguiente.

La célula es la unidad anatómica, funcional y de origen de todos los seres vivos. Se trata de la unidad más pequeña que realiza las funciones vitales de nutrición, relación y reproducción.

El descubrimiento de la célula se debe a Robert Hooke en 1665, lo que vio fueron células muertas, paredes celulares.

Poco después, en 1674, Anthony Van Leeuwenhoek descubrió células vivas.

Posteriormente, gracias al perfeccionamiento del microscopio y al descubrimiento de técnicas para teñir preparaciones, se descubrieron las estructuras celulares.

Así, Robert Brown, en 1831, descubrió el núcleo celular. Purkinje, en 1838, llamó protoplasma al líquido que llena la célula. El botánico Schleiden, en 1838, afirmó que todos los vegetales están formados por células y en 1839 Schwann afirmó que todos los animales están formados por células. Virchow, en 1855, estableció que toda célula proviene de otra preexistente.

1.2 Estructura celular

Aunque existen muchos tipos de células, todas tienen la misma estructura básica, la cual consta de tres partes fundamentales:

- **La membrana plasmática**

Es una cubierta muy fina que rodea la célula y la separa del medio externo.

- **El citoplasma**

Está formado por un líquido de consistencia gelatinosa. En él se producen la mayor parte de las reacciones metabólicas de la célula y se encuentran dispersos los orgánulos.

- **Material genético: ADN**

En esta molécula se encuentra la información para dirigir todas las actividades celulares y proporciona las características propias de la cada célula.

Esta información se transmite a las células hijas.

2 Tipos de organización celular

Existen dos tipos de organización celular: células **procariotas** y células **eucariotas**.

2.1 Células procariotas

Los primeros organismos vivos, que aparecieron en la Tierra hace unos 3.500 millones de años, estaban constituidos por una célula procariota. Su estructura interna es muy sencilla.

La célula procariota se caracteriza por:

- Su tamaño oscila entre 1 y 10 μ .
- Su forma es variada, si son redondas se denominan cocos y si son alargadas bacilos.
- Su estructura es muy sencilla:
 - Poseen **membrana** celular que controla el intercambio de sustancias, en ella existen enzimas que intervienen en procesos como la respiración o reproducción y rodeando la membrana está la **pared**, que da forma a la célula, con composición diferente a la pared de células vegetales. Rodeando la pared, en algunas, se encuentra la **cápsula**.
 - El **citoplasma** tiene **ribosomas**, pero no posee orgánulos membranosos. Algunas bacterias poseen uno o varios **flagelos** y **fimbria**, estructuras cortas y numerosas que fijan la célula al sustrato.
 - El material hereditario (ADN), lo constituye un **único cromosoma circular** y no está separado del resto de citoplasma por una membrana, por tanto no tienen núcleo verdadero, la región donde se encuentra se denomina **nucleoide**. Algunas bacterias tienen, además, pequeños fragmentos circulares de ADN dispersos en el citoplasma, que se denominan **plásmidos**.

Las **bacterias**, organismos unicelulares, son los únicos seres formados por células procariotas.

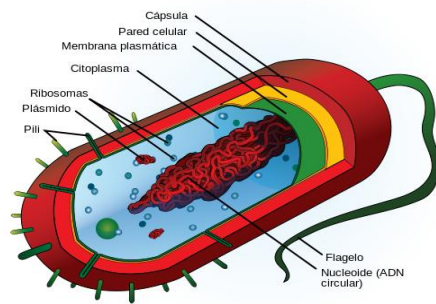


Imagen 1. Célula procariota

<http://es.wikipedia.org>

<http://e-educativa.catedu.es>

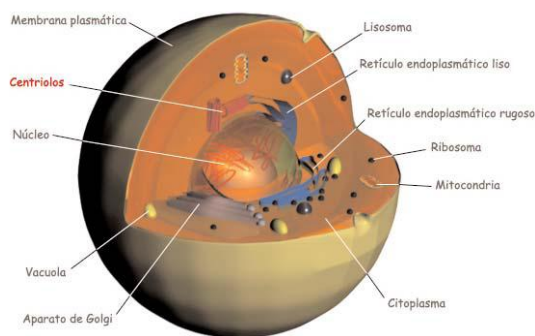
2.2 Células eucariotas

Las células **eucariotas** surgieron a partir de la evolución de las células procariotas.

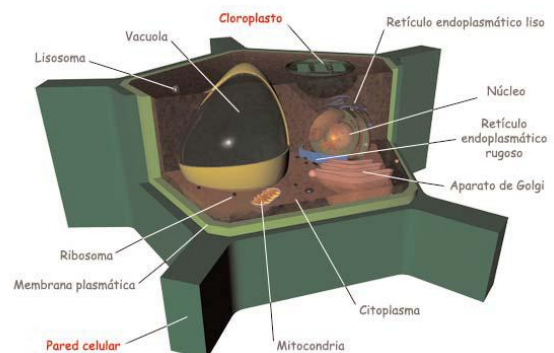
Su estructura interna es más compleja que la de la célula procariota, tienen al menos un núcleo diferenciado, es decir, el material genético está rodeado de membrana que lo aísla de los componentes del citoplasma, además poseen estructuras membranosas internas, donde se realizan las funciones celulares, son los **orgánulos**, y su tamaño es mayor que el de las procariotas. Pueden ser organismos unicelulares o pluricelulares. Las algas, protozoos, hongos, plantas y animales están constituidos por células eucariotas.

Se pueden distinguir dos tipos de células eucariotas en función de los orgánulos que poseen:

- Las **células animales**, que presentan centriolos, carecen de pared celular y cloroplastos y sus vacuolas son pequeñas. Son propias de animales y protozoos.
- Las **células vegetales**, que poseen pared celular rodeando externamente a la membrana plasmática. Además, presentan grandes vacuolas, que les sirven para almacenar sustancias, y cloroplastos que les permiten realizar la fotosíntesis. Carecen de centriolos. Son propias de las plantas. Los hongos presentan un tipo de célula muy similar, aunque en este caso carecen de cloroplastos, ya que no realizan la fotosíntesis.



Célula animal



Célula vegetal

Imagen 2. Células eucariotas. <http://e-educativa.catedu.es>

3 Célula eucariota

3.1 El tamaño y la forma de las células

La forma y el tamaño de las células eucariotas son muy variables.

El tamaño oscila desde las micras (1 micra = 0,001 mm), hasta las visibles a simple vista, como los huevos de las aves, pero por lo general suele oscilar entre 1 y 100 micras.

La mayor parte de los seres eucariotas son pluricelulares. Las células que los constituyen están especializadas; es decir, la forma de sus células está relacionada con la función que desempeñan, se pueden encontrar células esféricas, aplanadas prismáticas, estrelladas, etc. Así, los glóbulos rojos tienen la forma adecuada para poder transportar la mayor cantidad posible de oxígeno; el espermatozoide necesita rápida movilidad, por lo que dispone de un largo flagelo; y las neuronas tienen aspecto estrellado para poder relacionarse unas con otras.



Glóbulo rojo



Espermatozoide



Neurona

Imagen 3. <http://www.fotosimagenes.org>

3.2 Estructura de la célula eucariota

Todas las células eucariotas, tanto animales como vegetales, poseen:

3.2.1. Membrana plasmática

Es la capa que rodea a la célula, aislándola y regulando la entrada de sustancias necesarias para la nutrición celular y la salida de productos de desecho, además detecta las variaciones que se producen en el medio y permite a la célula responder de forma adecuada. Está formada por una bicapa de lípidos, entre los que se intercalan proteínas.

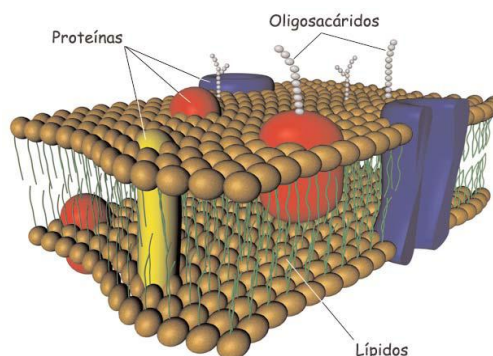


Imagen 4. Membrana plasmática. <http://e-ducativa.catedu.es>

3.2.2. Citoplasma

Es la parte de la célula situada entre la membrana plasmática y el núcleo.

Está formado por un medio acuoso (citosol), una red de fibras proteicas (**citoesqueleto**), que intervienen en los movimientos celulares, fijan la posición de los orgánulos e intervienen en la división celular.

3.2.3. Núcleo

Contiene el material genético en su interior y está separado del resto de la célula por una doble membrana, que presenta poros para permitir el intercambio de sustancias.

3.3 Orgánulos citoplasmáticos presentes en todas las células eucariotas, tanto animales como vegetales:

Son estructuras inmersas en el citosol que ejercen diversas funciones.

- **Ribosomas.**

Son pequeños gránulos dispersos por el citoplasma o adheridos al retículo endoplasmático, carecen de membrana. Su función es la síntesis de proteínas que la célula necesita.

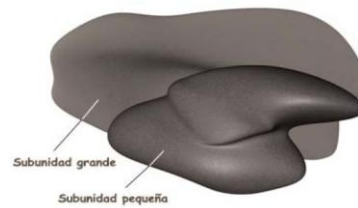


Imagen 5. Ribosomas.

<http://e-educativa.catedu.es>

- **Retículo endoplasmático (RE).**

Está formado por una red de sáculos aplanados y túbulos, que pueden conectar con la membrana nuclear. Si lleva adosados ribosomas a su membrana se llama retículo endoplasmático rugoso (RER) y si no los lleva retículo endoplasmático liso (REL).

El retículo endoplasmático rugoso almacena y transporta proteínas, que se sintetizan en los ribosomas.

El liso está implicado en la síntesis, almacenamiento y transporte de lípidos y en la eliminación de sustancias tóxicas de la célula.

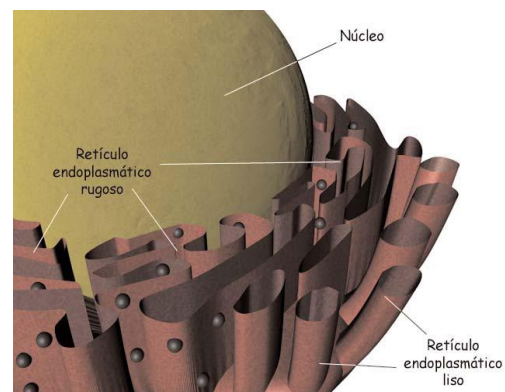


Imagen 6. Retículo endoplasmático.

<http://e-educativa.catedu.es>

- **Aparato de Golgi.**

Está formado por la agrupación de sáculos aplanados o cisternas, no comunicados entre sí, y vesículas adheridas a ellos. En ellos se acumulan las sustancias procedentes del retículo endoplasmático.

En sus cisternas las sustancias fabricadas en el retículo endoplasmático acaban de formarse y, finalmente, se introducen en vesículas (bolsas), normalmente para ser segregadas al exterior o para formar lisosomas.

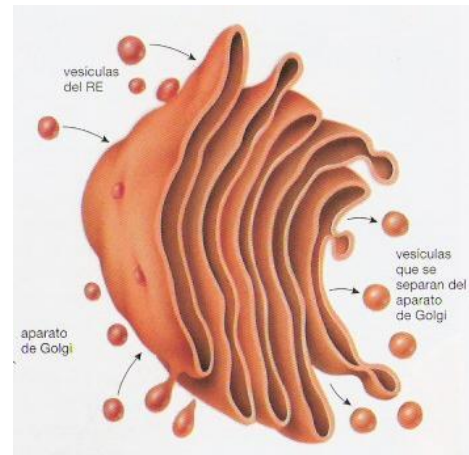


Imagen 7. Aparato de Golgi

<http://4esobioygeo.blogspot.com.es>

- **Mitocondrias.**

Son orgánulos, generalmente de forma alargada, constituidos por dos membranas.

La membrana externa es lisa y la interna presenta repliegues, denominados crestas mitocondriales.

En ellas se realiza la respiración celular, mediante la cual se obtiene energía de los nutrientes, para lo cual se necesita oxígeno y se desprende CO₂.

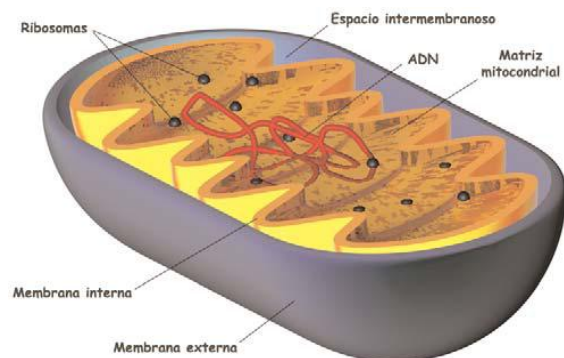


Imagen 8 Mitocondria.

<http://e-ducativa.catedu.es>

- **Lisosomas.**

Son vesículas con membrana, que contienen en su interior enzimas digestivas.

Digieren las sustancias más complejas de los nutrientes para conseguir sustancias más sencillas y los orgánulos viejos.

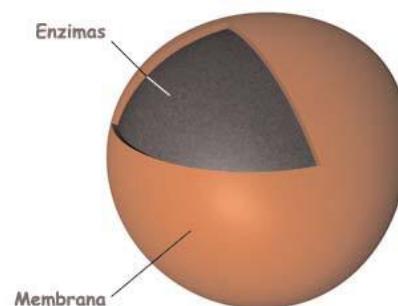


Imagen 9. Lisosoma.

<http://e-ducativa.catedu.es>

- **Vacuolas.**

Son vesículas membranosas, de tamaño y forma variable, que son más frecuentes y de mayor tamaño en células vegetales que animales. Se encargan del almacenamiento de productos como agua, sustancias de reserva, pigmentos o sustancias de desecho.

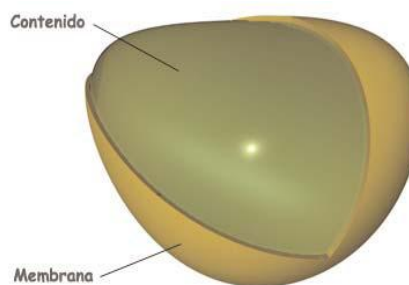


Imagen 10. Vacuola.
<http://e-educativa.catedu.es>

3.4 Componentes y orgánulos celulares propios de células vegetales

- **Pared celular.**

Es una capa protectora de las células vegetales, situada sobre la membrana plasmática y constituida fundamentalmente por celulosa. Sus funciones son dar forma a la célula y protegerla.

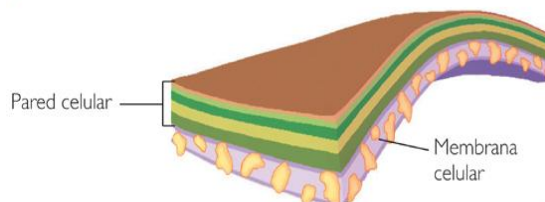


Imagen 11. Pared celular.
<http://lacelulavegetal01.blogspot.com.es>

- **Cloroplastos.**

Orgánulos que presentan tres membranas: externa, interna y tilacoidal. La membrana interna rodea un espacio denominado estroma, la membrana tilacoidal forma un conjunto de sacos aplanados y apilados llamados **tilacoides**.

Estos sacos contienen clorofila y en ellos se produce la fotosíntesis, proceso metabólico en el que se fabrican moléculas orgánicas a partir de inorgánicas.

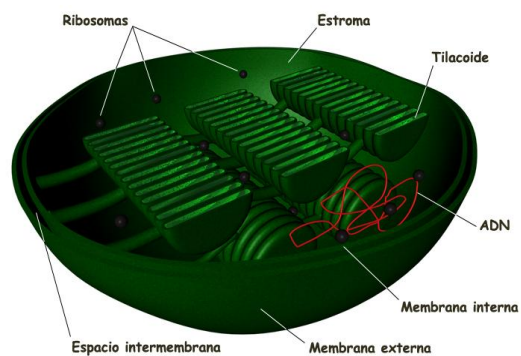


Imagen 12. Cloroplasto.
<http://educativa.catedu.es>

3.5 Componentes y orgánulos celulares propios de células animales

- **Centriolos.**

Son dos estructuras cilíndricas formadas por proteínas, dispuestas perpendicularmente entre sí. Sus funciones son el control y reparto equitativo del material genético durante las divisiones celulares y la regulación del movimiento de cilios y flagelos.



Imagen 13. Centriolos.
<http://educativa.catedu.es>

- **Cilios y flagelos.**

Algunas células tienen orgánulos móviles, cilios y flagelos. Son prolongaciones del citoplasma formadas por proteínas. Los cilios son cortos y numerosos, sirven para impulsar líquidos y permitir desplazamiento y los flagelos largos y escasos, generalmente uno, permiten el desplazamiento de la célula.

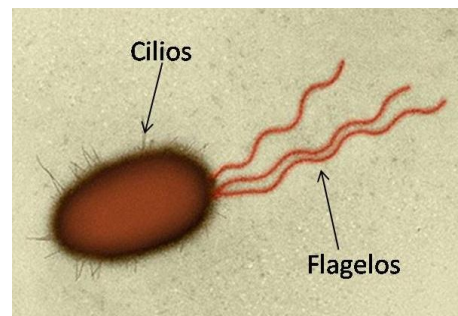


Imagen 14. Cilios y flagelos.
<http://cefire.edu.gva.es>

3.6 Diferencias entre las células eucariotas vegetales y animales:

Célula animal:

- Sólo membrana plasmática.
- Ausencia de cloroplastos.
- Presencia de centriolos.
- Pocas o ninguna vacuola.

Célula vegetal:

- Membrana plasmática y pared celular.
- Presencia de cloroplastos.
- Ausencia de centriolos.
- Gran número de vacuolas.

3.7 El núcleo celular

El núcleo es el centro de control de toda la actividad de la célula, gracias a la información del ADN. Las características de cada individuo están determinadas por la información genética del núcleo de sus células. Cuando una célula se divide transmite su ADN (ácido desoxirribonucleico) a las células hijas.

Generalmente, todas las células presentan un núcleo, aunque hay excepciones, como los glóbulos rojos que carecen de él y las células musculares que tienen muchos.

El núcleo se puede encontrar en dos estados diferentes: reposo y división celular.

3.7.1. La estructura del núcleo en reposo o en interfase

En estado de reposo, entendiéndose por reposo cuando la célula no se divide, el núcleo es una estructura con forma esférica, que en las células animales ocupa una posición generalmente central y en las vegetales está desplazado hacia los laterales por la vacuola.

En él se distinguen los siguientes componentes:

- **Envoltura nuclear.**

Está formada por dos membranas, la externa y la interna, separadas por un espacio intermembrana. La membrana externa se comunica con el retículo endoplasmático. Las membranas están interrumpidas por poros, que regulan el paso de sustancias entre el núcleo y el citoplasma.

- **Nucleoplasma.**

Es un líquido formado por agua y diversas sustancias, en el que se encuentran inmersos los componentes nucleares.

- **Nucléolo.**

Es una estructura más o menos esférica, carente de membrana, en él se fabrican los ribosomas.

- **Cromatina**

Está constituida por filamentos de ADN, que se asocian a proteínas y están dispersos por el nucleoplasma. En ellos se encuentra la información necesaria para el funcionamiento celular. Cuando el núcleo está en división la cromatina se condensa y forman los cromosomas.

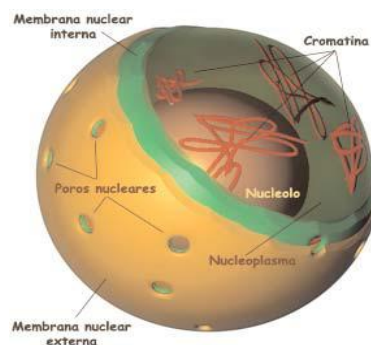


Imagen 15. Núcleo en interfase. <http://educativa.catedu.es>

3.7.2. Los cromosomas

Los cromosomas son estructuras filamentosas, que se observan en la célula cuando entra en división. Se forman por el empaquetamiento del ADN y su función es repartir la información genética de la célula madre entre las células hijas.

Químicamente están compuestos por cadenas de ADN empaquetadas, a las que se unen proteínas.

Cada cromosoma está formado por dos **cromátidas**, unidas entre sí por un estrechamiento denominado **centrómero**. Cada cromátida está formada por dos **brazos** de igual o distinta longitud. Los extremos de los brazos se llaman **telómeros**. Las cromátidas de cada cromosoma contienen una molécula de cromatina condensada, que es idéntica en las dos cromátidas; por ello se les llama cromátidas hermanas.

Todas las células de un ser vivo y todos los individuos de la misma especie tienen un número característico de cromosomas, con un tamaño y forma constante. Por ejemplo, en el caso del ser humano tenemos 46 cromosomas, mientras que una mosca doméstica presenta 12 cromosomas, el perro 78, el pino 24, los escorpiones 6 y la planta del algodón dispone de 52.

El número de cromosomas, por lo tanto, no guarda relación directa con la complejidad de los organismos.

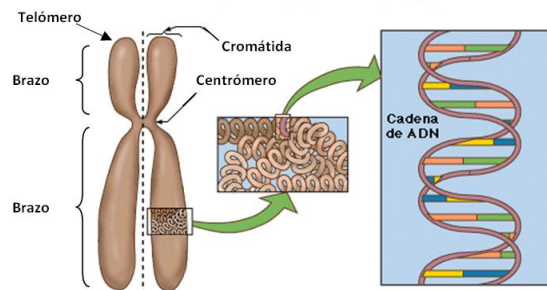


Imagen 16. Cromosoma. <http://recursostic.educacion.es> (Modificada)

Se distinguen varios tipos de cromosomas atendiendo a la longitud de los brazos:

- **Metacéntricos:** cuando los brazos tienen la misma longitud; por lo tanto, el centrómero se sitúa en la parte media del cromosoma.
- **Submetacéntricos:** los brazos son ligeramente desiguales, ya que el centrómero está desplazado a uno de los lados.
- **Acrocéntricos:** los brazos presentan muy diferente longitud (uno es muy largo y otro muy corto). El centrómero se sitúa muy cerca del extremo terminal.
- **Telocéntricos:** sólo existe un brazo en el cromosoma, estando el centrómero situado en un extremo del cromosoma.

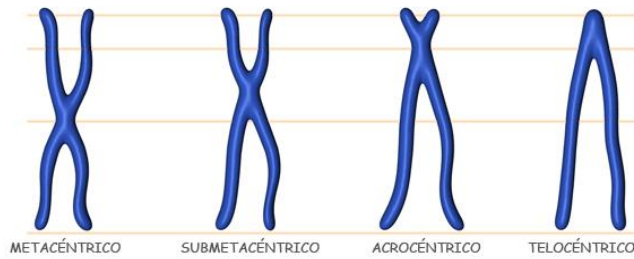


Imagen 17. Tipos de cromosomas. <http://educativa.catedu.es>

Atendiendo al número de cromosomas los organismos pueden ser:

- **Organismos haploides:** cuando poseen sólo un juego de cromosomas en sus células. Se representan con la letra n.
- **Organismos diploides:** cuando poseen un número par de cromosomas en sus células somáticas (no reproductoras). Los organismos diploides se representan con 2n.
- **Organismos poliploides:** si el número de cromosomas es 3n, 4n, 5n, etc.

El cariotipo.

El cariotipo es el conjunto de cromosomas de un organismo, ordenados en parejas de cromosomas homólogos por tamaño, de mayor a menor. Su estudio permite detectar enfermedades genéticas. En el cariotipo se pueden distinguir dos tipos de cromosomas:

Cromosomas sexuales o heterocromosomas: es un par de cromosomas que determina el sexo, en la especie humana las mujeres tienen dos cromosomas sexuales iguales, se denominan XX y los hombres son diferentes XY.

Autosomas: Son el resto de cromosomas no sexuales y son iguales para el sexo masculino y femenino.

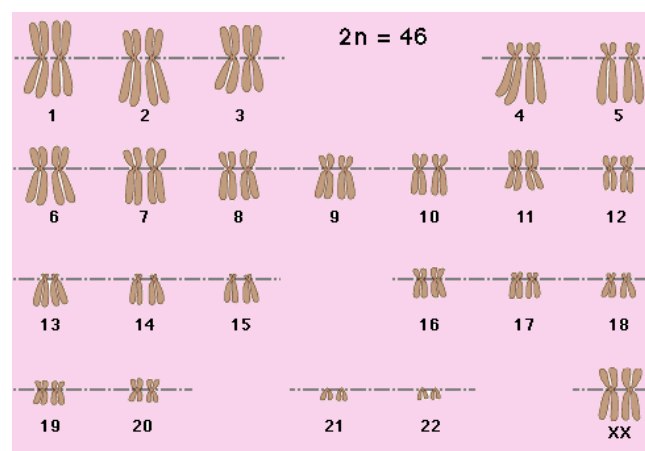


Imagen 18. Cariotipo humano. <http://recursostic.educacion.es>

En los humanos hay 46 cromosomas, de los cuales 22 pares son autosomas y un par son cromosomas sexuales.

4 Funciones celulares

Todos los seres vivos realizan la nutrición, la relación y la reproducción. Estas tres funciones se llevan a cabo en todas las células.

4.1 La función de nutrición

La **nutrición** comprende todos los procesos destinados a proporcionar a la célula materia y energía para vivir, crecer, reponer sus estructuras y dividirse. Además comprende los procesos de eliminación de sustancias de desecho.

La nutrición puede ser:

- **Autótrofa**, característica de aquellas células capaces de captar energía del exterior y utilizarla para sintetizar sus propias moléculas orgánicas, a partir de moléculas inorgánicas tomadas del medio. Este tipo de nutrición lo llevan a cabo las células vegetales y algunas bacterias, que realizan la **fotosíntesis**, utilizando la energía luminosa; otras bacterias realizan la **quimiosíntesis**, para lo cual utilizan la energía que obtienen de la oxidación de moléculas inorgánicas.
- **Heterótrofa**, es característica de aquellas células que no pueden formar moléculas orgánicas, las incorporan del medio ya elaboradas. Son las células de los protozoos, de los animales, los hongos y muchas bacterias.

4.2 Función de relación

La **función de relación** permite a la célula recibir **estímulos** de su medio y responder adecuadamente ante ellos. Así las células pueden ser sensibles a estímulos: luminosos, químicos o mecánicos. Ante esta sensibilidad la célula puede emitir respuestas, entre ellas la de movimiento.

Gracias a esta función las células pueden adaptarse a los cambios ocurridos en su entorno y mantener la estabilidad. Si no existiera esta función las células no podrían sobrevivir.

4.3 Función de reproducción

La **función de reproducción** consiste en que a partir de la célula progenitora se originan dos o más descendientes. Es un proceso que asegura que cada descendiente tenga una copia fiel de material genético de la célula madre.

4.3.1. Reproducción de células procariontas

En las **células procariontas** es un proceso muy simple, se produce la división por **bipartición**, el ADN de la bacteria se duplica y forma dos copias idénticas. Cada copia se va a un polo de la célula y más tarde se desarrolla un tabique transversal, que crece hacia dentro y la célula se divide en dos, de manera que cada una de las células recibe uno de los ADN bacterianos.

Así se forman dos células hijas iguales, más pequeñas que la progenitora. La reproducción bacteriana es muy rápida; si se dan las condiciones adecuadas, pueden dividirse cada 20 minutos.

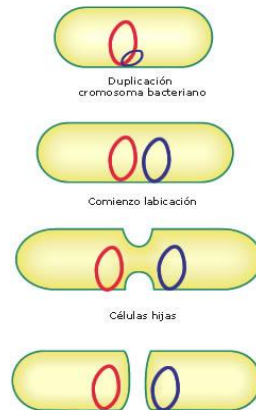


Imagen 19. Reproducción de una bacteria. <http://recursos.cnice.mec.es>

4.3.2. Reproducción en células eucariotas

En las células eucariotas el proceso es más complicado. Primero se divide el núcleo en dos partes exactamente iguales por **mitosis**. Luego se divide el citoplasma por citocinesis: por bipartición, gemación o esporulación.

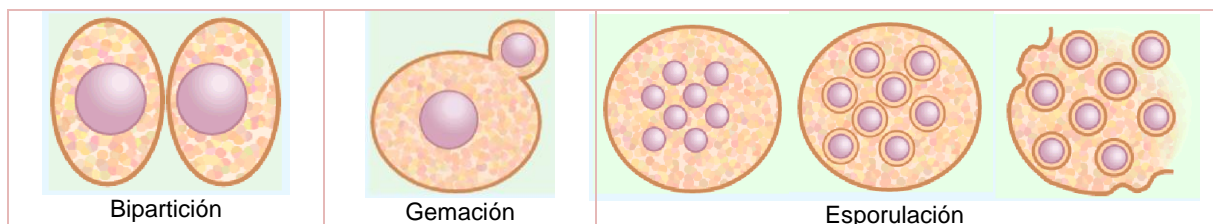


Imagen 20. Modalidades de división celular. <http://recursos.cnice.mec.es>

5 El ciclo celular en células eucariotas

El ciclo celular es la secuencia ordenada de fenómenos que ocurren en la vida de una célula, desde que se origina a partir de una célula preexistente hasta que se divide para dar lugar a nuevas células hijas.

En el ciclo celular se pueden distinguir dos períodos de distinta duración:

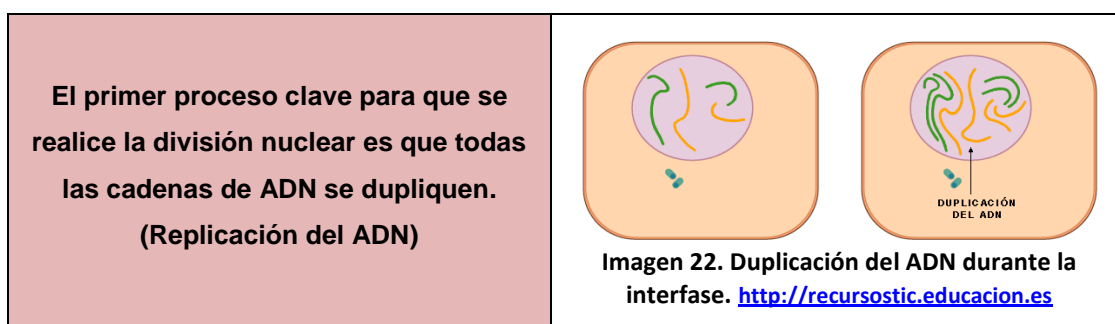


Imagen 21. Ciclo celular <http://educativa.catedu.es>

5.1 Interfase

Ocupa la mayor parte de la vida de la célula. Transcurre entre dos divisiones y en ella la célula experimenta los siguientes procesos:

- Aumenta de tamaño hasta alcanzar su estado adulto y lleva a cabo un metabolismo activo, para sintetizar moléculas orgánicas y producir energía.
- Duplicación o replicación del ADN, para que cada célula hija reciba la misma cantidad de ADN que la célula madre.
- Producción de nuevos orgánulos.
- Los centriolos se duplican.



5.2 Fase de división celular o fase M

Consta de dos etapas, la fase de mitosis o división del núcleo y la citocinesis o división del citoplasma. Esta etapa es muy corta y dura alrededor del 10% del ciclo celular.

En los organismos unicelulares la reproducción coincide con la formación de un nuevo individuo. En los pluricelulares, las nuevas células se utilizan para el crecimiento o para sustituir a las células muertas.

En los organismos pluricelulares todas las células del organismo se forman por división del núcleo por mitosis, excepto los gametos o células reproductoras, que lo hacen por meiosis.

5.2.1 Mitosis

La mitosis consiste en la división del núcleo y reparto de los cromosomas en cantidades iguales entre las dos células hijas.

La mitosis es un proceso continuo, pero para su estudio se divide en varias fases: profase, metafase, anafase y telofase.

- **Profase**

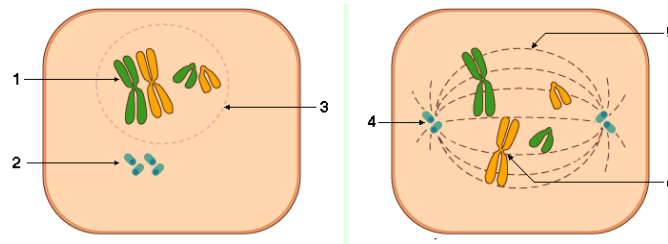


Imagen 23. Profase. <http://recursostic.educacion.es>

- Los filamentos de cromatina se condensan y se forman los cromosomas, cada uno formado por dos cromátidas, unidas por el centrómero.(1)
- El nucléolo desaparece.
- En las células animales los centríolos ya duplicados (2) se dirigen a los polos de la célula (4) y se forma entre ellos un haz de fibras proteicas, que recibe el nombre de huso acromático (5).
- En las células vegetales no hay centríolos y el huso se forma sólo con los filamentos proteicos.
- Al final de esta fase desaparece la membrana nuclear (3) y los cromosomas quedan libres en el citoplasma (6).

- **Metafase**

Los cromosomas ya están totalmente condensados y se disponen en el centro de la célula, formando la placa ecuatorial del huso acromático (1), uniéndose a sus fibras por el centrómero. Las cromátidas hermanas de cada cromosoma están orientadas hacia los polos opuestos de la célula.

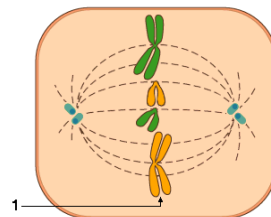


Imagen 24. Metafase. <http://recursostic.educacion.es>

- **Anafase**

Las fibras del huso acromático se acortan y tiran de las cromátidas hermanas de cada cromosoma, separándolas y llevándolas una a cada polo de la célula.



Imagen 26. Metafase. <http://recursostic.educacion.es>

- **Telofase**

- Una vez terminada la migración de las cromátidas, desaparecen los restos del huso acromático.
- Se forma una nueva membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromátidas (1).
- Aparece el nucléolo.
- Los cromosomas se descondensan para constituir la cromatina (2).

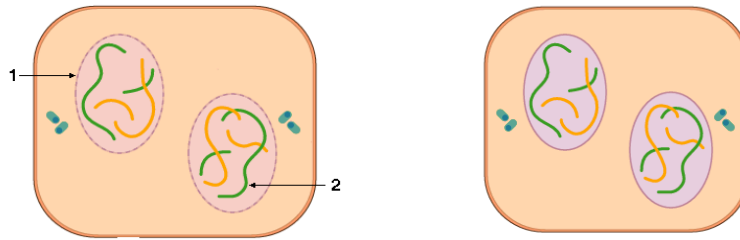


Imagen 27. Telofase. <http://recursostic.educacion.es>

De forma simultánea con la mitosis, al final de la anafase comienza la citocinesis, proceso paralelo que produce la división de la célula.

5.2.2. La citocinesis

Tras la división del núcleo comienza la división del citoplasma y la distribución de los orgánulos entre las nuevas células hijas.

En las células animales ocurre por estrangulamiento de la célula madre en la zona central.

En las células vegetales no se produce estrangulamiento debido a la rigidez de la pared celular.

En su lugar, se forma una placa celular que separa las células hijas y da lugar a una nueva pared celular.

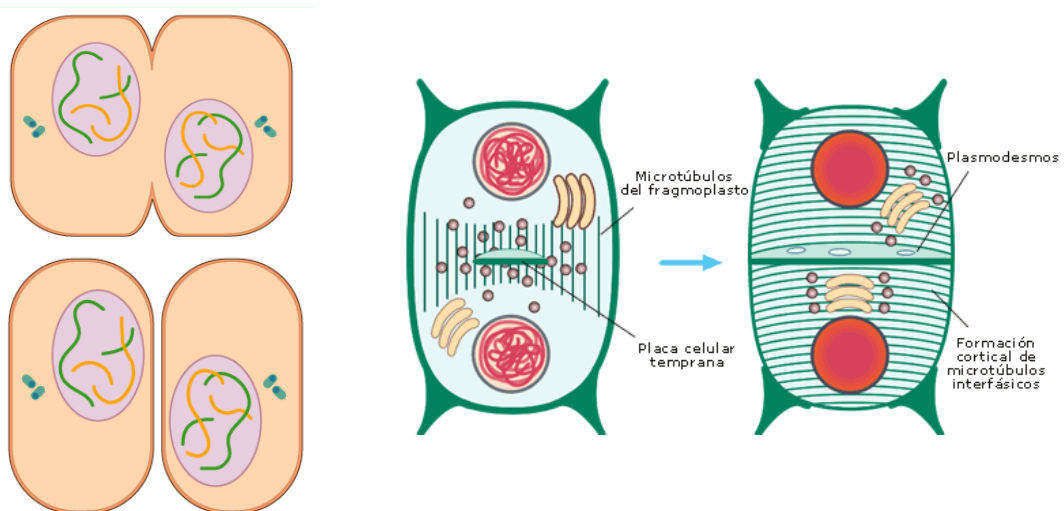


Imagen 28. Citocinesis animal y vegetal. <http://recursostic.educacion.es>

5.2.3. La meiosis

En la reproducción sexual se unen dos células, denominadas **gametos**, para formar una nueva célula llamada **cigoto**. El número de cromosomas se tiene que mantener constante de generación en generación, por tanto esta célula, a partir de la cual se desarrollará un nuevo individuo, tiene el mismo número de cromosomas que las células de los organismos progenitores. Para que esto pueda ser posible, los gametos disponen de la mitad de cromosomas que el resto de células de los progenitores.

Si los gametos se formaran por mitosis tendrían igual número de cromosomas que las demás células del organismo, y en cada generación se duplicaría el número de cromosomas de la especie.

Para que el número de cromosomas permanezca constante se produce un tipo de división celular especial, conocida con el nombre de **meiosis**. En este proceso se reduce a la mitad el número de cromosomas de la célula progenitora y al mismo tiempo, la meiosis origina un aumento de la **variabilidad genética**.

La meiosis consiste en dos divisiones celulares consecutivas, entre las cuales no se produce duplicación del material genético. En el proceso, a partir de una célula diploide, se forman cuatro células hijas (haploides), cada una con la mitad de cromosomas que la célula madre.

Antes de que empiece el proceso, durante la interfase, en el núcleo tiene lugar la duplicación del ADN, a continuación se producen dos divisiones sucesivas. En la primera división es el número de cromosomas queda reducido a la mitad, la segunda división es semejante a una división por mitosis.

5.2.3.1. Primera división meiótica

Consta de las 4 fases de la mitosis.

- **Profase I**

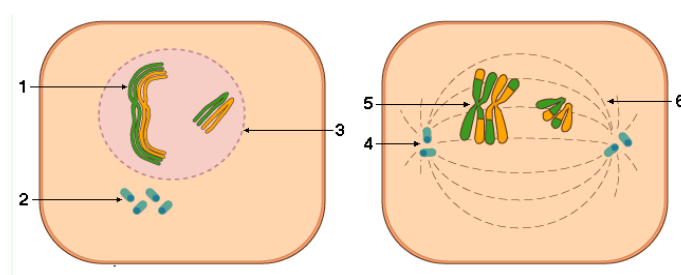


Imagen 29. Profase I. <http://recursostic.educacion.es>

En una célula diploide sus cromosomas se condensan hasta hacerse visibles (1).

En las células animales los centriolos duplicados (2) se dirigen a los polos de la célula (4) y se forma entre ellos el huso acromático (6). En las células vegetales no hay centriolos y el huso se

forma sólo con los filamentos. Los cromosomas homólogos (cada uno con sus dos cromátidas) se colocan unidos por parejas (5) y se produce el intercambio de fragmentos entre cromosomas homólogos (**recombinación**), como consecuencia las células hijas son genéticamente distintas a la célula madre.

- **Metafase I**

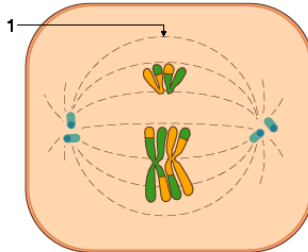


Imagen 30. Metafase I. <http://recursostic.educacion.es>

Los cromosomas homólogos, unidos por parejas, se disponen en el plano ecuatorial del huso acromático (1).

- **Anafase I**

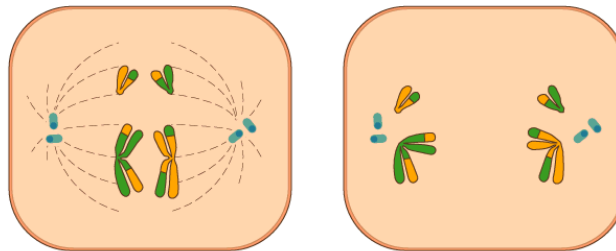


Imagen 31. Anafase I. <http://recursostic.educacion.es>

A cada polo celular se dirige un cromosoma de cada pareja de homólogos. En cada polo, al final del proceso, hay un grupo de n cromosomas, cada uno con dos cromátidas.

- **Telofase I y citocinesis**

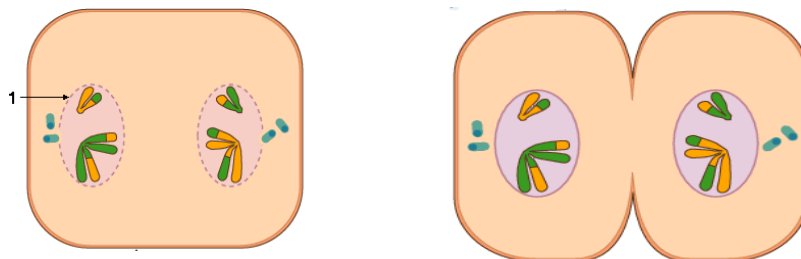


Imagen 32. Telofase I y citocinesis. <http://recursostic.educacion.es>

En cada polo se forma un nuevo núcleo (1) y la célula se divide, obteniéndose dos células con n cromosomas cada una. Se ha reducido a la mitad el número de cromosomas.

5.2.3.2. Segunda división meiótica

Se produce inmediatamente después de acabar la primera división, en cada una de las dos células resultantes, y es como una mitosis. Consta de las 4 fases características de la mitosis.

- **Profase II**

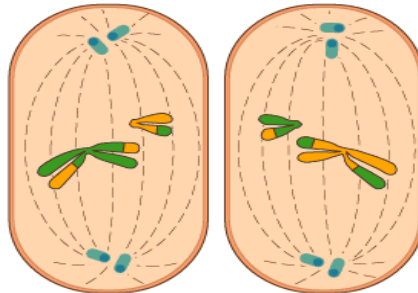


Imagen 33. Profase II. <http://recursostic.educacion.es>

Sin pasar por la interfase, y por lo tanto sin que se haya producido duplicación del ADN, los cromosomas se condensan hasta hacerse visibles y se forma el huso acromático.

- **Metafase II**

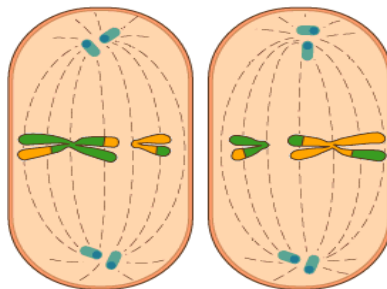


Imagen 34. Metafase II. <http://recursostic.educacion.es>

Los cromosomas se colocan en el plano ecuatorial de la célula.

- **Anafase II**

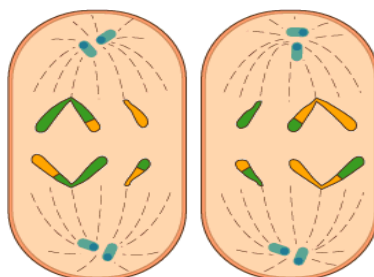


Imagen 35. Anafase II. <http://recursostic.educacion.es>

Se separan las dos cromátidas de cada cromosoma y se desplazan hacia los polos de la célula.

- **Telofase II y citocinesis**

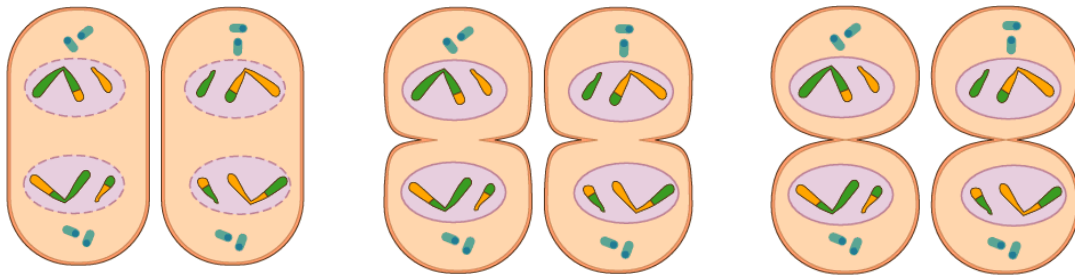


Imagen 36. Telofase II y citocinesis. <http://recursostic.educacion.es>

Se obtiene como resultado final cuatro células haploides (dos de cada una de las células formadas en la primera división), cuyos núcleos tienen sólo n cromosomas.

5.2.4. Importancia biológica de la mitosis y la meiosis

En los organismos unicelulares, la mitosis tiene como finalidad la reproducción asexual del propio organismo, de modo que se produce un incremento de la población de la especie. Los individuos así generados son idénticos al progenitor.

Los organismos pluricelulares utilizan la división celular por mitosis para su propio crecimiento, para renovar células destruidas y para renovar tejidos dañados.

Por el contrario, la meiosis origina células sexuales haploides, como medio para asegurar un número constante de cromosomas en los organismos a lo largo de sucesivas generaciones.

Así mismo, gracias al intercambio de la información genética que se produce en la primera división meiótica, asegura la variabilidad genética de la descendencia. Dicha variabilidad permite la evolución de las especies, su adaptación a ambientes cambiantes y por lo tanto aumenta sus posibilidades de supervivencia.

Diferencias entre mitosis y meiosis	
Mitosis	Meiosis
<ul style="list-style-type: none"> - Puede ocurrir en células haploides y diploides. - Sólo se produce en células somáticas. - Una sola división. - Se obtienen dos células hijas idénticas a la madre, con el mismo número de cromosomas y la misma información genética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo se lleva a cabo en células diploides. - Sólo se produce en las células madre de los gametos. - Dos divisiones. - Se obtienen cuatro células hijas, con n cromosomas, con información genética diferente y diferentes a la célula madre.

Glosario

Célula diploide: Aquella cuyos cromosomas se pueden agrupar por parejas de cromosomas homólogos. Se representa por $(2n)$.

Célula haploide: Aquella cuyos cromosomas no se pueden agrupar en parejas de homólogos. Se representa por (n) y es característica de los gametos.

Cigoto: Célula que se forma por la unión de un gameto masculino y otro femenino.

Cromátida: Cada una de las dos partes de un cromosoma.

Cromatina: Conjunto de fibras de ADN cuando la célula no se divide.

Cromosoma: Estructura constituida por ADN y proteínas, que se forma al empaquetarse el ADN cuando la célula se divide.

Cromosomas homólogos: Cromosomas iguales, que forman pareja y llevan información para los mismos caracteres, aunque cada información sea distinta.

Eucariota: Organización celular caracterizada por la presencia de un núcleo delimitado por membrana.

Gameto: Célula reproductora propia de la reproducción sexual. Puede ser masculina (espermatozoide) o femenina (óvulo).

Huso acromático: Estructura citoplasmática formada por finas fibras proteicas, que se extiende entre los dos polos de la célula durante la mitosis y meiosis. Se une a los cromosomas por el centrómero y los arrastra a los polos durante la anafase.

Material genético: Molécula que contiene la información genética de un individuo. Generalmente es el ADN.

Mitosis: Tipo de división celular en el que, de una célula madre, se obtienen dos células hijas con igual número de cromosomas y genéticamente idénticas entre sí y a la célula madre.

Orgánulo: Estructura del interior de la célula. Literalmente significa "pequeño órgano".

Procariota: Tipo de organización celular sin verdadero núcleo, de modo que el material genético se encuentra disperso por el citoplasma.

Actividades

1. Enuncia la teoría celular. ¿Por qué se dice que la célula es la unidad funcional de los seres vivos?
2. ¿Qué es una célula?
3. ¿Qué tipos de organización celular existen? ¿Cuáles son las diferencias entre ellos?
4. ¿Qué ocurriría en una célula si:
 - No tuviera material genético.
 - Se rompiera su membrana.
 - Su membrana la aislara completamente del medio.
5. Indica cuáles de los siguientes orgánulos están delimitados por membrana: aparato de Golgi, centriolos, mitocondrias, ribosomas, retículo endoplasmático y lisosomas.
6. ¿Cuáles son las diferencias entre retículo endoplasmático liso y rugoso?
7. ¿Qué tipo de célula apareció primero? ¿Por qué?
8. Indica las semejanzas entre las mitocondrias y los cloroplastos.
9. ¿Tienen cilios las células vegetales? ¿Por qué?
10. Los siguientes dibujos representan orgánulos y estructuras celulares:
 - ¿Cuál es el nombre de cada uno de ellos?
 - Indica si pertenecen a células animales o vegetales.
 - Indica brevemente su función.



(1)



(2)



(3)



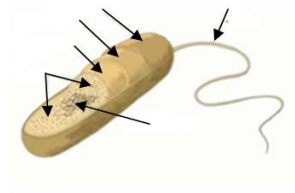
(4)



(5)

- (1), (2), (3) <http://cienciasnaturalsbiologiamarta.blogspot.com.es>
(4) <http://biogeo-entretodos.wikispaces.com>
(5) <http://e-ducativa.catedu.es>

11. ¿Qué tipo de célula es la del dibujo? Pon nombre a las partes señaladas.



<http://recursostic.educacion.es>

12. ¿Qué tipo de célula es? ¿Por qué lo sabes? Señala en el dibujo los orgánulos o estructuras que sean exclusivos de este tipo de células.



<http://e-educativa.catedu.es>

13. ¿Qué funciones desempeña el citoesqueleto?

14. Distingue entre cromatina y cromosoma.

15. Señala en el dibujo las partes de un cromosoma e indica ¿a qué tipo pertenece el representado y por qué?



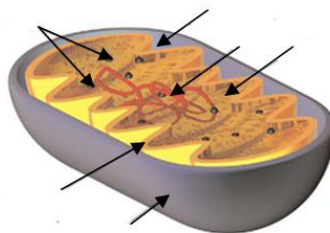
<http://educativa.catedu.es>

16. ¿Cuántas cromátidas tiene cada pareja de cromosomas homólogos?

17. Elabora un cuadro con las diferencias entre células animales y vegetales.

18. Una célula tiene 17 cromosomas, ¿es posible saber, con este único dato, si es un gameto u otra célula cualquiera?

19. Pon nombre a las partes señaladas:



<http://e-educativa.catedu.es>

20. Dada la tabla:

Especie	Número de cromosomas
Maíz	20
Hombre	46
Perro	78
Pino	24
Tomate	36
Mosca	12

- ¿Estas dotaciones son haploides o diploides?
 - ¿Qué son los cromosomas homólogos?
 - ¿Cuántos cromosomas tendrán los gametos de esos individuos?
21. Inmediatamente después de la telofase no puede empezar una nueva profase de otra mitosis, ¿por qué?
22. Dibuja un esquema de una célula con 4 cromosomas y que se encuentran:
- Anafase de primera división meiótica.
 - Metafase de primera división meiótica.
 - Anafase de segunda división meiótica.
 - Metafase de segunda división meiótica.
23. Pon nombre a las partes del dibujo señaladas e indica si se trata de una célula animal o vegetal. ¿Por qué lo sabes?

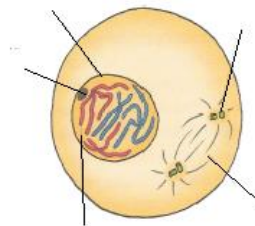


Imagen de [Xunta de Galicia](#)

24. ¿A qué tipo de división corresponden los dibujos? ¿De qué fases se trata? Razona las respuestas.



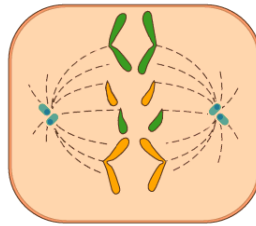
Imagen de [Xunta de Galicia](#)

25. Explica lo que ocurre en el dibujo.



Imagen de [Xunta de Galicia](#)

26. Explica qué ocurre en el dibujo, ¿se trata de mitosis o meiosis?



<http://recursostic.educacion.es>

27. Indica las diferencias entre mitosis y meiosis.

28. ¿Por qué es necesaria la meiosis en los organismos con reproducción sexual?

Ejercicios de auto comprobación

1. En las células procariotas el ADN se encuentra:

- a) Dentro de un verdadero núcleo
- b) En el interior de una membrana proteica.
- c) Libre en el citoplasma formando el nucleóide.

2. Señala las correctas.

- a) Las células procariotas son las células de los vegetales.
- b) Las células eucariotas no poseen membrana nuclear.
- c) Las vacuolas de las células animales son mayores que las de las vegetales.
- d) Todas las células poseen ribosomas.
- e) Los cloroplastos son orgánulos donde se realiza la fotosíntesis.
- f) Las bacterias están formadas por una célula procariota.
- g) Las mitocondrias son exclusivas de las células vegetales.
- h) La pared celular sólo está presente en las células animales.
- i) Las células animales son las únicas que disponen de centriolos.

3. Relaciona:

<ul style="list-style-type: none"> • Mitocondrias. • Vacuolas. • Cilios y flagelos. • Lisosomas. • Cloroplastos. • Núcleo. • Membrana plasmática. • Ribosomas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza la respiración celular. • Facilita el desplazamiento de la célula. • Fabrican proteínas. • Contiene la información genética. • Llevan a cabo la digestión de nutrientes. • Realizan la fotosíntesis. • Almacenan agua. • Controla el paso de sustancias entre la célula y el medio.
--	--

4. Completa

Algunos orgánulos son propios de un tipo de células eucariotas. Por ejemplo, sólo la célula animal tiene _____ y sólo la vegetal _____.

Otros orgánulos presentan diferencias morfológicas; las _____ de las células vegetales son _____ y las animales _____.

El retículo endoplasmático _____ tiene ribosomas adosados.

La función de los _____ es la síntesis proteica. El _____ contiene el material genético de la célula.

5. Completa el cuadro de diferencias:

Célula	Cloroplastos	Mitocondrias	Núcleo
	No		Sí
	Sí	Sí	
			No

6. Ordena temporalmente los procesos del ciclo celular.

- Reaparece el nucléolo, comienza a formarse la membrana nuclear y los cromosomas se descondensan.
- Las cromáticas hermanas de cada cromosoma se separan y van una a cada polo de la célula.
- Los centriolos se dirigen cada uno a un polo de la célula y se forma el huso acromático.
- Comienza la división del citoplasma y la distribución de los orgánulos entre las nuevas células hijas.
- El ADN y los centriolos se duplican.
- Los filamentos de cromatina se condensan y se forman los cromosomas; la envoltura nuclear se dispersa en el citoplasma.
- Los cromosomas se unen a las fibras del huso por los centrómeros.
- Los cromosomas se disponen en el centro de la célula, formando la placa ecuatorial del huso acromático.

7. Señala cuáles de las siguientes estructuras son características del núcleo en reposo:

- a) Cromátida.
- b) Membrana nuclear.
- c) Nucléolo.
- d) Huso acromático.
- e) Cromosoma.
- f) Cromatina.

8. Relaciona:

<ul style="list-style-type: none">• Nucléolo.• Nucleoplasma.• Membrana nuclear.• Telómeros.• Cromatina.	<ul style="list-style-type: none">• Rodea al núcleo.• Síntesis de ribosomas.• ADN más proteínas.• Extremos de los cromosomas.• Líquido que está en el núcleo.
---	---

9. Verdadero o falso:

- a) Las células haploides tienen $2n$ cromosomas.
- b) Las células somáticas es lo mismo que gametos.
- c) Los autosomas son los cromosomas sexuales.
- d) Un cromosoma acrocéntrico tienen los dos brazos iguales.
- e) Las mujeres tienen dos cromosomas sexuales iguales.
- f) Por meiosis se obtienen células haploides.

10. Las parejas de cromosomas que son idénticos entre sí y poseen la misma información genética se denominan:

- a) Autosomas.
- b) Cromosomas sexuales.
- c) Cromosomas homólogos.

11. Si una célula experimenta 3 mitosis sucesivas se obtienen:

- a) 4 células.
- b) 2 células.
- c) 8 células.

12. La fase de la mitosis en la que se separan cromátidas es:

- a) La anafase.
- b) La metafase.
- c) La anafase 1.
- d) La telofase.

13. Relaciona:

<ul style="list-style-type: none"> • Anafase. • Metafase. • Telofase. • Profase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los cromosomas se hacen visibles. • Los cromosomas se sitúan en el centro del huso acromático. • Las cromátidas hermanas se separan y se dirigen a los polos. • Se forman dos envolturas nucleares y dos nucléolos.
--	--

14. Completa el cuadro:

	Mitosis	Meiosis
Células que la sufren:		
Número de divisiones:		
Número de células hijas:		

15. Verdadero o falso.

- a) *En la meiosis sólo se duplica una vez el ADN.*
- b) *En la anafase de la primera división meiótica se separan cromosomas homólogos.*
- c) *En la metafase de la primera división meiótica se produce la recombinación genética (sobrecruzamiento).*
- d) *En la anafase de la segunda división meiótica los cromosomas homólogos se disponen por parejas en el centro de la célula.*
- e) *En la primera división meiótica el número de cromosomas se ha reducido a la mitad.*
- f) *Tras la meiosis de una célula se forman 4 células, cada una con la mitad de la información genética de la original.*
- g) *En la profase de la primera división meiótica los cromosomas tienen una cromátida.*
- h) *En la anafase de la segunda división meiótica se separan las cromátidas hermanas.*

16. Una célula con $2n = 4$ comienza una meiosis:

- a) *¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma de la célula al comienzo del proceso?*
- b) *¿Cuántas células hay al final de la primera división meiótica?*
- c) *¿Cuántos cromosomas tiene cada célula?*
- d) *¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?*
- e) *¿Cuántas células hay al final de la segunda división?*
- f) *¿Cuántos cromosomas tiene cada célula?*
- g) *¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?*

Soluciones a los ejercicios de auto comprobación

1. En las células procariotas el ADN se encuentra:

c) Libre en el citoplasma formando el nucleoide.

2. Señala las correctas.

c) Las vacuolas de las células animales son mayores que las de las vegetales.

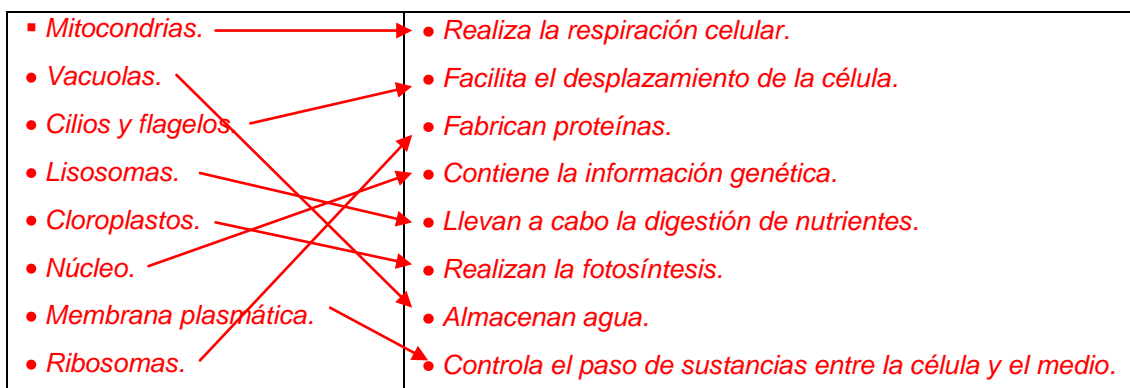
d) Todas las células poseen ribosomas.

e) Los cloroplastos son orgánulos donde se realiza la fotosíntesis.

f) Las bacterias están formadas por una célula procariota.

i) Las células animales son las únicas que disponen de centriolos.

3. Relaciona:



4. Completa.

Algunos orgánulos son propios de un tipo de células eucariotas. Por ejemplo, sólo la célula animal tiene **centriolos** y sólo la vegetal **cloroplastos**.

Otros orgánulos presentan diferencias morfológicas; las **vacuolas** de las células vegetales son **grandes** y las animales **pequeñas**.

El retículo endoplasmático **rugoso** tiene ribosomas adosados.

La función de los **ribosomas** es la síntesis proteica. El **núcleo** contiene el material genético de la célula.

5. Completa el cuadro de diferencias:

Célula	Cloroplastos	Mitocondrias	Núcleo
Vegetal.	No	Si	Sí
Animal.	Sí	Sí	Sí
Bacteria.	No	No	No

6. Ordena temporalmente los procesos del ciclo celular.

- *Reaparece el nucléolo, comienza a formarse la membrana nuclear y los cromosomas se descondensan.*7.
- *Las cromátidas hermanas de cada cromosoma se separan y van una a cada polo de la célula.*6.
- *Los centriolos se dirigen cada uno a un polo de la célula y se forma el huso acromático.*3.
- *Comienza la división del citoplasma y la distribución de los orgánulos entre las nuevas células hijas.*8.
- *El ADN y los centriolos se duplican.*1.
- *Los filamentos de cromatina se condensan y se forman los cromosomas; la envoltura nuclear se dispersa en el citoplasma.*2.
- *Los cromosomas se unen a las fibras del huso por los centrómeros.*4.
- *Los cromosomas se disponen en el centro de la célula, formando la placa ecuatorial del huso acromático.*5.

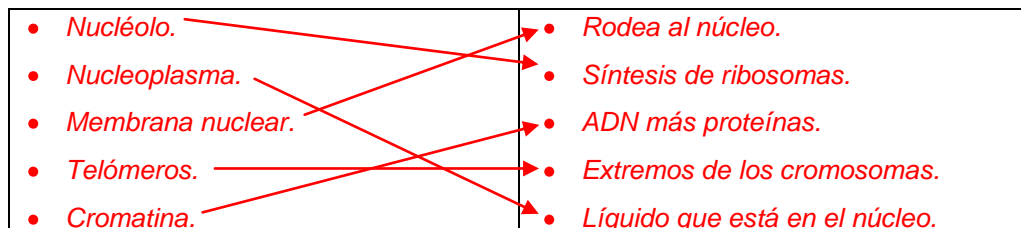
7. Señala cuáles de las siguientes estructuras son características del núcleo en reposo:

b) *Membrana nuclear.*

c) *Nuécleo.*

f) *Cromatina.*

8. Relaciona:



9. Verdadero o falso:

a) *Las células haploides tienen 2n cromosomas.* **Falso**, las haploides tienen n cromosomas.

b) *Las células somáticas es lo mismo que gametos.* **Falso**, los gametos son las células reproductoras y las somáticas todas las demás.

c) *Los autosomas son los cromosomas sexuales.* **Falso**, los autosomas son todos menos los sexuales.

d) *Un cromosoma acrocéntrico tienen los dos brazos iguales.* **Falso**, tiene uno largo y otro corto.

e) *Las mujeres tienen dos cromosomas sexuales iguales.* **Verdadero.**

f) *Por meiosis se obtienen células haploides.* **Verdadero.**

10. Las parejas de cromosomas que son idénticos entre sí y poseen la misma información genética se denominan:

c) *Cromosomas homólogos.*

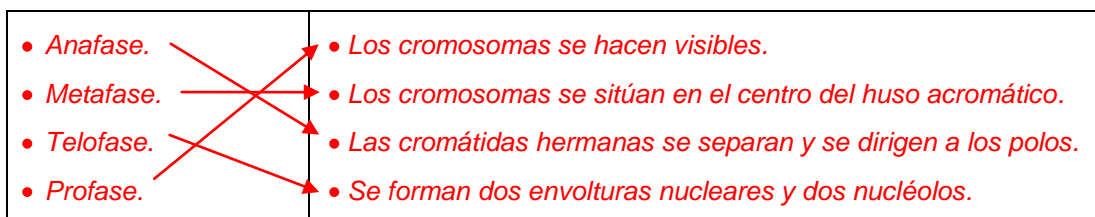
11. Si una célula experimenta 3 mitosis sucesivas se obtienen:

c) *8 células.*

12. La fase de la mitosis en la que se separan cromátidas es:

a) *La anafase.*

13. Relaciona.



14. Completa el cuadro:

	Mitosis	Meiosis
Células que la sufren:	<i>Las somáticas.</i>	<i>Las formadoras de gametos.</i>
Número de divisiones:	<i>1</i>	<i>2</i>
Número de células hijas:	<i>2</i>	<i>4</i>

15. Verdadero o falso.

- *En la meiosis sólo se duplica una vez el ADN. Verdadero.*
- *En la anafase de la primera división meiótica se separan cromosomas homólogos. Verdadero.*
- *En la metafase de la primera división meiótica se produce la recombinación genética (sobrecruzamiento). Falso, se produce en la profase de la primera división.*
- *En la anafase de la segunda división meiótica los cromosomas homólogos se disponen por parejas en el centro de la célula. Falso.*
- *En la primera división meiótica el número de cromosomas se ha reducido a la mitad. Verdadero.*
- *Tras la meiosis de una célula se forman 4 células, cada una con la mitad de la información genética de la original. Verdadero.*
- *En la profase de la primera división meiótica los cromosomas tienen una cromátida. Falso, tienen dos cromátidas.*
- *En la anafase de la segunda división meiótica se separan las cromátidas hermanas. Verdadero.*

16. Una célula con $2n = 4$ comienza una meiosis:

- a) ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma de la célula al comienzo del proceso? 2.
- b) ¿Cuántas células hay al final de la primera división meiótica? 2.
- c) ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? 2.
- d) ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 2.
- e) ¿Cuántas células hay al final de la segunda división? 4.
- f) ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? 2.
- g) ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 1.

Bibliografía recomendada.

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm>

<http://www.johnkyrk.com/mitosis.esp.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=VIN7K1-9QB0>

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/seruni-pluricelulares/index.htm>

<http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula>

<http://www.youtube.com/watch?v=IKcK29LwY8g&feature=related>

<http://www.biologia.edu.ar/animaciones/index.htm>

http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//500/568/html/Unidad03/pagina_3.html

<http://www.biologia.arizona.edu/>