



Ámbito científico tecnológico

Educación a distancia semipresencial

Módulo 4

Unidad didáctica 6

La célula, unidad estructural y funcional de los seres vivos

Índice

1.	Introducción.....	3
1.1	Descripción de la unidad didáctica	3
1.2	Conocimientos previos	3
1.3	Criterios de evaluación	3
2.	Secuencia de contenidos y actividades.....	5
2.1	¿Qué tienen en común todos los seres vivos?.....	5
2.1.1	Las funciones vitales en las células	7
2.1.2	Niveles de organización de los seres vivos.....	8
2.2	La célula, unidad de los seres vivos.....	10
2.2.1	¿Cuál es la forma y el tamaño de las células?.....	11
2.3	Organización celular.....	13
2.3.1	Características de la célula procariota	14
2.3.2	Características de la célula eucariota	16
2.3.3	Células animales y vegetales: orgánulos celulares.....	18
2.4	El ciclo celular: la importancia del núcleo.....	22
2.4.1	¿Por qué cambia el núcleo en la interfase?.....	23
2.4.2	La división de la célula	25
2.4.3	Mitosis y Citocinesis.....	25
2.4.5	Meiosis	27
2.4.6	¿Por qué hay células diploides y células haploides?	28
2.5	¿Qué es el cariotipo y la herencia de los caracteres?.....	29
2.5.1	¿Cómo se determina el sexo en nuestra especie?	31
2.5.2	¿Qué son las mutaciones?.....	34
2.6	La transmisión de la información genética: los ácidos nucleicos	36
2.6.1	El ADN.....	36
2.6.2	El ARN.....	39
2.6.3	¿Cómo se expresa finalmente la información genética?	39
2.7	La ingeniería genética y sus aplicaciones.....	40
2.7.1	Aplicaciones de la ingeniería genética en la medicina y en la farmacología	40
2.7.2	Aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura: plantas transgénicas	41
2.7.3	Aplicaciones de la ingeniería genética en la ganadería: la donación.....	42
2.7.4	Aplicaciones de la ingeniería genética en la protección ambiental.....	44
3.	Actividades finales.....	46
4.	Solucionario.....	48
4.1	Soluciones de las actividades propuestas.....	48
4.2	Soluciones de las actividades finales.....	55
5.	Glosario.....	57
6.	Bibliografía y recursos	59
7.	Anexo. Licencia de recursos.....	60

1. Introducción

1.1 Descripción de la unidad didáctica

Esta unidad abarca la descripción de los niveles de organización de los seres vivos y, más concretamente, el estudio de la célula (con más detalle que en el módulo 1), así como de los orgánulos que la componen y de las funciones que realizan. Se describe el ciclo celular y los dos tipos de división del núcleo, mitosis y meiosis, y también las funciones de los cromosomas en la herencia de caracteres. Concluye la unidad con un acercamiento a cómo se produce la transmisión de la información genética y a las técnicas de ingeniería genética, con un debate sobre sus repercusiones.

1.2 Conocimientos previos

Para una correcta comprensión de la unidad, revise la unidad didáctica 7 del módulo 1. Recuerde que:

- Bajo la aparente diversidad de los seres vivos hay una serie de características comunes a todos ellos: una misma composición basada en unos pocos elementos químicos fundamentales, la realización de las mismas funciones vitales (se nutren, se relacionan y se reproducen) y que todos están formados por células.
- Las células son las unidades básicas de la vida.
- El ácido desoxirribonucleico, o ADN, es el compuesto químico que contiene la información genética, es decir, la información necesaria para “construir” un ser vivo de una determinada especie.
- La información pasa de padres a hijos mediante la reproducción celular.

1.3 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación están formulados de manera que permitan valorar el grado de consecución de cada una de las competencias en relación a los contenidos de esta unidad didáctica:

- Describir los elementos y compuestos que forman parte de los seres vivos y los niveles de organización de la materia.
- Reconocer que todos los seres vivos están formados por células, caracterizadas por realizar funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.

- Identificar las funciones de las estructuras celulares.
- Identificar el núcleo celular y su organización según las fases del ciclo celular.
- Formular e identificar los tipos de división celular (en la mitosis y en la meiosis) y revisar su significado e importancia biológica.
- Comprender e ilustrar cómo se expresa la información genética: cromosomas y genes.
- Valorar y reconocer el papel de las mutaciones en la diversidad genética y comprender la relación entre mutación y evolución.
- Formular los principios básicos de la herencia y reconocer su base cromosómica.
- Conocer cómo se produce la herencia del sexo e identificar algunas enfermedades hereditarias, su prevención y su repercusión social.
- Identificar las técnicas de la ingeniería genética y del proceso de clonación.
- Reconocer las aplicaciones de la clonación y de los organismos modificados genéticamente (OMG) y valorar sus aplicaciones.

2. Secuencia de contenidos y actividades

2.1 ¿Qué tienen en común todos los seres vivos?

Ante la enorme diversidad de los seres vivos, cabe preguntarse cuáles son las características que les permiten diferenciarse de la materia inerte (no viva). Estas características pueden resumirse en tres:

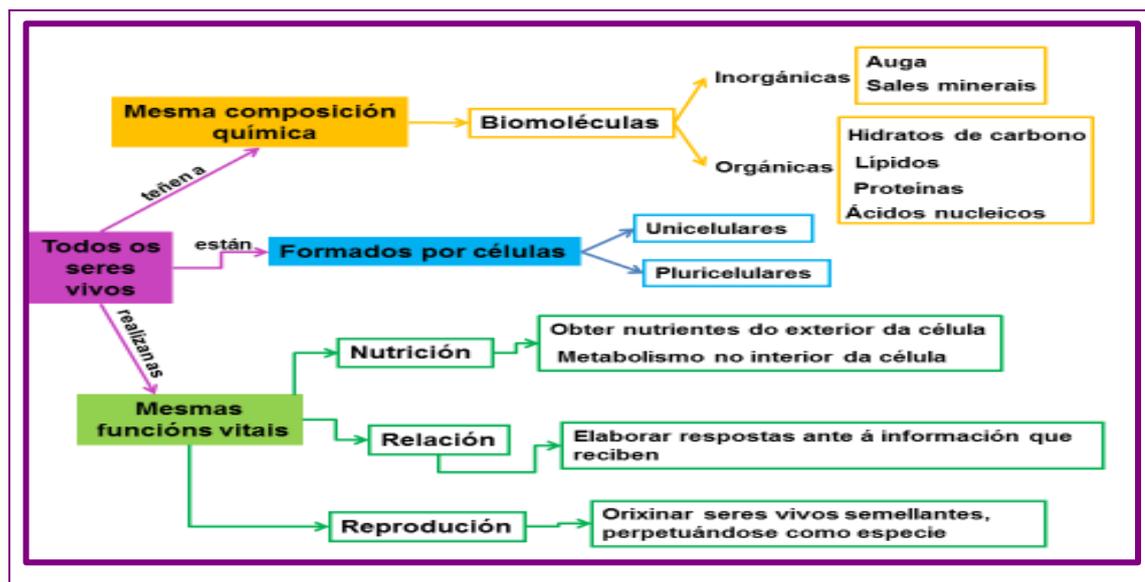
- **Todos los seres vivos tienen una misma composición química.** Al analizar la composición química de los seres vivos se comprueba que todos están constituidos por el mismo tipo de sustancias fundamentales, llamadas *principios inmediatos* o *biomoléculas*, formados por los bioelementos (unidad 7 del modulo1). Algunos muy abundantes como el carbono (C), el oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N).

De todos ellos, el realmente característico de la materia viva es el **carbono**, debido a sus propiedades de combinación con otros muchos elementos para formar una gran variedad de moléculas, algunas de ellas de gran tamaño como las proteínas. Se llaman inmediatos porque, al tratar la materia viva por medios físicos o químicos sencillos, se obtienen inmediatamente estas sustancias. Estos **principios inmediatos** se dividen en inorgánicos y orgánicos.

- **Los inorgánicos** son comunes a la materia viva y a la no viva, son el agua (H₂O) y las sales *minerales*.
- **Los orgánicos** aparecen solamente en la materia viva, es decir, en los seres vivos. Estas moléculas que forman la materia viva u orgánica son:
 - **Proteínas:** tienen muchas funciones, entre las que destaca la **función reguladora**, en especial en un grupo de ellas llamadas **enzimas** que son las responsables de las reacciones químicas que tienen lugar en nuestro organismo. Además, algunas tienen **función estructural** (formando los músculos, por ejemplo, o el colágeno de la piel).
 - **Lípidos o grasas:** destacan por su función como **reserva de energía**, pero también tienen una importante función estructural (como es el colesterol, formando las membranas de las células) o reguladora de funciones vitales como precursoras de ciertas vitaminas, como la K, D, E..., hormonas, etc.
 - **Glúcidos o hidratos de carbono:** son la principal **fuentes de energía** utilizada por nuestras células que la almacenan en una molécula llamada glicógeno en el hígado y en los músculos, en los que se transforma en glucosa cuando necesitan energía.
 - **Ácidos nucleicos:** el ADN (ácido desoxirribonucleico) es la molécula que **guarda la información** de las características de los seres vivos y controla su funcionamiento. Posee la capacidad de hacer copias de sí misma, permitiendo así que las células se dividan y transmitan la información a su descendencia.

- **Todos los seres vivos están formados por células.** Las células son la unidad mínima de la vida y, a pesar de su aparente diversidad de aspecto, organización y función, poseen una estructura semejante. En todas ellas puede reconocerse una envoltura o **membrana celular** o plasmática, un contenido o **citoplasma** con diversas partes llamadas orgánulos, y un **materias genético** que, en la mayoría de los casos, suele estar encerrado en un núcleo (células eucariotas). De acuerdo con el número de células que forman los seres vivos, estos se pueden clasificar en:
 - **Unicelulares:** son los más sencillos, están formados por una sola célula. Ej.: bacterias, protozoos, etc.
 - **Pluricelulares:** hay seres vivos más complejos formados por más de una célula, desde unas cuantas hasta varios billones. Las células de los seres pluricelulares no son independientes, sino que cooperan para que el organismo completo realice todas sus funciones: alimentarse, relacionarse con el medio y reproducirse. Ej.: plantas.
- **Todos los seres vivos realizan las mismas funciones vitales: se nutren, se relacionan y se reproducen.** Mediante la nutrición, los seres vivos realizan su mantenimiento, cogiendo y asimilando los nutrientes del medio. Mediante la relación, los seres vivos elaboran respuestas frente a la información que reciben de su cuerpo y del medio que los rodea. Mediante la reproducción, los seres vivos dan lugar a organismos semejantes para perpetuar la especie.

Observe:



Recuerde:

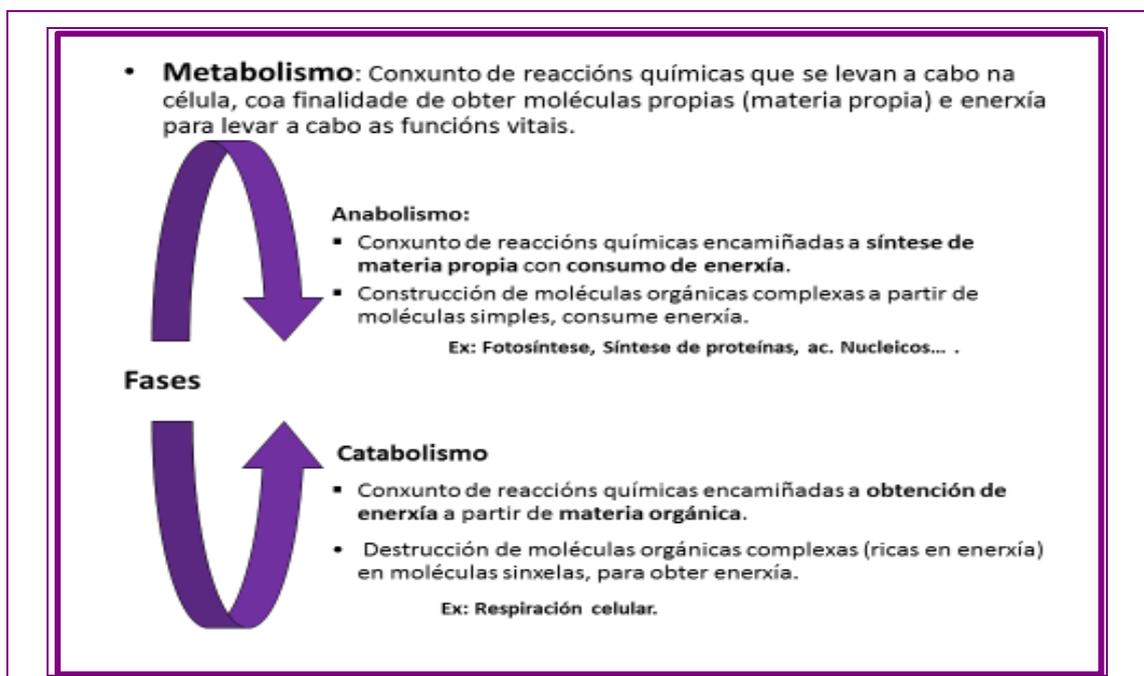
La célula es la unidad mínima de la vida, por lo tanto, una célula por ella misma es capaz de:

- Nutrirse.
- Relacionarse con su medio.
- Reproducirse.

2.1.1 Las funciones vitales en las células

Las células están vivas y, por lo tanto, llevan a cabo las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.

- La **nutrición celular** es el conjunto de procesos mediante los que las células obtienen la materia y la energía necesarias para realizar sus funciones vitales. Las sustancias que la célula toma del exterior se denominan nutrientes. Estas sustancias son utilizadas por la célula para obtener energía, así como para conseguir los materiales necesarios para crecer y para construir y renovar las estructuras celulares. Una vez dentro de la célula, los nutrientes experimentan una serie de reacciones químicas que en conjunto reciben el nombre de **metabolismo celular**. Según la finalidad y el tipo de reacción que se produce, el metabolismo se diferencia en catabolismo y anabolismo:
 - **Catabolismo** consiste en la transformación de sustancias orgánicas complejas, ricas en energía, en compuestos más sencillos y pequeños, en esa transformación se libera energía. Esa energía es la que necesita la célula para sintetizar nuevas moléculas (anabolismo), para reproducirse o para el propio funcionamiento celular.
 - **Anabolismo**, abarca las reacciones que convierten sustancias pequeñas y simples en sustancias orgánicas complejas “propias” de cada célula, que son necesarias para crecer y para reponer estructuras dañadas o perdidas. Para llevar a cabo las reacciones anabólicas se necesita energía (que proporciona el catabolismo).



- La **relación celular** permite a las células recoger información del medio en que viven y comunicarse con otras células.
- La **reproducción celular** es el proceso mediante el cual una célula se divide originando nuevas células, llamadas células hijas. En los organismos unicelulares la división celular supone la aparición de nuevos individuos idénticos a los progenitores y, por lo tanto, un incremento de la población. En los organismos pluricelulares la división celular supone un aumento del número de células del organismo, el crecimiento del individuo o la renovación natural de alguna de sus partes, o bien de las partes que había perdido o había dañado.

En un ser unicelular, la única célula que lo forma realiza las tres funciones de modo independiente. En un ser vivo pluricelular las células se reparten entre ellas el trabajo para que el ser vivo en conjunto realice las tres funciones vitales. Se dice entonces que sus células están especializadas. En el cuerpo humano podemos observar muchos ejemplos de células especializadas. Por ejemplo, los glóbulos rojos de la sangre están especializados en transportar oxígeno y llevarlo a las demás células del cuerpo. Las células musculares del corazón se especializaron en el movimiento: se contraen y se relajan continuamente, de forma que los latidos cardíacos se mantienen durante toda nuestra vida. Las neuronas o células nerviosas se dedican a transmitir y almacenar información.

Cómo realizan las funciones vitales los diferentes grupos de seres vivos ya fue estudiado en el módulo 1 (U.D.7). Por eso, en esta unidad nos centraremos en el trabajo concreto que van a desarrollar las diferentes partes y orgánulos de la célula para llevar a cabo dichas funciones, así como en el proceso íntimo de división celular responsable del reparto de cromosomas entre las células hijas, y, por lo tanto, de la transmisión de la herencia (*Mitosis y Meiosis*).

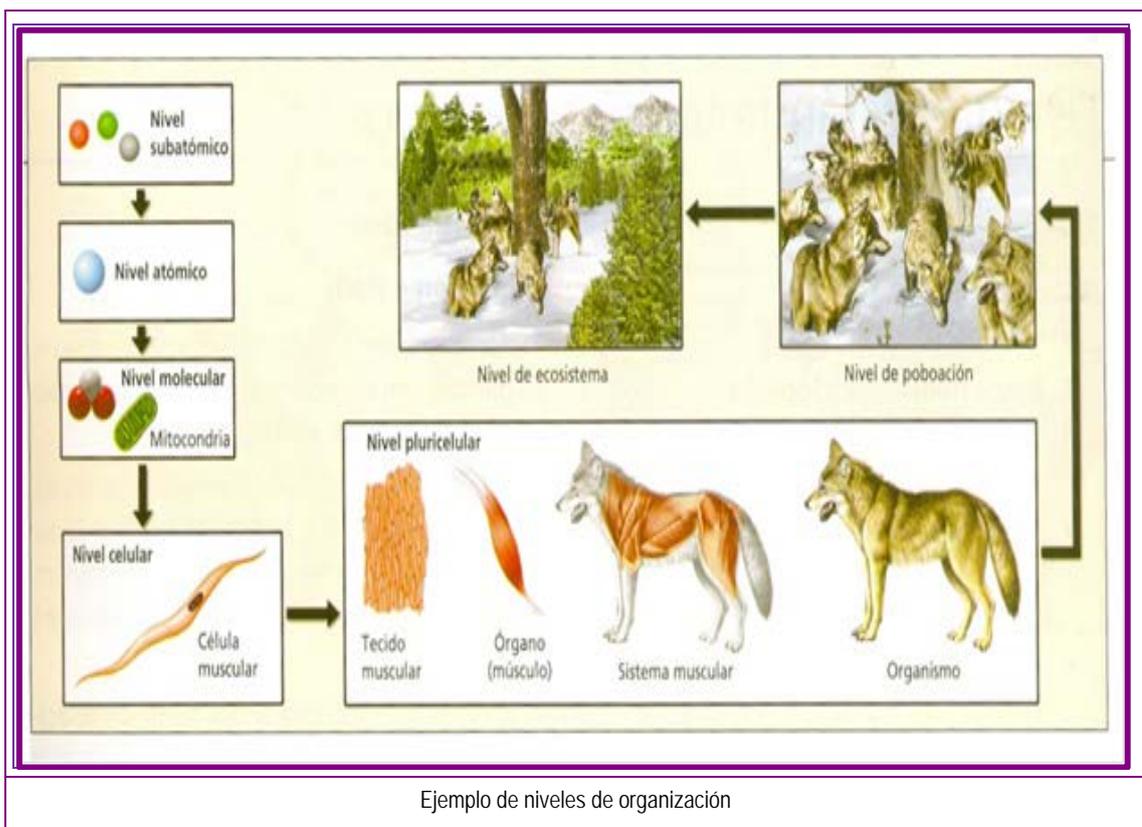
2.1.2 Niveles de organización de los seres vivos

Ya vimos que los seres vivos más sencillos están formados simplemente por una célula, pero hay otros más complejos (animales y plantas) que organizan sus células en mayores niveles de complejidad como: tejidos, órganos, aparatos y sistemas para posibilitar el funcionamiento coordinado de todo el organismo.

Estos niveles de organización superior al **nivel celular** se determinan en:

- **Nivel orgánico** (pluricelular), en el que estarían:
 - **Tejido:** agrupación de células del mismo tipo que coordinadamente desempeñan una misma función. Por ejemplo, las células musculares forman el tejido muscular cuya función es el movimiento.

- **Órgano:** son estructuras de forma concreta constituidas por diversos tipos de tejidos que realizan un acto determinado. Ej.: músculo, posee tejido muscular y otros como el conjuntivo (tendones), su función es contraerse y relajarse.
 - **Aparatos:** conjunto de órganos distintos que funcionan de forma coordinada y que realizan una función que es la suma de los actos de los distintos aparatos. Ej.: aparato digestivo, respiratorio.
 - **Sistema:** conjunto de tejidos semejantes distribuidos por todo el organismo que desarrollan una misma función, pero puede ser de forma independiente. Ej.: sistema muscular, óseo, nervioso.
 - **Organismo:** individuo pluricelular capaz de hacer las funciones de relación, digestión y reproducción. Aunque, en realidad, los seres vivos no son capaces de sobrevivir por sí solos.
- **Nivel de población**
 - Los seres vivos no viven aislados, sino que se relacionan con individuos de la misma especie, forman una **población**. Las distintas poblaciones que habitan en una zona forman las **comunidades** y estas interaccionan con el medio físico y forman los **ecosistemas**.



Observe:

En la barrera de la vida: virus y priones

- Los virus son seres muy simples que no están formados por células, sino por moléculas. **Un ejemplo es el virus de la gripe** formado por:
 - Una **membrana de lípidos**, como las de nuestras células, que cambia su composición química constantemente. Esto produce que todos los años este virus cambie de “aspecto” y nuestro sistema inmune no sea capaz de reconocerlo, por lo que normalmente todos los años estamos expuestos a esta enfermedad, a diferencia de otras.
 - Una **cápsula de proteínas**: que forman un envoltorio para el material genético.
 - **Material genético**: en este caso ARN, pero también hay virus con ADN como el de nuestras células. Se introduce en el interior de nuestras células cambiando sus órdenes de funcionamiento y haciendo que el virus se replique destruyendo las células que infecta.
- Pero aún podemos encontrar formas más sencillas capaces de producir infecciones, son los priones, como el productor del mal de las vacas tolas. Los priones son simples cadenas de proteínas que, una vez dentro de las células, alteran proteínas normales haciendo que sean anormales y destruyendo las células. Estas proteínas son altamente resistentes y pueden soportar altas temperaturas (cocinado por ejemplo), pueden llegar con la alimentación a otros seres vivos y propagar la enfermedad. Por suerte, los priones solo afectan a algunos individuos dependiendo de su predisposición genética.

Tarea personal: ¿qué enfermedades pueden estar causadas por virus o priones?

Utilizando como herramienta la información que puede obtener a través de Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía), descubra enfermedades que puedan estar causadas por virus y priones.

Actividades propuestas

- S1. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre los principios activos orgánicos y los inorgánicos?
- S2. Explique la función que cumple el metabolismo celular y la relación entre anabolismo y catabolismo.
- S3. Ponga un ejemplo, diferente al indicado en el esquema de la página anterior, de cada uno de los niveles de organización de los seres vivos. Busque la información necesaria en los libros a los que tenga acceso o bien en Internet (siempre en páginas científicas).
- S4. Indique a qué nivel de organización corresponden: un glóbulo rojo, la sangre, el páncreas, un lípido (grasa), el agua y el oxígeno.

2.2 La célula, unidad de los seres vivos

La teoría celular

El concepto actual de célula proviene de dos científicos; en el año 1837, M. Scheleiden, botánico, y T. Schwann, zoólogo, constatan que vegetales y animales estaban constituidos por células. Más tarde esto se hace extensible a los microorganismos, es decir, establecen que la célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos. En 1855, R. Virchow completa la afirmación anterior diciendo que toda célula procede de otra célula. De este modo, queda enunciada la teoría celular definida por tres principios básicos:

- **Unidad estructural:** todos los seres vivos están formados por una o más células.
- **Unidad funcional:** todas las células son capaces de mantenerse vivas por sí mismas, pues están dotadas de la maquinaria necesaria para realizar las funciones vitales.
- **Unidad reproductiva:** todas las células proceden de otra preexistente.

Actividades propuestas

S5. Definición de célula. Ejemplos en los seres humanos.

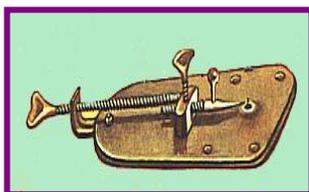
S6. De la siguiente lista, haga un grupo con los elementos que están formados por células y otro con los que no:

Lista	Formados por células	No formados por células
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sangre ▪ Agua ▪ Hueso ▪ Tapón de corcho ▪ Hoja de la cebolla ▪ Roca ▪ Piel de rana ▪ Sal 		

2.2.1 ¿Cuál es la forma y el tamaño de las células?

La forma y el tamaño de las células eucariotas son muy variables. El tamaño oscila desde los micrómetros (1 micrón = 1μ = 1 milésima de milímetro) hasta las visibles a simple vista, como los huevos de las aves, pero, por el general, suele oscilar entre 1 y 100 micrones. Podemos decir que generalmente tienen tamaño microscópico. La célula más voluminosa es la yema de huevo de avestruz, pues contiene abundantes sustancias de reserva.

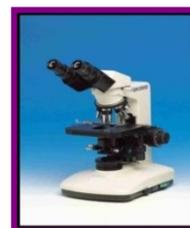
La **Citología** es la ciencia que estudia las células. Su desarrollo está íntimamente ligado al de las técnicas que permiten verlas y distinguirlas, lo que quiere decir que la citología nació con el invento del microscopio y avanzó junto con su perfeccionamiento. El primero en nombrar la célula fue Robert Hooke, quien en 1665, recién inventado el microscopio, empleó esa palabra para referirse a las pequeñas celdillas que veía en su microscopio al observar un pedazo de corcho.



Microscopio de Van Leeuwenhoek



Microscopio de Hooke



Microscopio óptico



Microscopio electrónico

Hoy sabemos que Hooke estaba viendo células vegetales muertas.

En cualquier caso, el tamaño de las células no tiene relación con el del individuo. Las células de un niño son, en general, de la misma medida que las de un adulto.

Observe:

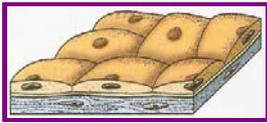
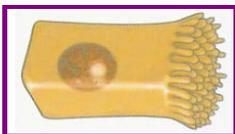
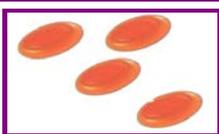
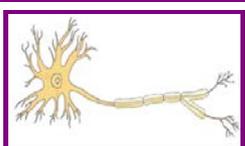
La forma de cada célula está relacionada con la función que tiene que realizar. La forma más repetida es la esférica, porque con esta forma la membrana celular está menos estirada en relación al volumen, lo que facilita las funciones vitales, pero hay células con forma de estrella, de hilos, poliédricas, etc.

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. Por ejemplo, las células de forma aplanada abundan en zonas de recubrimiento corporal, como la piel. Las células de forma alargada forman parte de los tejidos musculares, fibras nerviosas y fibras vegetales. El trabajo que realizan se manifiesta sobre todo en una dirección fija, lo que justifica el alargamiento de su forma. Cuando las células no están especializadas suelen tomar la forma poliédrica.

Actividades propuestas

S7. ¿De qué depende la forma de la célula en los seres pluricelulares?

S8. Sitúe en la tercera columna las letras de la primera columna de modo que relacionen las formas celulares con la función que desempeñan, que figura en la cuarta columna.

	Forma celular	Respuesta	Función
A			<ul style="list-style-type: none">Neurona. Célula especializada en transmitir señales eléctricas a gran velocidad.
B			<ul style="list-style-type: none">Glóbulo rojo o hematíe. Célula especializada en transportar oxígeno a las células.
C			<ul style="list-style-type: none">Células epiteliales. La forma es una perfecta adaptación para recubrir y proteger las superficies corporales.
D			<ul style="list-style-type: none">Enterocito. Recubre la pared interior del tubo digestivo especializada en la absorción de sustancias.
E			<ul style="list-style-type: none">Espermatozoide. Célula especializada en desplazarse al encuentro del óvulo para fecundarlo.

- S9. Señale si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones y corrija las respuestas falsas:

Afirmación	V/F	Corrección (si procede)
<ul style="list-style-type: none"> Los animales son seres unicelulares. 		
<ul style="list-style-type: none"> Las células tienen, todas, la misma forma, pero distinto tamaño. 		
<ul style="list-style-type: none"> Los seres unicelulares, en general, son microscópicos. 		
<ul style="list-style-type: none"> Un insecto y una ballena tienen células de tamaño similar. 		

2.3 Organización celular

En todas las células podemos distinguir (tienen en común) una **membrana celular** que envuelve y delimita la célula y un **citoplasma** o espacio interno de la célula formado por un líquido con estructuras (orgánulos) que permiten a la célula realizar sus funciones vitales. Sin embargo, al estudiar las células (tal como recordará del módulo 1), se ha observado que no todas son iguales, sino que existen diferencias importantes, se pueden distinguir dos tipos de organización celular:

- Procariota:** el material genético no está separado por una membrana del resto del citoplasma. Tiene una organización sencilla, pero contiene la maquinaria organizativa suficiente para llevar a cabo todas las funciones vitales. Es exclusiva de seres unicelulares y de la organización de las bacterias.
- Eucariota:** el material genético está rodeado de una membrana y forma lo que se denomina **núcleo**. Tiene una organización más compleja, es propia de los seres multicelulares como las plantas, los animales y los hongos, pero puede darse también en organismos unicelulares. Además, tienen esta estructura las células que forman las algas o los protozoos (unicelulares).

A continuación estudiaremos ambos tipos de organización con detalle. Dado su tamaño, se hace necesario utilizar esquemas y modelos muy ampliados que nos aproximen a como es cada una de sus partes y orgánulos en realidad.

Observe:

¿Cómo funciona una célula?

Un modo de imaginar la complejidad de algo aparentemente tan sencillo como una célula es compararla con una gran fábrica, en la que los orgánulos serían los talleres y las oficinas, el núcleo. Así:

- Del mismo modo que la función de una fábrica es elaborar productos -o bien energía- a partir de materias primas, en una célula entra materia bruta (los nutrientes procedentes de los alimentos) y se fabrican simultáneamente productos (los componentes de la célula) y energía (para realizar las funciones vitales). Este complejo proceso de fabricación es el metabolismo. La producción está organizada alrededor de diferentes cadenas de montaje situadas en distintas secciones de la fábrica (los orgánulos) y emplea a unos obreros especializados, las enzimas. Para controlar la labor de estas hay muchas moléculas de regulación que trabajan como capataces: vigilan las tareas cuyo desarrollo está inscrito (como en el plan de producción de una factoría) en el programa genético de la célula.
- Sin embargo, la comparación con una fábrica tiene límites; debido a su origen (las células se pueden reproducir), debido a la cantidad de trabajos que realizan las moléculas especializadas y debido a la versatilidad y a la eficacia de sus estructuras, la célula más simple de un ser vivo es un sistema infinitamente más complejo que la más moderna, sofisticada y grande de las fábricas humanas.

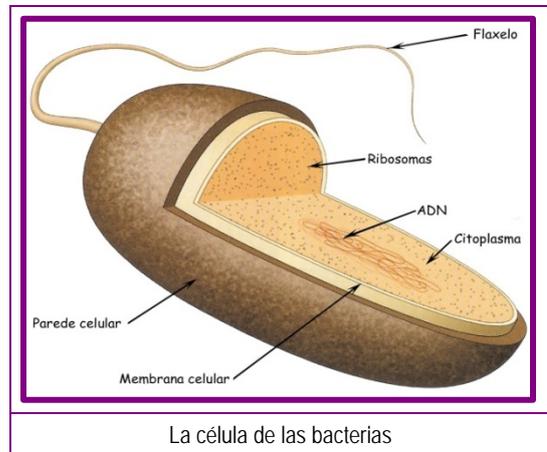
2.3.1 Características de la célula procariota

Los primeros seres vivos que aparecieron sobre el planeta Tierra hace unos 3500 millones de años eran seres unicelulares procariotas. Durante más de 2000 millones de años estos seres fueron los únicos pobladores del planeta.

Las células primitivas eran muy sencillas, pero poseían lo esencial para vivir. Fueron capaces de adaptarse a todos los ambientes, reproducirse y obtener materia y energía de modos muy variados. Es decir, tuvieron una gran capacidad de adaptación, lo que desde el punto de vista biológico supuso un éxito rotundo. Las *bacterias* son los representantes actuales de estas primeras células. El tipo celular que presentan las bacterias se llama procariota, que quiere decir “sin núcleo auténtico”.

Estas células aparecen aisladas o formando colonias (grupos de células independientes que se mantienen juntas), pero nunca forman individuos pluricelulares. Recuerde que los seres vivos que presentan este tipo de organización pertenecen al reino monera (unidad didáctica 7 del módulo 1).

Las células procariotas presentan una organización extremadamente sencilla, constituida por las siguientes partes:



- **Membrana celular:** que individualiza las células separándolas del medio externo.
- **Pared celular:** envoltura rígida y fuerte que da forma a la célula, pero con una estructura y composición diferente a la de la célula vegetal.
- **Citoplasma:** es el espacio interno de la célula. Contiene un líquido con estructuras que permiten a la célula realizar sus funciones vitales. Así:
 - Una única **molécula de ADN circular**, que constituye el material genético de la célula.
 - Los **ribosomas**, que son fábricas de proteínas.
 - En algunas bacterias pueden existir en el citoplasma pigmentos fotosintéticos capaces de llevar a cabo la fotosíntesis y pueden tener un flagelo que les permite moverse.

Observe:

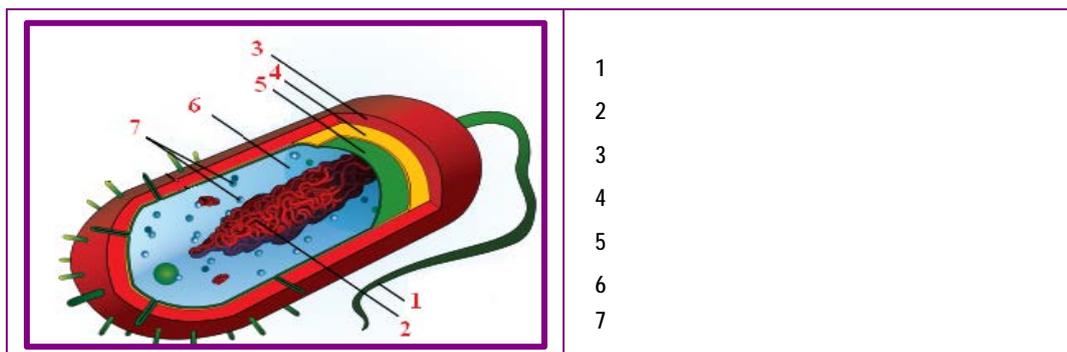
- Las bacterias son organismos formados por solo una célula, que además es muy pequeña, algo así como un micrón (la milésima parte de un milímetro). Estas células pueden dividirse muy rápido y originar cantidades enormes de individuos en poco tiempo.
- Al hablar de bacterias, automáticamente las juzgamos desde una óptica antropocéntrica y pensamos en enfermedades (cólera, tuberculosis, neumonía, meningitis, etc.) y no en los beneficios que nos proporcionan como: el queso, el yogur, antibióticos o vacunas, anticontaminantes..., en la producción de las cuales participan estos pequeños seres. Incluso si atendemos únicamente al cuerpo humano, podemos sorprendernos: en nuestro cuerpo hay diez veces más bacterias que células humanas. Tenemos bacterias conviviendo con nosotros en la piel, en la boca o en el tracto digestivo... Si nos tuvieran que definir por el número de células, aproximadamente una parte de nosotros sería propiamente humana y la otra parte serían células bacterianas. ¿Somos seres humanos o colonias de bacterias? [...].
- Las bacterias tienen una importancia clave en el funcionamiento de los ecosistemas, siendo esenciales para la vida de las plantas y de los animales. Así, los elementos que forman la materia orgánica (como el carbono, el oxígeno o el nitrógeno) están moviéndose continuamente en un ciclo que incluye atmósfera-plantas-animales-suelo-atmósfera y vuelta a empezar. Este ciclo no funciona sin las bacterias: son importantes tanto para captar compuestos de la atmósfera como para devolverlos a ella.
- Además, fue un tipo de bacterias, las cianobacterias (un tipo de bacterias fotosintéticas), las que hace 3000 millones de años comenzaron a emitir grandes cantidades de oxígeno, modificando radicalmente la composición gaseosa del planeta que había hasta ese momento, lo que favoreció la diversidad de la vida.

Tarea personal: ¿cuáles son los efectos de las bacterias en la vida diaria?

Teniendo en cuenta la lectura anterior y la información que puede obtener a través de Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía), elabore un listado de efectos beneficiosos y perjudiciales de las bacterias (por lo menos cinco de cada), justificando su intervención.

Actividades propuestas

S10. Indique, en el siguiente dibujo, las partes de una célula procariota típica:



2.3.2 Características de la célula eucariota

Hace 1500 millones de años surgieron, a partir de algunas células procariotas, unos nuevos seres unicelulares con una estructura más compleja que recibieron el nombre de eucariotas (células con núcleo verdadero).

Las células eucariotas son más complejas que las procariotas. En ellas se desarrollaron membranas que delimitan compartimentos dentro de la célula. Una de ellas, la membrana nuclear, envuelve el material genético, diferenciando el núcleo del resto de los componentes celulares. En todas las células eucariotas se distinguen:

- **Membrana celular o plasmática:** es la envoltura que rodea y limita la célula. Está constituida principalmente por lípidos y proteínas. Su función es delimitar y dar forma a la célula y, por diferentes mecanismos, controlar el intercambio de sustancias (entrada de alimentos, salida de sustancias de desecho, etc.).
- **Citoplasma:** es el espacio de la célula comprendido entre la membrana plasmática y el núcleo. En él se encuentran:
 - El **medio fluido**, llamado **citósol**, en el que se distribuyen los orgánulos celulares, fibras (citoesqueleto) y sustancias químicas.
 - Los **orgánulos**, que podemos definir como compartimentos o estructuras especializadas en realizar una función concreta (respirar, fabricar o almacenar sustancias) y que trataremos con detalle en el siguiente apartado.

Observe:

LOS ORGÁNULOS NO SON ÓRGANOS

No debe confundir los orgánulos celulares con los órganos de nuestro cuerpo, pues, aunque ambos son estructuras concretas situadas en el interior de las células o de los seres vivos, respectivamente, los orgánulos son estructuras formadas por moléculas y los órganos por multitud de células.

- **Núcleo:** es una estructura más o menos esférica en cuyo interior se encuentra el material genético que controla el funcionamiento celular, es decir, las “instrucciones” específicas de cada célula o ser vivo. Su interior es fluido, en él podemos diferenciar:
 - La **membrana nuclear**, es la envoltura que va a permitir el intercambio de sustancias con el resto de la célula.
 - La **cromatina**, conjunto de fibras de ADN unidas a proteínas que constituyen el material genético de la célula, cuando se condensan en la división celular (como veremos en el apartado siguiente) forman los **cromosomas**.
 - El **nucléolo**, estructura más o menos esférica dentro del núcleo que se encarga de la síntesis de ribosomas.

Actividades propuestas

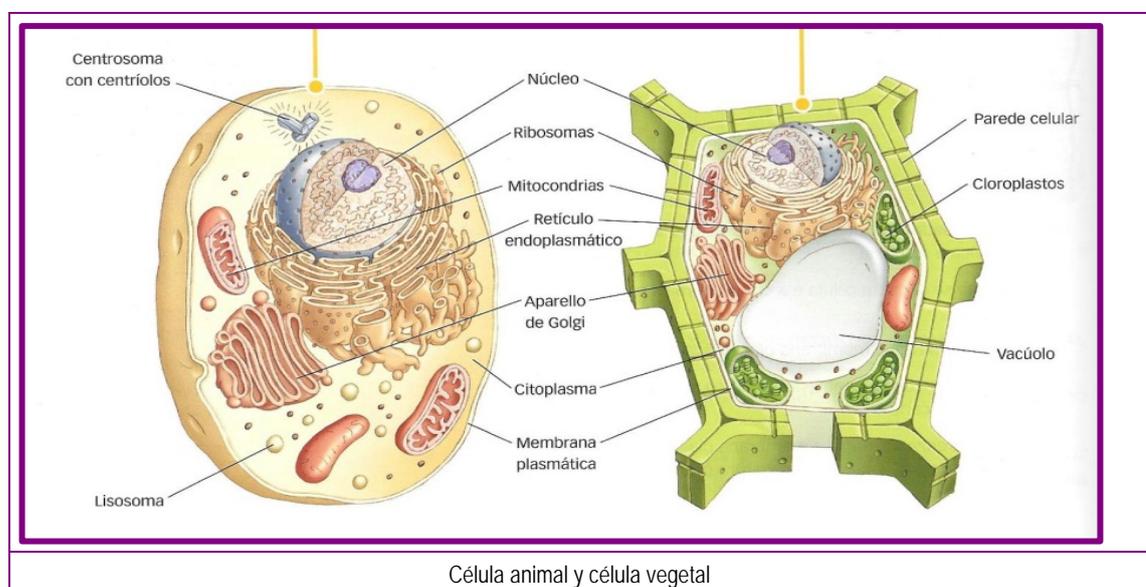
S11. Semejanzas y diferencias entre la célula procariota y la eucariota.

S12. Señale si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones y corrija las respuestas falsas:

Afirmación	V/F	Corrección (si procede)
▪ Todas las células tienen núcleo.		
▪ Todas las células provienen de la reproducción de otras células.		
▪ La célula es la unidad vital de los seres vivos.		
▪ Las células procariotas carecen de membrana celular.		
▪ Las células procariotas carecen de información genética.		
▪ Existen células procariotas capaces de hacer la fotosíntesis.		
▪ Las células procariotas pueden formar seres pluricelulares.		
▪ Existen seres formados por una sola célula eucariota.		

¿Son iguales todas las células eucariotas?

Aunque todas las células eucariotas tienen la mayoría de las estructuras comunes, al estudiar con detalle los orgánulos celulares veremos que existen diferencias importantes que definen dos tipos de células eucariotas: **animales** y **vegetales**. Algunas de estas diferencias son tan importantes que van a determinar los dos modelos de nutrición diferentes. Los seres vivos que poseen células de tipo animal tendrán **nutrición heterótrofa** y los que tienen células de tipo vegetal van a tener **nutrición autótrofa**.



2.3.3 Células animales y vegetales: orgánulos celulares

Dentro de los **orgánulos celulares**, podemos diferenciar los que están presentes en las células animales y en las vegetales y los que solo están presentes en un tipo.

Orgánulos comunes en todas las células eucariotas (animales y vegetales)

- **Mitocondrias:** orgánulos de doble membrana en los que se realiza la respiración celular, es decir, la transformación de las sustancias orgánicas (nutrientes) con el oxígeno en energía, que será utilizada para realizar las funciones vitales de la célula.

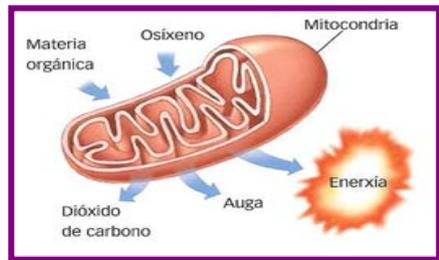
Observe:

La importancia de las mitocondrias

- Las mitocondrias son las encargadas de producir la energía necesaria para las células y, por lo tanto, para los seres vivos. Para esto, el oxígeno que toman, por ejemplo, nuestros pulmones tiene que llegar mediante la sangre hasta las mitocondrias de las células. Aquí es donde es utilizado este O₂ para quemar la glucosa que llega a la célula y producir energía en forma de moléculas energéticas (ATP) en la llamada respiración celular.
- Podemos resumir el proceso en el siguiente cuadro:

Materia orgánica	+	O ₂ (oxígeno)	=	Energía	+	CO ₂ (dióxido de carbono)	+	Substancias de refugallo
------------------	---	-----------------------------	---	---------	---	---	---	--------------------------

- Como puede verse, en el proceso de la respiración se destruyen moléculas orgánicas y se obtiene, además de energía, una sustancia inorgánica, el dióxido de carbono, y, en muchos casos, otras sustancias de desecho. Se trata, por lo tanto, de un **proceso catabólico**.
- A este importante hecho de ser las encargadas de producir la energía para la célula se une otra característica importante: las mitocondrias poseen su propia información genética, es decir, su propio ADN. Así, las mitocondrias funcionan con cierta autonomía dentro de la célula, lo cual hace pensar que, al igual que hacen muchos seres vivos en nuestro planeta, realmente las mitocondrias son células que viven en simbiosis con la célula en la que se encuentran (unión íntima en la que ambas salen beneficiadas) y que no pueden vivir por separado.



- **Ribosomas:** partículas de pequeño tamaño encargadas de sintetizar las proteínas siguiendo las instrucciones del ADN.
- **Retículo endoplasmático:** conjunto de canales y tubos que se extienden por el citoplasma estableciendo la comunicación entre las diferentes partes del interior de la célula. Además, se encarga de la síntesis y almacenamiento de sustancias. Puede llevar pegados en sus paredes ribosomas, entonces se llama **retículo endoplasmático rugoso (RER)**, si no los lleva, se llama **retículo endoplasmático liso (REL)**.
- **Aparato o complejo de Golgi:** pequeños sacos aplanados donde las sustancias fabricadas en el retículo endoplasmático rugoso acaban de formarse y finalmente se acumulan y se distribuyen en vesículas (bolsas).
- **Lisosomas:** pequeñas vesículas que contienen enzimas digestivos, capaces de producir la digestión de los alimentos de gran tamaño procedentes del exterior y que también se encargan de destruir los orgánulos viejos o dañados de la

célula.

- **Vacuolas:** sacos de gran tamaño que almacenan diferentes tipos de sustancias.

Orgánulos exclusivos de las células animales

- **Los centriolos:** tienen forma cilíndrica y son los encargados de controlar el movimiento de los cromosomas en la división celular, en este caso se disponen dos centriolos de forma perpendicular y están rodeados de fibrillas elásticas. Esta formación se denomina **centrosoma**.
- **Cilios y flagelos:** son prolongaciones del citoplasma que intervienen en el movimiento celular (de hecho, solo están presentes en las células que se mueven). Su estructura interna es semejante, pero los cilios son cortos y numerosos y los flagelos son largos y solo se encuentran uno o dos en la célula.

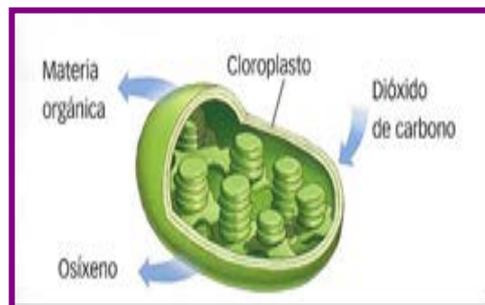
Orgánulos exclusivos de las células vegetales

- **Cloroplastos:** orgánulos de doble membrana en los que se realiza la **fotosíntesis**, es decir, la obtención de materia orgánica a partir de agua, dióxido de carbono y sales minerales.

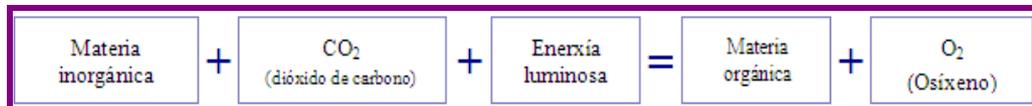
Observe:

La importancia de los cloroplastos: la fotosíntesis

La energía que necesitan las plantas para realizar el proceso de transformación de agua, CO₂ y sales minerales se obtiene de la luz solar, gracias a unos pigmentos localizados en los cloroplastos (la clorofila), por eso la fotosíntesis solo se lleva a cabo en las partes verdes de las plantas. Como resultado, la planta produce materia orgánica (**proceso anabólico**) y O₂. Parte de este gas se reutiliza en la respiración celular de los vegetales y el resto es expulsado al exterior.



- El proceso de la fotosíntesis se puede resumir en el siguiente cuadro:



- Es importante subrayar que, como resultado del proceso de la fotosíntesis, también se obtiene O₂ que es expulsado al exterior (a la atmósfera o bien al agua).

- **Pared celular:** cubierta rígida que da forma y protección a la célula vegetal envolviendo la membrana celular. Está formada fundamentalmente por **celulosa**, que es un glúcido que solo se puede encontrar en los vegetales.

Observe:

La celulosa

- La celulosa tiene una característica singular, es muy difícil de degradar, esto hace que cuando un árbol muere queden las paredes de celulosa formando la madera, o que sea utilizada para fabricar el papel.
- Pero la celulosa no es indestructible y ciertos hongos y bacterias pueden degradarla y utilizarla como alimento. Así, muchos animales herbívoros pueden digerir la celulosa de los vegetales, porque tienen tubos digestivos muy grandes en los que poseen bacterias que digieren la celulosa.
- En el caso del ser humano, la celulosa forma parte de la fibra alimentaria y, aunque no la podemos digerir, tiene grandes beneficios para nuestro aparato digestivo ayudando a mover los alimentos por el tubo digestivo y previniendo enfermedades.

Recuerde:

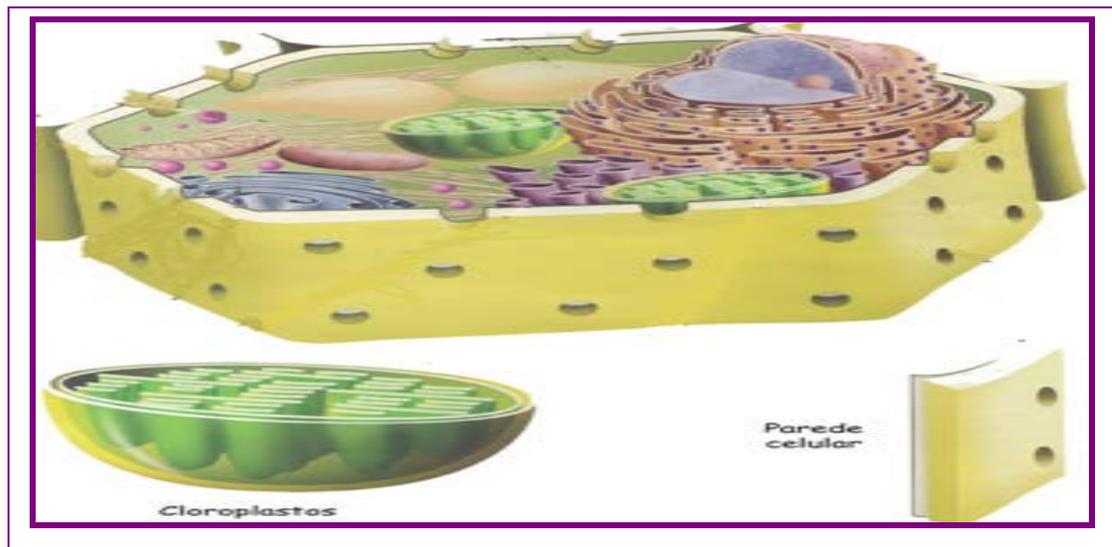
▪ **El modelo de célula animal**



- No posee cloroplastos ni pared celular.
- La ausencia de cloroplastos es lo que determina que todos los organismos que no tengan estos orgánulos presenten el tipo de nutrición heterótrofa, es decir, hongos y animales.

Recuerde:

▪ **Modelo de célula vegetal**



- No poseen centriolos (centrosoma) y, por el contrario, presentan cloroplastos y pared celular. El resto de orgánulos son comunes con la célula animal.
- La presencia de cloroplastos es lo que determina que todos los organismos eucariotas que presentan estos orgánulos realicen la fotosíntesis y presenten el **tipo de nutrición autótrofa**, es decir, algas y plantas.

Las células toman los alimentos del medio en el que viven. La entrada y salida de sustancias de la célula está controlada por la membrana celular. Ahora bien, los procesos y reacciones químicas (metabolismo) que se llevan a cabo en el interior de la célula van a ir resolviéndose de distinta manera según se trate de una célula con nutrición autótrofa o heterótrofa. Tal y como se representan en los siguientes esquemas:

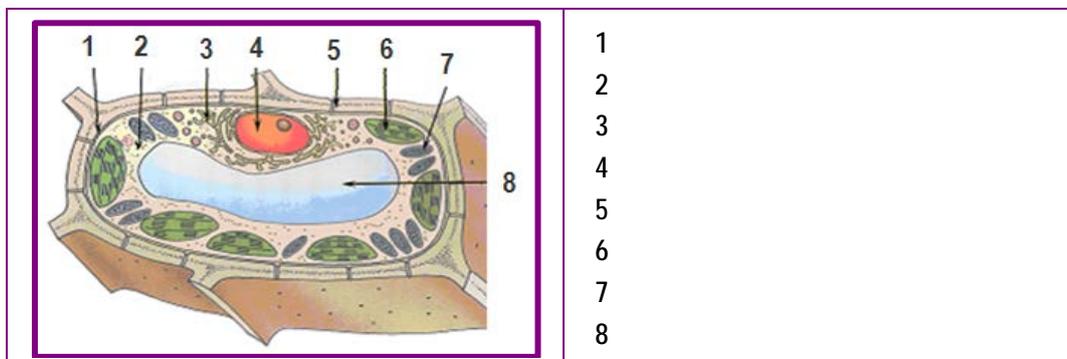
Tarea personal: ¿cómo es la nutrición autótrofa y heterótrofa?

Teniendo en cuenta los modelos de la célula animal y vegetal y la información que figura en los cloroplastos y mitocondrias, elabore un listado de las semejanzas y diferencias entre la nutrición en una célula autótrofa y heterótrofa.

También puede completar la información mediante la búsqueda en Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía).

Actividades propuestas

S13. Observe el siguiente dibujo e indique el nombre de los orgánulos representados. ¿Es una célula procariota o eucariota? ¿Por qué? ¿Es del reino animal o del reino vegetal? ¿Por qué?



S14. Basándose en los dibujos y en los textos anteriores, complete la siguiente tabla:

Orgánulo	Características
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: Se encuentra en las células: Función:
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: Se encuentra en las células: Función:
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: Se encuentra en las células: Función:
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: Se encuentra en las células: Función:

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre: ▪ Se encuentra en las células: ▪ Función:
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre: ▪ Se encuentra en las células: ▪ Función:

Actividades propuestas

S15. Relacione, colocando la letra en el lugar apropiado, cada orgánulo con las funciones que se mencionan a continuación.

Letra	Funciones	Letra	Orgánulos
A	▪ Síntesis de proteínas.		▪ Membrana celular.
B	▪ Regula las funciones de la célula.		▪ Ribosomas.
C	▪ Fotosíntesis.		▪ Lisosomas.
D	▪ Fabricación y circulación de sustancias.		▪ Aparato de Golgi.
E	▪ Digestión celular.		▪ Núcleo.
F	▪ Separa la célula del medio que la rodea.		▪ Mitocondrias.
G	▪ Orgánulo donde se lleva a cabo la respiración celular.		▪ Cloroplastos.
H	▪ Incorpora y libera distintos productos que la célula fabrica en el retículo.		▪ Retículo endoplasmático.

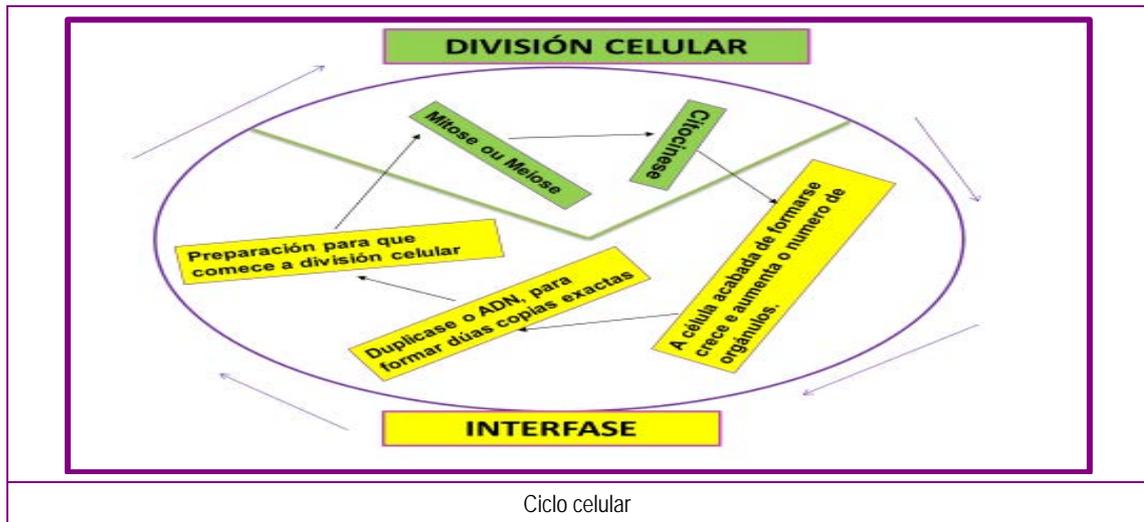
2.4 El ciclo celular: la importancia del núcleo

Podemos decir que la vida de una célula (la vida celular) abarca el tiempo que transcurre desde que la célula se forma a partir de otra, es decir, “nace”, hasta que se reproduce y origina las células hijas (desapareciendo la célula progenitora o célula madre como tal). Esto se conoce como **ciclo de vida** o **ciclo celular**. Durante ese tiempo, la célula crece y se prepara para la próxima división (reproducción) y así se perpetúa y no desaparece.

Se cree que una de las razones por las que comienza la división celular es el aumento del tamaño del citoplasma con relación al tamaño del núcleo. A lo largo de su vida, las células se nutren y aumentan de tamaño de tal forma que, en el momento en que una célula alcanza el tamaño apropiado finalizando su crecimiento, comenzará la división celular. En ese ciclo celular se pueden diferenciar dos períodos:

- **Interfase:** es el período más largo del ciclo celular, en el que la célula crece, aumenta el número de orgánulos y se duplica su material genético (ADN).
- **División celular:** la célula se divide, es decir, se reproduce. Comienza con la

división del núcleo por **mitosis**, de tal forma que, a partir de un núcleo de una célula madre, se obtienen dos núcleos hijos con el mismo número de cromosomas que el de la célula madre y finaliza con la separación del citoplasma, originándose dos células hijas independientes. Esta parte del proceso se denomina **citocinesis**.



La duración del ciclo celular depende del tipo de célula y, a lo largo de ese proceso, la célula (y especialmente el núcleo, como estudiaremos en el apartado siguiente) va a presentar un aspecto muy diferente en función de si está en el período de interfase o en el de división.

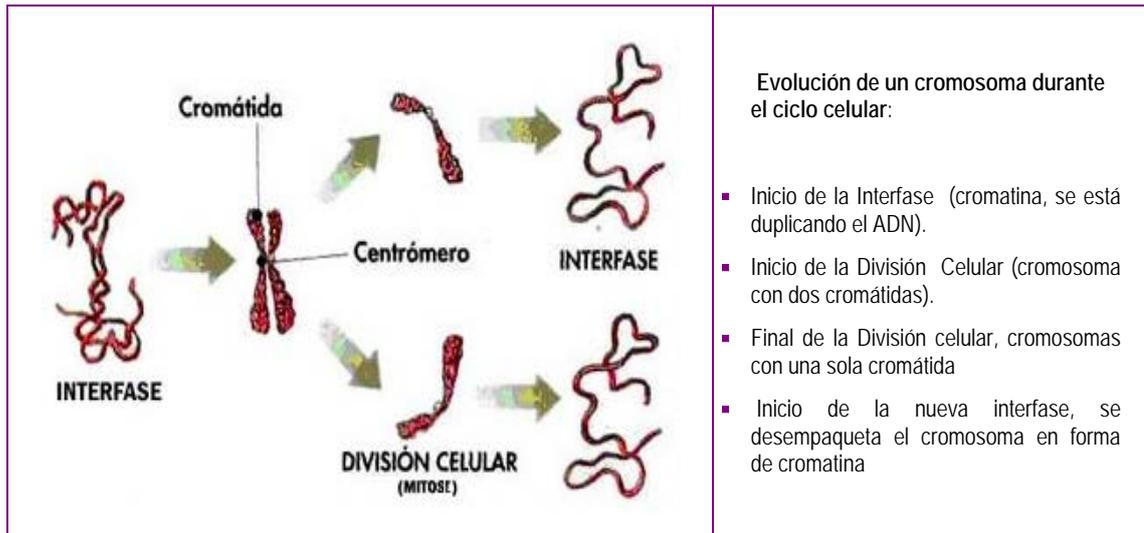
También hay que señalar que en las células reproductoras (gametos), en lugar del proceso de mitosis, la división del núcleo se lleva a cabo en otro proceso llamado **meiosis**, en el que el número de cromosomas de las células hijas es la mitad de la dotación cromosómica de la célula madre (como veremos en el apartado correspondiente).

2.4.1 ¿Por qué cambia el núcleo en la interfase?

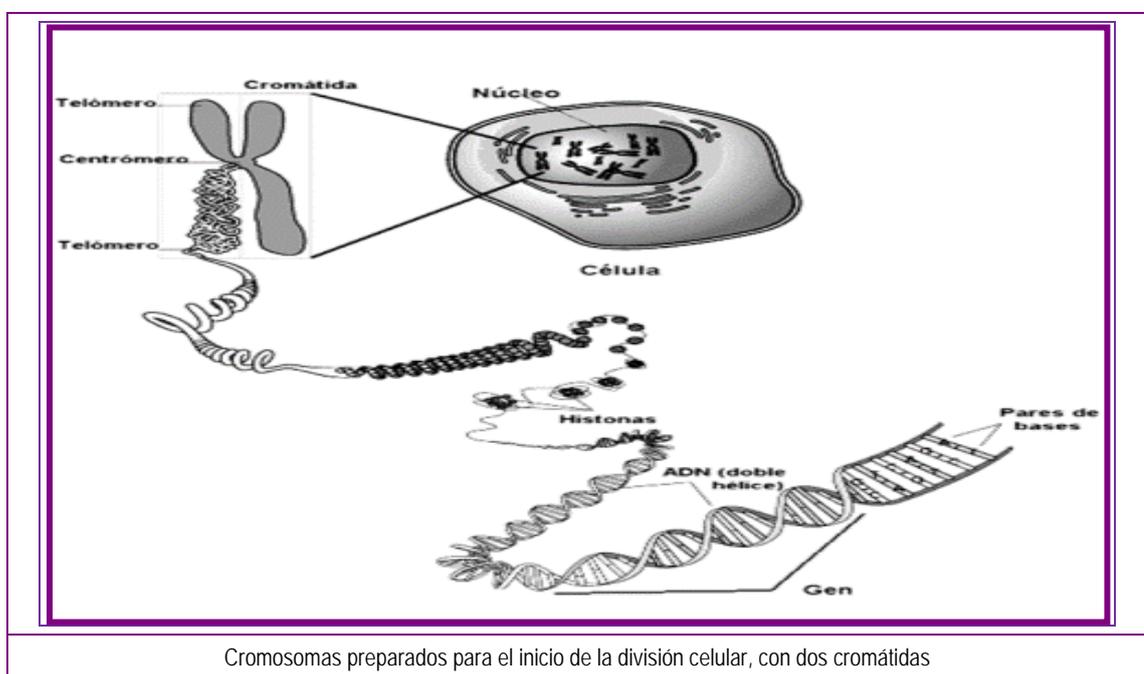
Los cambios de aspecto que se van a producir en el núcleo, que podemos observar a través de un microscopio a lo largo del ciclo celular, se deben a su componente mayoritario, el ADN (ácido desoxirribonucleico) que, como ya hemos estudiado, es la molécula que contiene la información necesaria para realizar todas las funciones celulares y, por lo tanto, va a tener que duplicarse para poder pasar toda su información a las nuevas células (células hijas).

Por eso, al comienzo de la interfase, el ADN del núcleo se presenta como una molécula muy fina y larga (varios mm) que tiene un aspecto difuso (la **cromatina**), no obstante, a medida que avanza la interfase y va a comenzar la división celular, la cromatina se condensa y se organiza en una estructura visible (al microscopio óptico), con forma de bastoncillos o varillas, constituyendo los **cromosomas**, que van a ser los encargados de transmitir la información genética que de la célula madre poseen las células hijas.

Observe como cambian los cromosomas:



Por lo tanto, podemos decir que la cromatina y los cromosomas son la misma sustancia (ADN), pero con distinto grado de empaquetado. Así, al inicio de la interfase, los cromosomas vistos al microscopio serían como unos bastoncillos o varillas simples (formados por una sola unidad), pero durante este período se produce la duplicación del ADN de esos cromosomas, apareciendo al final de la interfase dos copias exactas de cada uno de ellos, de tal modo que los cromosomas se hacen visibles ahora al microscopio como unos bastoncillos dobles, formados por dos unidades llamadas **cromátidas**, unidos por una región muy estrecha (centrómero). Dentro de los cromosomas está la información genética. Se puede definir **gen** como cada trozo de ADN que contiene la información necesaria para que se exprese un determinado carácter en un individuo (por ejemplo, el color de los ojos o de la piel). Veremos su importancia en siguientes apartados.



Actividades propuestas

S16. ¿Por qué los cromosomas tienen dos partes iguales?

S17. Señale si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones y corrija las respuestas falsas:

Afirmación	V/F	Corrección (si procede)
▪ Una célula tiene la misma cantidad de ADN al inicio y al final de la interfase.		
▪ Cromosomas y cromatina están formados por la misma sustancia, el ADN, pero con distinto grado de empaquetado.		
▪ Cromatina y cromátida es lo mismo.		
▪ Un cromosoma puede considerarse como un conjunto de genes.		

2.4.2 La división de la célula

Al estudiar el ciclo celular, ya se ha mencionado que la división de la célula se lleva a cabo en dos fases: la división del núcleo por **mitosis** o **meiosis** y la **citocinesis**, en la que se reparte el resto de las estructuras celulares entre las células hijas. A continuación estudiaremos con detalle la mitosis por ser el proceso de división que realiza la mayoría de las células y, en el caso de la meiosis, citaremos su importancia sin entrar en detalle, dada la complejidad del proceso.

2.4.3 Mitosis y Citocinesis

Todas las células que forman el cuerpo de un organismo proceden de divisiones sucesivas de una célula inicial, el **cigoto** (óvulo fecundado), y todas ellas poseen la misma información genética. Esto es debido al modo como se lleva a cabo la división del núcleo, es decir, la **mitosis**.

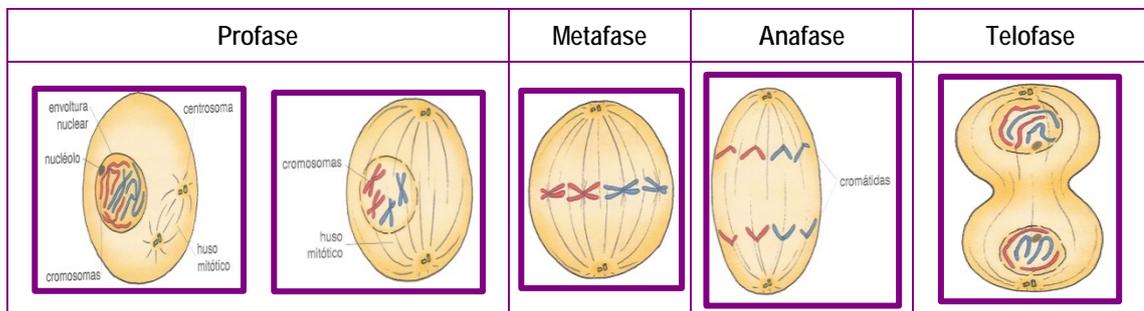
Mitosis

La mitosis es un proceso común a todo tipo de células eucariotas mediante el que se asegura que las células hijas reciban los mismos cromosomas que la célula madre y la misma información genética.

En los organismos unicelulares, cuando una célula se divide se reproduce también el número de individuos. Pero en los pluricelulares la reproducción por mitosis tiene como finalidad solamente el crecimiento del individuo. De igual modo, sirve para reponer las células de los tejidos que estén dañados o viejos y, así, las nuevas células son idénticas a las substituidas.

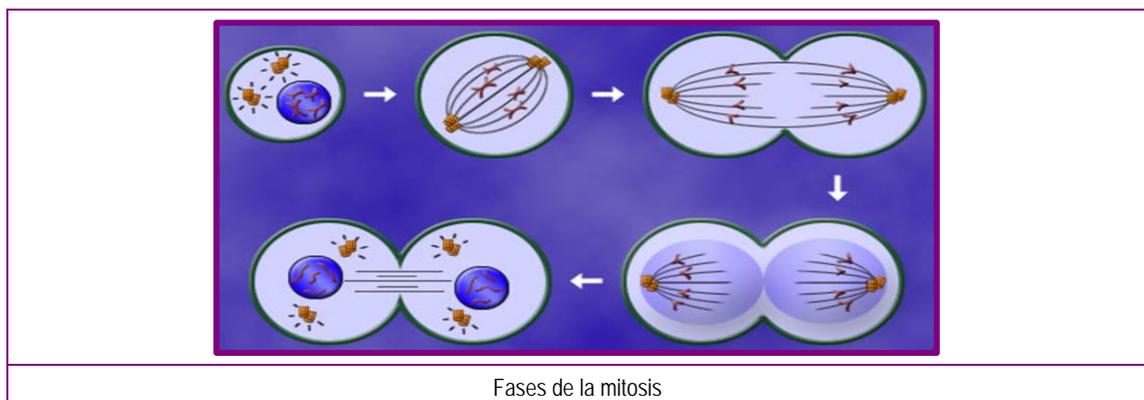
El proceso de la mitosis es continuo, pero para su estudio se agrupa en cuatro fases:

- **Profase:** la cromatina que estaba dispersa en el núcleo se organiza y se condensa y se hacen visibles los cromosomas. Como sabemos, los cromosomas en esa fase ya están duplicados, apareciendo ahora como estructuras dobles formadas por dos cromátidas idénticas y unidas por el centrómero. La membrana nuclear desaparece y los cromosomas se dispersan por toda la célula.
- **Metafase:** los cromosomas se disponen en el plano central de la célula arrastrados por los hilos del huso mitótico.
- **Anafase:** en cada cromosoma los centrómeros se duplican y las cromátidas se separan, convertidas cada una de ellas en un cromosoma (cada una de ellas tiene un centrómero). Ahora cada cromosoma se dirige a un polo opuesto de la célula. Al final de la anafase no solo habrá el mismo número de cromátidas en cada extremo, sino también una de cada cromosoma.
- **Telofase:** se forma una nueva membrana nuclear rodeando cada grupo de cromátidas (cromosomas hijos) en cada polo de la célula.



Citocinesis (división del citoplasma)

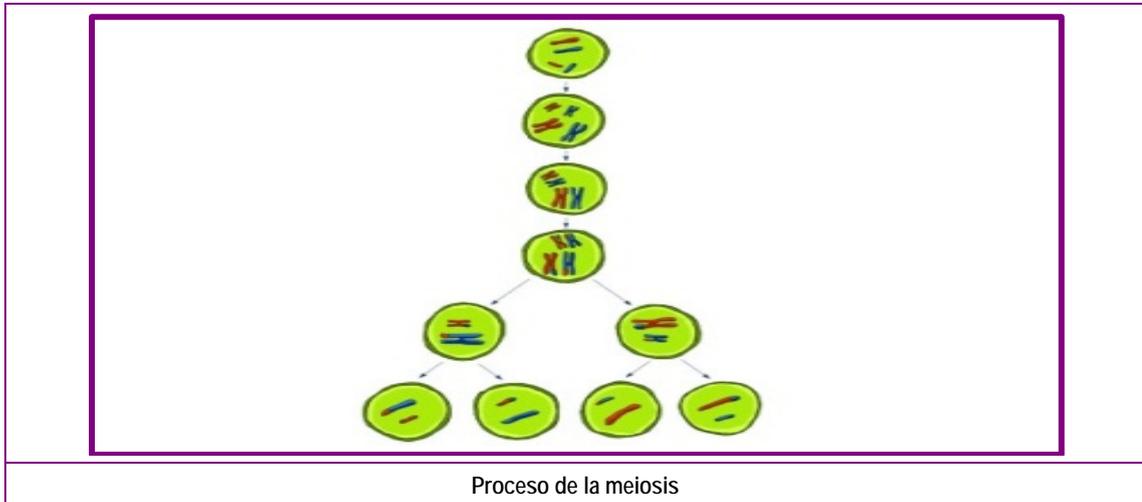
Después de finalizada la división del núcleo por mitosis, el citoplasma se divide en dos englobando cada uno de ellos un núcleo, se completa así la división celular. Este proceso es diferente en las células animales y vegetales.



2.4.5 Meiosis

Es el proceso de división característico y exclusivo de las células reproductoras (gametos) de los organismos con reproducción sexual.

En este tipo de división, las células que se forman (células hijas) tendrán la mitad de cromosomas (haploides) que la célula progenitora o célula madre (diploide). Además, durante el proceso puede producirse el entrecruzamiento de los cromosomas, por lo que las células hijas van a tener diferente información genética unas de otras, lo que favorece la **variabilidad genética**.



¿Por qué es tan importante la meiosis?

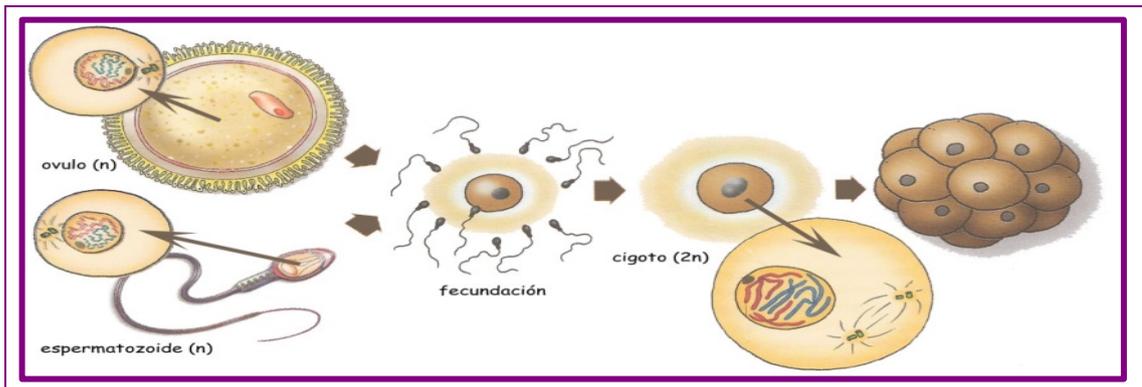
Tenemos que recordar que para que un organismo pluricelular con reproducción sexual se reproduzca tienen que ocurrir tres procesos:

- **Gametogénesis:** formación de los gametos (haploides) a partir de una célula diploide (célula germinal).
- **Fecundación:** dos gametos de distinto sexo se juntan y originan una nueva célula denominada cigoto (diploide).
- **Desarrollo embrionario:** procesos por los que un cigoto se transforma para dar un adulto. Tiene lugar por sucesivas mitosis.

La fecundación implica un problema, ya que cada vez que se unen dos núcleos (un óvulo y un espermatozoide) se juntan también dos dotaciones cromosómicas. Por ejemplo, en la especie humana, si los adultos tenían 46 cromosomas, el cigoto tendrá 92, por lo tanto, dará lugar a nuevos adultos con 92 cromosomas, lo que no puede ser, ya que se modificaría el número cromosómico de la especie; este número tiene que permanecer constante (46 cromosomas) y, para mantener esa constancia en el número de cromosomas, es imprescindible que el mecanismo de división celular de los gametos sea la **meiosis**. Así, cada gameto tendrá la mitad de cromosomas y, al fusionarse en la fecundación y formarse el cigoto, alcanzará de nuevo el número de cromosomas característico de la especie.

2.4.6 ¿Por qué hay células diploides y células haploides?

Si contabilizamos el conjunto de cromosomas que posee una célula animal o vegetal, se observa que está formado normalmente por parejas de cromosomas morfológicamente similares. Los cromosomas de cada pareja se denominan cromosomas homólogos y las células que tienen los cromosomas por pares se denominan **células diploides** (se representa por $2n$). Sin embargo, hay células en las que todos los cromosomas son diferentes (sin homólogos/sin parejas), se denominan **células haploides** (se representa por n). Los cromosomas homólogos contienen información para los mismos caracteres, aunque esta información no tiene por qué ser igual, ya que cada cromosoma homólogo del par procede de un progenitor. Por ejemplo, **en la especie humana cada célula diploide contiene 23 cromosomas de origen materno y otros 23 de origen paterno**, que han sido aportados por los gametos femenino y masculino, respectivamente, en la fecundación.



Actividades propuestas

- S18. Indique las diferencias entre una célula diploide y una célula haploide.
- S19. Tenemos una célula diploide de diez cromosomas ($2n = 10$) que se va a dividir por mitosis:

▪ ¿Cuántas moléculas de ADN (cromátidas) tiene?	
▪ ¿Cuántas moléculas de ADN tendrá cada núcleo hijo?	
▪ ¿Qué le ha pasado, en cuanto al número de moléculas de ADN, desde que se inicia la mitosis hasta que finaliza?	
▪ ¿Serán idénticas las células hijas a la célula original? ¿Por qué?	

- S20. Tenemos una célula que se va a dividir por meiosis:

▪ ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma de la célula al comienzo del proceso?	
▪ ¿Cuántas células hay al final de la primera división meiótica? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?	
▪ ¿Cuántas células hay al final de la segunda división? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma?	
▪ ¿Cuántas cromátidas, en total, hay al principio del proceso? ¿Y al final?	

- S21. ¿Por qué es necesaria la meiosis en los organismos con reproducción sexual?
- S22. Indique semejanzas y diferencias entre mitosis y meiosis.

2.5 ¿Qué es el cariotipo y la herencia de los caracteres?

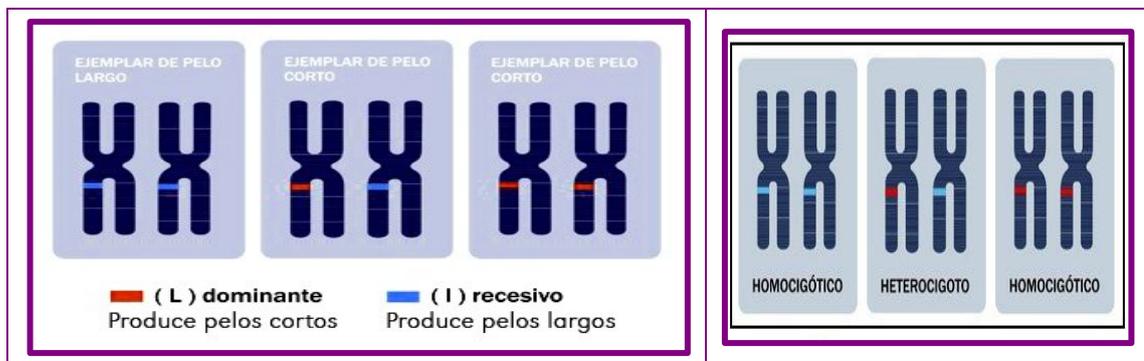
Es el conjunto de cromosomas de una célula o de una especie (siempre es el mismo). También se utiliza este término para referirse a la disposición ordenada de estos cromosomas según su tamaño y forma.

Al observar el cariotipo de una especie podemos reparar en varias peculiaridades:

- Las células de los organismos de la misma especie tienen el mismo número de cromosomas y estos tienen un tamaño y una forma característica. En la siguiente tabla se muestra el número característico de varias especies animales.

Especie	Mosca	Paloma	Caracol	Gato	Cerdo	Perro	Humano
Nº cromosomas en cada célula.	5	16	24	38	40	78	46

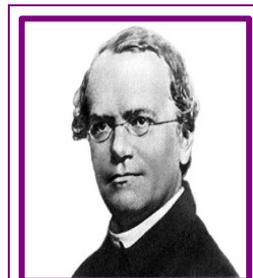
- Los cromosomas de una célula, como ya hemos comentado en el apartado anterior, pueden agruparse en parejas iguales ($2n$). Estas parejas de cromosomas que pueden formarse reúnen las siguientes características:
 - De cada pareja de cromosomas, uno procede de la madre y otro del padre (uno aportado por el óvulo y otro por el espermatozoide).
 - Cada pareja de cromosomas lleva información sobre los mismos caracteres (**genes**), que se denominan **alelos**, por lo tanto, cada gen está representado por dos alelos. El alelo que se manifiesta aunque el otro lleve información diferente es el **dominante**, el alelo que se manifiesta solo cuando el otro es igual es el **recesivo**.
 - Por ejemplo, si el pelo corto en un animal fuese un alelo dominante sobre el pelo largo (recesivo), para que el pelo largo se manifieste sería necesario que los dos alelos fuesen de pelo largo (el del padre y el de la madre), porque, en los demás casos, todos tendrían el pelo corto. Veremos otros casos en el apartado dedicado a la herencia ligada al sexo.
 - Aunque cada par de cromosomas lleva la información para los mismos caracteres, la información que lleve cada uno (cada alelo) puede ser distinta. Así, en el ejemplo anterior, el cromosoma del padre puede llevar para el tamaño del pelo el “alelo” corto y el de la madre el “alelo” de pelo largo, o bien el mismo, los dos alelos de pelo corto o los dos alelos de pelo largo. En el primer caso se denominan **heterocigotos** (diferentes) para ese carácter, en el segundo caso, **homocigotos** (iguales) para ese carácter. Así, del resultado de los dos genes (alelos) para cada carácter dependerá la herencia del tamaño del pelo.



- El conjunto de genes que posee un individuo se llama **genotipo** y permanece constante a lo largo de toda su vida. Es idéntico en todas las células del organismo.
- La expresión exterior del genotipo, es decir, el conjunto de las características físicas observables expresadas por el genotipo de un organismo (color de los ojos, color de la piel, etc.) se llama **fenotipo** y puede variar durante la vida del organismo, ya que el medio ambiente y el modo de vida del organismo influyen en la expresión de los genes recibidos. Por ejemplo, el color de la piel puede variar según la exposición al sol; el desarrollo muscular, la altura o el peso van a depender no solo de los genes recibidos, sino del estilo de vida, etc. Es decir, que el fenotipo es la interacción del genotipo y los diferentes factores ambientales (dónde y cómo vaya a vivir dicho ser vivo).
- Tener el número de cromosomas por duplicado es una ventaja, ya que, si por alguna razón la información de un cromosoma es defectuosa, cabe la posibilidad de que esta sea correcta en el otro y que permita la viabilidad del organismo. Así, hay enfermedades debidas a genes defectuosos, como la hemofilia, que solo se manifiestan (fenotipo) si aparecen en ambos cromosomas (el que procede de la madre y el del padre). Esto también permite que ciertos genes defectuosos permanezcan en un cromosoma, pero sin manifestarse, y que este defecto surja en generaciones sucesivas si aparece en los dos alelos.
- Aumenta la biodiversidad de los hijos.

Observe:

- **Gregor Mendel** (1822-1884), fue un monje y botánico de origen checo. Sus estudios y experimentos sobre los procesos de la herencia en las plantas constituyen el punto de partida de la genética, que se conoce como **genética mendeliana**.
- Sus trabajos de experimentación comenzaron en 1856 y los desarrolló durante varios años consecutivos siguiendo una **metodología científica**, a partir de cruces con plantas de guisantes que llevó a cabo en la huerta del monasterio.
- Publicó sus resultados a finales del siglo XIX (en 1866) y en ellos mostró los resultados de sus experimentos, así como sus deducciones sobre los mecanismos de la herencia, que se conocen como las **tres leyes de Mendel** y que serían explicadas con posterioridad, teniendo en cuenta los nuevos conocimientos sobre los cromosomas y el ADN que entonces se desconocía, por el biólogo estadounidense Thomas Hunt Morgan (1866-1945), lo que se conoce como **genética cromosómica**.

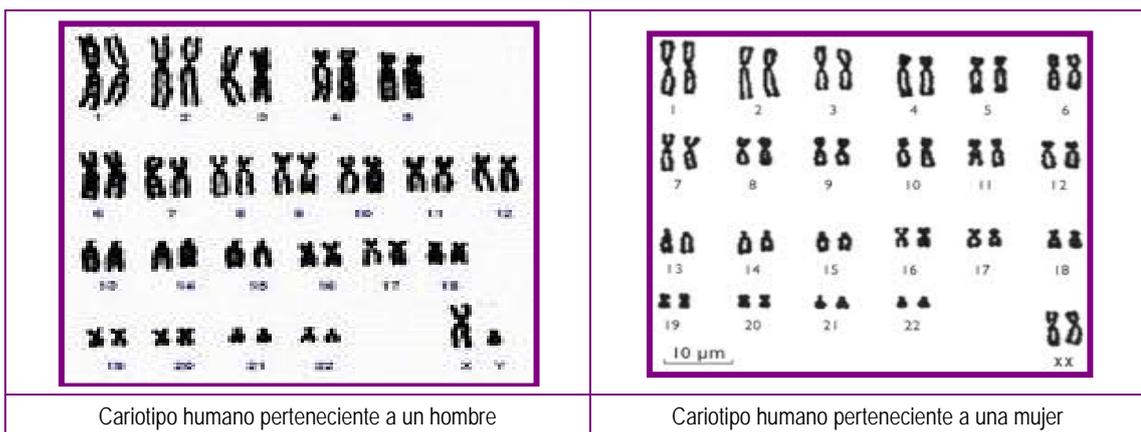


Para saber más: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mendel.htm>

2.5.1 ¿Cómo se determina el sexo en nuestra especie?

En el cariotipo humano, los cromosomas que forman las parejas son iguales entre sí, excepto en una pareja que pueden ser diferentes. Es el par de cromosomas que determina el sexo. Por esta razón se diferencian dos tipos de cromosomas:

- **Heterocromosomas** o **cromosomas sexuales**: el par de cromosomas que interviene en la determinación del sexo (que se corresponde con el par 23). En nuestra especie, las mujeres tienen los dos cromosomas iguales en forma de X, son **XX**. En los hombres son diferentes, uno en forma de X y el otro en forma de Y, por lo tanto, la pareja 23 es **XY**, ya que aportan un cromosoma X y otro Y.
- **Autosomas**: constituyen el resto de los cromosomas (los 22 pares) y son iguales en los dos sexos.

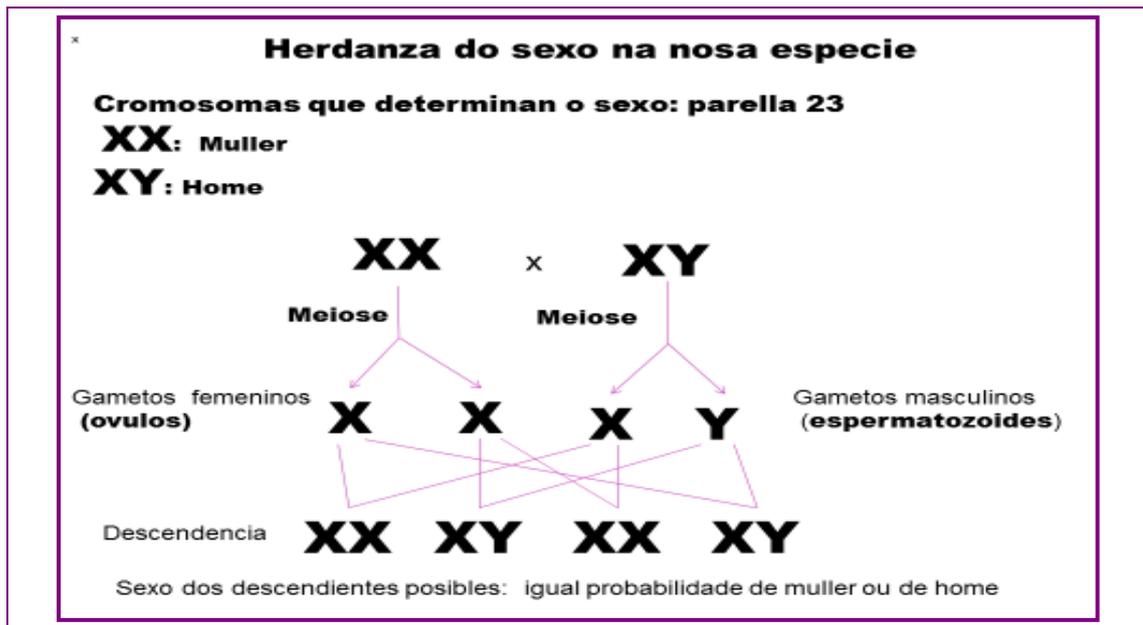


La herencia del sexo

Cuando se forman los gametos (recuerde que se dividen por meiosis), la pareja de cromosomas sexuales (heterocromosomas) se separa y solo va un cromosoma sexual a cada gameto. En las **mujeres** todos los óvulos tienen un cromosoma **X**, mientras que en los **hombres** la mitad de los espermatozoides tienen un cromosoma **X** y la otra mitad un cromosoma **Y**. Si el óvulo es fecundado por un espermatozoide que llevaba un cromosoma X, originará una niña (**XX**). Por el contrario, si el óvulo es fecundado por un espermatozoide que lleva un cromosoma Y, dará lugar a un niño (**XY**).



Observe la importancia de la meiosis en la herencia del sexo en nuestra especie:



La herencia ligada al sexo

Hay caracteres que están determinados por genes que se encuentran en los cromosomas sexuales. La herencia de estos caracteres se dice que está ligada al sexo. La razón de este tipo de herencia se debe al tamaño de ambos cromosomas y a los genes exclusivos que poseen. El cromosoma X es más grande que el Y, posee muchos más genes. Los caracteres recesivos ligados al cromosoma X suelen transmitirlos las mujeres y manifestarlos los hombres. Esto se debe a que:

- En los hombres, al tener solo un cromosoma X, la acción de los genes situados en el segmento diferencial de cada uno de los cromosomas está influida solo por un alelo y, por lo tanto, se expresa siempre: es decir, aunque sea recesivo, se comporta como dominante.
- En las mujeres, como tienen dos cromosomas X, los alelos recesivos solo se manifiestan cuando se encuentran en los dos cromosomas, es decir, si son homocigóticas recesivas para este carácter. Las mujeres heterocigóticas para un determinado carácter se llaman portadoras, ya que llevan solo uno de los alelos recesivos y, por lo tanto, no manifiestan el carácter en el fenotipo.

Observe:

Algunas enfermedades ligadas al cromosoma X

- Entre los genes localizados en el segmento diferencial del cromosoma X se encuentran dos alteraciones provocadas por un alelo recesivo:
- El **daltonismo**: se trata de un trastorno hereditario que dificulta la distinción de los colores, principalmente el rojo y el verde.
- La **hemofilia**: esta alteración supone la incapacidad de coagulación de la sangre. Por lo tanto, es una enfermedad hereditaria grave, ya que una pequeña herida puede provocar fuertes hemorragias. La prevalencia se estima en alrededor de 1 de cada 6000 individuos de sexo masculino.

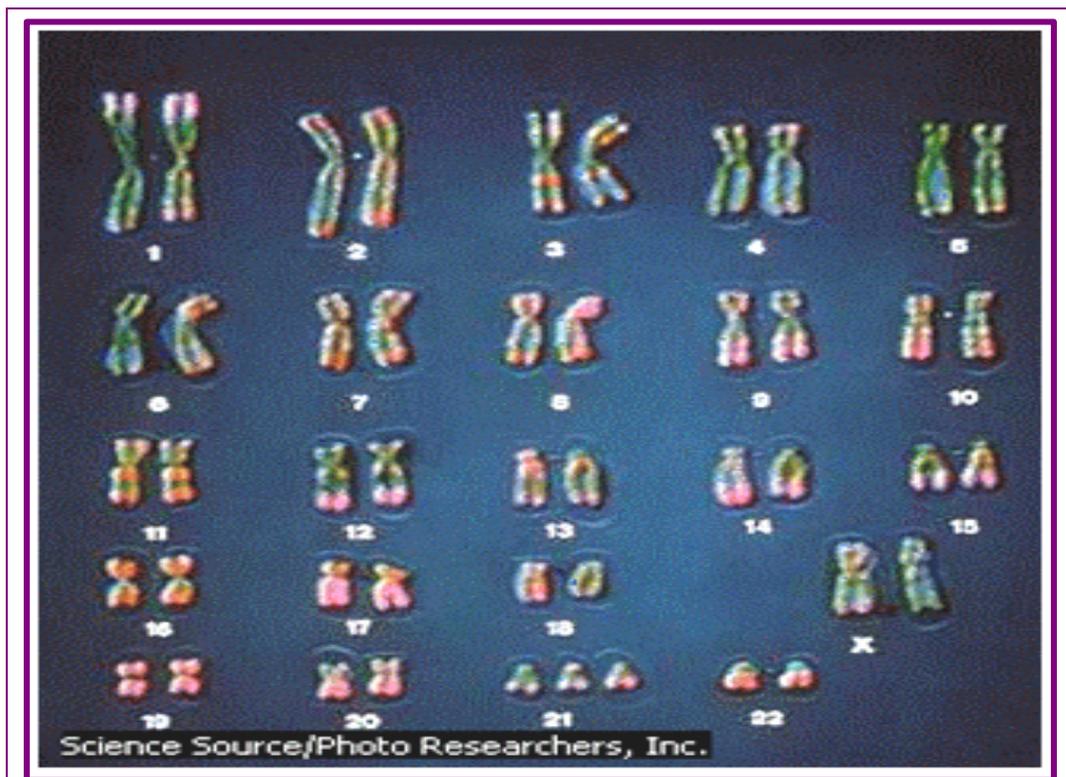
Tarea personal: descubra algunas enfermedades hereditarias

Utilizando como herramienta la información que puede obtener a través de Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía), identifique algunas enfermedades hereditarias, su prevención y su alcance social.

Actividades propuestas

S23. ¿El número de heterocromosomas depende de la especie?

S24. La fotografía muestra un conjunto ordenado de cromosomas de un individuo:



<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas hay? ¿Se trata de una célula diploide o haploide? ¿Por qué? 	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas habría en un gameto de este individuo? 	<input type="checkbox"/> 22 cromosomas. <input type="checkbox"/> 23 pares de cromosomas. <input type="checkbox"/> 46 cromosomas. <input type="checkbox"/> 23 cromosomas.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Es el cariotipo de un hombre o de una mujer? 	
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas son autosomas? ¿Cuántos son heterocromosomas? 	
<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué fase del ciclo celular (interfase o mitosis) cree que se fotografiaron los cromosomas? 	

2.5.2 ¿Qué son las mutaciones?

En algunas ocasiones, el material genético puede sufrir cambios de muchos tipos, desde errores al copiarse una parte de la molécula de ADN hasta variaciones en el número de cromosomas de una especie. Estos cambios o alteraciones en el material genético de una célula se llaman **mutaciones**.

Las mutaciones significan cambios, que pueden afectar a las características de los organismos. Existen muchos tipos y para clasificarlas puede atenderse a diferentes criterios. Así:

- a) Según **sus efectos**, pueden clasificarse en:
 - **Negativas**, cuando resultan perjudiciales para el individuo que las porta. Por Ej.: la anemia falciforme, el síndrome de Down, etc.
 - **Neutras**, si no producen beneficios ni perjuicios significativos.
 - **Beneficiosas**, cuando aumentan la probabilidad de sobrevivir y reproducirse al organismo que la porta, mejorando por lo tanto su adaptación al medio. Es decir, que estas mutaciones aumentan la variabilidad genética de una especie, ya que dan origen a genes que antes no existían, favoreciendo que los seres vivos cambien y evolucionen.

Observe:

Trisomía y síndrome de Down

En algunas ocasiones, por defectos en las células sexuales o gametos (espermatozoides o óvulos), falta un cromosoma o aparece uno de más. Esto puede producir ciertas carencias o enfermedades. Un ejemplo es el síndrome de Down, en el que aparece un cromosoma de más, es decir, en vez de una pareja aparecen 3 (llamado trisomía). Las personas con síndrome de Down, por lo tanto, no poseen ningún error en sus genes, pero sí la información por triplicado. Por decirlo de alguna forma, el exceso de información impide el correcto desarrollo y funcionamiento de sus células.

- b) Según su origen:
 - **Espontáneas**, cuando se producen por causas naturales, como por ejemplo los errores que se pueden producir al replicarse el ADN.
 - **Inducidas**, en este caso son causadas por la exposición a agentes mutagénicos presentes en el medio ambiente, como las radiaciones, algunas sustancias químicas o agentes biológicos (como determinados virus).

Observe:

Las mutaciones en el proceso evolutivo

- Según la teoría de la evolución (sintética o neodarwinista), las mutaciones y la selección natural son procesos complementarios entre sí, pero ninguno de los dos es capaz por separado de producir un proceso evolutivo. Los individuos de una población están expuestos a una serie de mutaciones que se producen al azar. Dentro de esas mutaciones existirán algunas que produzcan modificaciones gracias a las cuáles el individuo se adaptará mejor al ambiente en que vive, en tanto que, otras mutaciones, por el contrario, pueden introducir variaciones perjudiciales para el individuo. En ambos casos actuará el mecanismo de la selección natural mediante el cual los individuos que, gracias a las mutaciones producidas, se adapten mejor al medio serán también los que mejor se reproduzcan, mientras que aquellos individuos que tras las mutaciones quedaron peor adaptados irán desapareciendo de forma lenta de la población.
- En general, las mutaciones que se producen en los individuos de una población son micromutaciones, es decir, mutaciones que producen efectos muy leves, por lo que los cambios producidos en la población son siempre graduales, necesiándose miles de años para que el proceso evolutivo llegue a dar lugar a especies significativamente diferentes de aquellas de las que proceden.

(“La vida: origen y evolución”. Colección Temas Clave nº 6. Ed. Salvat)

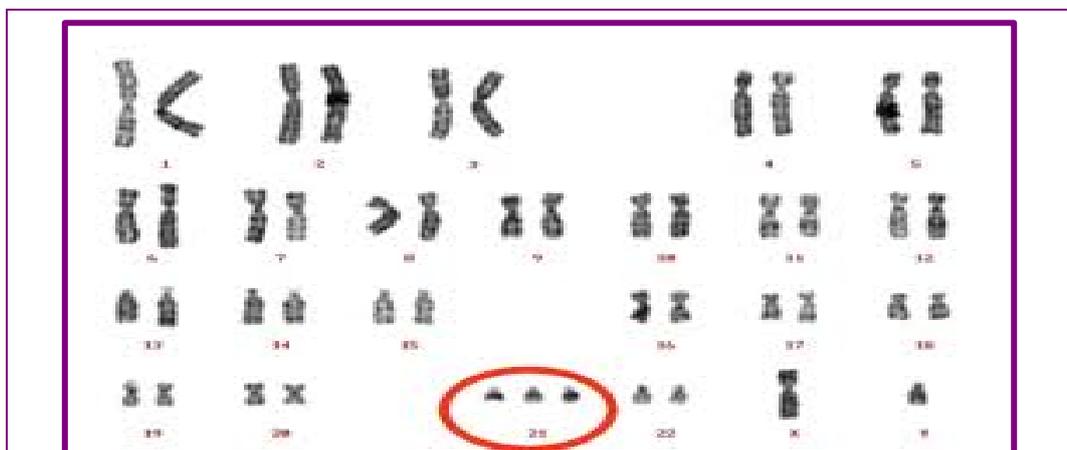
Tarea personal: ¿son importantes las mutaciones para la evolución de las especies?

Lea la información anterior y reflexione sobre ella, tratando de justificar las razones que expliquen los cambios que en ellas se presentan. Puede obtener más información a través de Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía):

- “Los insecticidas son eficaces en un momento determinado y los insectos mueren, pero con el tiempo dejan de serlo y no resultan letales para estos organismos”.
- “El cuello de las jirafas es más largo que el de sus antecesoras”.
- “Con el paso del tiempo, los topos han ido quedando prácticamente ciegos y han ido desarrollando unas patas que están muy bien adaptadas para construir galerías”.

Actividades propuestas

S25. Basándose en el siguiente cariotipo, conteste:



▪ ¿A qué especie pertenece el cariotipo? ¿Por qué?	
▪ ¿El cariotipo es de un macho o de una hembra? ¿Por qué?	
▪ ¿Hay alguna anomalía en el cariotipo?	

2.6 La transmisión de la información genética: los ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos son moléculas que se forman a partir de cadenas de polinucleótidos. Cada nucleótido se forma por la unión de tres moléculas: un glúcido monosacárido, una base nitrogenada y una molécula de ácido fosfórico. Según el tipo de nucleótidos y su estructura, se diferencian en los seres vivos dos tipos de ácidos nucleicos: el ADN y el ARN. Entre ambos van a llevar a cabo la transmisión de la información genética, como veremos a continuación.

Observe:

<p>Nucleótido</p> <p>Ácido fosfórico. Compuesto por fósforo e oxígeno.</p> <p>Base nitrogenada. Compuesto cíclico de carácter básico que contiene en su composición átomos de nitrógeno.</p> <p>As bases son: adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C), e adoptan representarse esquemáticamente así:</p> <p>Pentosa. Glúcido monosacárido de cinco átomos de carbono llamado desoxirribosa.</p>	<p>Los nucleótidos del ADN</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Todos los nucleótidos tienen en común la misma pentosa y el ácido fosfórico, diferenciándose en la base nitrogenada, que puede ser de cuatro tipos diferentes: A, T, G y C.▪ Por lo tanto, puede haber 4 nucleótidos diferentes con cada una de las bases nitrogenadas.▪ Los nucleótidos se unen entre sí mediante enlaces, formando largas cadenas que se llaman polinucleótidos.▪ En el orden de colocación de estos 4 nucleótidos, denominada "secuencia", reside la información para el mantenimiento y el desarrollo de la vida y sus características.
--	--

2.6.1 El ADN

El nombre completo es ácido desoxirribonucleico. Como ya se ha dicho anteriormente, es la molécula que almacena la información genética de la célula y, por lo tanto, del individuo. Tiene la propiedad de poder duplicarse a sí mismo, transmitiendo la información de generación en generación y, según "su información", determinar las proteínas que se van a sintetizar en cada momento. Según el tipo de organización celular, el ADN puede encontrarse en distintos lugares de la célula y presentar distintas características:

- En las células **eucariotas** se encuentra en el núcleo, constituido por **dos cadenas lineales asociadas a proteínas**, formando la cromatina que, al condensarse, origina los cromosomas (como ya se ha descrito en el apartado referente al ciclo celular). También hay ADN de doble cadena pero circular en las mitocondrias y en los cloroplastos.
- En las células **procariotas**, el cromosoma bacteriano es generalmente una doble cadena circular que no está delimitada por ninguna membrana.
- En los **virus**, el ADN es una molécula simple o doble, lineal o circular, que suele encontrarse encerrada en una cubierta proteica.

Observe:

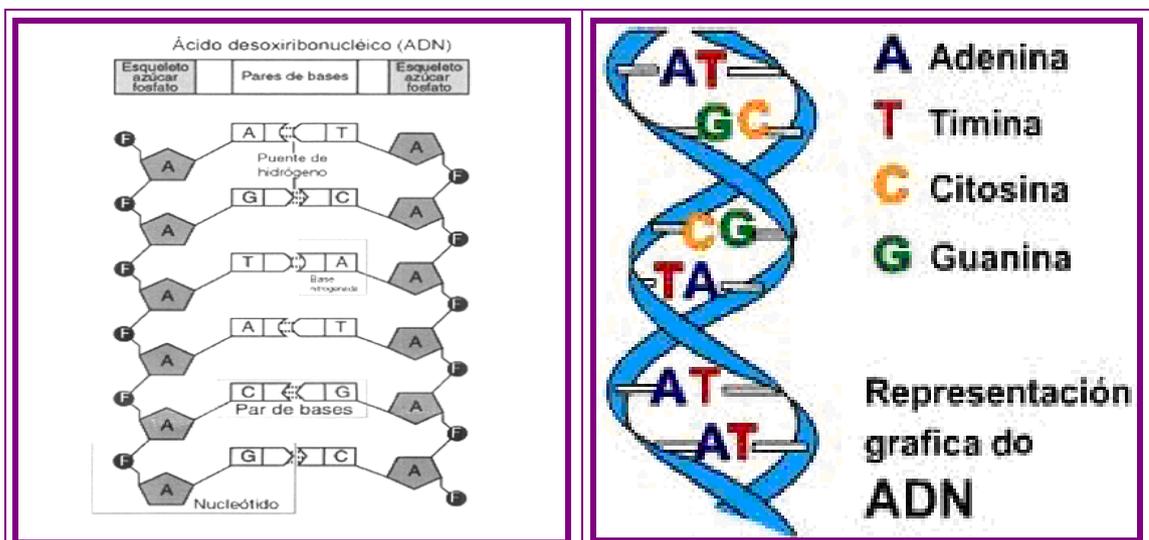
Los cloroplastos y las mitocondrias, orgánulos con mucha personalidad

- El ADN no solo existe en el núcleo de las células eucariotas, sino que también aparece en algunos orgánulos muy particulares, las mitocondrias y los cloroplastos.
- **Ambos tipos de orgánulos poseen su propia información genética**, es decir, su propio ADN funcionando con cierta autonomía dentro de la célula, lo cual hace pensar que, al igual que hacen muchos seres vivos en nuestro planeta, realmente las mitocondrias y los cloroplastos son células procariotas que viven en simbiosis con la célula en la que se encuentran (unión íntima en la que ambas salen beneficiadas y que no pueden vivir por separado).
- **Otra singularidad de las mitocondrias** de las células humanas es que todas proceden del óvulo de nuestra madre. Esto se debe a que, cuando el gameto masculino (espermatozoide) y el femenino (óvulo) se unen en la reproducción sexual, cada uno aporta la mitad de la información genética (ADN), formándose una nueva célula (huevo o cigoto) con la información genética completa procedente de los dos.
- **¿Qué pasa con el ADN de las mitocondrias?** El nuevo ser solo llevará las mitocondrias de su madre que estaban en el óvulo, ya que el espermatozoide, al fecundar el óvulo, solo introduce su núcleo y no entra ningún orgánulo del citoplasma, por lo tanto, no entra en el óvulo ninguna mitocondria. Por lo tanto, el ADN mitocondrial no se mezcla nunca y lo heredamos siempre "puro" por la línea materna, consecuentemente, salvo mutaciones, va a permanecer invariable. Esto hace que sea muy útil en los estudios genéticos para buscar parentescos entre poblaciones o individuos.

¿De qué está hecho el ADN?

Tiene una estructura formada por dos cadenas de **nucleótidos**. Los nucleótidos que forman parte del ADN van a estar formados por **desoxirribosa**, una base nitrogenada (**adenina, guanina, citosina y timina**) y una molécula de ácido fosfórico. Por lo tanto, la información del ADN está codificada por la "secuencia" de los cuatro posibles nucleótidos distintos, similar a un alfabeto de únicamente cuatro letras: **A, T, C, G**.

Las dos cadenas de nucleótidos están dispuestas en una doble espiral, en forma de escalera de caracol, manteniéndose juntas por unas uniones que se establecen entre las bases nitrogenadas de las dos cadenas, es decir, que las dos cadenas se disponen de forma antiparalela para que así se pueda establecer la unión entre ellas. Dichas uniones se establecen siempre entre A-T y G-C. Esta estructura fue descrita por **James Watson y Francis Crick**, en 1953, basándose en las aportaciones realizadas por otros investigadores, entre otros por **Rosalind Franklin**.



¿Cómo se descifra la información que posee el ADN?

Las investigaciones sobre cómo está codificada la información contenida en el ADN concluyeron en que estaría cifrada en códigos de tres letras, es decir, de tres nucleótidos, o “**tripleto de nucleótidos**”, que serían el equivalente a “una palabra”.

La combinación de palabras (“**tripletes**”) equivaldría a “una frase” capaz de aportar el mensaje o la información sobre un carácter de un ser vivo (el color de los ojos, la altura, el color del pelo, etc.). La información para dicho carácter (“la frase”) sería un **gen**. De tal forma que si varía una letra (nucleótido), puede variar también el mensaje de la frase. De modo similar, si varía el gen, variará la información para ese carácter. Las frases (genes) se agrupan y forman libros: **los cromosomas**. Es decir, que la información de un ser humano estaría contenida en los 46 cromosomas o 46 libros.

El genoma humano, es decir, la secuenciación de todo el ADN humano, fue finalmente conocido en abril del 2003 y, como se dijo en aquel momento, se secuenció el “libro de la vida”.

Observe:



- Severo Ochoa, nacido en Luarca, Asturias el 24 de Setiembre de 1905, fue galardonado con el **premio Nobel de Medicina** en 1959.
- Su contribución al conocimiento de cómo se descifra la información del ADN, es decir, la “clave genética” o “código genético”, lo hicieron merecedor del Nobel de Medicina.
- Sus descubrimientos abrieron la puerta a la ingeniería genética y, con ella, a posibilidades que hoy ya son conocidas por todos nosotros como las técnicas de clonación y la terapia génica.
- Más información:
<http://www.areaciencias.com/descubrimientoscientificos>

En la mayoría de las especies, todas las que tienen reproducción sexual, los individuos tienen un conjunto de genes heredados de sus dos progenitores. Esto significa que para un solo carácter el individuo tiene dos informaciones: la del gen heredado de su padre y la del gen heredado de su madre. Que se manifieste una característica u otra depende de si un gen es dominante sobre el otro recesivo.

Tarea personal: investigue cuál fue la contribución de Rosalind Franklin y de otros investigadores con respecto a la estructura del ADN

Utilice como herramienta la información que puede obtener a través de Internet (en alguna de las páginas que se proponen en la bibliografía).

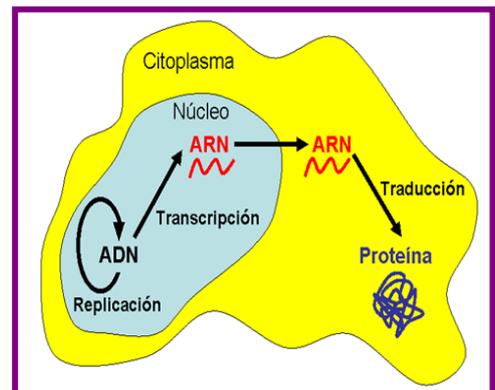
2.6.2 EI ARN

El nombre completo es ácido ribonucleico y corresponde a otro tipo de ácido nucleico que se encuentra en todos los seres vivos. También se forma a partir de la unión de muchos nucleótidos (polinucleótido), pero en una sola cadena. En este caso, los nucleótidos que lo forman poseen **ribosa** (en lugar de desoxirribosa), una base nitrogenada (**adenina, guanina, citosina y uracilo**) y una molécula de ácido fosfórico. Por lo tanto, también tiene cuatro nucleótidos diferentes, pero en este caso con: **A, G, C** y **U**. El ARN no posee nunca timina (T).

En las células eucariotas el ARN se localiza en el núcleo y en el citoplasma. Hay diversos tipos de ARN que se diferencian por su tamaño y su función concreta en el proceso de síntesis de proteínas (como veremos a continuación). Son los siguientes: ARN ribosómico (**ARNr**), ARN mensajero (**ARNm**) y ARN transferente (**ARNt**).

2.6.3 ¿Cómo se expresa finalmente la información genética?

La expresión final de la información genética va a ser la síntesis de una proteína que va a mostrar externamente un carácter (color verde o azul de los ojos, alto o bajo, rubio o moreno). La información necesaria para eso está en el ADN. Pero a partir del ADN no se sintetizan directamente las proteínas, a pesar de que en el ADN está la información necesaria para fabricarlas, esta tiene que ser “descodificada”. La molécula intermediaria en este proceso es el ARN mensajero. Esta descodificación y expresión final de la información genética se realiza en dos fases: la transcripción y la traducción.



- **La transcripción** se realiza en el núcleo:
 - El **ADN** sintetiza (fabrica) una molécula de **ARN mensajero** a partir de una de las cadenas del ADN. En concreto, donde está la información del carácter “gen” que se quiere sintetizar (fabricar), es decir, que el ADN **transcribe su información al ARNm**.
 - El ARNm sintetizado sale del núcleo a través de los poros de la envoltura nuclear y llega al citoplasma, donde se une a los ribosomas y comienza la segunda parte del proceso: la traducción.
- **La traducción**, en esta fase se sintetiza una **proteína** a partir de la unión de los aminoácidos que hayan sido determinados por la información contenida en la secuencia (**tripletes**) de nucleótidos del ARNm, que se llaman **codones**.

Observe:

La importancia del ARNt

- Los ribosomas «leen» el mensaje genético en grupos de tres nucleótidos (tripletes), denominados **codones**.
- Al ir avanzando el ribosoma sobre el ARNm, irá traduciendo cada codón al lenguaje de las proteínas, pero para esto se necesita la participación del ARNt, que selecciona un aminoácido específico para cada codón.
- De esta manera, la secuencia de bases del ARNm establece el orden en que se van añadiendo los aminoácidos en la cadena que formará la proteína.
- Simultáneamente, los aminoácidos que transportan los ARNt se irán uniendo mediante enlaces y se originará una molécula de proteína, que, una vez formada, desarrollará su función específica.

Actividades propuestas

S26. ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre el ADN y el ARN?

S27. ¿Qué es necesario que suceda para que se exprese un determinado carácter?

S28. El ADN es una molécula de gran tamaño que no puede atravesar la membrana que separa el núcleo del citoplasma. ¿Quién traslada su información hasta el citoplasma? Justifique como se realiza.

2.7 La ingeniería genética y sus aplicaciones

La ingeniería genética constituye un campo con espectaculares avances en los últimos años. Básicamente, las investigaciones se centran en las modificaciones del patrimonio genético de los organismos, introduciéndoles genes que les aportan nuevas características. Se denomina **organismo transgénico** aquel cuyo genoma ha sido modificado con genes procedentes de otra especie.

Las grandes áreas en que se emplean las técnicas de ingeniería genética son muchas. Destacamos: medicina, farmacología, agricultura, ganadería y medio ambiente.

2.7.1 Aplicaciones de la ingeniería genética en la medicina y en la farmacología

Las técnicas de ingeniería genética se emplean para la obtención de sustancias terapéuticas como vacunas, hormonas humanas (como la insulina necesaria para los diabéticos), factores de coagulación para los hemofílicos, etc.

Técnica del ADN recombinante

Mediante esta técnica de ingeniería genética es posible identificar y aislar un gen concreto, ya conocido y de efectos deseados, y transferirlo a una célula de otra especie, generalmente una bacteria, que lo incorpora como si fuese propio, serán estas bacterias las que fabriquen el producto deseado que codifica el gen.

Mediante esta técnica (ADN recombinante) se producen moléculas muy útiles para nuestra especie, como la insulina, la hormona de crecimiento o proteínas sanguíneas: factores de coagulación, antibióticos, interferones y algunas vacunas como las de la hepatitis A y B.

2.7.2 Aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura: plantas transgénicas

Para la obtención de plantas transgénicas de mayor rendimiento, más resistentes o de mejor calidad nutricional. Una **planta transgénica** es aquella a la que se le ha introducido un gen procedente de otro organismo y que, después de incorporado a su genoma, modifica sus características. De este modo, las plantas transformadas presentan características como por ejemplo:

- **Resistencia a parásitos o a depredadores**, introduciéndoles genes que producen toxinas, como en el caso del maíz.
- **Resistencia a herbicidas**: la soja, el algodón y el maíz resisten las altas concentraciones de herbicidas que se echan en los campos para erradicar malas hierbas.
- **Crecimiento más rápido** o adaptación a condiciones ambientales adversas.

Según se identifiquen nuevos genes, las plantas transgénicas podrán ser más resistentes al frío y a la sequía, o tolerar suelos salinos o altamente contaminados. Incluso se les podrían introducir genes humanos, lo que permitirá obtener determinadas proteínas humanas de uso farmacológico.

¿Por qué hay detractores de las plantas transgénicas?

Sin embargo, existen activos detractores de esta técnica que destacan los **riesgos** para el medio y para la salud de las personas, relacionados con el desconocimiento de sus consecuencias:

- **Pérdida de biodiversidad**. Las plantas transgénicas pueden invadir ecosistemas naturales y desplazar a las plantas propias de la zona.
- **“Salto” accidental de los genes transferidos a otras especies silvestres**. Podrían aparecer malas hierbas resistentes a herbicidas o bacterias patógenas resistentes a los antibióticos.
- **Efectos perjudiciales para la salud**, como problemas alérgicos.
- **Repercusiones socioeconómicas globales**, hacia los pequeños agricultores.

2.7.3 Aplicaciones de la ingeniería genética en la ganadería: la clonación

Al igual que en las plantas, se trata de obtener en este caso animales transgénicos en busca de una mejora ganadera o con aplicaciones biomédicas. Un **animal transgénico** es aquel al que se le ha introducido un gen procedente de otro organismo y que, después de incorporado a su genoma, modifica sus características. Las aplicaciones de la ingeniería genética en animales son diversas:

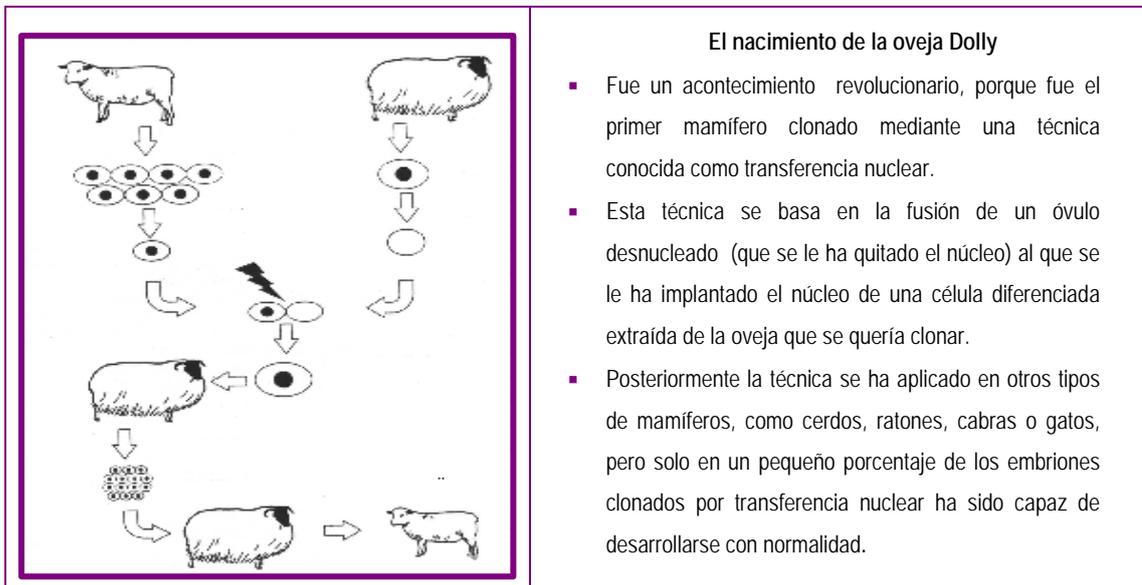
- **Mejora de la producción ganadera:** se está investigando para obtener ejemplares de animales de mayor valor productivo (mayor producción de leche, mejor calidad de la carne o mayor velocidad de crecimiento).
- **Conservación de especies en peligro de extinción:** o incluso obtener animales de compañía.
- **Aplicaciones médicas o farmacológicas:** en este grupo podemos diferenciar su uso para:
 - **Obtener fármacos:** combinando la clonación con la modificación genética, se pueden obtener clones de animales productores de medicamentos. Por ejemplo, clones de cabras que contienen en su leche proteínas medicinales para tratar determinadas enfermedades de los seres humanos.
 - **Genotrasplantes:** obtención de órganos animales con genes humanos para no ser rechazados en trasplantes.
 - **Nutrición:** animales con carnes y huevos con menos colesterol y grasas.

Sin embargo, al hablar de ingeniería genética aplicada a los animales, la asociamos a la clonación. De hecho, en la actualidad se está investigando al mismo tiempo en la producción de animales clónicos y transgénicos.

¿Qué se entiende por clonar?

Clonar un organismo significa hacer una o varias copias idénticas a la original. Se distinguen dos tipos de clonación, la reproductiva y la terapéutica:

- **Clonación reproductiva de animales:** este tipo de clonación tiene como objetivo conseguir individuos idénticos entre sí. Existen varios métodos de clonación. Hasta julio de 1996 se partía de un cigoto, resultado de la fecundación de un óvulo y de un espermatozoide, y después de la primera división se implantaba cada célula hija en una madre portadora para obtener dos clones (es como se forman los gemelos de forma natural).



- **Clonación terapéutica:** se utiliza para obtener células madre de los embriones que posteriormente se emplean para regenerar tejidos u órganos. Las “**células madre**” son células capaces de autorrenovarse por casi infinitas divisiones, o bien de continuar la vía de diferenciación celular hasta producir células especializadas.

Observe:

Tipos de células madre

- **Embrionarias:** estas células se encuentran en el embrión de hasta 4-5 días de edad y tienen la capacidad de formar todos los tipos de células de los tejidos de un organismo adulto. Una característica fundamental de las células madre embrionarias es que pueden mantenerse (en el cuerpo o en una placa de cultivo) de forma indefinida. El hecho de que una sola célula madre sea capaz de formar casi cualquier tipo de célula abre el uso de estas células como forma de experimentación para curar enfermedades o regenerar tejidos dañados. Es frecuente en la actualidad que se congele parte del cordón umbilical del bebé, ya que en el futuro sería una importante fuente de células madre.
- **Adultas:** en los individuos adultos también hay células madre que son capaces de diferenciarse para generar nuevos tejidos. En su mayoría se encuentran en la médula ósea, en la piel, pero también se pueden encontrar en otros tejidos. **En un principio se pensó que solo podrían generar células de su mismo tejido.** Por ejemplo, una célula madre de la médula ósea podría formar glóbulos rojos de la sangre, pero no podría generar una neurona; una célula madre de la piel podría generar nuevas células de la piel, pero no células sanguíneas, etc. Sin embargo, estudios recientes demostraron que no es así, ya que se pueden obtener células sanguíneas a partir de células madre neuronales, y cada día se descubren más casos debido a las continuas investigaciones.
- El hecho de que las células madre adultas tengan una potencialidad mayor de la que se pensaba abre nuevos caminos a la investigación en cuanto a la terapia génica y biomedicina, puesto que es más fácil trabajar con células adultas que con células embrionarias. Además, las leyes de muchos países sobre la manipulación de embriones humanos limitan el avance en este campo.

¿Por qué hay detractores de la manipulación genética en animales?

La manipulación genética en animales, igual que en las plantas, abre un debate ético por las posibles repercusiones sociales, económicas y sanitarias. Ha sido el caso de las investigaciones para genotrasplantes a partir de cerdos, que ha supuesto una moratoria al descubrirse que, con frecuencia, los cerdos son portadores de virus que podrían provocar que alguna variante vírica afecte al ser humano.

¿Por qué es controvertida la investigación con células madre?

La controversia sobre las células madre y el **debate ético** sobre las investigaciones de la creación, uso y destrucción de las células madre embrionarias sigue abierto en la actualidad, centrándose entre otros puntos en los siguientes:

- La oposición a las investigaciones dice que esta práctica puede llevar a la clonación y, fundamentalmente, a la desvalorización de la vida humana.
- Contrariamente, las investigaciones médicas opinan que es necesario proseguir con la experimentación con células madre embrionarias, porque las tecnologías resultantes podrían tener un gran potencial médico y el exceso embrionario creado por la fertilización *in vitro* puede ser donado para las investigaciones.
- Este argumento, en vez de calmar la oposición, ha producido conflictos con el movimiento *Pro-Life* (Pro-Vida), quien se adjudica la protección de embriones humanos.
- El debate constante ha hecho que autoridades de todo el mundo busquen la regularidad en sus trabajos.

La realidad es que existe un conflicto ético-científico que hace que no haya unanimidad sobre el tema.

2.7.4 Aplicaciones de la ingeniería genética en la protección ambiental

Su objetivo es desarrollar nuevos organismos que colaboren en la limpieza del medio ambiente.

De hecho, cada vez es más habitual el uso de microorganismos genéticamente modificados para algunas aplicaciones ambientales. Así:

- Las **bacterias utilizadas para la limpieza del vertido de fuel** del Prestige en nuestras costas. Aunque estas bacterias de forma natural ya degradan derivados del petróleo, la ingeniería genética les confiere una mayor resistencia a determinadas condiciones ambientales de la zona afectada.
- **Bacterias modificadas genéticamente capaces de degradar residuos de origen industrial, agrícola o urbano**, así como aguas o suelos contaminados con metales pesados. Estas últimas se utilizaron para limpiar la contaminación en los alrededores del Parque Nacional de Doñana a raíz del accidente de las minas de Aznalcóllar (1998).



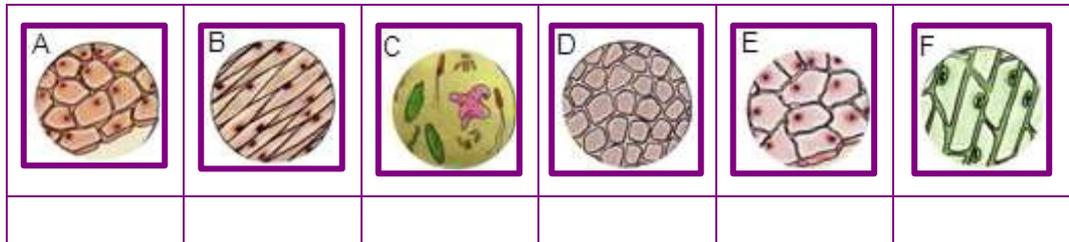
Actividades propuestas

- S29. ¿Qué es la ingeniería genética?
- S30. ¿Qué es un organismo transgénico? Explique las áreas de uso de la ingeniería genética.
- S31. ¿Qué ventajas tiene producir estas moléculas por las bacterias modificadas?
- S32. ¿Qué es una planta transgénica?
- S33. ¿Por qué algunas plantas transgénicas tienen una mayor resistencia a las plagas?
- S34. ¿Por qué la ingeniería genética y la clonación de organismos son dos tecnologías que suelen ir unidas?
- S35. ¿Qué aporta la clonación en la problemática de los rechazos de órganos?

3. Actividades finales

S36. ¿De qué células evolucionaron las células eucariotas? Justifique su respuesta.

S37. A continuación aparecen varias muestras observadas al microscopio. Señale las que corresponden a organismos unicelulares y a tejidos. Indique la muestra en la que las células no están completas (carecen de una parte).



S38. Las células de las glándulas están especializadas en la producción y secreción de determinadas sustancias, como puede ser la leche de las glándulas mamarias, la saliva de las glándulas salivares o los jugos gástricos de las glándulas digestivas. ¿Qué orgánulos celulares cree que estarán más desarrollados y serán más abundantes en estas células?

S39. ¿Qué orgánulo celular deberá estar presente en una cantidad elevada en células que necesitan un gran gasto energético como una célula del corazón o una muscular?

S40. ¿En qué consiste la fotosíntesis?

S41. ¿En qué consiste la respiración celular?

S42. ¿De dónde obtienen las células vegetales la materia orgánica que se oxida en la respiración celular? ¿Y los animales?

S43. ¿Qué ocurriría si los gametos humanos fuesen células diploides? ¿Cuántos cromosomas tendrían los hijos?

S44. ¿Para qué sirve la mitosis en un ser unicelular eucariota?

S45. ¿Alguna célula humana es capaz de realizar la mitosis? Razone la respuesta.

- S46. Si las células hijas obtenidas al final de la mitosis se volvieran a dividir, ¿qué tendría que sucederle al material genético en la interfase?
- S47. ¿Si una mujer y un hombre tienen un hijo, cuántos cromosomas tendrían el espermatozoide y el óvulo? ¿Cuántos cromosomas tendrá el hijo?
- S48. ¿En qué consiste la ingeniería genética de ADN recombinante?
- S49. ¿Cuáles son las posibles aplicaciones de la ingeniería genética en farmacología y para la limpieza del ambiente?
- S50. Indique las ventajas y los inconvenientes de la utilización de plantas transgénicas.
- S51. ¿Qué es la clonación reproductiva?
- S52. Cite algunos ejemplos de las utilidades de los animales transgénicos.

4. Solucionario

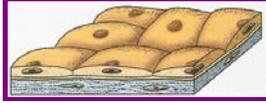
4.1 Soluciones de las actividades propuestas

- S1. *Los principios activos orgánicos aparecen solamente en la materia viva, mientras que los principios activos inorgánicos son comunes a la materia viva y a la materia no viva.*
- S2. *El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que experimentan los nutrientes en el interior de la célula. Pueden ser de dos tipos: el anabolismo, que sirve para formar sustancias complejas a partir de sustancias simples y para eso precisa de energía. El catabolismo, que sirve para obtener energía a partir de transformar (romper) sustancias complejas en otras más simples.*
- S3. *Respuesta personal.*
- S4. *El eritrocito: célula; la sangre: tejido; el páncreas: órgano; un lípido: biomolécula; el agua: molécula; el oxígeno: átomo o molécula.*
- S5. *Es la menor porción de materia organizada para poder nutrirse, relacionarse y reproducirse. Todos los seres vivos están formados por células.*
- S6.

Lista	Formados por células	No formados por células
<ul style="list-style-type: none">▪ Sangre▪ Agua▪ Hueso▪ Tapón de corcho▪ Hoja de la cebolla▪ Roca▪ Piel de rana▪ Sal	Sangre, hueso, tapón de corcho, hoja de la cebolla, piel de rana.	Agua, roca, sal.

- S7. *Las células de los seres pluricelulares tendrán formas que dependerán de la función que desempeñen en ese organismo.*

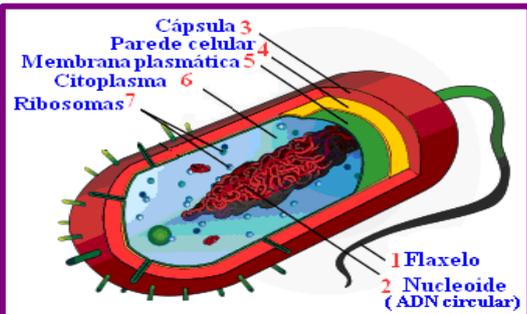
S8.

	Forma celular	Respuesta	Función
A		E	<ul style="list-style-type: none"> Neurona. Célula especializada en transmitir señales eléctricas a gran velocidad.
B		C	<ul style="list-style-type: none"> Glóbulo rojo o hematíe. Célula especializada en transportar oxígeno a las células.
C		A	<ul style="list-style-type: none"> Células epiteliales. La forma es una perfecta adaptación para recubrir y proteger las superficies corporales.
C		B	<ul style="list-style-type: none"> Enterocito. Recubre la pared interior del tubo digestivo especializada en la absorción de sustancias.
E		C	<ul style="list-style-type: none"> Espermatozoide. Célula especializada en desplazarse al encuentro del óvulo para fecundarlo.

S9.

<ul style="list-style-type: none"> Los animales son seres unicelulares. 	F	<i>Son seres pluricelulares, con muchas células.</i>
<ul style="list-style-type: none"> Las células tienen, todas, la misma forma pero distinto tamaño. 	F	<i>Tienen formas distintas y distintos tamaños.</i>
<ul style="list-style-type: none"> Los seres unicelulares, en general, son microscópicos. 	V	
<ul style="list-style-type: none"> Un insecto y una ballena tienen células de tamaño similar. 	V	

S10.



1. Flagelo
2. Nucleoide
3. Cápsula
4. Pared celular
5. Membrana plasmática
6. 6. Citoplasma
7. Ribosomas

S11. *Las células eucariotas tienen un núcleo definido, delimitado por una membrana nuclear que envuelve el material hereditario, mientras que la procariota lo tiene disperso en el citoplasma.*

S12.

Afirmación	V/F	Corrección (si procede)
<ul style="list-style-type: none"> Todas las células tienen núcleo. 	F	Las células procariotas carecen de núcleo.
<ul style="list-style-type: none"> Todas las células provienen de la reproducción de otras células. 	V	
<ul style="list-style-type: none"> La célula es la unidad vital. 	V	
<ul style="list-style-type: none"> Las células procariotas carecen de membrana celular. 	F	Todas las células, tanto las procariotas como las eucariotas, tienen membrana celular o plasmática.
<ul style="list-style-type: none"> Las células procariotas carecen de información genética. 	F	Las células procariotas tienen información genética, ADN, disperso en el citoplasma.
<ul style="list-style-type: none"> Existen células procariotas capaces de hacer la fotosíntesis. 	V	
<ul style="list-style-type: none"> Las células procariotas pueden formar seres pluricelulares. 	F	Forman seres unicelulares y, en algún caso, colonias, pero nunca seres pluricelulares.
<ul style="list-style-type: none"> Existen seres formados por una sola célula eucariota. 	V	

S13.

Es una célula eucariota, ya que posee un núcleo verdadero.

Es del reino vegetal, porque presenta cloroplastos, pared celular y tiene una gran vacuola que ocupa la mayor parte del citoplasma.

S14.

Orgánulo	Características
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: aparato de Golgi. Se encuentra en las células: animales y vegetales. Función: fabricar sustancias y empaquetarlas en vesículas.
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: pared celular. Se encuentra en las células: vegetales. Función: dar forma y protección a la célula.
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: centrosoma (dos centriolos). Se encuentra en las células: animales. Función: hacer de esqueleto celular e intervenir en la división celular.
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: vacuola. Se encuentra en las células: animales y vegetales. Función: almacenar sustancias.
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: mitocondria. Se encuentra en las células: animales y vegetales. Función: realizar la respiración celular.
	<ul style="list-style-type: none"> Nombre: cloroplasto. Se encuentra en las células: vegetales. Función: realizar la fotosíntesis.

S15.

Letra	Funciones	Letra	Orgánulos
A	<ul style="list-style-type: none"> Síntesis de proteínas. 	F	<ul style="list-style-type: none"> Membrana celular.
B	<ul style="list-style-type: none"> Regula las funciones de la célula. 	A	<ul style="list-style-type: none"> Ribosomas.
C	<ul style="list-style-type: none"> Fotosíntesis. 	E	<ul style="list-style-type: none"> Lisosomas.
D	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación y circulación de sustancias. 	H	<ul style="list-style-type: none"> Aparato de Golgi.
E	<ul style="list-style-type: none"> Digestión celular. 	B	<ul style="list-style-type: none"> Núcleo.
F	<ul style="list-style-type: none"> Separa la célula del medio que la rodea. 	G	<ul style="list-style-type: none"> Mitocondrias.
G	<ul style="list-style-type: none"> Orgánulo donde se lleva a cabo la respiración celular. 	C	<ul style="list-style-type: none"> Cloroplastos.
H	<ul style="list-style-type: none"> Incorpora y libera distintos productos que la célula fabrica en el retículo. 	D	<ul style="list-style-type: none"> Reticulo endoplasmático.

S16. *Cada cromosoma tiene dos partes iguales (las cromátidas), porque durante la interfase la molécula de ADN que lo forma se duplica. La duplicación es necesaria para garantizar que, cuando la célula se divide en la reproducción, las células hijas reciban los mismos cromosomas que la célula madre.*

S17.

Afirmación.	V/F	Corrección (si procede).
<ul style="list-style-type: none"> Una célula tiene la misma cantidad de ADN al inicio y al final de la interfase. 	F	<ul style="list-style-type: none"> La cantidad de ADN al final de la interfase es el doble que al principio.
<ul style="list-style-type: none"> Cromosomas y cromatina están formados por la misma sustancia, el ADN, pero con distinto grado de empaquetado. 	V	
<ul style="list-style-type: none"> Cromatina y cromátida es lo mismo. 	F	<ul style="list-style-type: none"> La cromatina es el ADN de la célula durante la interfase, mientras que la cromátida es cada parte de un cromosoma como resultado de la duplicación del ADN. Los cromosomas y las cromátidas solo se visualizan durante la división.
<ul style="list-style-type: none"> Un cromosoma puede considerarse como un conjunto de genes. 	V	

S18. *La célula diploide contiene cromosomas que se pueden agrupar en parejas de homólogos (2n). Los cromosomas de las células haploides no pueden agruparse por parejas (n).*

S19.

<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas moléculas de ADN (cromátidas) tiene? 	20
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas moléculas de ADN tendrá cada núcleo hijo? 	10
<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué le ha pasado, en cuanto al número de moléculas de ADN, desde que se inicia la mitosis hasta que finaliza? 	Cada cromátida (molécula de ADN) de cada cromosoma va para una célula hija.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Serán idénticas las células hijas a la célula original? ¿Por qué? 	Sí, las cromátidas que reciben las células hijas proceden de la duplicación del ADN y son genéticamente idénticas.

S20.

<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma de la célula al comienzo del proceso? 	<p><i>Cada cromosoma tiene dos cromátidas.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas células hay al final de la primera división meiótica? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 	<p><i>Dos células. Cada célula tiene dos cromosomas. Dos cromátidas.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas células hay al final de la segunda división? ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula? ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 	<p><i>Cuatro células. Cada célula tiene dos cromosomas. Una cromátida.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas cromátidas, en total, hay al principio del proceso? ¿Y al final? 	<p><i>Tanto al principio como al final hay ocho cromátidas en total.</i></p>

S21. *Los organismos con reproducción sexual necesitan la meiosis para que los gametos tengan la mitad de cromosomas, es decir, haploides, y al fusionarse en la fecundación no se doble el número de cromosomas en la siguiente generación.*

S22. *Las principales diferencias son que en la mitosis se obtienen dos células, mientras que en la meiosis se obtienen cuatro. En la mitosis cada célula hija tiene el mismo ADN que la célula original, mientras que en la meiosis las células hijas tienen la mitad respecto la célula original.*

S23. *No, siempre encontraremos, en cualquier especie, un par de heterocromosomas que determinarán el sexo de la especie.*

S24.

<ul style="list-style-type: none"> ¿A qué especie pertenece el cariotipo? ¿Por qué? 	<ul style="list-style-type: none"> A la especie humana, por tener 23 pares de cromosomas.
<ul style="list-style-type: none"> ¿El cariotipo es de un macho o de una hembra? ¿Por qué? 	<ul style="list-style-type: none"> De un macho, porque tiene un cromosoma Y.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Hay alguna anomalía en el cariotipo? 	<ul style="list-style-type: none"> Sí, no tiene un número par en todos los cromosomas.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas hay? ¿Se trata de una célula diploide o haploide? ¿Por qué? 	<ul style="list-style-type: none"> Hay 46 cromosomas. Se trata de una célula diploide, al estar los cromosomas por pares.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántas cromátidas tiene cada cromosoma? 	<ul style="list-style-type: none"> Cada cromosoma tiene dos cromátidas.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas encontraríamos en un gameto de este individuo? 	<ul style="list-style-type: none"> En un gameto de este individuo encontraremos 23 cromosomas.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Es el cariotipo de un hombre o de una mujer? 	<ul style="list-style-type: none"> Es el cariotipo de una mujer, por tener dos cromosomas X.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuántos cromosomas son autosomas? ¿Cuántos son heterocromosomas? 	<ul style="list-style-type: none"> Los autosomas son 22 pares de cromosomas. Un heterocromosoma, el par sexual, XX.
<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué fase del ciclo celular (interfase o mitosis) cree que se han fotografiado los cromosomas? 	<ul style="list-style-type: none"> En la mitosis, única fase en que se visualizan los cromosomas; en la interfase el material genético se organiza en forma de cromatina.

S25.

<ul style="list-style-type: none">▪ ¿A qué especie pertenece el cariotipo? ¿Por qué?	<i>A la especie humana, por tener 23 pares de cromosomas.</i>
<ul style="list-style-type: none">▪ ¿El cariotipo es de un macho o de una hembra? ¿Por qué?	<i>De un macho, porque tiene un cromosoma Y.</i>
<ul style="list-style-type: none">▪ ¿Hay alguna anomalía en el cariotipo?	<i>Sí, no tiene un número par en todos los cromosomas.</i>

S26. *ADN: composición desoxirribosa; A, T; G, C. Estructura: dos cadenas de polinucleótidos enrolladas en forma de doble hélice. Las dos cadenas antiparalelas. Se sitúa en el núcleo, en las mitocondrias y cloroplastos (en las células eucariotas). Su función es almacenar la información genética.*

ARN. Composición: ribosa; A, U, G y C. Estructura: una sola cadena de polinucleótidos con diferente forma según el tipo: ARNm, ARNr y ARNt. Función: actúan en la síntesis de proteínas.

S27. *Es preciso que exista un gen que contenga la información para sintetizar una proteína, que es necesaria para que se exprese/manifieste ese carácter. Es muy frecuente que para un carácter existan por lo menos dos genes, lo que ocurre en los organismos diploides como el ser humano.*

S28. *Quien transporta la información del ADN es el ARNm. Un fragmento del ADN (un gen) se transcribe a una cadena de ARNm, que sale del núcleo a través de los poros de la envoltura nuclear y llega al citoplasma, donde se une a los ribosomas, y comienza la segunda parte del proceso, la traducción.*

S29. *La ingeniería genética es el conjunto de técnicas por las que se modifica el ADN de los organismos en busca de diversos objetivos.*

S30. *Un organismo transgénico es aquel al que se le han añadido genes procedentes de otra especie. Las áreas de utilización de la ingeniería genética son la agricultura, la ganadería y la protección del medio.*

S31. *La ventaja es que se pueden obtener moléculas con aplicaciones médicas o farmacológicas a gran escala, ya que las bacterias se reproducen muy rápido y cada bacteria modificada sería capaz de originar un producto deseado (insulina, vacunas...).*

S32. *Una planta transgénica es aquella a la que se le ha introducido un gen procedente de otro organismo que, después de incorporado a su genoma, modifica sus características en busca de alguna utilidad.*

- S33. *Algunas plantas transgénicas tienen una mayor resistencia a las plagas, porque se les ha introducido un gen que produce toxinas frente a los parásitos responsables de la plaga.*
- S34. *Porque la clonación permite obtener un organismo (planta, animal o microorganismo) a partir de una célula inicial cuyo genoma ha sido modificado por ingeniería genética.*
- S35. *La clonación de animales modificados genéticamente con proteínas humanas supondría una reducción del rechazo de órganos.*

4.2 Soluciones de las actividades finales

- S36. Surgieron a partir de algunas células procariotas hace 1500 millones de años.
- S37. Organismos unicelulares: C.
- Tejidos: A, B, E y F.
 - Células que carecen de núcleo: D.
- S38. Todos aquellos orgánulos implicados en la producción de sustancias como el retículo endoplasmático (liso y rugoso) y especialmente el aparato de Golgi.
- S39. Las mitocondrias, que son las encargadas de producir energía.
- S40. La fotosíntesis es una reacción química realizada en los cloroplastos (y por lo tanto exclusiva de los vegetales) que consiste en la fabricación de materia orgánica a partir de materia inorgánica (agua y CO₂) empleando la energía de la luz solar.
- S41. La respiración es una reacción química realizada en las mitocondrias (y por lo tanto común a animales y vegetales) que consiste en la reacción de materia orgánica con el oxígeno, liberando energía química que será utilizada por la célula, como desecho se libera CO₂ a la atmósfera.
- S42. Los vegetales obtienen la materia orgánica de sí mismos, ya que la producen mediante la fotosíntesis. Los animales deben incorporar la materia orgánica en su alimentación procedente de vegetales (herbívoros) o de otros animales (carnívoros).
- S43. Si los gametos fuesen diploides (46 cromosomas) al juntarse durante la fecundación resultaría una célula huevo con el doble de cromosomas (92) que sus progenitores, cosa imposible, pues cada especie viene determinada por un número fijo de cromosomas.
- S44. En los seres unicelulares la mitosis es una forma de reproducción que garantiza que las células hijas tengan los mismos cromosomas que la célula madre.
- S45. Todas aquellas células que se reproducen para reponer las ya muertas, dañadas o viejas, o durante el crecimiento del organismo, lo hacen mediante mitosis, por lo que es un medio muy común de reproducción celular. Las únicas células humanas que no sufren mitosis son las que dan lugar a los gametos, que lo hacen por meiosis.
- S46. Durante la interfase que precede a una mitosis el ADN se duplica para permitir que, una vez dividida la célula madre, cada una de las dos células hijas lleve la misma información genética que aquella.

- S47. Tanto el espermatozoide como el óvulo tienen 23 cromosomas, de modo que, una vez fecundados, la célula huevo que dará lugar al hijo tenga $23 + 23 = 46$ cromosomas.
- S48. El ADN recombinante es una técnica de ingeniería genética que consiste en cortar, aislar y unir distintos fragmentos de ADN (manipular el ADN) para crear un ADN nuevo.
- S49. Mediante las técnicas de ADN recombinante se obtienen productos de interés farmacológico como la insulina, la hormona del crecimiento, antibióticos, vacunas, etc. Para la lucha contra la contaminación ambiental, la ingeniería genética permite crear bacterias que degradan el petróleo y los residuos de origen industrial, agrícola o urbano.
- S50. **Ventajas:** resistencia ante parásitos, depredadores y herbicidas; crecimiento más rápido, que conduce a una mayor productividad; adaptación a condiciones ambientales adversas (frío, sequía, etc.).
- Inconvenientes:** pérdida de biodiversidad como consecuencia de su mayor fortaleza; efectos perjudiciales para la salud; monopolio de las grandes empresas, que son las que controlan las producciones transgénicas; “contaminación” de las características transgénicas a otras especies.
- S51. Es un tipo de clonación que tiene como objetivo conseguir individuos genéticamente idénticos entre sí.
- S52. Mejora de la producción ganadera, conservación de especies en peligro de extinción, obtención de fármacos, obtención de órganos animales con genes humanos para no ser rechazados en trasplantes.

5. Glosario

A	▪ ADN recombinante	Molécula de ADN formada por la unión de pedazos de ADN de origen diferente mediante técnicas de ingeniería genética.
	▪ Alelo	Cada uno de los genes que porta la pareja de cromosomas homólogos que definen un determinado carácter.
	▪ Antibiótico	Sustancia química natural o sintética capaz de combatir infecciones por microbios.
B	▪ Biorremediación	Se define como la utilización de los seres vivos para restaurar ambientes contaminados. Los más usados son microorganismos y plantas.
C	▪ 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 fruto de la unión de un gameto masculino y otro femenino. También llamada célula huevo.
	▪ Clonación	Procedimiento por el que se obtienen clones, es decir, grupos de organismos o de células genéticamente idénticos.
	▪ Cromátida	Cada una de las dos copias que forman un cromosoma duplicado.
	▪ Cromosoma	Estructura con forma de bastón constituido por ADN y localizado en el núcleo celular.
	▪ Cromosomas homólogos	Cromosomas de forma idéntica que llevan información para los mismos caracteres, aunque cada información sea distinta.
D	▪ Depredador	Organismo que se alimenta matando a otro organismo vivo (la presa).
E	▪ Eucariota	Organización celular caracterizada por la presencia de un núcleo delimitado por membrana.
F	▪ Fenotipo	Es la expresión externa del genotipo después de interactuar con el medio ambiente en el que vive ese organismo.
	▪ Fisiología	Ciencia que estudia el funcionamiento de los órganos y de los tejidos de los seres vivos.
G	▪ Gameto	Célula reproductora propia de la reproducción sexual. Puede ser masculina (espermatozoide) o femenina (óvulo).
	▪ Gen	Trozo de ADN que lleva codificada la información para un determinado carácter.
	▪ Genoma	Conjunto de genes de un organismo o de una especie.
	▪ Genotipo	Es el conjunto de todos los genes de un organismo.
H	▪ Herbicida	Sustancia que ataca totalmente o de forma discriminada a vegetales.
	▪ Heterocigoto	Los dos genes (alelos) llevan información distinta para un determinado carácter.
	▪ Homocigoto	Los dos genes (alelos) llevan la misma información para un determinado carácter.
	▪ Huso mitótico	Estructura citoplasmática formada por finas fibras proteicas que se extiende entre los dos polos de la célula durante la mitosis. Se une a los cromosomas por el centrómero y los arrastra a los polos durante la anafase.
M	▪ Material genético	Molécula que contiene la información genética de un individuo. Generalmente es el ADN.
	▪ Mitosis	Tipo de división celular en la que de una célula madre se obtienen dos células hijas con igual número de cromosomas, genéticamente idénticas entre sí y a la célula madre.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monera 	Uno de los reinos en que se clasifican los seres vivos. Incluye a los seres vivos con células procariotas (las bacterias y las cianobacterias).
N	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nucleótido 	Cada una de las subunidades que se unen para formar ADN o ARN.
O	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orgánulo 	Estructura del interior de la célula. Literalmente significa "pequeño órgano".
P	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parásito 	Organismo que se alimenta de otro organismo (huésped) sin matarlo.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pluricelular 	Organismo formado por más de una célula.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procariota 	Tipo de organización celular sin verdadero núcleo, de modo que el material genético se encuentra disperso por el citoplasma.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto de desecho 	Sustancias residuales procedentes de la actividad vital de las células.
S	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustancia patógena 	En general, cualquier sustancia u organismo (patógeno) causante de una enfermedad.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustancia terapéutica 	Sustancias naturales o artificiales utilizadas para combatir enfermedades de distinto origen.
T	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tejido 	Conjunto de células especializadas, generalmente de un mismo tipo, organizadas para realizar una función común.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toxina 	Veneno elaborado por organismos vivos.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transgénico 	Organismo cuyo genoma ha sido modificado por ingeniería genética. // Alimento obtenido de o con la colaboración de organismos genéticamente modificados.
U	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unicelular 	Ser vivo formado por una sola célula.
V	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vacuna 	Sustancia que contiene virus muertos o atenuados mediante diversas técnicas que, al ser introducidos en un organismo, activan las defensas de este.

6. Bibliografía y recursos

Bibliografía

- Puede utilizar como complemento libros de textos de 3.º y 4.º de ESO de las editoriales más frecuentes en el mercado de la última edición, es decir, que sigan la legislación actual.
- *Natureza 3 y 4. Educación secundaria para personas adultas a distancia.* Ed. CNICE. Safel.
- También puede complementar con la lectura de alguno de los siguientes libros de divulgación científica:
 - Chalmers, A.F. 1994. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Ed. Siglo XXI. Madrid.
 - Di Trocchio, F. 2002. *Las mentiras de la ciencia.* Ed. Alianza. Madrid.
 - Messadié, G. 1999. *Los grandes descubrimientos de la ciencia.* Ed. Alianza. Madrid.
 - Watson, James. 1994. *La doble hélice. Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN.* Ed. Salvat. Barcelona.

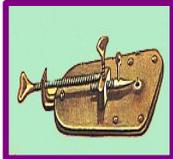
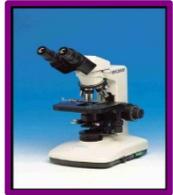
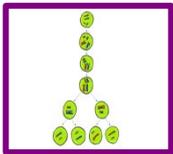
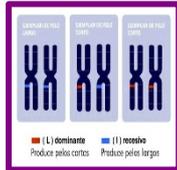
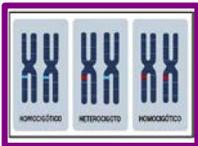
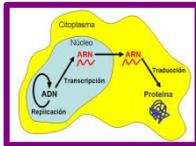
Enlaces de Internet

Recomendamos unas páginas para los contenidos de la unidad. En ellas, además de reforzar o ampliar los contenidos, se proponen actividades muy interesantes.

- Página muy recomendable, donde se tratan todos los temas de la unidad en los distintos niveles de secundaria:
<http://www.edu.xunta.es/contenidos/sec/biologia/biosfera/index.htm>
- Enlaza con otras páginas en gallego relacionadas con esta unidad.
<http://ccnmbioxeo.blogspot.com>
- Páginas sobre la célula como unidad de los seres vivos:
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/seruni-pluricelulares/index.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9lula>
- Páginas de animaciones sobre la célula y sus estructuras:
<http://www.youtube.com/watch?v=IKcK29LwY8g&feature=related>
<http://www.biologia.edu.ar/animaciones/index.htm>
- Páginas concretas sobre el núcleo y el ciclo celular.
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm#caricinesis>
<http://www.joseacortes.com/practicas/cariotipo.htm>
- Páginas de animaciones sobre la mitosis y meiosis:
<http://www.johnkyrk.com/mitosis.esp.html>
<http://www.youtube.com/watch?v=VIN7K1-9QB0>

7. Anexo. Licencia de recursos

Licencias de recursos utilizados en esta unidad didáctica

RECURSO	DATOS DEL RECURSO	RECURSO	DATOS DEL RECURSO
 RECURSO 1	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://www.google.es/url?sa=i&rc=t=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiX8K36qzSAhWD2BoKHZmHBjYQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.investigacionyiciencia.es%2Fblogs%2Fmedicina-y-biologia%2F43%2Fposts%2Flos-microscopios-de-van-leeuwenhoek-13351&psig=AFQjCNHvN8Hj8nLKXgpl4CVSeAN050Nog&ust=1490897778814808 	 RECURSO 2	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Hooke_Microscope.jpg/220px-Hooke_Microscope.jpg
 RECURSO 3	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://www.google.es/url?sa=i&rc=t=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjUv-W0p_zSAhVJnRoKHewGCpsQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fes.interest.com%2Fexplore%2Fmicroscopiooptico%2F&bvm=bv.151325232,d.d2s&psig=AFQjCNG4gg_Ms0htucolduXOa1490897266903506 	 RECURSO 4	<ul style="list-style-type: none"> Procedencia: https://www.google.es/url?sa=i&rc=t=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiv0Zrwp_zSAhVG1BoKHVHCDoAQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Felectronicos.blogspot.com%2F&psig=AFQjCNE8vBgXhFcVvSvChNLzoorMuPGZmRw&ust=1490897415752715
 RECURSO 5	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://www.google.es/search?q=imagenes+de+mendel&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=aZhMbe9P4PQRtM%253A%253Bs3YMhSCxXrXA9M%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fes.wikipedia.org%25252Fwiki%25252FLeyes_de_Mendel& 	 RECURSO 6	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d3/Severo_Ochoa_1959.jpg/240px-Severo_Ochoa_1959.jpg
 RECURSO 7	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://images.nigms.nih.gov/_layouts/download.aspx?SourceUrl=https://images.nigms.nih.gov/PublicAssets/2545/Meiosis.jpg 	 RECURSO 8	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: http://acag.cu/wp-content/uploads/2013/11/genetica/diagrama2.jpg
 RECURSO 9	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: http://globedia.com/imagenes/usuarios/noticias/68120/1356813724.jpg 	 RECURSO 10	<ul style="list-style-type: none"> Autoría: CC Licencia: uso comercial Procedencia: https://encryptedtbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRoVf6M5aWkRbvGfNliZwm61DWaWJUmhM6YMrdPGaaVmTngng