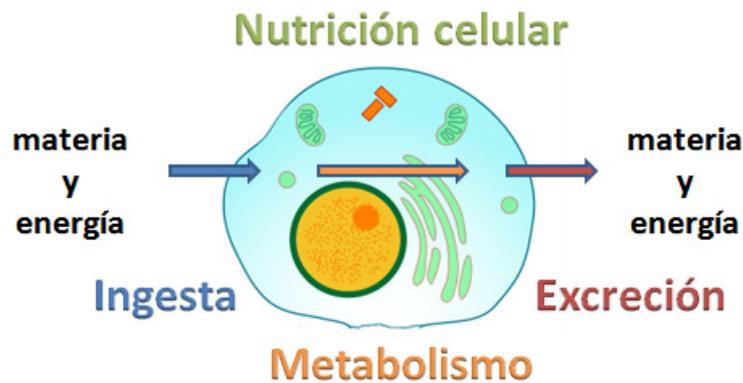


## 1. Nutrición y metabolismo

### CONCEPTO DE NUTRICIÓN

Junto con la reproducción y la relación, la **nutrición** es una de las funciones que tienen que llevar a cabo todas las células. Consiste en un conjunto de procesos que permiten a la célula obtener la materia y energía que necesitan para crecer, reponer sus estructuras, dividirse o desplazarse.



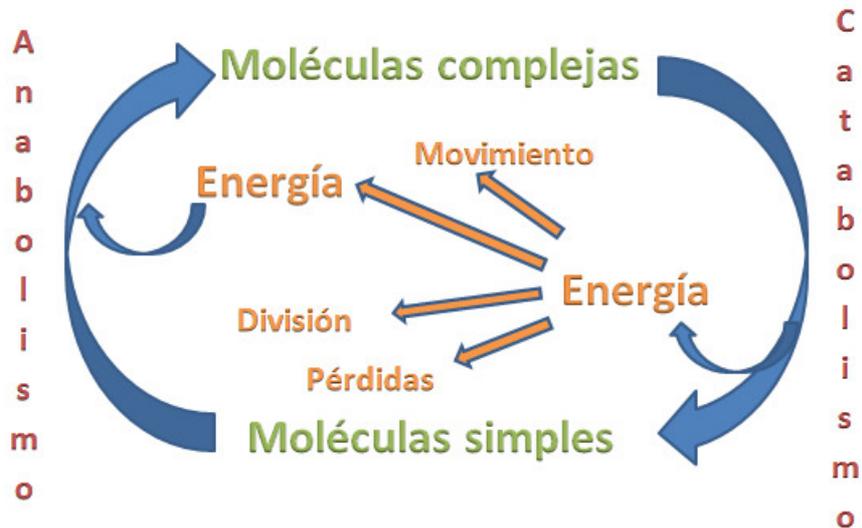
Existen dos tipos diferentes de nutrición celular:

- **Nutrición heterótrofa:** aquella que incorpora como nutrientes sustancias orgánicas, de las que puede obtener energía además de materia. Estas células necesitan pues, que haya otros seres vivos que aporten estas sustancias orgánicas, de ahí que se llamen heterótrofas ("que se alimenta de otros"). Las células de los animales, los hongos y muchos microorganismos tienen este tipo de nutrición.
- **Nutrición autótrofa:** aquella que permite sintetizar todas las sustancias que necesita la célula incorporando únicamente sustancias inorgánicas. Requiere en este caso una fuente de energía diferente, que bien puede ser la luz o diferentes sustancias químicas. Estas células no necesitan de otros seres vivos para nutrirse, de ahí el término autótrofo, que significa "que se alimenta por sí mismo". Las células fotosintéticas de las plantas, algas y de algunas bacterias se nutren de esta manera.

## CONCEPTO DE METABOLISMO

El **metabolismo** es el conjunto de reacciones químicas que se producen en el interior de la célula, en las que interviene la materia procedente del medio con el fin de incorporarse a la célula o bien producir energía.

- **Anabolismo:** Conjunto de reacciones por las que una célula es capaz de originar biomoléculas complejas y ricas en energía a partir de moléculas más sencillas y pobres en energía. También se conoce como **biosíntesis** y conlleva un gasto energético.
- **Catabolismo:** Conjunto de reacciones químicas por las que una célula utiliza las biomoléculas ricas en energía para formar moléculas más sencillas y pequeñas. En estas reacciones se obtiene energía que se utiliza en las tareas celulares (movimiento, reproducción, crecimiento, etc.)



Existen una gran cantidad de procesos ligados al anabolismo y al catabolismo. Destacamos tres de ellos:

- La **respiración** celular, que se lleva a cabo en las mitocondrias de todas las células (catabolismo).
- La **fermentación**, que se lleva a cabo en el citoplasma de algunas células (catabolismo).
- La **fotosíntesis**, que se lleva a cabo en los cloroplastos de células vegetales (anabolismo).

Estos procesos presentan una serie de características comunes:

- Están controlados por enzimas que son catalizadores biológicos.
- Consisten en una secuencia de reacciones en las que los productos de una reacción son los sustratos de la siguiente.
- El ATP participa en estos procesos degradándose o formándose.

## LA MONEDA ENERGÉTICA: ATP

El ATP es la molécula universal de intercambio de energía y permite conectar los procesos anabólicos que gastan ATP con los procesos catabólicos que lo fabrican.

El proceso de formación del ATP se llama **fosforilación** y consiste en la adición de un grupo fosfato al ADP para formar ATP:



La formación del ATP puede realizarse de diferentes maneras:

- **Fosforilación a nivel de sustrato:** la energía que se necesita para la síntesis de ATP se libera al romperse un sustrato que se forma en el curso de una reacción.
- **Fosforilación oxidativa:** utiliza para fabricar el ATP la energía liberada por la oxidación de nutrientes. Veremos un poco más de ella en el apartado siguiente.

## LOS ELECTRONES VIAJEROS

Decimos que una sustancia se **oxida** cuando pierde electrones y que se **reduce** cuando los gana. Evidentemente, cada vez que ocurre una oxidación, hay una reducción, por lo que ambos procesos van unidos.

Cuando los electrones se van, suelen ir acompañados de un protón ( $H^+$ ). La unión de ( $e^-$ ) + ( $H^+$ ) constituye un átomo de hidrógeno (H). Es por ello que la oxidación o pérdida de electrones, suele ser también una deshidrogenación, o pérdida de átomos de hidrógeno. La reducción, por su parte, suele ser una hidrogenación.

El catabolismo, además de energía, libera electrones ya que las moléculas más complejas se oxidan. Algunos dinucleótidos se han especializado en transportar electrones:

Nombre del coenzima	Formas: Oxidada	Reducida
Nicotinamín adenín dinucleótido	$NAD^+$	$NADH$
Nicotinamín adenín dinucleótido fosfato	$NADP^+$	$NADPH$
Flavín Adenín dinucleótido	$FAD$	$FADH_2$

Estos coenzimas, entre los que destaca el NADH, sin participar directamente en la reacción la hacen posible captando y cediendo electrones. Se dice que tienen **poder reductor** porque, en un momento determinado, ceden electrones a otras moléculas y las reducen. Además, participan en un mecanismo muy peculiar de formación del ATP, la fosforilación oxidativa, en la que los electrones son transferidos desde un donante de electrones a un aceptor de electrones, que suele ser el oxígeno, a través de reacciones redox en las que se libera energía. Esta energía es aprovechada por una importante enzima, la ATP sintasa, para crear ATP.

## 1.1. Respiración celular



### DEFINICIÓN

El proceso por el que la mayor parte de los seres vivos obtienen la energía de los nutrientes se denomina respiración. Es un proceso en el que la materia orgánica se oxida totalmente hasta  $CO_2$ . Para ello necesita que haya  $O_2$ , por eso hablamos de respiración aerobia.

El proceso de la respiración celular utiliza como fuente de energía glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) que se oxida a  $CO_2$  y  $H_2O$  según la siguiente reacción:



El proceso de oxidación de la glucosa se realiza mediante una secuencia de reacciones que comienzan en el citoplasma y que acaban en la mitocondria produciendo una gran cantidad de ATP.

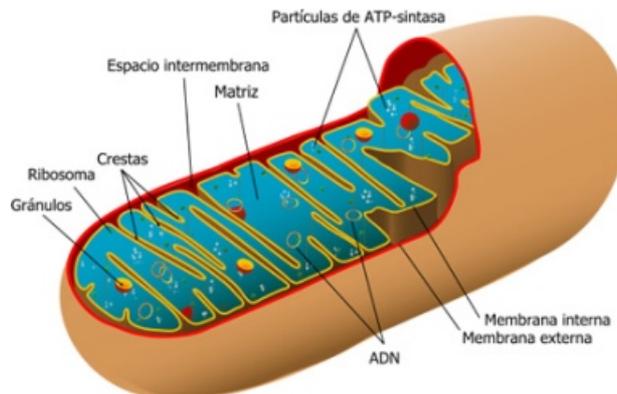


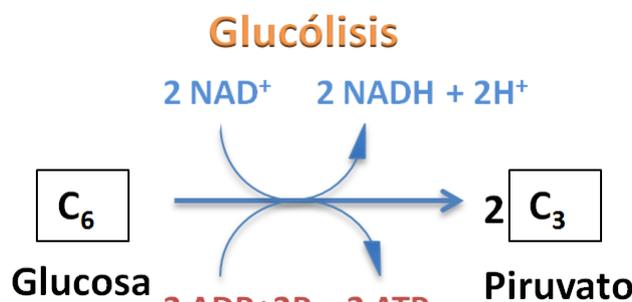
Imagen en Wikimedia Commons de Aibdescalzo de Dominio Público

### ETAPAS

Vamos a estudiar cómo se produce la oxidación total de una molécula de glucosa y la consiguiente obtención de energía. Esto ocurre en tres etapas, aunque la respiración celular, propiamente dicha, sólo incluye las dos últimas.

#### 1. Glucólisis:

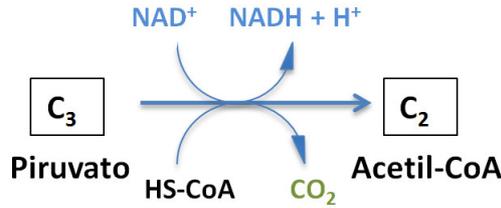
Ocurre en el citoplasma, en ausencia de oxígeno:



**2. Ciclo de Krebs:**

El ácido pirúvico originado en la glucólisis entra en la mitocondria:

**Descarboxilación oxidativa del piruvato**



El acetil-coenzimaA entra en una ruta metabólica circular, el ciclo de Krebs propiamente dicho. No obstante, existen otros mecanismos para obtener acetil-CoA; por ejemplo de los ácidos grasos a través de una ruta que se conoce como **β-oxidación** y que tiene lugar en la matriz mitocondrial.

En el ciclo de Krebs se produce la oxidación total de la materia orgánica, es decir se oxida la molécula de glucosa hasta obtener CO<sub>2</sub>. Además se produce poder reductor (FADH<sub>2</sub> y NADH) y algo de ATP (en la imagen verás que lo que se produce es GTP, que es otro nucleótido equivalente al ATP).

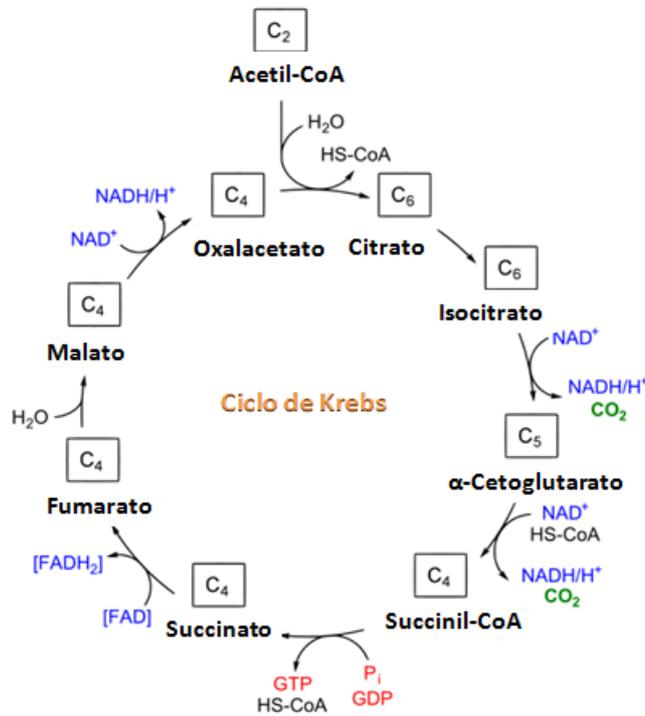


Imagen en Wikimedia Commons modificada de Yikrazuul bajo CC

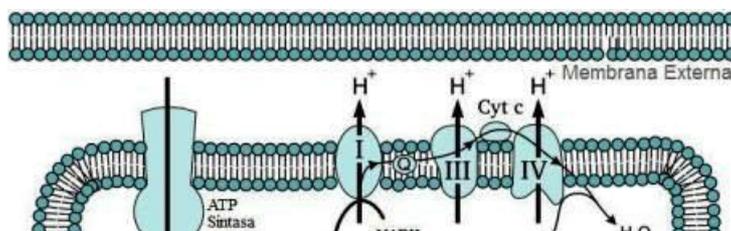
En este punto todos los carbonos de la molécula de glucosa se han oxidado hasta CO<sub>2</sub>, el cual se excreta como desecho fuera de la célula.

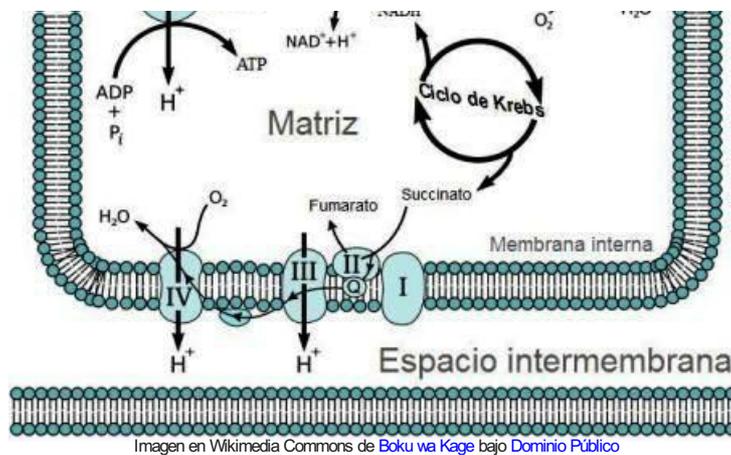
Pero aún no se ha acabado el proceso, porque ahora, con el poder reductor obtenido en las reacciones anteriores, se crea mucho más ATP.

**3. Transporte de electrones en la cadena respiratoria:**

En esta última etapa, los coenzimas reducidos liberados en las reacciones anteriores (NADH y FADH<sub>2</sub>) ceden sus electrones a la cadena respiratoria. Se trata de un conjunto de moléculas incluidas en la membrana interna mitocondrial, que, de forma ordenada, van aceptando y soltando los electrones que les ceden los coenzimas.

Como si de una escalera se tratase, los electrones van bajando peldaño a peldaño, liberando energía en cada paso que se utiliza para bombear protones (H<sup>+</sup>) al espacio intermembranoso. Los electrones terminan siendo cedidos al oxígeno, el receptor final de los mismos, que se reduce pasando a ser agua.





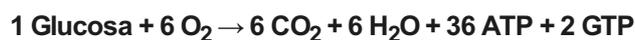
Como resultado de la actividad de esta cadena de transporte se acumulan  $H^+$  en el espacio intermembranoso mitocondrial. Cuando su concentración es elevada, los protones vuelven a la matriz atravesando el canal que les abre un complejo multiproteico llamado **ATP sintasa**. Estas enzimas, como si fueran un molino de agua que obtiene energía, aprovechan el paso de los  $H^+$  para crear ATP. Esta forma de crear ATP es la que hemos llamado **fosforilación oxidativa**.

## BALANCE ENERGÉTICO

El balance final de la oxidación de la glucosa por respiración es:

<p><b>En la glucólisis:</b></p> $1 \text{ Glucosa} + 2 \text{ NAD}^+ + 2 (\text{ADP}+\text{P}) \rightarrow 2 \text{ Piruvatos} + 2 \text{ ATP} + 2 \text{ NADH} + \text{H}^+$
<p><b>En la descarboxilación oxidativa del piruvato:</b></p> $\text{Piruvato} + \text{CoA-SH} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{Acetil-CoA} + \text{CO}_2 + \text{NADH} + \text{H}^+$ <p>Como se forman 2 moléculas de piruvato en la glucólisis, habrá que multiplicar por 2:</p> $2 \text{ Piruvato} + 2 \text{ CoA-SH} + 2 \text{ NAD}^+ \rightarrow 2 \text{ acetil-CoA} + 2 \text{CO}_2 + 2 (\text{NADH} + \text{H}^+)$
<p><b>En el ciclo de Krebs:</b></p> $1 \text{ acetil-CoA} + 3 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ NAD}^+ + \text{FAD} + \text{GDP} + \text{P} \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 (\text{NADH} + \text{H}^+) + \text{FADH}_2 + \text{GTP} + \text{CoA-SH}$ <p>Como hay 2 moléculas de acetil-CoA, el ciclo de Krebs se realiza dos veces:</p> $2 \text{ acetil-CoA} + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ NAD}^+ + 2 \text{ FAD} + 2 (\text{GDP} + \text{P}) \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 6 (\text{NADH} + \text{H}^+) + 2 \text{ FADH}_2 + 2 \text{ GTP} + 2 \text{ CoA-SH}$
<p><b>Cadena respiratoria:</b></p> <p>Cada <math>(\text{NADH} + \text{H}^+)</math> que cede los electrones a la cadena respiratoria produce <b>3 ATP</b>. Como hay 10 NADH, se multiplica por 10:</p> $10 (\text{NADH} + \text{H}^+) + 30 (\text{ADP} + \text{P}) + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 10 \text{ NAD}^+ + 30 \text{ ATP} + 10 \text{ H}_2\text{O}$ <p>Cada <math>\text{FADH}_2</math> que cede los electrones a la cadena respiratoria produce <b>2 ATP</b>. Como hay 2 <math>\text{FADH}_2</math>, se multiplica por dos:</p> $2 \text{ FADH}_2 + 4 (\text{ADP} + \text{P}) + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ FAD} + 4 \text{ ATP} + 2 \text{ H}_2\text{O}$

Sumando todas las moléculas de ATP que hemos obtenido tendremos el balance general de todo el proceso:



## 1.2. Fermentación

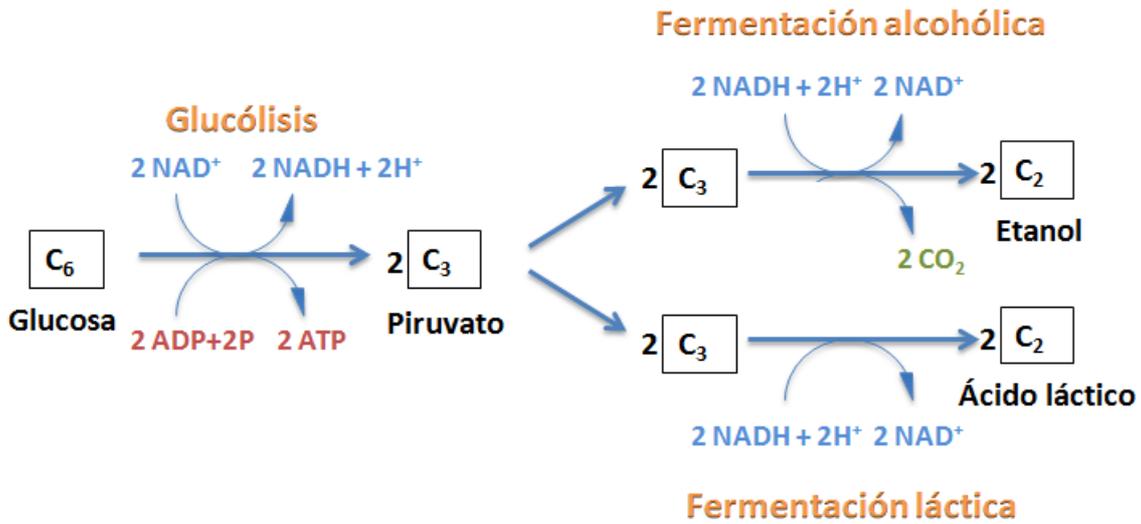
No todos los seres vivos viven en condiciones aerobias (en presencia de oxígeno) por lo que no pueden hacer la respiración ¿qué hacen entonces para obtener ATP?

Pues obtienen el ATP de la glucólisis, como las células aeróbicas. La diferencia está en que después no continúan con la respiración sino que realizan otro proceso cuyo principal objetivo es usar el piruvato y el poder reductor generado para que la glucólisis no se paralice. Este proceso anaeróbico es la **fermentación**. El resultado de la oxidación incompleta del piruvato son moléculas orgánicas parcialmente oxidadas como alcoholes (metanol, etanol, etc.) y ácidos (láctico, acético, etc.). El balance energético de este proceso (incluyendo la glucólisis) es mucho menor que el obtenido en la respiración aerobia, ya que sólo se obtienen 2 ATP por cada glucosa.

El proceso fermentativo ocurre también mediante reacciones en cadena y se produce en el citoplasma celular. La fermentación es un proceso que realizan habitualmente bacterias y levaduras (hongos unicelulares) en condiciones anaerobias y que ha sido utilizado por el hombre en su beneficio.

Existen varios tipos de fermentaciones pero las más importantes para el hombre son:

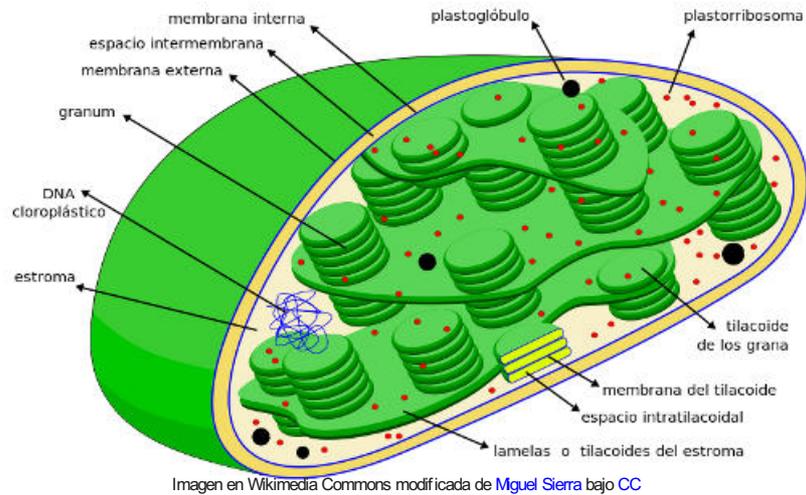
- **Fermentación láctica:** genera ácido láctico y la llevan a cabo varias bacterias como las del género *Lactobacillus* o nuestras células musculares cuando falta oxígeno. Gracias a ella fabricamos yogur, queso, etc.
- **Fermentación alcohólica:** genera etanol y la llevan a cabo entre otras, levaduras del género *Saccharomyces*. Se utiliza para fabricar pan y bebidas alcohólicas como la sidra, la cerveza o el vino.



### 1.3. Fotosíntesis

## CONCEPTO Y SIGNIFICADO BIOLÓGICO

La **fotosíntesis** es un proceso mediante el cual los organismos fotoautótrofos son capaces de transformar la energía de la luz solar en energía química (ATP y NADPH) y utilizarla para sintetizar compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos.



En las células eucariotas existen orgánulos especializados en este proceso: los **cloroplastos**. El trabajo en su interior se divide en dos fases:

● **Fase luminosa.** En ella se utiliza la energía luminosa para obtener ATP y oxidar la molécula de agua descomponiéndola en hidrógeno y oxígeno. El primero se unirá al dióxido de carbono en la siguiente fase, reduciéndolo, y el oxígeno no tiene utilidad en el proceso y se libera al exterior.

La molécula responsable de canalizar la energía luminosa e iniciar estas reacciones es la **clorofila**.

● **Fase oscura.** En ella se utiliza el ATP e hidrógeno obtenido en la fase anterior para reducir la molécula de  $\text{CO}_2$  y así formar glucosa y la ecuación que la resume es:



Este proceso es muy importante para el planeta porque:

- Transforma la materia inorgánica en orgánica.
- Convierte la energía luminosa en energía química.
- Libera oxígeno.
- Consume dióxido de carbono.
- De ella procede la energía de los combustibles fósiles.

## ETAPAS

Para realizar la fotosíntesis necesitamos  $\text{CO}_2$  atmosférico que entrará en la célula a través de los estomas de la hoja, agua que asciende desde la raíz y energía solar, que es captada por unos pigmentos, principalmente la clorofila, presentes en la membrana tilacoidal. La fotosíntesis se realiza en dos fases:

### 1. Fase luminosa

Es la primera fase, en ella se genera **ATP** y poder reductor, **NADPH** y **tiene lugar en la membrana de los tilacoides**. Se llama luminosa o clara porque se necesita la luz para realizarla.

Los responsables de esta fase son los fotosistemas (complejos de proteínas transmembranosas que incluyen pigmentos fotosintéticos lipídicos como las clorofilas y los carotenoides); los sistemas de transporte electrónico y las ATP sintetas (trabajan de forma similar a como lo hacen en la respiración mitocondrial).

Los procesos más importantes que suceden son:

- la **fotoólisis del agua**, es decir, la ruptura de la molécula de agua porque aporta dos electrones y dos protones. Esta ruptura supone la liberación de oxígeno como desecho y de electrones y protones que se emplearán para formar **ATP** y **NADPH** en los siguientes procesos.
- la **fotofosforilación del ADP**, en la que gracias a la acumulación de protones en el interior del tilacoide, la ATP sintetasa crea ATP.
- la **fotorreducción del  $\text{NADP}^+$** , que al recibir dos electrones pasa a ser NADPH.

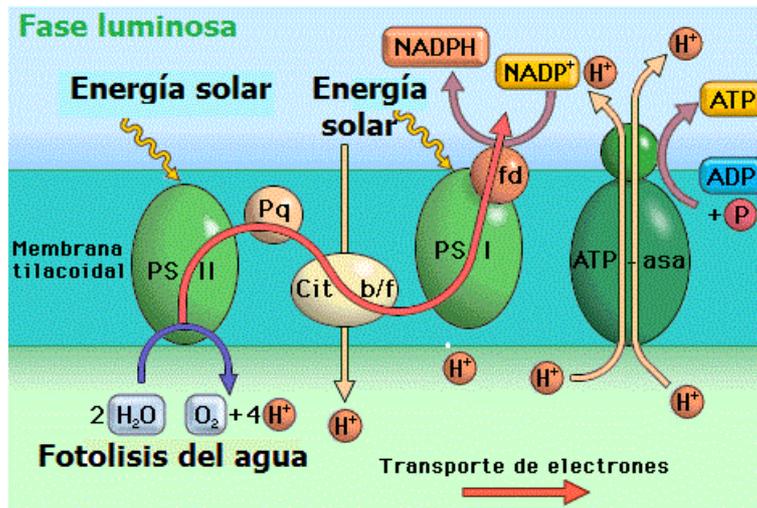


Imagen en Proyecto Biosfera bajo CC

### 2. Fase oscura:

En ella el NADPH y el ATP, fabricados en la fase anterior, se emplean para **fabricar glucosa** a partir del  **$\text{CO}_2$  atmosférico**. Esta fase **ocurre en el estroma** mediante el **ciclo de Calvin**. Aunque se llame oscura, ocurre con y sin luz. Consume energía.

Si te fijas en la imagen inferior verás como el  $\text{CO}_2$  se va incorporando a este ciclo para formar materia orgánica.

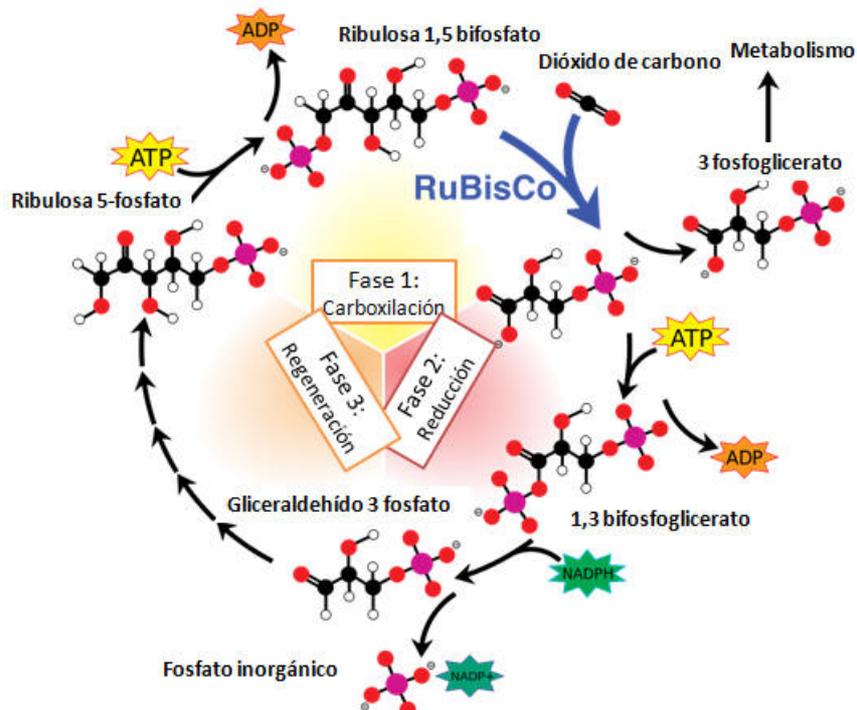


Imagen en Wikimedia Commons de Mke Jones bajo CC

### CONCEPTO

La **genética molecular** es la rama de la Biología que se dedica al estudio de la estructura y función del material genético a nivel molecular. Es una disciplina bastante nueva, se desarrolla a partir de los años 40 del siglo XX, y posee múltiples aplicaciones en diferentes campos biomédicos y supone un campo dentro de la biología con gran futuro en la investigación.

### EL ADN COMO PORTADOR DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA

El **ADN** es la molécula que almacena la información genética de los seres vivos y la encargada de transmitir las instrucciones necesarias para fabricar todas las proteínas presentes en un ser vivo.

Frederick Griffith, mediante un experimento en el que inyectaba bacterias virulentas (S) muertas y no virulentas (R) vivas a ratones, dedujo que existía un "**factor transformante**" en las bacterias **S** muertas que se transmitía a las bacterias **R** vivas y las transformaba en **S**. Fue **Avery** quien determinó que el factor encargado de transformar a las bacterias **R** en **S** era el **ADN**, ya que en él se encontraban las indicaciones para fabricar la cápsula que recubría a las bacterias y las hacía impenetrables para el sistema inmune del ratón.

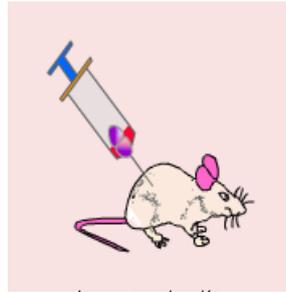


Imagen en animación de Lourdes Luengo bajo CC

El experimento de Griffith, demostró que el **ADN era el portador de la información genética**, y no las proteínas como se pensaba al principio. Es decir, que la molécula de ADN es como el libro de instrucciones para fabricar seres vivos. Cada individuo lleva su ADN propio que procede de la unión del ADN de sus dos progenitores, por eso nos parecemos a ellos pero tenemos caracteres propios.

### EL DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

La función del material genético supone la **conservación** y el **almacenamiento**, la **transmisión**, y la **expresión** y **regulación** de la información genética.

La **conservación** y **almacenamiento** se consigue gracias al ADN, una molécula estable, y a mecanismos que eviten su alteración.

La **transmisión** se lleva a cabo durante el proceso de reproducción, y requiere la realización de copias de la información genética almacenada en el ADN. El proceso de copia de ADN se denomina **replicación**.

La **expresión** de la información genética requiere de un flujo a través de intermediarios y que culmina con la síntesis de proteínas. De toda la información almacenada en el ADN, solo una pequeña parte se copia en forma de **ARN mensajero**, el intermediario. Este proceso se conoce con el nombre de **transcripción**.

Una molécula de **ARN mensajero** (ARNm) contiene toda la información para fabricar una **proteína**, es decir, para que puedan unirse los aminoácidos concretos en un orden determinado, marcado por la secuencia de nucleótidos del ARNm. A este proceso se le llama **traducción**. Este proceso tiene lugar en los **ribosomas** y cada aminoácido es transportado por el **ARN transferente**.

Para poder realizar la traducción de una información almacenada en un lenguaje de nucleótidos a otra expresada en un lenguaje de aminoácidos es necesario un código o diccionario, el llamado **código genético**.

#### FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA



Imagen en Flickr de Consuelo Blanco Caraza bajo CC

Este esquema es considerado como el "**dogma central de la biología molecular**".

### 2.1. Replicación del ADN

Como ya hemos dicho el **ADN** es la molécula que contiene la información necesaria para fabricar a un individuo y por lo tanto la encargada de **transferir** la información de un individuo a su descendencia. Para que esto pueda llevarse a cabo lo primero que tiene que ocurrir es que la molécula de ADN se **duplique** y pueda pasar una copia de ADN a cada célula hija.

Al proceso que da lugar a la duplicación del ADN se le llama **REPLICACIÓN**, tiene lugar en el **núcleo** y es realizado por un grupo de enzimas.

Una característica del proceso replicativo es que es **semiconservativo**, es decir, que cuando la hebra de ADN se abre para copiarse, alrededor de cada fragmento se fabrica el complementario y se van separando dos copias de ADN, cada una con una cadena antigua y otra de nueva.

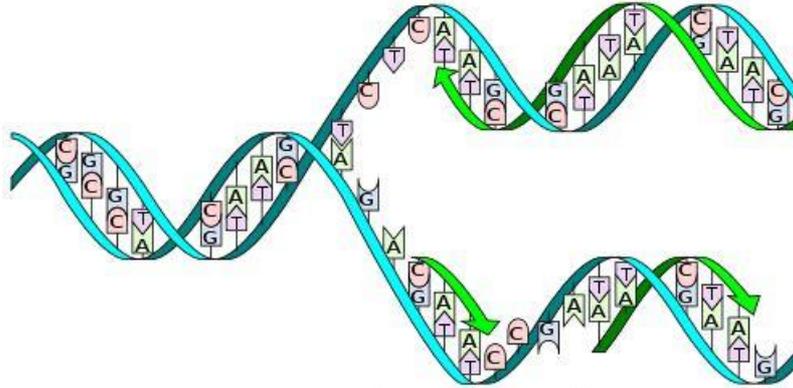


Imagen en Wikimedia Commons de [Madprime](#) bajo CC

El proceso de replicación determina a su vez otros procesos importantes en la vida de una célula y, en general, en la vida de los seres vivos, que son la **capacidad de dividirse** y la **capacidad de perpetuarse**. La **replicación del ADN** es necesaria para que ambos procesos tengan lugar y se desarrollen normalmente.

## LOS PARTICIPANTES EN LA REPLICACIÓN

Para que se lleve a cabo la **replicación del ADN** en las células se requieren los siguientes elementos:

- **ADN original** que servirá de molde para ser copiado.
- **Topoisomerasas, helicasas**: enzimas responsables de separar las hebras de la doble hélice.
- **Proteínas SSB**: tienen como misión estabilizar el ADN recién desenrollado, impidiendo que se vuelva a enrollar.
- **ADN-polimerasa**: responsable de la síntesis del DNA.
- **ARN-polimerasa**: fabrica los cebadores, pequeños fragmentos de RNA que sirven para iniciar la síntesis de DNA.
- **ADN-ligasa**: une fragmentos de DNA.
- **Desoxirribonucleótidos trifosfato**, que se utilizan como fuente de nucleótidos y además aportan energía.
- **Ribonucleótidos trifosfato** para la fabricación de los cebadores.

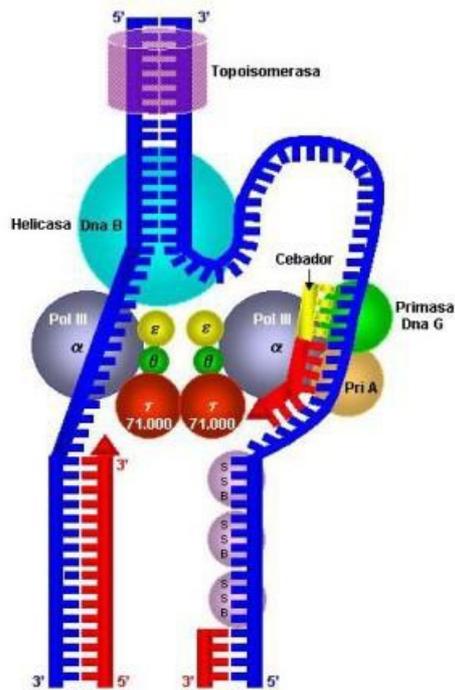


Imagen en Wikimedia Commons  
de César Benito Jiménez bajo CC

Durante la replicación es frecuente que se cometan errores y se incorporen nucleótidos que no están correctamente apareados. Es la **ADN polimerasa** la que actúa eliminando los nucleótidos mal apareados. Además, hay otros sistemas enzimáticos que revisan el ADN recién sintetizado y lo reparan.

Aunque el mecanismo de corrección de errores suele ser muy eficiente, a veces los errores no se corrigen y se producen **mutaciones**, que son cambios en la secuencia de bases del ADN. Estas mutaciones pueden ser heredadas por la descendencia y constituyen uno de los motores de la evolución.

## REPLICACIÓN DEL ADN EN EUCARIOTAS

El proceso de la replicación en eucariotas posee las mismas fases —iniciación, elongación y corrección— y se desarrolla prácticamente de la misma forma que en procariontes, aunque existen algunas diferencias:

- En las células eucariotas existen cinco tipos de ADN polimerasas. Se denominan con letras griegas.
- Los cromosomas eucariontes contienen moléculas de ADN muy largas, por lo que, y para abreviar el proceso, la replicación se inicia de manera simultánea en varios puntos de cada cromosoma denominados **replicones**.
- Asociados a los cromosomas eucariontes se encuentran las histonas, proteínas básicas que no poseen los procariontes, y que durante la replicación también se duplican. Histonas junto con ADN forman el llamado **nucleosoma**. Parece ser que las nuevas histonas se incorporan a la hebra retardada, mientras que los viejos se quedan en la conductora.

Enzima	Función
ADN polimerasa $\alpha$	Replicación del ADN
ADN polimerasa $\beta$	Reparación del ADN
ADN polimerasa $\gamma$	Replicación del ADN mitocondrial
ADN polimerasa $\delta$	Replicación y corrección de errores
ADN polimerasa $\epsilon$	Reparación del ADN

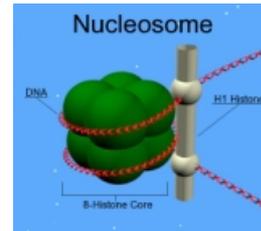


Imagen en Wikimedia Commons de Spellcheck bajo Dominio Público

Imagen cedida a la CEJA bajo CC

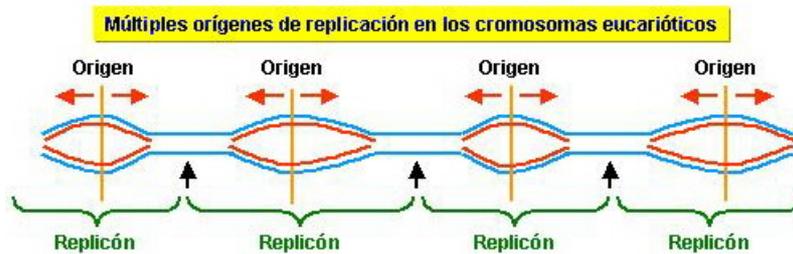


Imagen en Wikimedia Commons de César Benito Jiménez bajo CC

## 2.2. Transcripción o síntesis de ARN

El **ADN** tiene **capacidad para contener la información que se transformará en proteínas**, y estas a su vez servirán para expresar los caracteres que nos forman, el color de ojos, la altura, la forma de la nariz, el tener dos manos, andar erguidos...



Imagen en Wikimedia Commons modificada de Magnus Manske de Dominio Público

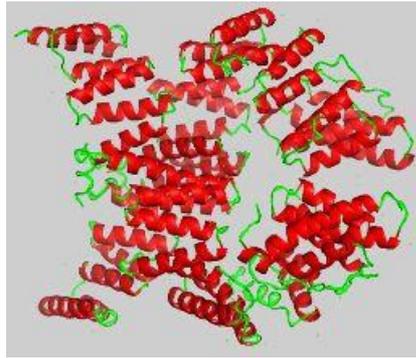


Imagen en Wikimedia Commons de Gustavocarra de Dominio Público

Debido a esta importante tarea el ADN, que forma los genes, está protegido en el interior del núcleo y no puede salir nunca de ella. En el interior del núcleo tiene lugar la **replicación**, es decir, la elaboración de una copia que pueda llegar a nuestra descendencia. Pero la formación de las **proteínas**, la **traducción**, la última de las utilidades del ADN, no se realiza en el núcleo sino en el citoplasma. Y es allí donde se pone en marcha una impresionante maquinaria de traducción de códigos.

Aunque el ADN no sale del núcleo, sí lo hace la información que contiene, transformando el ADN en otra molécula más ligera y más simple, el ARN mensajero (**ARNm**). Esta molécula se fabrica en el núcleo a partir del ADN mediante un proceso denominado **Transcripción**.

En la transcripción, el **ADN no se copia**, se pasa a otro lenguaje parecido al del **ARN**. Sólo se transcribe una hebra de ADN, la que va en dirección 5' → 3', además, donde hay una **A** no se coloca su complementaria **T** sino una **U**, esto se debe a que, en el lenguaje de los ácidos nucleicos, el **ARN no lleva Timina (T) sino Uracilo (U)** y este es complementario con la **Adenina (A)**.

## TRANSCRIPCIÓN EN PROCARIOTAS

La transcripción en las células procariotas tiene lugar en el citoplasma de la célula. Es en bacterias, y en concreto en *Escherichia coli*, donde mejor ha sido estudiada. En bacterias sólo existe una **ARN polimerasa** que se encarga de sintetizar todos los tipos de ARN: **ARNm**, **ARNt** y **ARNr**.

¿Cómo sabe la ARN polimerasa dónde se encuentra el comienzo de un gen para unirse y comenzar la transcripción?, ¿en cuál de las dos cadenas del ADN debe unirse? ¿Cómo y dónde se produce el final de la transcripción?

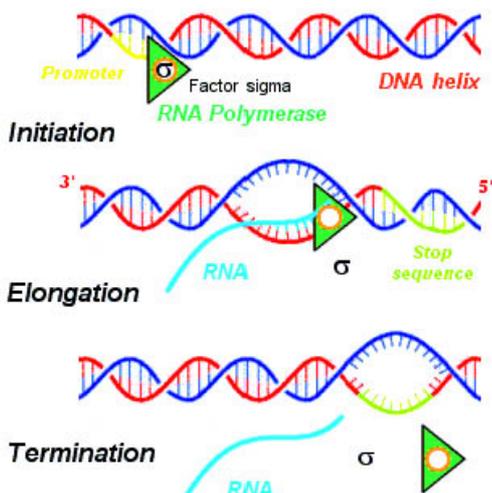


Imagen en Wikimedia Commons de Calbuon bajo Dominio Público

En todos los genes que se van a transcribir existe una región denominada **promotor** e indica dónde debe comenzar la transcripción de ese gen y cuál debe ser la hebra molde, es decir, la hebra del ADN que se transcribirá a ARN.

La ARN polimerasa debe estar unida a un factor, denominado **factor sigma** para unirse al **promotor**. Esta unión permite que el ADN se desenrolle y que la ARN polimerasa comience la síntesis de ARN.

Ahora bien, ¿cómo sabe que debe comenzar?. En la región del promotor existe una secuencia **TATATT** que en cuanto la ARN polimerasa la reconoce, da comienzo la síntesis.

Hay que apuntar que el promotor no siempre se encuentra en la misma hebra. La hebra en la que se sitúa se conoce con el nombre de hebra informativa. Unas veces se transcribe una y en otros casos la otra.

La síntesis de ARN se produce en sentido 3'-5' del ADN y en sentido 5'-3' para el ARN transcrito.

En procariotas, la **señal de terminación** de la transcripción consiste en una secuencia de bases **palindrómica** (secuencia que se lee igual de izquierda a derecha y de derecha a izquierda) formada por **G** y **C**, seguidas de varias **T**, que origina al final del ARN un bucle. Esto favorece la separación del ADN. El bucle se forma por complementariedad entre G y C situadas en la cola del ARN.

## TRANSCRIPCIÓN EN EUKARIOTAS

En procariontes existe una sola ARN polimerasa que se encarga de sintetizar todos los tipos de ARN, pero en eucariotas existe más de una ARN polimerasa, en concreto son tres y con diferentes funciones:

- La **ARN polimerasa I** se encarga de sintetizar el ARN ribosómico (ARNr).
- La **ARN polimerasa II** sintetiza el ARN mensajero.
- La **ARN polimerasa III** sintetiza los precursores del ARN de transferencia (ARNt) y el ARN 5S de la subunidad grande del ribosoma.

El proceso de **iniciación** de la transcripción en células eucariotas precisa de una serie de secuencias que indican a la ARN polimerasa el momento y la velocidad en que debe comenzar a transcribir genes concretos.

Esas secuencias son:

- **Promotor**, formada por una secuencia **TATA**, otra **CAAT** y otra rica en G y C. A esta zona se une una serie de **factores basales** que favorecen que la **ARN polimerasa II** se una en el sitio correcto para comenzar la transcripción.
- **Secuencias potenciadoras**, donde se unen una serie de **factores activadores** de la transcripción que desempaquetan el ADN y lo separan de las histonas, pero además incrementan la velocidad del proceso ya que favorecen la unión entre los factores basales y la **ARN polimerasa II**.
- **Secuencias silenciadoras**, que se localizan entre las dos anteriores y donde se unen una serie de **factores represores** que dificultan que los factores activadores actúen correctamente, disminuyendo, por tanto, la velocidad de transcripción.

La siguiente fase, la **elongación** del ARN transcrito, ocurre de forma similar a como ocurre en procariontes, pero hay una pequeña diferencia, se añade al extremo 5' del ARNm que se está sintetizando, un nucleótido especial: **metil-guanosina-trifosfato**, también conocido como **caperuza**. Cumple una doble función: por un lado, protege al ARNm del ataque de nucleasas presentes en el interior del núcleo, evitando que sea degradado y, en segundo lugar, esta caperuza es un factor de reconocimiento por parte de los ribosomas, que la identifican como lugar de comienzo de la traducción.

Existe otra diferencia en la transcripción en eucariotas con respecto a procariontes y es el hecho de que una vez transcrito el ARNm, éste debe ser procesado y eliminar las secuencias sin sentido, o **intrones**, de la molécula y pegar los **exones** hasta convertir el **ARNm transcrito primario** en una molécula funcional. Es lo que se conoce como **maduración**.

En procariontes, los genes no están fragmentados como en eucariotas, en exones e intrones, por lo que el ARNm recién sintetizado es una copia exacta del gen y no precisa de un proceso de maduración.

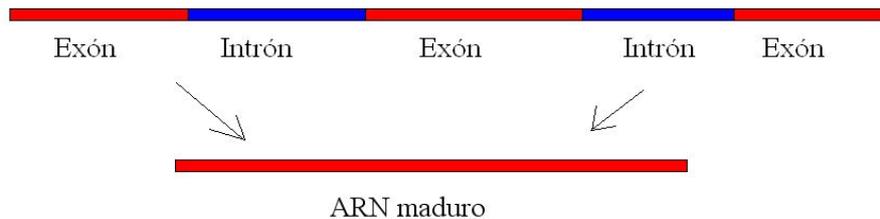


Imagen en Wikimedia Commons de [AngelHerraez](#) bajo [Dominio Público](#)

## 2.3. Traducción o síntesis de proteínas



En el proceso de traducción intervienen los siguientes elementos:

- **Ribosomas**, lugar donde se realiza la síntesis proteica.
- **ARN mensajero (ARNm)**, que porta la información para sintetizar una proteína.
- **Aminoácidos**, las unidades que componen a las proteínas.
- **ARN de transferencia o transferente (ARNt)**, que porta un aminoácido y los transfiere según el orden establecido.
- **Enzimas y energía**, que son necesarias en toda reacción de biosíntesis.

Para comenzar la síntesis es necesario que el **aminoácido** que se va a incorporar a la cadena esté activado, es decir, que esté unido a su correspondiente y específico ARNt, cuyo **anticodón** es complementario del **codón** del ARNm que se está traduciendo. Esta unión la cataliza la **aminoacil ARNt-sintetasa**.

La traducción se lleva a cabo en el seno de un orgánulo, el **ribosoma**, que como sabes consta de dos **subunidades**, una **mayor** y otra **menor**, que justo en el momento de la traducción se unirán para recorrer la **hebra de ARNm** e ir leyendo el mensaje de tripletes contenido en él, fabricando al mismo tiempo una cadena polipeptídica.

Se necesitarán a lo largo de todo el proceso una serie de factores y energía en forma de **GTP**. Los factores necesarios se denominan factores de **iniciación**, **elongación** y de **terminación**.

## EL CÓDIGO GENÉTICO

Una vez conocida la función del ARNm como intermediario entre el ADN y las proteínas, solo queda dilucidar cómo a partir de una secuencia de nucleótidos del ARN se pasa a una secuencia de aminoácidos. Para esto se necesita un diccionario con el que poder realizar la traducción; este diccionario se conoce con el nombre de **código genético**. El código genético establece una correspondencia entre las bases nitrogenadas de los nucleótidos del ARN mensajero y los aminoácidos que codifica.

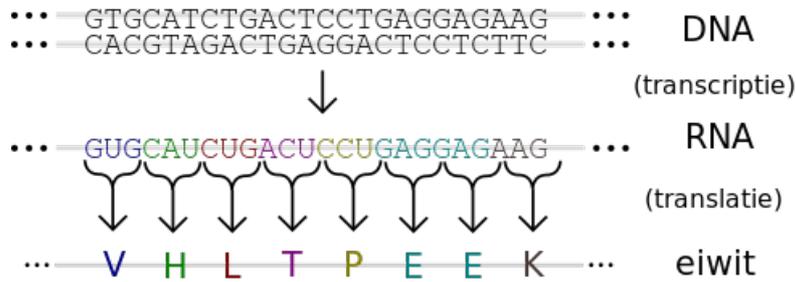


Imagen en Wikimedia Commons de [Woudloper](#) bajo CC

Características del código genético:

- **Es universal**, ya que es común a todos los organismos conocidos, incluyendo a los virus.
- **Es degenerado**, que significa que la mayor parte de los aminoácidos están codificados por más de un codón, a excepción de la metionina y el triptófano.
- **No presenta imperfección**; quiere decir que ningún codón codifica más de un aminoácido.
- **Carece de solapamiento**, es decir, los tripletes en el ARNm se hallan dispuestos de manera lineal y continua, sin que entre ellos existan comas ni espacios y sin compartir ningún nucleótido.
- **No posee tripletes sin sentido**, es decir, o codifican para un aminoácido o para una señal de terminación de la traducción.

		Seond letter							
		U	C	A	G				
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC								
	UUA	Leu	UCA	UAA	Stop	UGA	Stop	A	
	UUG			UCG	UAG	Stop	UGG		
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC								
	CUA	Leu	CCA	CAA	Gin	CGA	Arg	A	
	CUG								
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC								
	AUA	Met	ACA	AAG	Lys	AGA	Arg	A	
	AUG								
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC								
	GUA	Val	GCA	GAA	Glu	GGA	Gly	A	
	GUG								

Imagen en Wikimedia Commons de [NIH](#) bajo [Dominio Público](#)

## FASES DE LA TRADUCCIÓN

El proceso de traducción puede dividirse en tres fases: **iniciación**, **elongación** y **terminación**. Excepto con pequeñas diferencias, la síntesis proteica se produce de igual forma en procariontas y en eucariontas.

La **fase de iniciación** comienza cuando la subunidad menor del ribosoma se une al ARNm —reconoce la caperuza del extremo 5'— cerca del **codón de iniciación**, **AUG**. Paralelamente tiene lugar la unión del **ARNt** con la **metionina** al **ARNm** y al ribosoma.

Para todo ello se necesitan factores de iniciación y energía procedente de la hidrólisis de **GTP**.

Cuando se une todo lo anterior, los factores se liberan y esto permite que la subunidad mayor del ribosoma se una y se disponga de tal forma que en el **sitio P** quede alojado el **ARNt** con la metionina, y en el **lugar A** se incorpore el otro **ARNt** con el aminoácido correspondiente al triplete codificado en el **ARNm**.

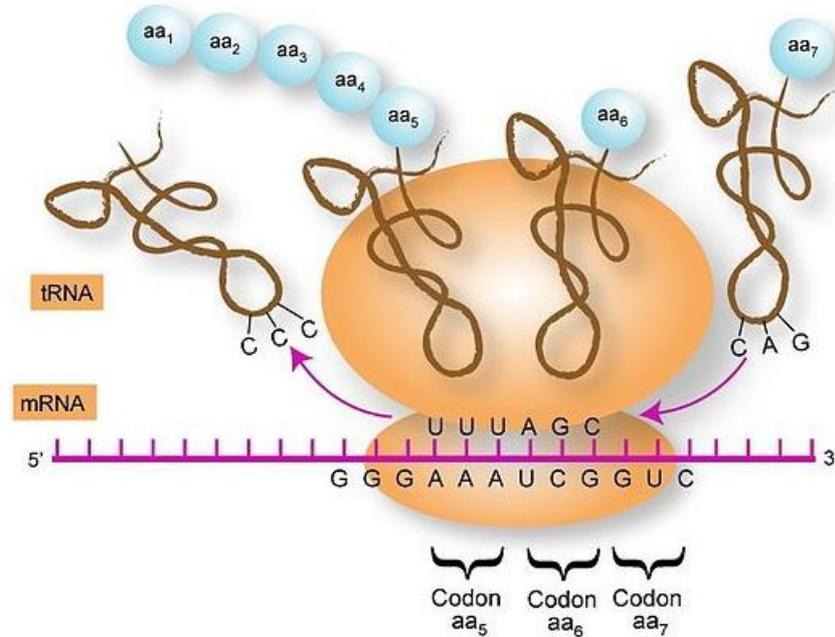


Imagen en Wikimedia Commons de [DNADude](#) bajo [CC](#)

En la **fase de elongación** el aminoácido unido al ARNt situado en el lugar P se une con el otro aminoácido, y ambos quedan unidos al ARNt en el lugar A. La unión entre los aminoácidos es llevada a cabo por la enzima peptidil-transferasa, que cataliza la unión entre el grupo carboxilo (-COOH) de la metionina con el grupo amino (-NH<sub>2</sub>) del siguiente aminoácido del lugar A, formando un enlace peptídico cuyo resultado es un dipéptido unido al ARNt del lugar A.

A continuación se produce la **translocación del ribosoma**, que consiste en el desplazamiento del ribosoma al siguiente triplete de nucleótidos que codifica para el siguiente aminoácido a incorporar. De esa manera, el dipéptido anterior pasa de estar en el lugar A al lugar P, el ARNt de la metionina se libera y el sitio A queda libre de nuevo para que un nuevo ARNt con su aminoácido se incorpore. Para que se produzca esta translocación se necesita energía que es proporcionada por la hidrólisis de GTP. De esta manera se permite que el ribosoma vaya avanzando a lo largo de todo el ARNm leyendo el mensaje contenido en él.

La **fase de terminación** se produce cuando en el sitio A aparece uno de los tres **codones de terminación** o codones sin sentido, **UAA**, **UAG** o **UGA**, no hay ningún ARNt que pueda reconocerlos y en su lugar se coloca un factor de liberación, de naturaleza proteica, que hace que la peptidil-transferasa catalice la hidrólisis de la cadena polipeptídica del ARNt situado en el sitio P del ribosoma.

## CONCEPTO DE GEN

Un **gen** es, por lo tanto, un **fragmento de ADN** localizado en un cromosoma que lleva la información necesaria para expresar un **carácter**.

Hoy se sabe que los diferentes caracteres de un individuo se deben a la expresión de proteínas, por lo que podemos definir al gen como la información de ADN que codifica para una proteína.

El ADN se localiza en el núcleo formando cromosomas, por lo que los genes serán parte de esos cromosomas.

La **Teoría cromosómica de la herencia** establece que los **genes** se encuentran en los **cromosomas**, dispuestos linealmente.

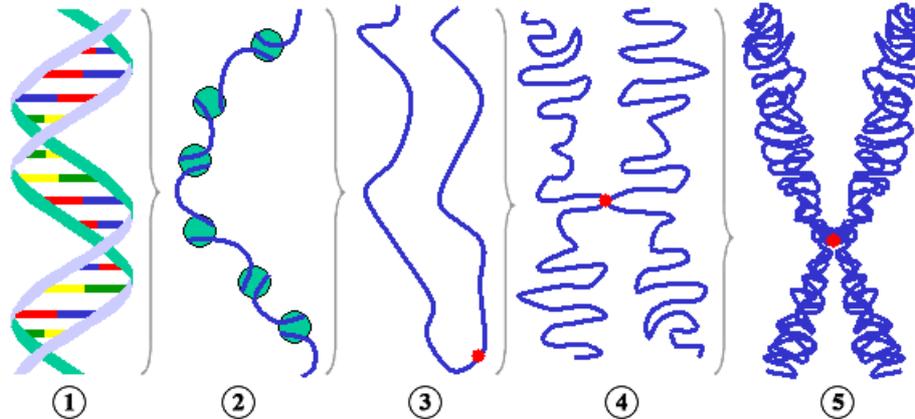


Imagen en Wikimedia Commons de [Magnus Manske](#) bajo [Dominio Público](#)

## 3. División celular: Mitosis y Meiosis



El proceso de división celular es necesario en todos los organismos, en él, a partir de una **célula madre** se originan **células hijas**; lo que permite, en **organismos unicelulares**, **reproducirse**, y en **organismos pluricelulares**, que se puedan **reemplazar células muertas** o que se formen nuevas para poder crecer.

También por división celular se originan las células responsables de la formación del nuevo individuo en aquellas especies que se reproducen sexualmente.

### TIPOS DE REPRODUCCIÓN CELULAR SEGÚN EL TAMAÑO Y EL NÚMERO DE CÉLULAS HIJAS

Si clasificamos la división celular según **el tamaño y el número de células hijas** que se formen, podemos encontrar los siguientes tipos:

- La **bipartición** también se llama fisión binaria y es una forma de reproducción que se da en bacterias, levaduras, algas unicelulares y protozoos. La célula madre se divide en dos células hijas de igual tamaño
- Durante el proceso de **gemación** se forman en la célula madre unos abultamientos o yemas que al crecer forman células de tamaños diferentes y que al desarrollarse originan nuevos seres, que pueden separarse del organismo materno o quedar unidos a él, iniciando así una colonia.
- En la **esporulación** el núcleo de la célula madre se divide varias veces y se rodea de citoplasma. La célula madre se rompe y se liberan numerosas esporas.

### TIPOS DE REPRODUCCIÓN CELULAR SEGÚN EL TIPO CELULAR Y EL GENOMA RESULTANTE

En un organismo **pluricelular**, como el nuestro, podemos hacer una clasificación de las células en función del **número de cromosomas** que tengan:

- Las **células diploides (2n)** son aquellas que tienen un número doble de cromosomas, es decir, poseen dos series de cromosomas. Reciben el nombre de **células somáticas**; son todas las que forman nuestro cuerpo menos las reproductoras (los óvulos y los espermatozoides).
- Las **células haploides**, que las representamos con la letra **n**, son células que contienen la mitad del número normal de cromosomas que hay en las células diploides (poseen una sola serie de cromosomas). Son las células reproductoras.

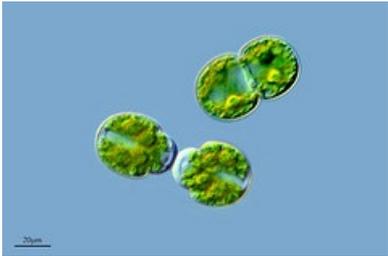
Según el **tipo celular** y el **genoma resultante** podemos distinguir **mitosis y meiosis**.

- Mediante **mitosis** se obtienen dos células hijas con la misma dotación cromosómica de la madre. Para ello, antes de iniciar la división se duplica el ADN de la célula madre. Este tipo de división se da en **células somáticas**.
- La **meiosis** consiste en dos divisiones sucesivas. Al igual que en la mitosis, antes de iniciar la primera división, se procede a duplicar el ADN (no ocurre lo mismo para la segunda división). Como resultado se obtienen cuatro células hijas con la mitad de cromosomas que la célula madre. Esta es exclusiva de **células reproductoras** (gametos).

## TIPOS DE REPRODUCCIÓN EN LOS SERES VIVOS

En los seres vivos se llevan a cabo dos tipos de reproducción:

- La reproducción **asexual**, en la que interviene un único individuo y como las divisiones celulares se producen exclusivamente por **mitosis**, la descendencia es genéticamente idéntica al progenitor.
- La reproducción **sexual**, en la que intervienen dos progenitores, uno de cada sexo, cada uno de los cuales aporta un **gameto** formado por **meiosis** (célula haploide, con la mitad de cromosomas que una célula no reproductora), que al fusionarse entre sí darán lugar a un cigoto (diploide) que, por sucesivas mitosis formará un individuo adulto. Este nuevo individuo poseerá una información genética que será una mezcla de la de ambos progenitores. Por tanto, para que se pueda llevar a cabo la reproducción sexual se tienen que producir:
  - **Gametos** (células reproductoras especializadas).
  - La **fecundación** (fusión de los mismos).

Tipo de reproducción	Ventajas	Inconvenientes
<p><b>Asexual</b></p>  <p>Imagen en Flickr de <a href="#">PROYECTO AGUA</a> bajo CC</p>	<p>Rapidez</p> <p>Simplicidad</p> <p>Ahorro de energía en operaciones previas a la fecundación</p> <p>Producción de gran número de descendientes</p>	<p>Ausencia de variabilidad genética</p>
<p><b>Sexual</b></p>  <p>Imagen en Flickr de <a href="#">brian.gratwicke</a> bajo CC</p>	<p>Produce variabilidad genética en los individuos, lo que les proporciona ventajas ante la selección natural</p>	<p>Es más lenta</p> <p>Es más compleja</p> <p>Consume más energía en todos sus procesos</p> <p>Produce un número menor de descendientes</p>

### 3.1. Ciclo celular: interfase y división celular

Se considera **vida de una célula** al periodo que va desde que nace de otra célula hasta que vuelve a dividirse o muere.

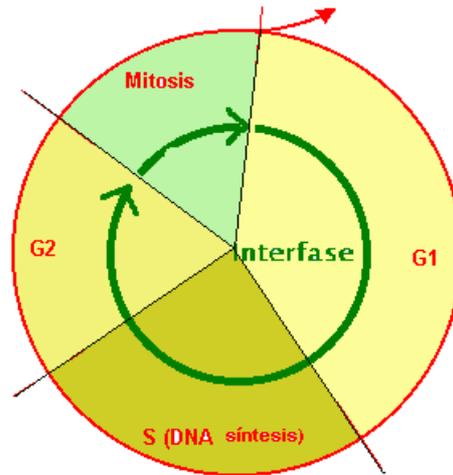


Imagen en [Averroes](#) de Lourdes Luengo bajo CC

Se llama **ciclo celular** a la secuencia cíclica de procesos en la vida de una célula que conserva la capacidad de dividirse.

El ciclo celular es como un reloj que marca las distintas fases por las que pasa una célula a lo largo de su vida aunque, como ahora veremos, no todas las células lo realizan.

Podemos dividir el ciclo celular en dos grandes fases:

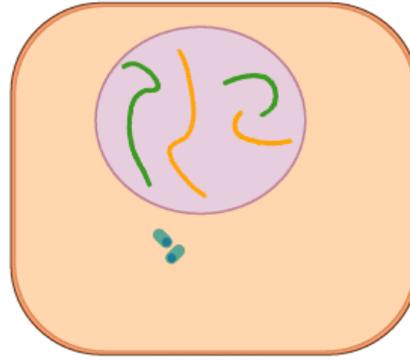
- **Periodo de interfase**, que se subdivide en **fase G1**, **fase S** y **fase G2**). Es un período de tiempo que transcurre entre dos divisiones sucesivas, en el que existe una gran actividad metabólica.
- **Fase M**, en la que ocurren la **mitosis** (división del núcleo) y **citocinesis** (división del citoplasma).

Recuerda; para que se produzca cada una de estas etapas hace falta que se complete la anterior.

De las cuatro fases que aparecen en el ciclo, dos son las más importantes, la **fase S**, en la que se duplica el ADN, con el fin de crear una copia para cada célula hija, y la **fase M**, en la que se distribuye de manera equitativa el material genético y el contenido del citoplasma entre las células hijas.

## INTERFASE

La **interfase** es la etapa más larga del ciclo celular, en la que se da el crecimiento de la célula y una amplia actividad metabólica y como ya sabes se divide en tres fases. Esta gráfica muestran una imagen sencilla de como se podría representar un periodo de interfase durante el ciclo celular.



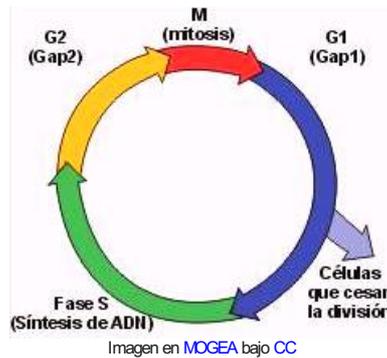
**INTERFASE**  
Imagen en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

En la interfase se diferencian las etapas **G1**, **S** y **G2**. En estas etapas no hay reposo, por el contrario tiene lugar una intensa actividad metabólica.

### Fase G1

Suele ser la etapa más larga de todo el ciclo celular. Empieza inmediatamente después de que ha terminado la mitosis y va a continuarse con la fase S, en ella se **replican orgánulos** y estructuras del citoplasma y como consecuencia **la célula crece** y vuelve a tener el volumen celular normal, ya que este se había reducido al dividirse la célula a la mitad durante la mitosis. Se produce una intensa **actividad metabólica**, ya que se **sintetizan ARN y proteínas** esenciales para la replicación del DNA.

Las células en G1 pueden detener su progresión en el ciclo y entrar en un estado de reposo especial llamada **fase G0**, que puede durar días, semanas o años. Algunas células —como las fibras musculares esqueléticas— no abandonan nunca esta fase; mientras que otras, como las de la médula ósea, que deben dividirse muy rápidamente, ni siquiera entran en ella.



### Fase S

También se llama fase de síntesis. Es un periodo corto durante el cual se **replica el ADN** y que se completa poco antes de que comience la mitosis, con el único fin de que las células hijas tengan cada una copia idéntica del genoma. Antes de esta fase, las células autosómicas (somáticas) contienen la cantidad diploide ( $2n$ ) del ADN; durante la fase S **la cantidad de ADN se duplica** ( $4n$ ) como preparación para la división celular. Por tanto, en esta fase, cada cromosoma se duplica, y los cromosomas idénticos resultantes (cromátidas) permanecen unidos entre sí por los centrómeros.

### Fase G2

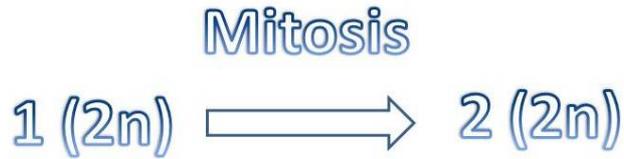
Ocurre justo antes de la mitosis y en ella las células se preparan para la actividad mitótica: se produce una **segunda fase de crecimiento**, se **acumula energía** y se **crean las proteínas** esenciales para la división celular.

En esta etapa, los cromosomas formados por dos cromátidas empiezan a condensarse.

## 3.2. División celular. Fase M

La división celular o **fase M** del ciclo celular es el proceso mediante el cual a partir de una célula madre se forman dos células hijas con la misma dotación cromosómica que la progenitora.

La siguiente fórmula resume lo que acabas de leer:



Recurso propio

La **fase M** comprende dos etapas, la división del núcleo o **mitosis**, también denominada **cariocinesis** (carion significa núcleo) y la división del citoplasma o **citocinesis**.

Aunque se trata de un proceso continuo, para su estudio la mitosis se divide en cuatro fases:

- **Profase**
- **Metafase**
- **Anafase**
- **Telofase**

Por lo que respecta a la **división del citoplasma**, se da de **distinta en forma en células animales y vegetales**, ya que las vegetales tienen pared celular. Así, tenemos que distinguir entre:

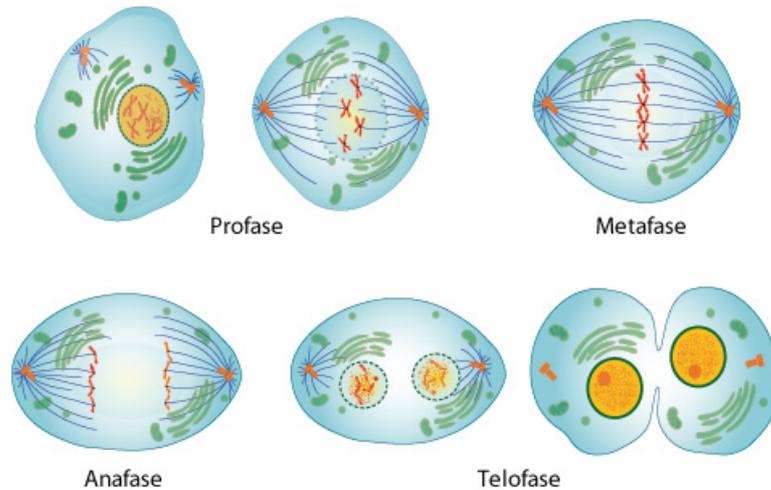
- **Citocinesis en células animales**
- **Citocinesis en células vegetales**

## MITOSIS O DIVISIÓN DEL NÚCLEO

En la mitosis, también llamada cariocinesis, se realiza un reparto ordenado del material genético.

La mitosis consiste en la división del núcleo para formar otros dos con la misma información genética. El proceso debe garantizar que las dos células hijas reciban una copia idéntica del ADN materno y, por tanto, posean el mismo número y los mismos cromosomas que poseía la célula madre.

La mitosis la podemos dividir en cuatro etapas:



Imágenes en Wikimedia Commons de [Lady of Hats](#) bajo [Dominio Público](#)

### 1. Profase

Esta fase se caracteriza porque:

- La cromatina se condensa haciéndose visibles los cromosomas (cada uno con dos **cromátidas** ya que el ADN se ha duplicado previamente). Se inicia la desintegración de la membrana nuclear.

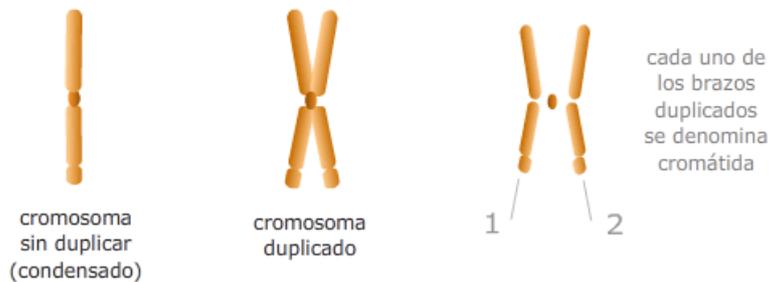


Imagen en Genética Humana de [Manuel Merlo Fernández](#) bajo [CC](#)

- Los centriolos empiezan a separarse dirigiéndose cada uno hacia un polo de la célula. Se desarrolla entre ellos un haz de fibras que constituyen el **huso acromático**.

- Al final de la profase (profase tardía) desaparece la membrana nuclear quedando los cromosomas dispersos en el citoplasma.

**2. Metafase** En esta fase los cromosomas se van a situar en el plano ecuatorial de la célula. El proceso está dirigido por el huso acromático.

**3. Anafase** En la anafase los cromosomas se dirigen hacia los polos de la célula. Cada cromosoma se divide en sus dos cromátidas obteniéndose, por tanto, dos cromosomas idénticos. Cada uno de ellos se dirige hacia un polo de la célula, arrastrados por el huso.

**4. Telofase** En esta fase los núcleos hijos se reconstruyen. Los cromosomas finalizan la migración, comienzan a descondensarse formando una cromatina que empieza a rodearse de una envoltura nuclear. El huso acromático se reduce llegando a desaparecer.

## CITOCINESIS O DIVISIÓN DEL CITOPLASMA

Una vez que ha concluido la telofase, llega el momento de proceder al **reparto del citoplasma y sus orgánulos** entre las dos células hijas. Este reparto se lleva a cabo durante la **citocinesis** y ha de ser lo más equitativo posible.

Este proceso se realiza de forma distinta según se trate de células vegetales o animales, pues éstas últimas carecen de pared de celulosa.

### CITOCINESIS EN CÉLULAS ANIMALES

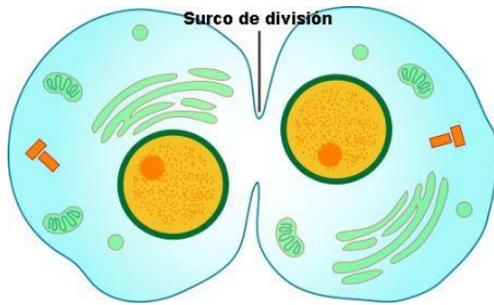


Imagen en Wikimedia Commons de Lady of Hats bajo Dominio Público

Por la acción de un anillo formado de proteínas contráctiles, se produce un estrangulamiento en el plano ecuatorial de la célula, denominado surco de división, que acaba dividiendo la célula en dos.

El resultado final del proceso de citocinesis son dos células hijas que son iguales genéticamente; su ADN es el mismo.

### CITOCINESIS EN CÉLULAS VEGETALES

En células vegetales, tras la telofase, a partir de vesículas procedentes del aparato de Golgi, se forma un tabique a la altura del plano ecuatorial que separa los dos núcleos.

Estas vesículas contienen todos los componentes necesarios para formar la pared celular, celulosa fundamentalmente, aunque también proteínas y otros polisacáridos.

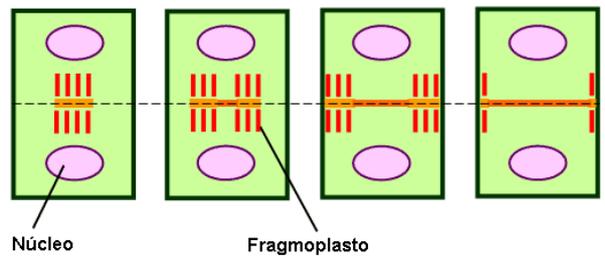


Imagen en Wikimedia Commons de Tameeria bajo CC

## 3.3. Meiosis



La **meiosis** es un mecanismo de división que se realiza exclusivamente en **células reproductoras**, en el cual, a partir de una célula **diploide** ( $2n$ ), con dos juegos cromosómicos, se forman cuatro células **haploides**, con un único juego cromosómico, ( $n$ ). Los hechos más significativos de la meiosis tienen lugar durante la profase de la primera división.

Durante la reproducción sexual se produce un fenómeno que conocemos como **fecundación**, que consiste en la unión de dos células llamadas **gametos** para dar lugar a una única célula llamada **huevo o cigoto**. En este proceso se produce la suma de los cromosomas de cada uno de los gametos, por lo que el cigoto resultante tendrá el doble de cromosomas que los gametos que lo originaron. Por ejemplo, si cada uno de los gametos tiene 14 cromosomas, el cigoto resultante tendrá 28.



Imagen en Wikimedia Commons de Fir0002 bajo CC

Como la fusión de gametos implica duplicar el número de cromosomas del cigoto, si no fuera por la **meiosis**, que reduce el número de cromosomas de una célula a la mitad, a lo largo de las sucesivas generaciones se iría duplicando el número de cromosomas de la especie.

La meiosis es un mecanismo de división que se realiza exclusivamente en células reproductoras, en el cual, a partir de una célula diploide ( $2n$ ), con dos juegos cromosómicos, se forman cuatro células haploides, con un único juego cromosómico, ( $n$ ).

La meiosis, por tanto, tiene lugar en todos los seres vivos que presentan reproducción sexual, aunque no siempre tiene lugar en el mismo momento de su ciclo vital. En animales tiene lugar antes de la fecundación, para dar lugar a la formación de los gametos: **óvulo** (gameto femenino) y **espermatozoide** (gameto masculino).

Este proceso comparte muchas de sus características con la mitosis. Las dos divisiones meióticas pasan por las mismas fases que en la mitosis, es decir, profase, metafase, anafase y telofase.

## FASES DE LA MITOSIS

En la meiosis se producen dos divisiones consecutivas, **meiosis I** y **meiosis II** que, para su estudio, se dividen en las mismas etapas que la mitosis.

### 1. MEIOSIS I

En esta primera división se produce un fenómeno que resulta de vital importancia; el apareamiento de cromosomas homólogos y el intercambio de material entre los mismos.

Para su estudio se divide en las mismas fases que la mitosis.

#### Profase I

Al igual que en la mitosis, en esta fase se comienzan a observar los **cromosomas**, al espiralizarse el ADN.

Se **duplican los centriolos** y **desaparecen el nucléolo y la membrana nuclear**. Pero a diferencia de la profase mitótica, los cromosomas homólogos se juntan y entre ellos tiene lugar un intercambio de fragmentos de ADN.

La profase I es la etapa más compleja de toda la meiosis, y para su estudio se puede dividir en las cinco fases llamadas, como antes vimos, leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis:

<b>Leptoteno</b>	Los cromosomas individuales se <b>condensan</b> en largos filamentos y se empiezan hacer visibles. Cada uno de ellos está formado por un armazón proteico unido a la envoltura nuclear. En ellos se observan las dos cromátidas estrechamente unidas, que no se distinguen hasta el final de la profase I.
<b>Zigoteno</b>	En esta etapa los dos cromosomas homólogos de cada pareja se aparean longitudinalmente gen a gen. A este proceso se le denomina <b>sinapsis</b> y se realiza mediante una estructura proteica denominada <b>complejo sinaptonémico</b> . A cada pareja de cromosomas homólogos apareados se les denomina <b>bivalentes o tétradas</b> (contiene 4 cromátidas).
<b>Paquiteno</b>	En este período se produce el <b>sobrecruzamiento, entrecruzamiento o crossing-over</b> entre cromátidas homólogas, es decir cromátidas no hermanas pertenecientes a la misma pareja de cromosomas homólogos. Durante el entrecruzamiento, un fragmento de una cromátida puede separarse e intercambiarse por otro fragmento de su correspondiente homólogo y, como consecuencia, se produce un intercambio de genes o <b>recombinación genética</b> , con ello aumenta la variabilidad. En esta animación las cromátidas de los cromosomas amarillos y verdes intercambian fragmentos.
<b>Diploteno</b>	Los cromosomas homólogos comienzan a separarse, aunque permanecen unidos por unos puntos, llamados <b>quiasmas</b> , que se corresponden con los lugares donde se produjo la recombinación. En este punto la meiosis puede sufrir una pausa, como ocurre en el caso de la formación de los óvulos humanos, que continuará al alcanzar la madurez sexual. A este estado de latencia se le denomina <b>dictioteno</b> .
<b>Diacinesis</b>	En esta etapa se observan por primera vez las dos cromátidas que forman cada cromosoma, que están unidas por el centrómero. Los pares de cromosomas homólogos permanecen unidos por los quiasmas que se establecen entre cromátidas homólogas. Al final de la diacinesis cesa la síntesis de ARN y desaparece el nucléolo.

#### Metafase I

Las tétradas (pares de cromosomas homólogos) se disponen en el plano ecuatorial formando la placa metafásica.

#### Anafase I

Se separan las tétradas y cada uno de los cromosomas, formado por dos cromátidas, es arrastrado, hacia cada uno de los polos de la célula (observa la diferencia con la anafase de la mitosis, en la que se separaban las cromátidas hermanas de un mismo cromosoma; en la anafase I se segregan cromosomas completos).

#### Telofase I

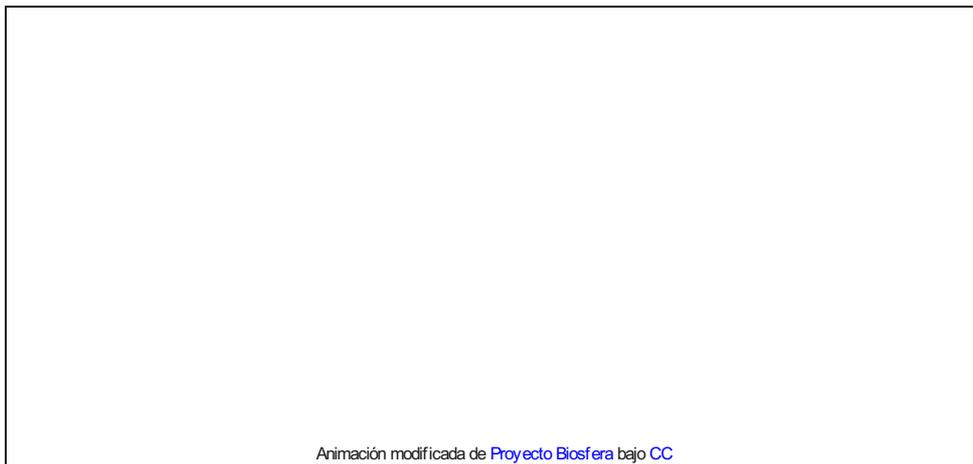
Cuando los cromosomas alcanzan los polos de la célula, se reorganiza la membrana nuclear y el nucléolo. La célula se divide y se forman dos células hijas con la mitad de cromosomas que la célula madre (cada uno de estos cromosomas sigue teniendo dos cromátidas).

### 2. MEIOSIS II

Esta segunda división se caracteriza porque no existe duplicación previa del ADN, ya que cada uno de los cromosomas está formado por dos cromátidas.

Esta división se desarrolla de igual modo que una mitosis, por lo que tiene las mismas fases.

La siguiente animación te puede servir para que repases paso a paso, hacia adelante y hacia atrás, cada una de las fases de la meiosis que hemos estudiado anteriormente:



## SIGNIFICADO BIOLÓGICO DE LA MITOSIS

En el apartado anterior hemos visto cómo se desarrolla la meiosis pero, ¿por qué es tan importante?

Las razones de esta importancia son dos:

En primer lugar,

### ● MANTIENE CONSTANTE EL NÚMERO DE CROMOSOMAS DE LA ESPECIE

¿Qué significa esto?

Sabemos que durante la reproducción sexual se produce un proceso denominado **fecundación**. Durante la misma tiene lugar la fusión de dos gametos para dar lugar a un cigoto, que tiene un número de cromosomas que es igual a la suma de los que poseían ambos gametos (si los gametos tienen 20 cromosomas cada uno, el cigoto tendrá 40).

Estas cifras se han de mantener a lo largo de las sucesivas generaciones, por lo que a lo largo del ciclo vital de una especie ha de haber un proceso que reduzca a la mitad el número de cromosomas que compense la duplicación que se produce durante la fecundación. **Esta función la lleva a cabo la meiosis.**

En segundo lugar,

### ● GENERA UNA ENORME VARIABILIDAD GENÉTICA

¿Cómo se produce?

- Debido al entrecruzamiento entre cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos que se produce durante la profase I.
- Gracias a la separación de cromosomas homólogos (anafase I) y separación de cromátidas (anafase II).

## 4. Genética mendeliana



Imagen en Wikimedia Commons de [Wilfredor](#) bajo [Dominio Público](#)

Cuando Mendel hizo dichas investigaciones y postuló sus leyes, no tenía ningún conocimiento sobre la molécula en la que reside la información genética, ni sabía de la existencia de genes ni cromosomas, por lo tanto, aunque actualmente expliquemos sus leyes y conclusiones usando términos relacionados con los conceptos anteriores, él nunca utilizó esa terminología ni los razonamientos de localización de alelos que hoy en día podemos usar.

# CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA

## Concepto de gen y alelo

Un **gen** es un fragmento de ADN que contiene la información necesaria para determinar un **carácter**. Dicho de una forma más sencilla, un gen determina un carácter. Un carácter es una característica observable en un individuo, por ejemplo, el color de los ojos, también lo sería el color del pelo, la forma de una hoja, el grupo sanguíneo...

Para cada gen situado en un cromosoma habrá otro situado en el cromosoma homólogo, en el mismo lugar, que llevará información para el mismo carácter. A estos genes se les llama **alelos**. La información que tienen los genes alelos puede ser la misma o puede ser distinta.

Vamos a ponerte un ejemplo. Imagina que en un cromosoma existe un gen "**N**" que determina el color negro del pelaje de los gatos. En el cromosoma homólogo habrá otro gen, que vamos a llamar "**n**" que determina el color blanco; "**N**" y "**n**" son alelos.

## Concepto de genoma

El genoma es la totalidad de la información genética con la que cuenta un individuo, o, dicho de otra forma, el conjunto de genes que posee un individuo.

## Concepto de genotipo y fenotipo

Entendemos por **genotipo** el conjunto de genes que posee un individuo, aunque normalmente con este término hacemos referencia a un carácter o unos caracteres determinados. Si el genotipo está referido a un único carácter, vendrá determinado por la pareja de alelos.

El carácter más o menos observable que determina un genotipo concreto constituye el **fenotipo**.

Vamos a ver la diferencia con un ejemplo. El color del pelaje del gato vendrá determinado por la pareja de alelos Nn y el color del pelo es negro. El **genotipo es "Nn" y el fenotipo es "negro"**.

## Homocigótico y heterocigótico

Un individuo es **homocigótico** (puro) para un carácter cuando sus dos alelos son iguales., por ejemplo, el color del pelo viene determinado por la pareja alélica "**NN**".

Decimos que un individuo es **heterocigótico** (híbrido) para un carácter cuando sus dos alelos son distintos, por ejemplo, el color del pelo lo determinan la pareja "**Nn**".

## Herencia dominante, alelo dominante y recesivo.

Hablamos de **herencia dominante** cuando un alelo (**dominante**) se expresa en el fenotipo mientras que el otro (**recesivo**) queda oculto. El alelo dominante se representa en mayúscula mientras el recesivo se representa en minúscula. Dominante "**H**"; recesivo "**h**".

En el caso del pelaje de los gatos, el alelo que determina el color negro (N) es dominante sobre el que determina el color blanco (n). El genotipo Nn tendrá un fenotipo negro.

HERENCIA DOMINANTE		
Color de ojos en gatos		
	Genotipo	Fenotipo
Homocigótico	MM	Marrón
	mm	Blanco
Heterocigótico	Mm	Marrón

## 4.1. Leyes de Mendel



Las experiencias de Mendel comenzaron con la obtención de dos **razas puras** de plantas que diferían en un carácter. Para ello realizó autofecundación durante varias generaciones seguidas que le permitieran asegurarse la pureza de las líneas. Mendel desechaba aquellos ejemplares que producían descendencia variada para el carácter en cuestión y volvía a cruzar aquellos que producían descendencia homogénea e idéntica a los progenitores para el carácter que intentaba seleccionar. Después de varias generaciones produciendo una descendencia totalmente homogénea, los consideraba razas o líneas puras y aptas para la posterior experimentación.

Lo que Mendel denominó razas puras, fue lo que posteriormente se conoció como individuos **homocigotos** para un carácter; es decir, individuos que poseían la misma información genética, para ese carácter, en las dos copias del cromosoma portador del responsable de dicho carácter.

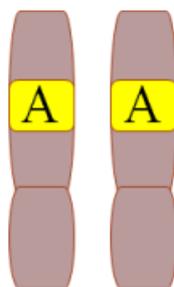


Imagen en Flickr de [juanmaalijo](#) bajo CC

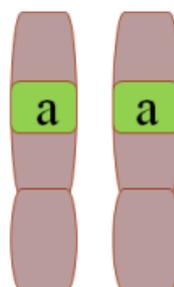


Imagen en Flickr de [juanmaalijo](#) bajo CC

Raza pura carácter  
semilla amarilla  
(Homocigoto AA)

Raza pura carácter  
semilla verde  
(Homocigoto aa)

## PRIMERA LEY DE MENDEL

A esta ley se le llama también "**ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial**", y dice que cuando se realiza un cruzamiento entre dos individuos raza pura para un carácter que difieren en el fenotipo, todos los individuos de la primera generación filial (F1) presentan el mismo fenotipo.

Al carácter que desaparecía en esa primera generación filial lo llamó carácter **recesivo**, y al único representado en la F1 carácter **dominante**.

Resultado del cruce de razas puras

Primera ley

--	--

## SEGUNDA LEY DE MENDEL

Esta ley se denomina también "**ley de la segregación de los factores hereditarios o alelos**". Al cruzar entre sí dos individuos de la primera generación filial (F1), obtenidos en el cruce que vimos en la primera ley, aparecen entre los individuos de la segunda generación filial (F2) individuos con el carácter que se había mantenido oculto en la F1. Ello es posible porque los alelos (o factores hereditarios como los llamó Mendel) se separan al originarse los gametos y se pueden volver a unir al formar el cigoto que da lugar al nuevo individuo.

Cruce de híbridos

Segunda ley

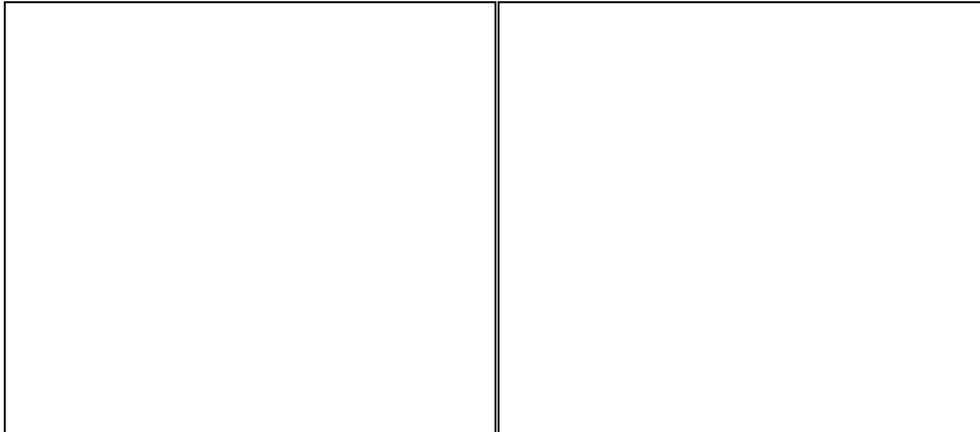
--	--

## TERCERA LEY DE MENDEL

La tercera ley de Mendel se conoce como "**ley de la herencia independiente de caracteres**" y dice que los caracteres son independientes y se combinan al azar. En la transmisión de dos o más caracteres, cada pareja de alelos que controla un carácter, se transmite de manera independiente de cualquier otro par de alelos que controlen otro carácter en la segunda generación, combinándose de todos los modos posibles.

Cruce de razas puras para dos caracteres

Tercera ley



## 4.2. Teoría cromosómica de la herencia. Genes y cromosomas



Imagen en [Proyecto Biosfera](#) bajo CC

A mediados del siglo XIX, cuando Mendel realizó sus experimentos con guisantes, el estudio del ADN y de la célula no había alcanzado el grado de desarrollo que poseen en la actualidad. Muchos conceptos que ahora son de uso cotidiano, como gen, cromosoma, meiosis, .. o no se conocían o no se sabía su función (el término gen, por ejemplo, ni siquiera existía, Mendel hablaba de unidades o factores de herencia).

Algunos científicos trataron de dar una explicación a las leyes de Mendel, sobre todo era necesario aclarar el papel que desempeñaban los cromosomas y la meiosis en la herencia.

A principios del siglo XX T. H. Morgan elaboró la denominada **Teoría Cromosómica de la Herencia**. Esta teoría dice:

1. Los genes se localizan en los cromosomas.
2. Cada gen ocupa un lugar concreto en el cromosoma, que se denomina *locus* (en plural *loci*).
3. Los genes se encuentran dispuestos linealmente a lo largo del cromosoma.
4. Los alelos se encuentran en los cromosomas homólogos, por esta razón existe un par para cada carácter.

## 5. Inmunología



La **inmunología** se encarga actualmente de estudiar las enfermedades relacionadas con las **alergias**, **cánceres**, rechazos de **trasplantes** y enfermedades **autoinmunes**, además de analizar los mecanismos que intervienen en la defensa del organismo.

Es una disciplina bastante joven, que nace a partir del siglo XVIII, con los estudios y ensayos de **Edward Jenner** sobre las **vacunas**.

Es el **sistema inmunitario** el encargado de las defensas del organismo frente a posibles ataques o invasiones de agentes patógenos. No es, en realidad, un sistema perfectamente localizado en el que sus órganos están íntimamente unidos. Por el contrario, se trata de un sistema distribuido por todo el organismo, constituido por una serie de órganos y tejidos.

## SISTEMA INMUNE

El sistema encargado de la defensa del organismo es el **sistema inmune**. No se trata de un sistema localizado, sino que es más bien difuso, es decir, está formado por **órganos** y **tejidos** que se sitúan por todo el organismo. Forman parte de este sistema tejidos como son la **piel** y las **mucosas**, o algunas sustancias como las **lisozimas** presentes en los líquidos del cuerpo. También forma parte de la defensa del organismo el **pH del ácido** del estómago.

Se trata por tanto, de un sistema muy diseminado y que resulta muy difícil representar en un esquema como podemos hacer con otros sistemas:

### Sistema Linfático

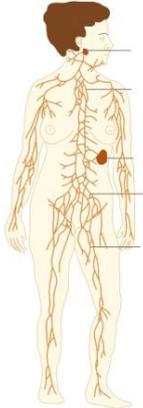


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [TheEmir](#) bajo CC

### Órganos del Sistema Inmune



Imagen en Wikimedia Commons modificada de [Scalesmd](#) bajo CC

### Barreras externas

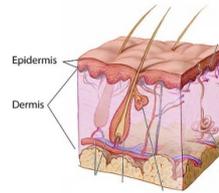


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [Don Bliss](#) bajo Dominio Público

### Células del sistema inmune

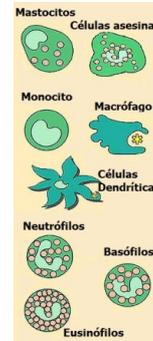


Imagen en Wikimedia Commons modificada de [DO11.10](#) bajo Dominio Público

El sistema inmune se halla constituido por una serie de **órganos** y **tejidos** diseminados por nuestro organismo.

Éstos se pueden organizar en dos grupos:

- **Órganos primarios**, en los cuales se producen y maduran los linfocitos, que son las células encargadas de llevar a cabo la respuesta inmune específica contra el agente invasor.
  - **Timo**, órgano localizado en la base del cuello. Conforme aumenta la edad del individuo, va disminuyendo de tamaño, hasta verse reducido a una masa fibrosa difusa.
  - **Médula ósea**, localizada en el interior de los huesos largos como el fémur. En ella se localizan las **células Stem**, llamadas también **células madres hematopoyéticas**, que originan todas las líneas de células sanguíneas, entre ellas, los **linfocitos**. Los linfocitos, en realidad, proceden de unas células precursoras inmaduras, denominadas **linfoblastos**. Los **linfoblastos** que maduran en la médula ósea se transforman en **linfocitos B** y los que maduran en el timo se transforman en **linfocitos T**.
- **Órganos secundarios**, que son los lugares donde los linfocitos se almacenan y se activan. Son los ganglios linfáticos, bazo y **masas de tejidos linfoides** asociados a otros sistemas o aparatos, como son las **amígdalas**, **apéndice vermiforme** o las **placas de Peyer**.

## CONCEPTO DE INMUNIDAD Y ANTÍGENO

La **inmunidad** es la capacidad que un organismo tiene de hacer frente a las infecciones, es decir, somos inmunes a un microorganismo si este no nos puede causar una enfermedad.

El **sistema inmune** es capaz de crear unas **defensas específicas** y duraderas frente a los patógenos que entran en nuestro cuerpo, es la **inmunidad adaptativa**, pero también nacemos con unas **defensas propias** como son las barreras defensivas y la respuesta inflamatoria, que **no son específicas** y que no hacen que nuestra inmunidad aumente tras la infección, es la **inmunidad innata**.

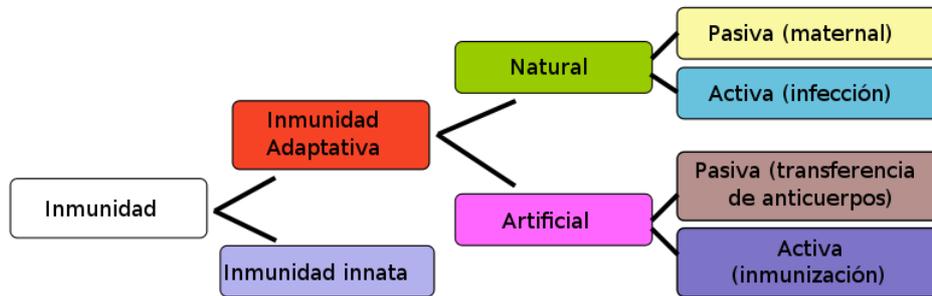


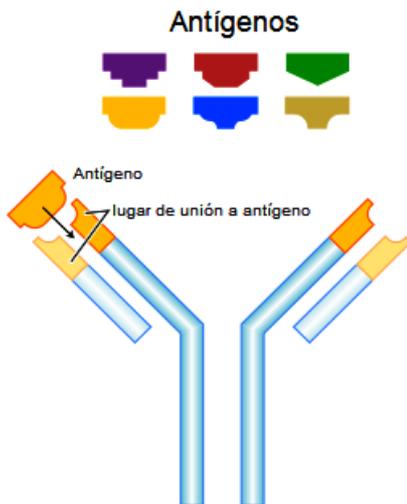
Imagen en Wikimedia Commons de [Paintman](#) bajo CC

Un **antígeno** es cualquier componente presente en un organismo patógeno, capaz de iniciar una respuesta inmunitaria en el organismo invadido. La respuesta es, por tanto, específica ya que fuerza al organismo atacado a fabricar otras sustancias, los anticuerpos, que deben ser específicos para el tipo exacto de antígeno que ha invadido el organismo.

Los antígenos suelen ser proteínas o polisacáridos, desde el punto de vista químico, y se encuentran formando parte de cápsulas, paredes o flagelos bacterianos, así como de las cápsidas víricas.

El término de antígeno significa "que origina a su contrario". En su estructura existe una zona donde se une al anticuerpo, a modo de una llave con su cerradura, es decir, de forma exacta. A esta zona se le denomina **epítipo** o determinante antigénico, mientras que la zona del anticuerpo que se une al antígeno se denomina **parátipo**.

### ¿QUÉ SON LOS ANTICUERPOS?



#### Anticuerpo

Imagen en Wikimedia Commons de [Gustavocarra](#) bajo [Dominio Público](#)

Los **anticuerpos** son moléculas de naturaleza proteica fabricadas por los **linfocitos B** y que son específicos para un antígeno concreto, y, además, se unen al **antígeno** permitiendo que este sea más visible y lo fagocite el macrófago.

Son unas **proteínas** denominadas **inmunoglobulinas (Ig)** que presentan una estructura muy característica:

Presentan dos **cadenas pesadas (H)** y dos **ligeras (L)** y en ambas existe una **región constante (C)** y otra **variable (V)**, es esta última la que se modifica para unirse al antígeno específico.

Existen diferentes tipos de inmunoglobulinas:

- La **IgG** es la más abundante y es la que se une a los macrófagos produciendo la muerte del patógeno.
- La **IgE** es la implicada en los procesos **alérgicos**.
- La **IgD** son las primeras en fabricarse por los linfocitos B, lo que puede estar relacionado con la activación de los linfocitos B.
- La función de **IgA** es proteger la superficie de la piel y las mucosas, junto a la IgG representa las defensas del recién nacido ya que se transmiten por la leche.
- La función de la **IgM** es activar la reacción del complemento.

Cuando el anticuerpo se une al antígeno puede provocar respuestas diferentes:

- **Precipitación**: al unirse el antígeno al anticuerpo se produce un precipitado que inactiva a los antígenos. Se produce cuando el antígeno está en disolución.
- **Aglutinación**: se produce cuando el anticuerpo se une a los antígenos de la membrana del patógeno, esto impide que los patógenos puedan realizar su función, ya que podemos decir que los inmoviliza.
- **Neutralización**: los anticuerpos que se sitúan en las membranas celulares impiden que los antígenos penetren en las células y las infecten, ya que se quedan pegados a ellos y no entran.
- **Opsonización**: el anticuerpo no puede destruir por sí solo al antígeno ni al patógeno, pero al unirse al antígeno lo hace más fácilmente visible por los macrófagos que lo fagocitarán. La unión antígeno-anticuerpo puede desencadenar la reacción del complemento.

El objetivo de la unión del anticuerpo al antígeno es la de activar una serie de procesos que terminen con la destrucción del agente patógeno.

### 5.1. Defensas específicas e inespecíficas



Nuestro organismo posee una serie de mecanismos de defensa para protegerse de ataques de organismos externos. Estos mecanismos son:

- Barreras externas como pueden ser la piel o las mucosas.
- Barreras internas, es decir, nuestro Sistema Inmune, que a su vez puede desencadenar una serie de respuestas al ataque de agentes externos si éstos han traspasado las barreras externas:
  - Respuesta inespecífica: respuesta inflamatoria, sistema del complemento y el interferón.
  - Respuesta específica: respuesta celular y respuesta humoral.

## DEFENSAS INESPECÍFICAS

Nuestro organismo cuenta con dos tipos de defensas inespecíficas:

**1. Barreras** que impiden la entrada de patógenos. Este tipo de defensa **no es nada específica** y actúa de igual manera independientemente del tipo de patógeno que actúe. Su acción es constante. Estas barreras están representadas por:

- **La Piel:** que forma un verdadero muro impidiendo la entrada de patógenos.
- **Las mucosas:** recubren el interior de los orificios abiertos al exterior segregando un mucus que impide la entrada de patógenos. La boca, el ano, las fosas nasales, la vagina.
- **pH:** la acidez del estómago o la vagina hacen que no puedan desarrollarse los microorganismos patógenos.
- Sustancias como las lágrimas contienen **lisozima** una sustancia que impide el desarrollo de bacterias.

**2.** Cuando las barreras externas fallan, se ponen en marcha mecanismos inespecíficos como:

- **La respuesta inflamatoria:** un mecanismo encargado de incrementar la presencia de los macrófagos en una zona en la que se ha producido una herida.
- **El interferón:** Cuando una célula es infectada libera unas proteínas que avisan a las células cercanas para que no dejen que el virus se exprese y frenar así la expansión de la infección.
- **El sistema del complemento:** se activa ante la presencia de bacterias, unas proteínas se unen a sus membranas desencadenando una reacción en cadena que termina por matar a la bacteria.

Si estos mecanismos fallan o la infección es muy fuerte se desencadenan los **mecanismos específicos**.



Imagen en Wikimedia Commons de [CommonismNow](#) bajo CC

## DEFENSAS ESPECÍFICAS

Estos mecanismos de defensas se ponen en marcha de una manera específica ante un antígeno. Existen células especializadas que reconocen a los diferentes antígenos y generan células o anticuerpos diferentes para destruirlos.

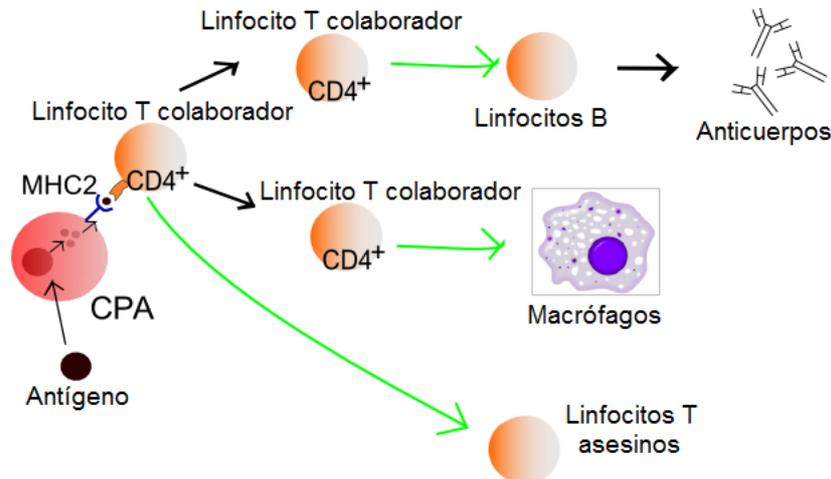
Para poder entender este mecanismo de respuesta tenemos que presentar a las grandes protagonistas, las células del sistema inmune. Estas células forman la serie blanca de la sangre.

Actúan como <b>fagocitos</b> en la respuesta <u>no específica</u> .	<b>Monocito</b> (macrófago)		
	<b>Neutrófilo</b>		
Actúan <b>liberando sustancias</b> en la respuesta <u>no específica</u> .	<b>Basófilos:</b> Libera a la sangre vasodilatadores y anticoagulantes desencadenando la respuesta inflamatoria.		
	<b>Eosinófilos:</b> Liberan a la sangre sustancias que frenan la respuesta inflamatoria y otras que ayudan a destruir organismos de gran tamaño no fagocitables.		
Los <b>linfocitos</b> que actúan en la respuesta <u>específica</u> .	<b>Linfocitos T</b>		<b>Linfocitos B</b>
	<b>Linfocitos T CD4:</b> Activan a los linfocitos B, linfocitos T citotóxicos y a los macrófagos.		Fabrican anticuerpos.
	<b>Linfocitos T CD8 o citotóxicos:</b> destruyen a las células infectadas.		
	<b>Linfocitos T supresores:</b> frenan la respuesta inmune.		
	<b>Células asesinas o NK:</b> destruyen células cancerígenas o infectadas.		

## 5.2. Concepto de inmunidad humoral y celular

La inmunidad específica se basa en el reconocimiento de antígenos extraños por parte del organismo huésped. La respuesta puede ser de tipo **humoral** o **celular**, pero ambas tienen lugar de forma simultánea con el fin de destruir la partícula antigénica.

- La **respuesta humoral** está mediada por linfocitos B, que producen anticuerpos que neutralizan los antígenos.
- La **respuesta celular** la realizan los linfocitos T, que no sólo destruyen ellos mismos las células extrañas, sino que también eliminan las células del propio organismo que se encuentran infectadas.



### INMUNIDAD CELULAR

La **respuesta celular** la llevan a cabo los **linfocitos T**, pero también intervienen los **macrófagos**. Los linfocitos T son los más adecuados para la acción célula-célula, se ponen en marcha cuando reconocen los antígenos en la membrana de células infectadas o los macrófagos, por eso, previamente a su acción, necesitan que se produzca el proceso de la **presentación antigénica**.

Cuando un **macrófago** fagocita un patógeno sus antígenos quedan expuestos en la superficie de su membrana, este macrófago se dirige a un ganglio linfático, o bien se desplaza por el torrente sanguíneo hasta que entra en contacto con un linfocito T, que tenga en su membrana receptores específicos para ese antígeno, entonces este linfocito se activa y se inicia la respuesta inmune.

Se produce la liberación de **interleuquinas I y II** que producen una doble acción:

- **Activan a los macrófagos** para que fagociten a las células infectadas, estos macrófagos se vuelven refractarios y no pueden ser infectados por el patógeno.
- **Activan a los linfocitos B** para que produzcan anticuerpos.
- Y **activan a los linfocitos T CD8 o citotóxicos** que se unen de manera específica a la membrana de las células infectadas, por el patógeno reconocido, y les inyecta enzimas que las destruyen.

Los linfocitos T activados se van a dividir para amplificar la respuesta inmune y una parte de ellos quedan en el torrente sanguíneo para cuando ese patógeno vuelva, quedando como **células de memoria**.

Cuando la respuesta termina los **linfocitos T supresores** son los encargados de frenarla.

Este tipo de respuesta se activa también ante **células tumorales** y es la responsable de los **rechazos en los trasplantes de órganos**.

## INMUNIDAD HUMORAL

La **respuesta humoral** se lleva a cabo cuando los **linfocitos B activados** durante la respuesta celular se transforman en **células plasmáticas**.

Cuando el linfocito B entra en contacto con un antígeno desconocido se empiezan a diferenciar células plasmáticas, cada una fabrica un tipo de anticuerpo hasta que aparece una que fabrica un anticuerpo complementario al antígeno. Esta célula plasmática se divide y libera los anticuerpos. Esta es la **respuesta humoral primaria** y tarda más en ponerse en marcha.

Estos linfocitos, al contrario que los linfocitos T citotóxicos, no atacan directamente a las células infectadas ni a los patógenos sino que liberan unas sustancias denominadas **anticuerpos** que se fijan a los **antígenos** del patógeno facilitando su fagocitosis por los macrófagos.

El linfocito B también se puede activar al entrar en contacto directamente con el antígeno sin mediación del linfocito T

Las **células plasmáticas** se dividen y parte de ellas quedarán reservadas como **células de memoria** en el torrente sanguíneo, para cuando vuelva el patógeno.

Cuando el antígeno vuelve a aparecer se desencadena una respuesta más rápida, ya que las célula de memoria saben qué anticuerpo fabricar. Es la **respuesta humoral secundaria**.

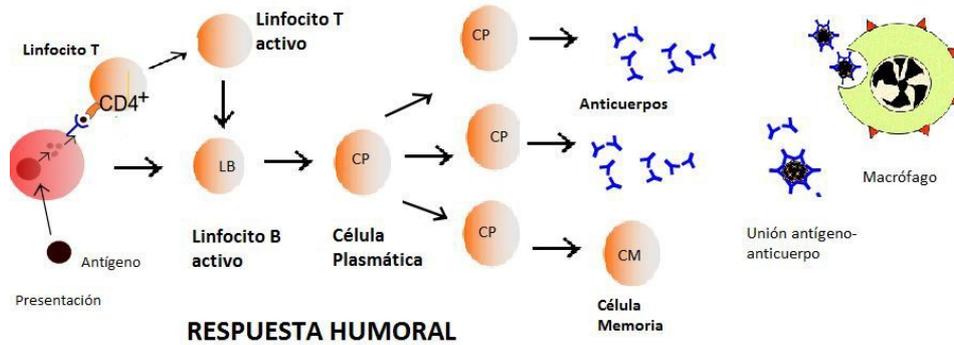


Imagen en [Mgea](#) bajo CC

Cuando el organismo entra en contacto por **primera vez** con un **antígeno** se desatan las **respuestas celular y humoral**. Se activan los linfocitos y se seleccionan aquellos que son complementarios al antígeno, se dividen y una parte de ellos quedan como células con memoria. Esta es la **respuesta primaria**, que hemos estudiado en el tema anterior.

La **respuesta secundaria** se activa **cuando el antígeno vuelve al organismo** por segunda vez, entonces son las **células con memoria** las que actúan.

La **respuesta secundaria es más rápida**, es decir, el tiempo que pasa desde que el linfocito reconoce al patógeno hasta que se desencadena la respuesta es menor, y la destrucción del patógeno es más eficaz.

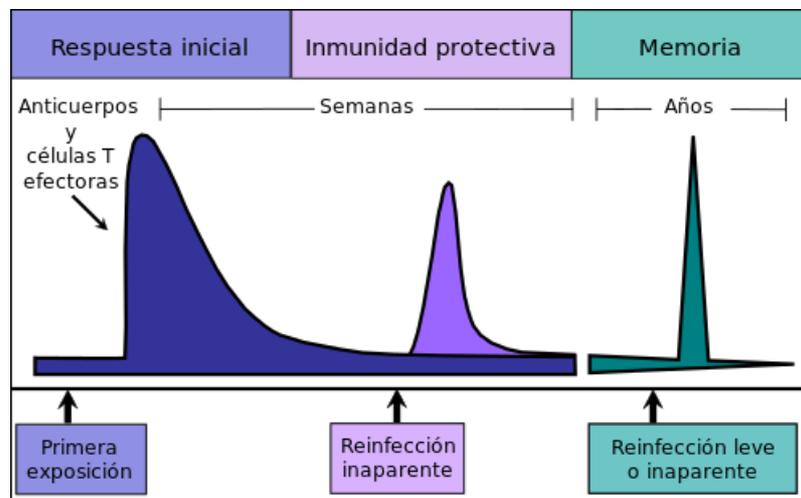


Imagen en Wikimedia Commons de [Paintman](#) bajo CC

## 5.3. Sueros y vacunas

La **inmunidad natural** es el conjunto de medidas que, de forma **espontánea y no inducida**, previenen la infección de individuos sanos por los agentes patógenos.

Es un tipo de inmunidad que presenta el **organismo al nacer** —de hecho, también recibe el nombre de innata—, antes incluso de que se ponga en contacto con algún agente patógeno.

Esta inmunidad no aumenta tras una infección y tampoco puede reconocer diferentes antígenos.

Dentro de ella se puede distinguir dos tipos:

- Inmunidad natural **pasiva**, que se obtiene sin que participe el sistema inmune del propio organismo.
- Inmunidad natural **activa**, que implica la acción de una serie de células y sustancias químicas que actúan contra el agente invasor.

Nuestra **inmunidad natural** se basa, entre otros elementos, en algunas células que poseemos al nacer y que nos defienden de la invasión de agentes patógenos.

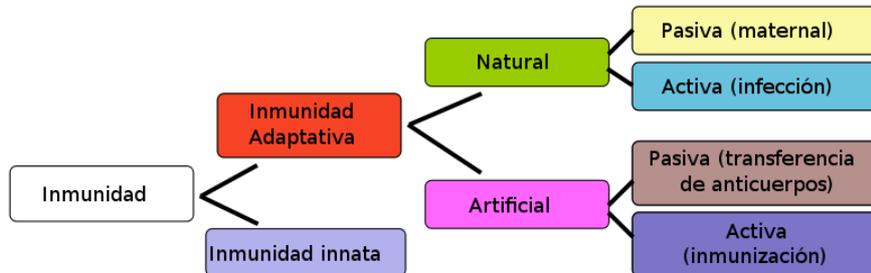


Imagen en Wikimedia Commons de [Paintman](#) bajo CC

Se considera **inmunidad adquirida** a la inmunidad que requiere la exposición a antígenos y la activación de una serie de mecanismos específicos para los distintos antígenos. A diferencia de la inmunidad natural, este tipo de inmunidad aumenta por las sucesivas exposiciones a los antígenos.

La inmunidad adquirida puede ser de dos tipos; activa y pasiva.

## VACUNAS

Las **vacunas** son preparados **artificiales** que se fabrican con **microorganismos atenuados**, o **fragmentos de ellos**, y que una vez dentro del organismo desencadenan una **respuesta inmune** que genera una **memoria inmune efectiva**. Se trata de un método **artificial** pero **activo** de defensa, ya que es el propio organismo el que elabora la respuesta inmune y esta será igual de duradera que una infección producida de manera natural ya que se desencadenan los mismos mecanismos celulares y humorales que se han visto anteriormente.



Imagen en Wikimedia Commons de [James Gillray](#) bajo [Dominio Público](#)

Otra forma de **inmunidad artificial** son los sueros, aunque al contrario que las vacunas los sueros no generan una respuesta activa sino que estimulan las respuestas inmunes **no específicas**, por lo tanto no generan memoria y **su acción no es duradera**.

## SUEROS

Los **sueros** pertenecen por lo tanto a la **inmunidad artificial** y **pasiva**.

Los sueros están formados por **anticuerpos** generados para un antígeno y **no generan memoria**, cuando los anticuerpos desaparecen desaparece la acción del suero. Se han utilizado anticuerpos elaborados por animales domésticos, aunque hoy se utilizan inmunoglobulinas humanas.

Características de los **sueros**:

- Los sueros se aplican una vez que se ha iniciado la infección. **No son preventivos sino curativos**.
- Al estar compuestos de anticuerpos su acción es **rápida** pero **poco duradera**.
- **Se emplean contra toxinas**, por lo que se conocen también como antídotos.
- Se utilizan sueros contra el **tétanos**, la **difteria** y los **venenos**.

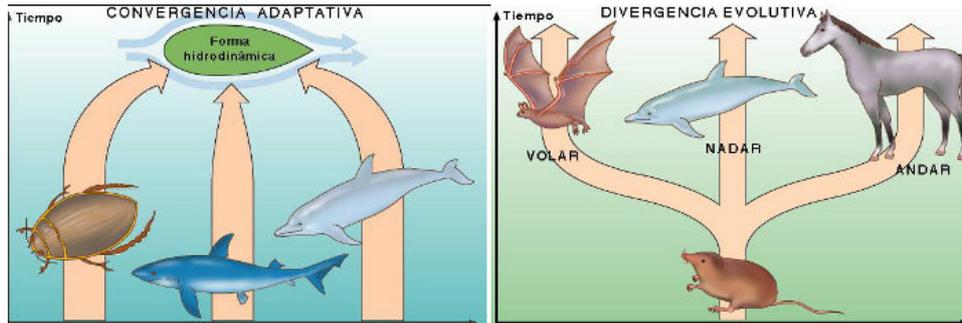
## 6. La clasificación de los seres vivos

La clasificación de las diferentes especies de seres vivos se lleva a cabo con arreglo a su historia evolutiva (**filogenia**). Su objetivo final es reconocer y dar nombre a toda la diversidad de organismos para que puedan ser estudiados por los biólogos de tal forma que toda la comunidad científica sepa qué tipo de animal es y qué tipo de relaciones evolutivas presenta con otros seres vivos. La ciencia que se encarga de esto es la **sistemática**, que emplea a la **taxonomía** y a la **nomenclatura** para alcanzar su finalidad.

## CLASIFICACIÓN FILOGENÉTICA

Los organismos son consecuencia del proceso de evolución biológica, y como resultado se produce una enorme variedad de seres vivos (**diversidad biológica**). Para poder describir, ordenar y agrupar a dichos organismos debemos utilizar un sistema de clasificación lógico. Hay varias posibilidades:

- **Clasificaciones artificiales:** Se basan en el estudio de **órganos análogos**. Éstos son órganos que desarrollan funciones similares pero que pueden presentar orígenes diferentes (son el resultado de un fenómeno de convergencia evolutiva). Por ejemplo, dos organismos muy diferentes desarrollan alas al adaptarse a un medio aéreo (es el caso del murciélago y la mariposa de la actividad anterior).
- **Clasificaciones naturales:** Se basan en el estudio de **órganos homólogos** que son órganos que tienen un origen común. Éstos, no obstante, han podido evolucionar para realizar hoy en día funciones diferentes (divergencia evolutiva). Las clasificaciones naturales, por tanto, se basan en su historia evolutiva o filogenia. Es la mejor forma de clasificar a los seres vivos porque es más objetiva y además nos aporta mucha información sobre ellos.

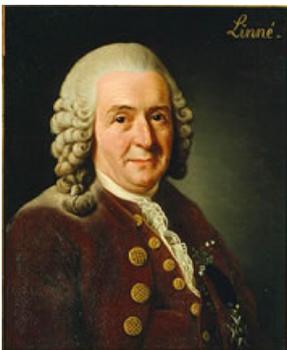


Imágenes en Proyecto Biosfera bajo CC

## TAXONOMÍA Y NOMENCLATURA

La taxonomía reúne a los seres vivos en grupos según criterios generales. Dentro de estos grupos se establecen subgrupos siguiendo criterios más concretos. Cada una de las categorías jerárquicas que se establecen se denomina categoría taxonómica.

Las principales categorías taxonómicas, ordenadas desde la más general a la más concreta, son las siguientes: **Dominio, Reino, Filo o División, Clase, Orden, Familia, Género y Especie**. En algunos casos se pueden considerar categorías intermedias que se identifican con los prefijos "sub" o "super" (por ejemplo, subespecie).



**Carl Von Linné** ideó el sistema de **nomenclatura binomial** que asigna a cada especie un nombre científico. Es el sistema de nomenclatura que está reconocido en la actualidad.

El nombre que se asigna a una especie está formado por dos palabras latinas o latinizadas. La primera es el nombre del género al que pertenece esa especie (*Homo* en nuestro caso) y el segundo es el nombre específico. De ahí nuestro nombre, *Homo sapiens*.

A continuación, se suele poner el nombre abreviado del investigador que describió por primera vez esa especie y el año en el que lo hizo.

El nombre científico debe escribirse en cursiva y en minúsculas, salvo la inicial del género que se pone en mayúsculas. Si no existe la posibilidad de escribirlo en cursiva se subrayan ambos nombres.

La importancia de designar a un organismo va más allá de la de ponerle nombre. Es un proceso básico para conocer la biodiversidad de la vida y así saber el número de especies que existen en el planeta.

La **especie** es la categoría taxonómica básica y fundamental.

Imagen en Wikimedia Commons de  
Aleksander Roslin  
bajo Dominio Público

### 6.1. Los cinco reinos



El modelo de los cinco reinos fue propuesto por Margulis y Whittaker. Veamos cuáles son sus diferencias:

	Monera	Protista	Hongos	Vegetales	Animales
Organización celular	Procariota	Eucariota	Eucariota	Eucariota	Eucariota
Número de células	Unicelular	Uni y pluricelular	Uni y pluricelular	Pluricelular	Pluricelular
Pared celular	Presente	Variable	Presente (de quitina)	Presente (de celulosa)	Ausente
Presenta tejidos	No	No	No	Sí	Sí
Tipo de nutrición	Variable	Variable	Heterótrofa	Autótrofa	Heterótrofa

## REINO MONERAS

El reino Monera está formado por los organismos procariotas. Todos ellos reciben el nombre de bacterias.

### Hábitats

A pesar de ser los más antiguos de la Tierra, han tenido un enorme éxito biológico y hoy en día se encuentran en la mayoría de los ambientes del planeta, como consecuencia de su versatilidad metabólica y su elevada tasa de multiplicación.

### Nutrición

Los Monera presentan una gran diversidad de tipos de nutrición. Pueden ser autótrofos y heterótrofos. La mayor parte son **heterótrofos**. La forma de obtener la materia orgánica por parte de los heterótrofos es diversa:

- A partir de otros seres vivos a los que ocasionan perjuicio (**parasitismo**), beneficio (**simbiosis**) o permanecen indiferentes (**comensalismo**).
- A partir de materia orgánica muerta de la que se alimentan (**saprotitos**) o que descomponen (**descomponedores**).



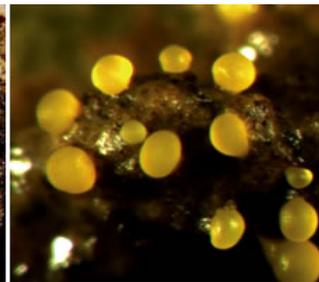
Bacterias de *Salmonella typhimurium* parásitas de células humanas

Imagen en Wikimedia Commons de [Taragui](#) bajo [Dominio Público](#)



Nódulos de bacterias *Rhizobium* simbiotes en raíces de plantas

Imagen en Wikimedia Commons de [Frank Vincenz](#) bajo [CC](#)



Estructuras fructíferas de un "enjambre" de *Myxococcus xanthus*, bacterias saprotitas

Imagen en Wikimedia Commons de [Mchiel Vos](#) bajo [CC](#)

Los **autótrofos** se clasifican en dos grupos según la fuente de energía que utilizan:

- **Fotoautótrofos**, que obtienen la energía de la luz.
- **Quimioautótrofos**, que obtienen la energía de reacciones químicas.

### Reproducción

Su reproducción es asexual por bipartición. El video muestra este proceso. Fijate en la cantidad de bacterias que se originan.

## REINO PROTISTA

Es un grupo heterogéneo ya que contiene aquellos organismos eucariotas que no pueden clasificarse dentro de los hongos, plantas o animales.

### Organización

Son organismos unicelulares eucariotas. Algunos casos se presentan como pluricelulares aunque nunca presentan diferencias celulares que permitan distinguir distintos tejidos (algas pluricelulares).

### Estructuras celulares y movilidad

A menudo están dotados de movilidad gracias a estructuras "filamentosas" como cilios y flagelos. Otros emiten prolongaciones del citoplasma formando una especie de pie que mueve a la célula (pseudópodos).

Ejemplos de ambos tipos de locomoción los tenemos en las amebas que se mueven por pseudópodos y en *Vorticella*, protozoo de vida sésil, que se mueve replegando el pedúnculo que lo fija a hojas sumergidas en las que vive anclado.

### Hábitats

Son organismos acuáticos de vida libre, aunque también los hay parásitos.

### Reproducción

Siempre que no existan limitaciones de alimento, los mecanismos de reproducción son asexuales. La reproducción asexual es típica de los organismos unicelulares y se produce por división simple.

Ejemplos los tenemos en *Desmidium*, alga verde que se reproduce asexualmente por simple división y *Paramecium*.

### Clasificación

Los Protocistas se dividen en dos grandes grupos de organismos según estén más cercanos al reino animal o vegetal:

- **Protozoos:** Son unicelulares heterótrofos y carecen de pared celular.
- **Algas:** Son unicelulares o pluricelulares fotoautótrofos con pared celular celulósica. Las algas unicelulares constituyen el fitoplancton, mientras que las algas pluricelulares viven fijas al sustrato rocoso o flotando en el agua. Las algas pluricelulares alternan la reproducción sexual con la asexual.



*Glaucocestys* sp.  
Alga unicelular con cloroplastos  
Imagen en Wikimedia Commons de [Neon](#) bajo CC



Alga pluricelular con estructuras flotantes  
Imagen en Wikimedia Commons de [Kristian Peters](#) bajo CC

## REINO HONGOS

### Características identificativas

Los hongos son organismos eucariotas heterótrofos que posiblemente han evolucionado a partir de algún grupo de protoctistas heterótrofos.

Presentan características que comparten tanto con los animales como con los vegetales, pero que hacen que sean un grupo aparte con identidad propia. Sus características más importantes son:

- Sus células almacenan glucógeno al igual que las células de los animales.
- Su pared celular está formada por quitina (polisacárido de tipo animal).
- Tienen una forma de vida sésil anclados al sustrato en el que viven, lo que les acerca a los vegetales.
- Se pueden reproducir por esporas, como algunos vegetales.

### Organización y estructura

La mayoría son pluricelulares, aunque sus células no forman un verdadero tejido (organización tipo talo). Las células se disponen formando filamentos o hifas (al conjunto se le denomina micelio). Estos filamentos pueden estar tabicados o no.

En ocasiones este micelio puede formar estructuras más o menos organizadas y compactas especializadas en reproducción (esporangios). En ellas se producen esporas listas para "invadir" otras zonas. En ocasiones estos esporangios se pueden encontrar en el interior de un cuerpo fructífero o carpóforo (es el caso de las setas), que sale del suelo donde se encuentra el micelio para esparcir mejor las esporas.



Conjunto de carpóforos pertenecientes, probablemente, a un único hongo cuyo micelio se desarrolla bajo la superficie  
Imagen en Flickr de [Reinaldo Aguilar](#) bajo CC

### Reproducción asexual

La mayor parte de los hongos se reproducen de forma asexual mediante distintos mecanismos:

- Por **gemación**. Es típico de las levaduras en las que una célula forma una yema o prominencia, que al crecer y desarrollarse origina un nuevo individuo.
- Por **fragmentación**. Un micelio se parte y las hifas de cada uno de los fragmentos forman un nuevo micelio.
- Por **esporas asexuales**. Éstas reciben el nombre de conidios y las estructuras que las forman **conidióforos**.

### Reproducción sexual

En el caso de los hongos superiores la reproducción es sexual. Se produce al ponerse en contacto dos hifas de organismos diferentes. En este caso la reproducción se realiza mediante esporas sexuales generadas en **esporangios**. Estos esporangios suelen encontrarse en el interior de cuerpos mayores, los **carpóforos**, que les sirven de protección y le ayudan a la dispersión. Ejemplo de carpóforos son las **setas**.

## REINO PLANTAS

Las plantas aparecieron hace 500 millones de años cuando se diferenciaron progresivamente de las algas como resultado de su adaptación al medio terrestre.

Son organismos eucariotas, pluricelulares y fotoautótrofos. Las plantas viven fijadas al sustrato del que obtienen agua y sales minerales a través de la raíz.

Distinguimos los siguientes grupos:



### 1. Briofitas

- No presentan tejidos diferenciados ni órganos típicos de las plantas (raíz, tallo, hojas). Esta estructura se denomina Talo.
- Plantas más primitivas. Su representante principal son los musgos.
- Dependen del agua para su reproducción por lo que deben vivir en medio húmedos.
- Son de pequeño porte.
- Aunque no presentan los órganos típicos de los vegetales (raíz, tallo y hojas) podemos diferenciar en ellos tres zonas que cumplen con las funciones de sujeción (rizoide), eje central (cauloide) y superficie laminar fotosintética (filoide).

## 2. Cormofitas

- Presentan tejidos diferenciados. Se distinguen órganos como raíz, tallo y hojas. A esta estructura se le denomina como.



Imagen en Flickr de [Alberto García](#) bajo CC

### 2.1. Cormofitas > Pteridofitas

- Carecen de flores. Se reproducen por esporas.
- Evolutivamente proceden de las briofitas. Al igual que ellas viven en lugares húmedos, pero presentan menor dependencia del agua.
- Existe una gran variedad de Pteridofitos, algunos de ellos de porte arbustivo, aunque su principal "representante" son los helechos

### 2.2. Cormofitas > Espermatofitas

- Plantas con semillas.
- Evolutivamente proceden de los helechos.
- Son las plantas más numerosas y las que alcanzan mayor complejidad.
- Están adaptadas a vivir en todo tipo de hábitats terrestres y acuáticos.



Imagen en Flickr de [José María Escolano](#) bajo CC

#### 2.2.1. Gimnospermas

- Son plantas leñosas que no poseen flores como tales, en su lugar presentan una estructura poco llamativa, formada por hojas modificadas dispuestas formando conos o piñas.
- Las semillas no se forman en un ovario cerrado. Se encuentran "desnudas" en las escamas de las piñas.
- El grupo más conocido es el de las coníferas (ejemplos: pinsapo, pino).



Imagen en Wikimedia Commons de [Bluemoose](#) bajo CC

#### 2.2.2. Angiospermas

- Son plantas que evolucionaron a partir de las gimnospermas.
- Tienen flor y fruto. La semilla se desarrolla dentro del ovario quedando recubierta totalmente por el fruto.
- Según si la semilla desarrolla uno o dos cotiledones (estructuras que actúan como las primeras hojas de la planta) distinguimos entre: Mono y Dicotiledóneas

##### a. Monocotiledóneas

- No suelen presentar crecimiento en grosor por lo que la mayor parte son herbáceas.
- Los grupos más importantes de monocotiledóneas son las gramíneas y las orquídeas.

##### b. Dicotiledóneas

Muchas de ellas son de porte arbustivo. Presentan crecimiento en grosor (el tallo se van engrosando). Son ejemplo de este tipo muchos de los arbustos y árboles que conocemos (por ejemplo los frutales). También pertenecen a este grupo plantas en forma herbácea.



Imagen en Wikimedia Commons de [Angevilla](#) bajo CC

## REINO ANIMALES

Vamos a estudiarlos dividiéndolos en tres grupos diferentes en los siguientes apartados.

### 6.2. Invertebrados no artrópodos



#### Diblasticos

- Son organismos muy sencillos, sin órganos ni simetría bilateral.
- Su cuerpo está formado por dos capas de células (ectodermo y endodermo) que forman una especie de saco, cuya parte interna es la cavidad gástrica. Sólo tienen un orificio que actúa como boca y ano.
- Son organismos acuáticos.
- Ejemplos más representativos son las esponjas y cnidarios. Dentro de estos últimos destacan las medusas y pólipos. Los primeros se encuentran fijos al suelo y los segundos libres en el medio, ambos poseen tentáculos alrededor de la boca.



Esponja  
Imagen en Wikimedia Commons de  
[Albert Kok](#) bajo [Dominio Público](#)



Medusa  
Imagen en Wikimedia Commons de  
[Dario Romeo](#) bajo [CC](#)

#### Triblasticos

- Estos invertebrados presentan un grado de organización mayor que los diblasticos.
- Disponen de tubos digestivos en los que paulatinamente existe una mayor especialización. Con dos orificios opuestos (boca y ano).
- También existen órganos sensoriales, órganos circulatorios y de intercambio gaseoso muy rudimentarios.
- Diferenciamos 5 grupos importantes:



Imagen en Wikimedia Commons  
de [Richard Ling](#) bajo [CC](#)

#### Platelmintos

- Presentan un cuerpo aplanado con simetría bilateral.
- La mayoría de las especies son parásitas y causan trastornos al ser humano, como la tenia o solitaria.



Imagen en Wikimedia Commons  
de [Steff](#) bajo [Dominio Público](#)

#### Nematodos

- Presentan un cuerpo cilíndrico en el que no existe una diferenciación en regiones corporales.
- La mayoría son parásitos. Ejemplo, las lombrices intestinales.



#### Anélidos

- Presentan un cuerpo cilíndrico organizado en anillos o metámeros.
- Corresponden con gusanos en los que en cada anillo se repiten los mismos órganos (ganglios nerviosos, órganos sexuales, tubos excretores, etc.).
- En la mayoría de las especies hay unos pelos, cerdas o quetas utilizadas en el movimiento.
- Ejemplos, gusanos marinos (poliquetos).

Imagen en Wikimedia Commons  
de [Lycaon](#) bajo [Dominio Público](#)



Imagen en Wikimedia Commons  
de [Albert Kok](#) bajo [CC](#)

### Moluscos

- Los moluscos son los invertebrados más numerosos después de los artrópodos, e incluyen formas tan conocidas como las almejas, mejillones, ostras, calamares, pulpos, sepias, babosas y una enorme diversidad de caracoles, tanto marinos como terrestres.
- Su cuerpo es blando, y bien está desnudo o se encuentra protegido por una concha o caparazón calcáreo externo.
- Su cuerpo está organizado en 3 regiones claramente definidas: cabeza, masa visceral (formada por el conjunto de órganos internos) y órgano locomotor o pie.
- Los grupos más importantes de moluscos son:
  1. Bivalvos (poseen un pie que utilizan para fijarse al sustrato).
  2. Gasterópodos (poseen un pie con el que se desplazan sobre el sustrato).
  3. Cefalópodos (poseen un pie transformado en tentáculos).



Imagen en Wikimedia Commons  
de [Arpingstone](#) bajo [Dominio Público](#)

### Equinodermos

- Son animales con simetría radial.
- Viven en el fondo marino inmóviles o con escasa movilidad.
- Ejemplo más representativo son las estrellas de mar.

## 6.3. Invertebrados artrópodos

## Características

- Presentan apéndices articulados que se han diversificado originando estructuras muy diversas (patas, antenas), estructuras respiratorias, mandíbulas, etc.
- Presencia de un esqueleto externo o exoesqueleto que forma un caparazón, que les protege de los depredadores y de la desecación.
- Cuerpo formado por segmentos agrupados formando varias regiones, dos o tres según el grupo.
- Presencia de órganos sensoriales muy especializados (pelos, palpos, antenas, ocelos y ojos compuestos, entre otros).
- Diferenciamos 4 grupos importantes:



Imagen en Wikimedia Commons de [Michael Wolf](#) bajo CC

### Crustáceos

- Son principalmente acuáticos.
- Su cuerpo está dividido normalmente en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. Normalmente los primeros segmentos del tórax se unen a la cabeza formando lo que se conoce como cefalotórax.
- Presencia de dos pares de antenas, con función táctil y olfatoria.



Imagen en Wikimedia Commons de [Fir0002/Flagstaffotos](#) bajo CC

### Quelicerados

- Son terrestres.
- Tienen su cuerpo organizado en dos regiones: cefalotórax y abdomen.
- Presenta cuatro pares de patas y apéndices masticadores alrededor de la boca.
- No tiene mandíbulas ni antenas.
- Los animales más representativos de este grupo son las arañas y escorpiones.



Imagen en Wikimedia Commons de [Eric Ginther](#) bajo CC

### Miriápodos

- Son terrestres.
- Su cuerpo es alargado y organizado en dos regiones: cabeza y tronco. Éste último formado por muchos segmentos y patas.
- Ejemplo de miriápodos son los ciempiés.



Imagen en Wikimedia Commons de [Pollinator](#) bajo CC

### Insectos

- Son el grupo más importante de artrópodos. Pueden encontrarse en casi todos los ambientes del planeta.
- El cuerpo de los insectos está formado por tres regiones: cabeza, tórax y abdomen, uniformemente recubiertas por un exoesqueleto quitinoso.
- La cabeza presenta un par de antenas y el tórax tres pares de patas. Pueden presentar alas (*generalmente dos pares, pero uno de ellos puede estar reducido como en el caso de las moscas y mosquitos*).

## 6.4. Cordados



Los cordados son un grupo de animales muy diversificado. Se caracterizan por la presencia de **notocorda**, ya sea durante todo el desarrollo o en alguna de sus fases. Esta es una estructura fibrosa que da firmeza y flexibilidad al cuerpo. Se localiza en posición dorsal y es sustituida por la columna vertebral en los vertebrados.

### Los vertebrados

- Son un grupo muy diverso de cordados que comprende a los animales con espina dorsal o columna vertebral.
- Presentan notocorda en la fase de embrión, que es sustituida por la columna vertebral en estado adulto.

- Presentan notocorda en la fase de embrión, que es sustituida por la columna vertebral en estado adulto.
- Los vertebrados típicos tienen el cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tronco y cola.
- Los vertebrados se dividen en cinco clases: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.



Imagen en Wikimedia Commons de Terry Goss bajo CC

### Peces

- Son vertebrados acuáticos, recubiertos por escamas superpuestas y dotados de dos conjuntos de aletas emparejadas. Respiran a través de branquias.
- Es un grupo muy heterogéneo y el más numeroso de los vertebrados. Se divide en dos grandes grupos: **óseos** y **cartilagosos**. Estos últimos presentan cartilagos en vez de huesos (ejemplo, el tiburón).



Imagen en Wikimedia Commons de LiquidGhoul bajo CC

### Anfibios

- Son los primeros vertebrados adaptados a vivir en tierra firme, pero sin tener una independencia total del agua, pues necesitan de un medio acuático para reproducirse.
- A diferencia del resto de los vertebrados, se distinguen por sufrir un proceso de transformación (metamorfosis) durante su desarrollo para adaptarse a la vida terrestre, en la que pasan de una respiración branquial durante la fase larvaria a pulmonar en estado adulto.
- Presentan 4 extremidades, pulmones, fosas nasales comunicadas a través de la cavidad bucal y órganos de los sentidos.



Imagen en Wikimedia Commons de מתניה bajo CC

### Reptiles

- Son los primeros vertebrados adaptados totalmente a la vida terrestre.
- Todos tienen en común la posesión de escamas en su piel que evita la pérdida de agua.



Imagen en Wikimedia Commons de Steve bajo CC

### Aves

- Son animales vertebrados que poseen las extremidades anteriores modificadas en alas adaptadas al vuelo.
- Tienen el cuerpo recubierto de plumas que son estructuras dérmicas análogas a las escamas de los reptiles.
- Son animales homeotermos que mantienen constante la temperatura corporal.



Imagen en Wikimedia Commons de Falense bajo CC

### Mamíferos

- Son vertebrados homeotermos, con el cuerpo recubierto de pelo.
- Son vivíparos (con la notable excepción de los monotremas. Ejemplo, el omitorrinco).

En este apartado te mostramos todos los ejercicios resueltos relacionados con estas dos unidades que han aparecido en las últimas cinco convocatorias de las pruebas de acceso. Intenta resolverlos por ti mismo antes de mirar las respuestas.



Imagen en Flickr de [tricky](#) bajo CC

## 7.1. Unidad 3



### *Ejercicio resuelto*

Describe la fase luminosa de la fotosíntesis.  
Prueba 2006

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

Nutrición autótrofa y heterótrofa.  
Prueba 2007

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

Defina el concepto de nutrición celular [2]. Cite los tipos de nutrición [1] y las características de cada uno de ellos [7].  
Pruebas 2008 y 2011

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina los conceptos de catabolismo [3] y de anabolismo [3] y cite un ejemplo de cada uno. Explique la fase dependiente de la luz (fase luminosa) de la fotosíntesis [4].

Prueba 2009

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina catabolismo, anabolismo, fotosíntesis, fermentación y respiración aerobia [10].

Prueba 2010

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina glucólisis, fermentación, ciclo de Krebs y fosforilación oxidativa [8]. Indique en qué parte de la célula eucariótica se realiza cada uno de estos procesos [2].

Prueba 2012

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Explique qué se entiende por código genético [2]. Explique los términos codón y anticodón [2]. ¿Qué son los codones sin sentido o de terminación? [1] Explique dos características del código genético [5].

Prueba 2009

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina los siguientes términos: replicación del ADN, transcripción, código genético y traducción [8]. Localice en qué partes de la célula eucariota y procarionota tienen lugar la transcripción y la traducción [2].

Prueba 2010

Prueba 2012

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Explica el proceso de traducción.

Prueba 2006

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina mitosis y explique su importancia biológica [4]. Describa la metafase y la anafase de la mitosis, acompañando la descripción con un dibujo de cada una de ellas [6].

Prueba 2010

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina qué es la mitosis y explique su significado biológico. Describa sus fases.

Prueba 2006

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Exponga el concepto de meiosis [2] y la importancia biológica de la misma [2]. Describa la profase de la primera división meiótica [6].

Prueba 2008

**Mostrar retroalimentación**

### *Ejercicio resuelto*

---

Defina el término meiosis [2]. Indique en qué células de un organismo pluricelular se realiza la meiosis [1] y destaque la importancia biológica de este proceso [3]. Establezca cuatro diferencias entre mitosis y meiosis [4].

Prueba 2011

[Mostrar retroalimentación](#)

### *Ejercicio resuelto*

Explique de qué forma contribuyen a la aparición de la variabilidad genética las mutaciones y la recombinación genética [7]. ¿Qué importancia tiene la variabilidad genética para la evolución? [3].

Prueba 2006

[Mostrar retroalimentación](#)

### *Ejercicio resuelto*

Defina los siguientes términos: gen, homocigótico, genotipo, fenotipo y recombinación [10].

Prueba 2011

[Mostrar retroalimentación](#)

## 7.2. Unidad 4



### *Ejercicio resuelto*

Explique qué es inmunidad pasiva [2,5] e inmunidad activa [2,5]. Explique en qué consiste la respuesta humoral [5].

Prueba 2008

[Mostrar retroalimentación](#)

### *Ejercicio resuelto*

Explique en qué consisten las respuestas inmunitarias primaria [2] y secundaria [2]. Ponga un ejemplo y represéntelo gráficamente [4]. ¿Qué es la memoria inmunológica? [2].

Prueba 2009

[Mostrar retroalimentación](#)

## *Ejercicio resuelto*

---

Explique en qué consisten las respuestas inmunitarias primaria y secundaria [4]. Represente gráficamente cómo varía la concentración de anticuerpos a lo largo del tiempo en ambas respuestas [2]. Explique en qué consisten las respuestas inmunitarias celular y humoral [4].

Prueba 2010

**Mostrar retroalimentación**

## *Ejercicio resuelto*

---

Cite cuatro defensas inespecíficas del organismo [2] Defina antígeno y anticuerpo [4] Dibuje una molécula de anticuerpo [1] Indique la composición química de los anticuerpos [1] Establezca dos diferencias entre vacuna y suero [2].

Prueba 2012

**Mostrar retroalimentación**

## *Ejercicio resuelto*

---

Indique las características principales de los distintos reinos en los que se clasifican los seres vivos y ponga un ejemplo de cada uno de ellos [10].\*

Prueba 2009

Indique el nombre de los cinco reinos en los que se clasifica a los seres vivos [2,5]. Cite tres características de cada uno de ellos [7,5].\*

Prueba 2011

\* Los enunciados en ambas pruebas varían ligeramente, pero se responde a ambas con la retroalimentación de esta actividad.

**Mostrar retroalimentación**