



PAU
Mayores de 25 años

Contenidos

Biología

Metabolismo, herencia y genética molecular: Genética molecular

1. Concepto



Prezi necesita Flash Player 11.1 o una versión mejor. [Actualízala aquí.](#)

Genética molecular

Importante

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.

1.1. 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.

Si observamos a cualquier ser vivo apreciaríamos que se parece a sus progenitores, a sus padres. ¿A qué se puede deber eso? Esta pregunta fue contestada por [Frederick Griffith](#) y [Oswald Avery](#).

En la siguiente presentación se reproduce el experimento de Griffith, y cuyos resultados fueron explicados años más tarde por Avery demostrando que el **ADN era el portador de la información genética**, 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.

Animación de [Lourdes Luengo](#) bajo [CC](#)

De este experimento **Griffith** 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.

Comprueba lo aprendido

Repasa en el siguiente vídeo el experimento de Griffith y contesta a las siguientes preguntas:

ADN: Principio de transformacion (Fred Griffith) por raulespert

1. ¿Por qué los ratones morían cuando se les inyectaban bacterias **S** y no con las **R**?

- Porque las bacterias **R** no eran dañinas y las **S** sí.
- Porque las bacterias **S** están recubiertas de una cápsula que las hace resistentes al ataque de las células inmunes del ratón.

2. ¿Por qué el calor hace que las bacterias **S** no maten a los ratones?

- El calor hace que la bacteria muera y deja de ser dañina para el ratón.
- El calor inmuniza al ratón.

3. ¿Por qué al mezclar bacterias **R** con bacterias **S** muertas por calor los ratones mueren?

- Porque al inyectar las bacterias **R** junto con las **S**, las primeras pueden volver a la vida.
- Porque el calor mata a la bacteria **S** pero no destruye su ADN, que contiene la información para fabricar la capsula. Este ADN es captado por las bacterias **R** que ya pueden fabricar la cápsula y resistir al ataque del sistema inmune del ratón.

Importante

Con este y otros experimentos posteriores se demostró que **el ADN era la molécula portadora de la herencia**, y no las proteínas como se pensaba al principio.

El **ADN** es la molécula que contiene la información necesaria para fabricar un individuo y que puede transmitirse a la descendencia.

1.2. 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**.

Importante

FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA

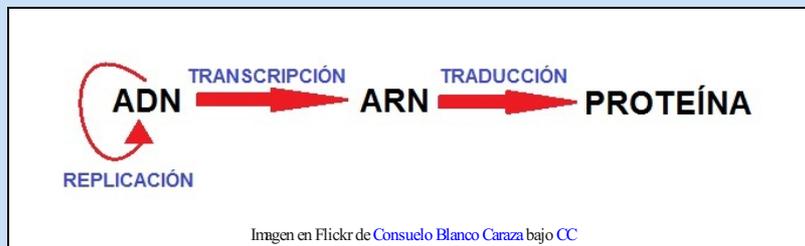


Imagen en Flickr de [Consuelo Blanco Caraza](#) bajo CC

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

Comprueba lo aprendido

La transmisión de la información genética requiere la realización de copias del ADN y se lleva a cabo mediante el proceso de:

- Transcripción.
- Replicación.
- Traducción.

La transcripción consiste en:

- Copiar la información contenida en el ADN en forma de ARN mensajero.
- Realizar una copia exacta del ADN.
- Obtener una cadena de aminoácidos a partir de la información contenida en el ADN.

La información para fabricar una proteína se encuentra en el:

- ARN transferente.
- ARN ribosómico.
- ARN mensajero.

2. 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. Véámoslo en este vídeo. Y más lentamente en la presentación.

Animación de [Lourdes Luengo](#) bajo CC

Como habrás podido observar para que se pueda realizar la replicación es imprescindible la complementariedad de bases. Recuerda que la **G** siempre se une a la **C** y la **T** a la **A**.

Reflexiona

Intenta reproducir la replicación fabricando la copia de la siguiente secuencia de ADN.

Animación de Lourdes Luengo bajo CC

Mostrar retroalimentación

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.

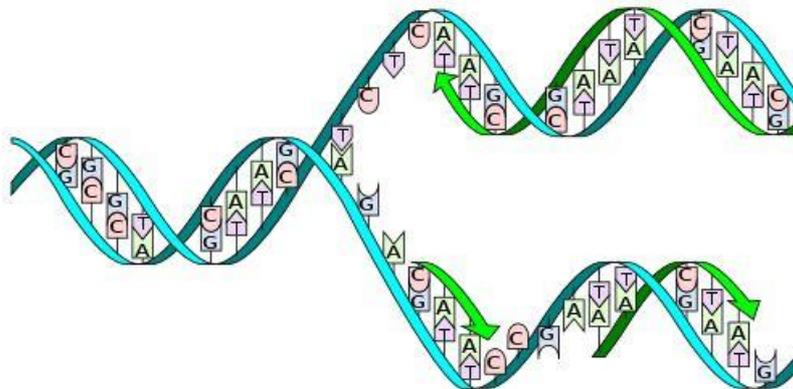


Imagen en Wikimedia Commons de Madprime bajo CC

Actividad de lectura

Una de las cosas que se plantearon los científicos de la época cuando se descubrió la doble hélice del ADN era cómo se llevaba a cabo la replicación. Existían varias hipótesis:

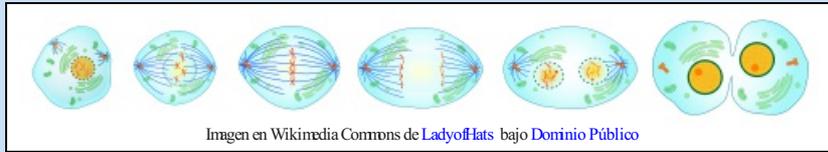
- ¿Se copia por completo la doble cadena, dando lugar a una cadena hija totalmente nueva?
- ¿Se hace de cada cadena una copia, pero ambas con fragmentos del original y con fragmentos nuevos?
- ¿Se replica cada cadena por separado, originándose dos dobles cadenas, cada una con una hebra original y otra sintetizada de nuevo?

¿Sabes cómo se denominaron estas hipótesis?

Pulse aquí

Importante

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.



2.1. Los participantes en la replicación

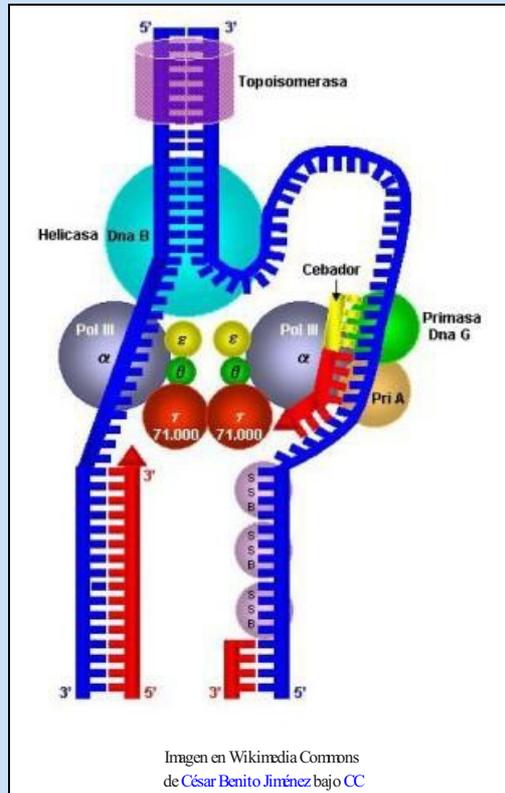


Importante

¿Qué elementos intervienen en la replicación del ADN?

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.



Comprueba lo aprendido

¿Sabes cómo se llaman las enzimas encargadas de sintetizar ADN a partir de una cadena molde?

- Transcriptasas.
- Polimerasas.
- Maltasas.

Comprueba lo aprendido

Además de las ADN polimerasas, ¿se necesitan otras enzimas?, ¿qué otros factores son necesarios? Señala de los siguientes, cuáles intervienen en el proceso de replicación del ADN.

- ADN transcriptasa

- ADN transcriptasa.
- ARN polimerasa.
- Helicasas.
- Hidratasa.
- Topoisomerasas.
- Proteínas SSB.
- Glucosidasas.
- Ligasas.
- Lipasas.

Mostrar retroalimentación

Importante

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.

2.2. Replicación del ADN en procariontas



Aunque existen algunas diferencias entre procariontas y eucariotas, el mecanismo básico de la replicación es bastante similar.

En procariontas, donde ha sido mejor estudiado el proceso es en la bacteria *Escherichia coli*.

En *E. coli* existen tres **ADN polimerasas**, denominadas **I, II y III**. De ellas la que lleva a cabo la mayor parte del proceso es la **ADN polimerasa III**.

Importante

La replicación es un proceso que se divide en tres etapas bien diferenciadas:

- Desenrollamiento y apertura de la doble hélice.
- Síntesis de dos nuevas cadenas de ADN, complementarias a las hebras moldes.
- Corrección de los errores.

Los nucleótidos que se incorporan a la cadena en síntesis deben ser **desoxirribonucleótidos** de adenina, timina, guanina y citosina, es decir, nucleótidos cuya molécula de ribosa, ha perdido un átomo de oxígeno en el carbono dos.

Ejercicio resuelto





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

Imagínate por un momento que tienes en tus manos una cuerda con dos hebras enrolladas entre sí.

Al intentar separarlas desenrollándolas, ¿qué crees que ocurriría?

Mostrar retroalimentación

En [esta animación](#) puedes ver cómo tiene lugar la replicación en ambas cadenas.

Comprueba lo aprendido

Según lo anterior, ¿cuántas moléculas de ADN polimerasa actúan en la replicación del ADN de la bacteria?

- Una sola molécula de ADN polimerasa.
- Tres moléculas de ADN polimerasas.
- Dos moléculas de ADN polimerasas.

Si ocurre algún error en la síntesis, se incorpora un nucleótido erróneo, ¿cómo se soluciona?

- Las ADN polimerasas I y III son capaces de detectar esos errores y eliminarlos.
- No se puede solucionar.
- Toda esa función la realiza la ADN polimerasa II.

Comprueba lo aprendido

TTACGGT TGAACTG
AAGTACTTGAC



T4 DNA Ligase

AATGCCATTCA TGAACTG
TTACGGT AAGTACTTGAC

Imagen en Wikimedia Commons de
Hoych bajo Dominio Público

Hay otro grupo de enzimas, las **ligasas**, que actúan también en la replicación. ¿Cuál es su función? Señala las respuestas correctas.

- Unir las dos cadenas de ADN, la hebra molde y su copia.
- Se encarga de unir los extremos originados al eliminar los fragmentos de Okazaki.
- No tiene otra función que unir el primer con el ADN recién formado.
- Une los extremos libres originados cuando se eliminan los errores en la cadena nueva.

[Mostrar retroalimentación](#)

Comprueba lo aprendido

Rellena el siguiente párrafo:

Las dos cadenas nuevas de ADN van creciendo poco a poco en ambos [], una hebra de forma [] y otra de forma [], pero ambas al mismo tiempo. Paralelamente va teniendo lugar la [] del primer o [], rellenándose el hueco con [] y uniendo los extremos originados mediante la acción de una []. La terminación de la [] ocurre cuando las dos horquillas de replicación del genoma se encuentran, dado que el genoma bacteriano es [], ya que ambas horquillas de replicación van avanzando en ambos sentidos, recorriéndolo todo y sintetizando, obteniéndose como resultado [] copias exactas de ADN bacteriano.

[Enviar](#)

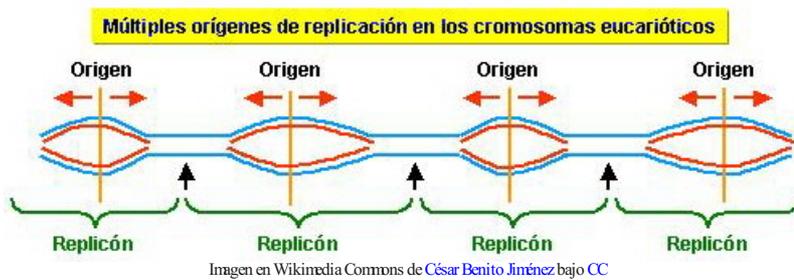
2.3. Replicación del ADN en eucariotas



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:

Imagen cedida a la CEJA bajo CC



- Los cromosomas eucariotes 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. Esto hace que el fragmento de ADN localizado entre un origen de replicación y otro, que es replicado por una misma molécula de polimerasa, constituya lo que se denomina un **replicón**.

- Asociados a los cromosomas eucariotes 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.

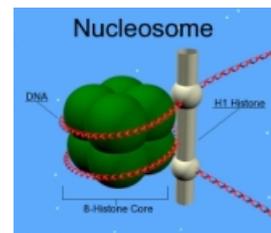


Imagen en Wikimedia Commons de Spellcheck bajo Dominio Público

Reflexiona



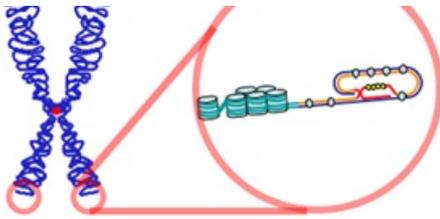


Imagen en Wikimedia Commons
de Samuli bajo CC

Mostrar retroalimentación

El ADN de las células eucariotas no es circular. Esto acarrea el problema de que sus extremos, denominados **telómeros**, no se pueden replicar ya que al eliminar el ARN cebador del extremo 5' de cada hebra nueva, ese hueco no puede ser rellenado por la ADN polimerasa dado que no encuentra extremos 3' libres.

¿Cómo se replicará, entonces, esa zona?

3. 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
bajo Dominio Público

→
¿?

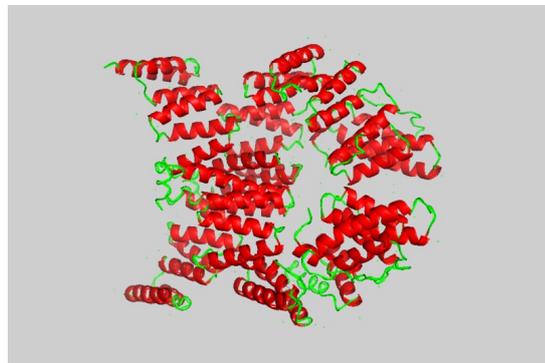


Imagen en Wikimedia Commons de Gustavocara bajo Dominio Público

Debido a esta importante tarea el ADN, que forma los genes, está protegido en el interior del núcleo, como si de una fortaleza se tratara, 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" como si de un mensaje secreto se tratará. Veamos paso a paso este proceso.

Lo primero que debemos tener en cuenta es que el ADN no puede abandonar el núcleo ¿Cómo se traslada la información del núcleo al citoplasma?

Aunque el ADN no sale del núcleo, sí lo hace la información que contiene, ¿cómo?, 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**. Veamos:

Vídeo de Edgarons

El proceso por el que se origina el ARNm a partir del ADN se llama **transcripción**. ¿Por qué ese nombre tan raro? Porque el **ADN no se copia**, se pasa a otro lenguaje parecido el del **ARN**. Si te fijas bien en la animación solo se transcribe una hebra de ADN a que va en dirección $5' \rightarrow 3'$ y, 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)**.

Fíjate que el proceso es perfecto, por un lado el ADN no sale del núcleo, además se hace una copia parcial de la molécula de ADN y en otro lenguaje, con lo que protegemos aun más el original.

Reflexiona

Intenta realizar la transcripción del fragmento de ADN

5' A T T C G C A A C G A T T G C C G A T T 3'

[Mostrar retroalimentación](#)

Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. La transcripción consiste en la síntesis de ARN_m a partir de ADN.

Verdadero Falso

2. La transcripción en eucariotas se da en el citoplasma celular.

Verdadero Falso

3. La transcripción es un proceso literal, es decir, se forma una molécula idéntica de ADN pero llamada ARN_m.

Verdadero Falso

4. La complementariedad de bases se establece, en la transcripción, entre A/U y C/G.

Verdadero Falso

Importante

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 solo existe una **ARN polimerasa** que se encarga de sintetizar todos los tipos de ARN: **ARNm**, **ARNt** y **ARNr**.

Observa la siguiente animación que representa el proceso de forma resumida e intenta identificar las fases en las que se divide el proceso: iniciación, elongación y terminación.

Animación en stolafeedu de [J.L. Giannini](#)
usada por autorización expresa del autor

Reflexiona

Una vez vista la animación, ¿serías capaz de decir qué es lo que ocurre en cada fase?

Mostrar retroalimentación

¿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?

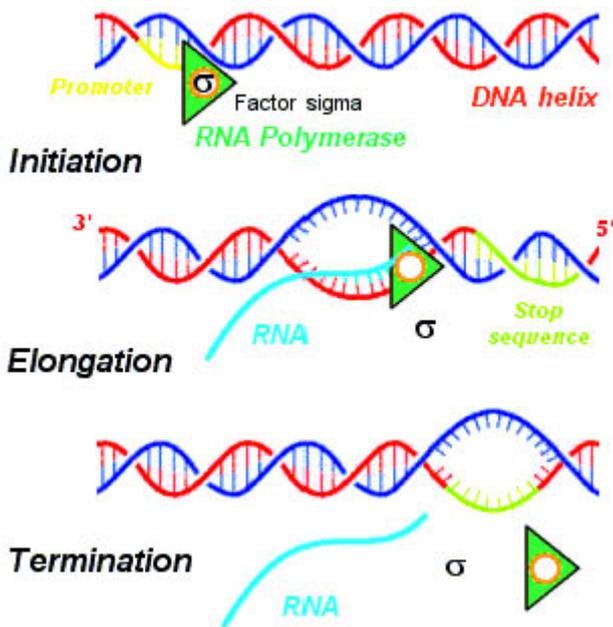


Imagen en Wikimedia Commons de Calibuon bajo Dominio Público

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 procariontes, 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.

Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Solo en algunos genes existe una región promotora en la hebra molde.
 Verdadero Falso
- La ARN polimerasa continúa sintetizando ARN hasta que se va desnaturalizando.
 Verdadero Falso
- La señal de terminación consiste en una secuencia palindrómica.
 Verdadero Falso

3.2. Transcripción en eucariotas



Importante

En procariontes existía 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.

[Imagen cedida a la CEJA bajo CC](#)

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.

Reflexiona

Si comparas el proceso de iniciación con el de procariontes, visto anteriormente, ¿qué diferencias encuentras?

[Mostrar retroalimentación](#)

Importante

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.

En la fase de **terminación** de la transcripción en eucariotas, la ARN-polimerasa reconoce en el ADN las señales de terminación, al igual que en procariotas, pero en este caso la ARN-polimerasa transcribe regiones de ADN largas, que exceden la longitud de la secuencia que codifica para la proteína. En ciertos puntos, y una vez que se ha separado el ARNm de la maquinaria de transcripción, una enzima corta el fragmento de ARNm que lleva información para codificar a una proteína del resto no codificante, unos nucleótidos después de la señal de corte, que es una secuencia AAUAA.

A continuación, una enzima, la **poli-A polimerasa**, añade en el extremo final 3' una secuencia formada por unos 200 nucleótidos de adenina, llamada **cola de poli-A**. Esta cola parece intervenir en la maduración y transporte del ARNm fuera del núcleo.

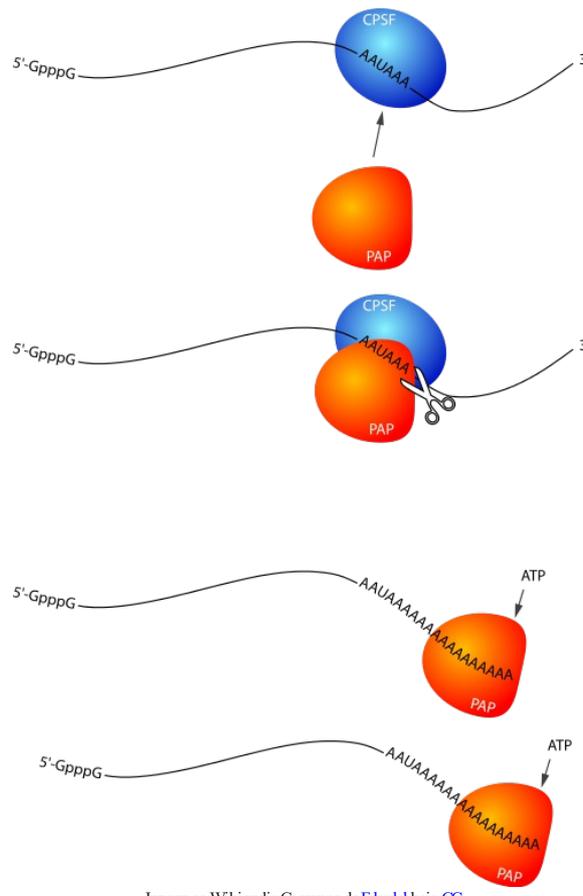


Imagen en Wikimedia Commons de [Fdardel](#) bajo CC

Existe otra diferencia en la transcripción en eucariotas con respecto a procariotas 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 procariotas, recuerda que los genes son continuos, 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.

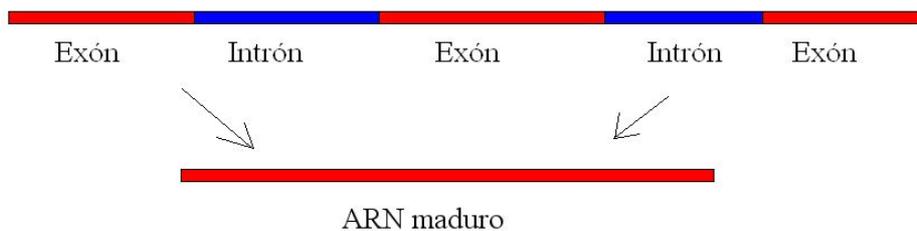


Imagen en Wikimedia Commons de [AngelHerraez](#) bajo [Dominio Público](#)

Ejercicio resuelto

¿Podrías resumir ahora las diferencias más importantes entre la transcripción en eucariotas y en procariotas?

Mostrar retroalimentación

Importante

En este enlace puedes ver una [animación](#) que da una descripción detallada de todo este proceso, e incluso del siguiente de traducción.

4. Traducción o síntesis de proteínas



Importante

¿Qué elementos intervienen en el proceso de traducción o síntesis de proteínas?

- **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**.

Esta animación te muestra el proceso de la traducción de forma resumida:

Ejercicio resuelto

Explica los términos: codón y anticodón.

Mostrar retroalimentación

Reflexiona

Uno de los requisitos que se precisa para que comience la síntesis de una cadena polipeptídica es que cada aminoácido a incorporar esté unido a su correspondiente ARNt. ¿Sabes cómo se denomina a este proceso?, ¿cómo tiene lugar? En la siguiente página de la web [Bioquímica Médica](#) lo puedes descubrir.

Mostrar retroalimentación

En esta [página web](#) puedes ir fabricando una cadena polipeptídica en función de los tripletes que aparecen. Es una simulación de la síntesis proteica. Si quieres probar, tan sólo debes hacer clic sobre "Build a protein".

Resulta fascinante cómo puede llevarse a cabo el proceso. Es como un mecanismo de relojería que funciona a la perfección, sin que se produzca error alguno y con todas las máquinas engranadas al milímetro. En este vídeo se resume el proceso de cómo y para qué tiene lugar este proceso de traducción:



[Síntesis de las Proteínas 3D de obou en Vimeo](#)

4.1. El código genético



Una vez conocida la función del ARNm como intermediario entre el ADN y las proteínas, solo quedaba dilucidar cómo a partir de una secuencia de nucleótidos del ARN se pasaba a una secuencia de aminoácidos. Para esto se necesitaba 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.

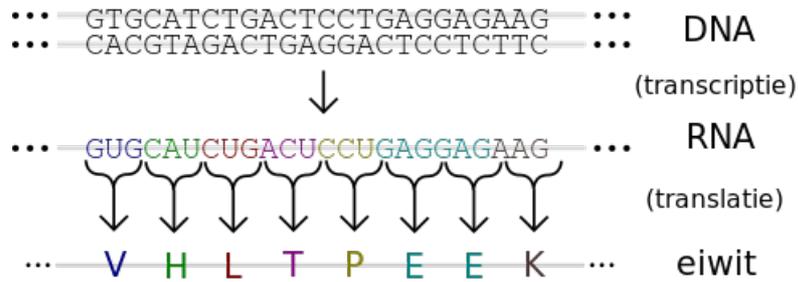


Imagen en Wikimedia Commons de [Woudloper](#) bajo CC

Comprueba lo aprendido

Rellena el siguiente texto con las palabras correctas.

Los están codificados por de nucleótidos o . Esto constituye el y establece la correspondencia entre los tripletes o codones presentes en el y los aminoácidos.

Ejercicio resuelto

¿Qué se entiende por código genético?

Importante

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.

		Second letter							
		U	C	A	G				
U	UUU	] Phe	UCU	] Ser	UAU	] Tyr	UGU	] Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	] Leu	UCA	UAA	] Stop	UGA	] Stop	A	
	UUG		UCG	UAG		UGG		Trp	G
C	CUU	] Leu	CCU	] Pro	CAU	] His	CGU	] Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA	] Leu	CCA	] Gin	CAA	] Arg	CGA	] Arg	A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	] Ile	ACU	] Thr	AAU	] Asn	AGU	] Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA	] Met	ACA	] Lys	AAA	] Arg	AGA	] Arg	A
	AUG		ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	] Val	GCU	] Ala	GAU	] Asp	GGU	] Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA	] Val	GCA	] Glu	GAA	] Gly	GGA	] Gly	A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

Imagen en Wikimedia Commons de NIH bajo Dominio Público

Comprueba lo aprendido

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

1. El portador del código genético es el ribosoma.
 Verdadero Falso
2. Un codón es un triplete de bases nitrogenadas.
 Verdadero Falso
3. A cada codon le corresponde un Aa.
 Verdadero Falso
4. El código genético de eucariotas es distinto al de procariontes.
 Verdadero Falso
5. El anticodón se localiza en el ARN_t.
 Verdadero Falso

Ejercicio resuelto

Explica dos características del código genético.

[Mostrar retroalimentación](#)

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 procariotas y en eucariotas.

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**.

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 (-NH₂) 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.

Ejercicio resuelto

Explica el proceso de traducción.

Mostrar retroalimentación

Ejercicio resuelto

¿Qué son los codones sin sentido o de terminación?

Mostrar retroalimentación

En células **eucariotas**, el ADN se localiza en el **núcleo celular**, lo podemos encontrar formando una enmarañada red de hebras, la **cromatina**, u ordenado en una estructura compacta, los **cromosomas**. En las células **procariontas**, el ADN se localiza en el **citoplasma** en forma de cromosoma circular, también llamado **nucleoide**.

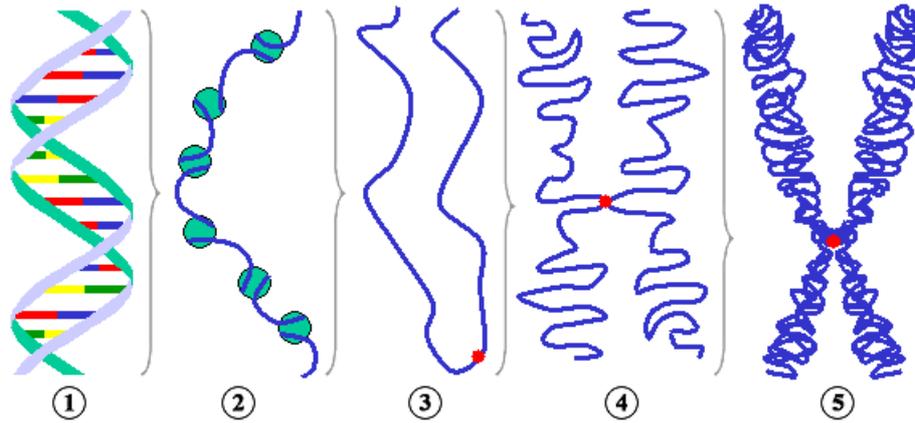


Imagen en Wikimedia Commons de [Magnus Manske](#) bajo [Dominio Público](#)

Las características que definen a cada ser vivo, tanto las que lo hacen miembro de una especie, número de extremidades, tipo de nutrición, estructura del cuerpo, como aquellas que lo diferencian dentro de la especie, color del pelo, de los ojos, altura,... **se encuentran codificadas en el ADN**. Como si el ADN fuera un libro con las indicaciones necesarias para fabricar a un organismo vivo. Pues cada una de esas características, como, por ejemplo, el color de ojos, se llama **carácter**. La información sobre el color de los ojos, sobre cada carácter, se localiza en los cromosomas y se llama **gen**.

Importante

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.

Comprueba lo aprendido

Completa los huecos para que el siguiente párrafo tenga sentido. Las palabras se pueden repetir. Ten cuidado con la ortografía.

El o ácido desoxirribonucleico es el portador de la , se localiza en el celular.

Un es un fragmento de ADN que lleva la necesaria para fabricar una .

Las características como el color de pelo, número de patas, que definen a un individuo, se denominan y se deben a la expresión de las .

Comprueba lo aprendido

Los cromosomas están formados de...

Proteínas.

- Caracteres.
- ADN.

Los genes se localizan en los...

- Caracteres.
- Cromosomas.
- Proteínas.

Un gen contiene la información para fabricar...

- Un cromosoma.
- Una proteína.
- Un organismo.

Importante

No siempre los genes codifican cadenas polipeptídicas. Hay genes que portan la información para la **síntesis de ARN**, como el **ARN ribosómico** o **ARN de transferencia**.

Importante

La **función** de los **genes** es almacenar, transmitir y regular la información genética y las funciones celulares.

6. Apéndice



¡Entra y acomódate! Ya verás cuántas cosas más puedes conocer sobre biología molecular. Pasa a las secciones "**Curiosidades**" y "**Para saber más**".



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

6.1. Curiosidades



Curiosidad

¿Sabes que en 1953, Watson y Crick habían indicado lo siguiente?

"Imaginamos que antes de la duplicación, los **puentes de hidrógeno** se rompen y que las dos cadenas se desenrollan y se separan. Luego cada cadena actúa de **molde** para la síntesis sobre sí misma de una nueva cadena complementaria, de forma que tendremos dos pares de cadenas donde sólo había una antes. Más aún, la secuencia de los pares de bases habrá sido duplicada exactamente."

Es decir, Watson y Crick de alguna manera **intuían que la replicación habría de ser semiconservativa**, pero no se pudo confirmar hasta 1958, por **Meselson y Stahl**, y posteriormente por **J. Cairns**, en 1963.

Curiosidad

¿Sabías que la **ADN polimerasa** también puede llevar a cabo **procesos de corrección de errores en el ADN**? En efecto, puede reparar el ADN en zonas donde un nucleótido ha sido incorporado erróneamente o bien ADN que ha sido dañado por agentes físicos.

Curiosidad

¿Sabes que existe una excepción al dogma central de la Biología Molecular, según el cual, el mensaje genético fluye desde el ADN hasta el ARN y de ahí a lenguaje de proteínas?

En 1970 se descubrió —**Howard M. Temin** fue el investigador que lo hizo— que existía un grupo de virus, los **retrovirus**, que poseen como material genético una molécula de ARN. Estos virus poseen una enzima, la **retrotranscriptasa** —o transcriptasa inversa— que es capaz de sintetizar ADN a partir de esa molécula de ARN.

Curiosidad

¿Sabes cuándo y quién acuñó el término de **gen**? Fue el biólogo **Wilhelm Johannsen**, en 1909. El término viene del griego y significa "que origina" o que "da vida a".

Curiosidad

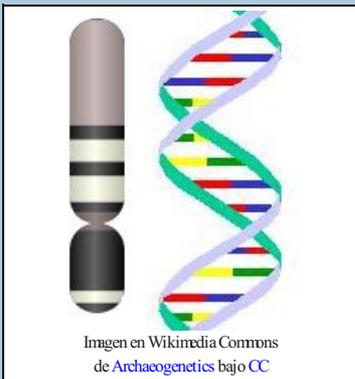


Imagen en Wikimedia Commons de [Archacogenetics](#) bajo CC

¿Sabes de donde proviene el término **cromosoma**? Deriva de las palabras griegas "cuerpos con color" debido a que los primeros investigadores se vieron obligados a teñirlas con **tinciones** especiales para poderlas observar al microscopio óptico.

Curiosidad

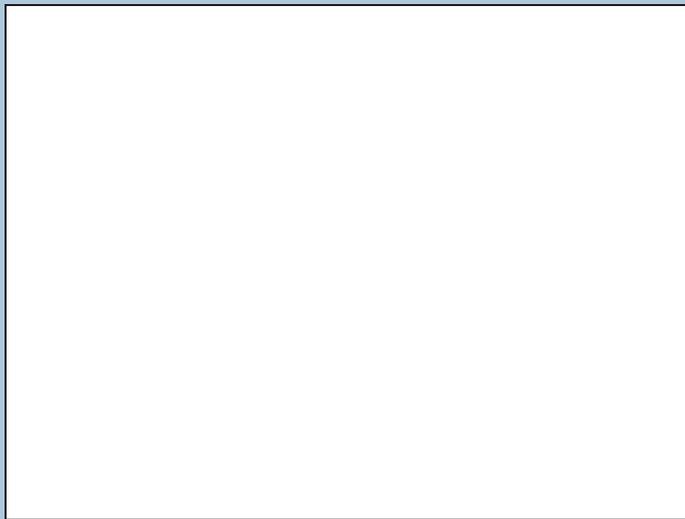
El número de genes es variable entre las especies, así por ejemplo, el ser humano contiene unos **25.000 genes** repartidos en 46 cromosomas (23 parejas), una bacteria puede contener entre **500 y 6.000 genes**, los hongos unos **6.000**, los virus con ADN hasta **300** y los que portan ARN hasta **25**.

Curiosidad

Sabías que gracias a la complementariedad de bases del ADN la policía puede identificar a los criminales con un 100% de fiabilidad o que, de igual forma, se puede atribuir la paternidad a una persona e incluso identificar personas fallecidas.

Esta prueba consiste en mezclar fragmentos de ADN uno procedente de un posible hijo/a, por ejemplo, y el otro del posible padre. Si los dos fragmentos de ADN se unen en una proporción suficientemente grande se deducirá que el dueño del ADN es el padre de la criatura.

Si te gusta la serie CSI seguro que lo habrás oído.



6.2. Para saber más



Para saber más

En la siguiente [línea del tiempo](#) tienes todos los descubrimientos previos hasta llegar a la **Teoría cromosómica de la herencia**, y en esta [otra línea del tiempo](#) puedes ver resumido y de forma cronológica todos los descubrimientos previos a la descripción de la estructura del ADN por parte de Watson y Crick.

Para saber más

Si quieres experimentar con secuencias de genes, en esta [web](#) puedes analizar la composición, transformar la secuencia de nucleótidos, encontrar genes, etcétera, partiendo de secuencias ya creadas o introducir una creada por ti.

Para saber más

¿Quieres saber más sobre la relación entre telómeros, telomerasas y la función anti-envejecimiento de esta última? Puedes leer este interesante artículo aparecido en [El Mundo Salud](#).

Para saber más

En la siguiente animación puedes ver el proceso de la [transcripción](#) de forma clara y muy ilustrativa.

Para saber más

A partir de [este enlace](#) podrás **transcribir** una secuencia de ADN y **traducirla** a proteína