

Ciencias Naturales

Guía de autoaprendizaje

Material de apoyo para la continuidad educativa
ante la emergencia COVID-19

Estudiantes 1.º año de bachillerato

Fase 3, semana 16



Unidad 10. El mundo de los genes		Fase 3, semana 16
Contenido	Material genético	
Evaluación sugerida	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentemos en casa: ¡extraigamos nuestro ADN! (50%) • Formemos una proteína (50%) 	

Orientación sobre el uso de la guía

Esta guía es un resumen de los contenidos y actividades que se desarrollan de forma virtual por el MINED (www.mined.gob.sv/emergenciacovid19/), incluyendo las tareas sugeridas para la semana. Tu docente podrá revisar estas tareas en el formato que se te indique.

A. ¿Qué debes saber?



1. Introducción

Todos los seres vivos tenemos material genético y este guarda las características que nos hacen diferentes al resto, pero esta información es heredable de padres a hijos, por eso los seres humanos guardamos similitudes de rasgos con nuestros familiares. Cada ser vivo se considera una expresión de sus genes a determinado ambiente.

2. Los genes

Los **genes** son unidades fundamentales de la herencia, se pueden definir también como unidades de información que codifican un producto funcional. En muchos casos ese producto funcional es una proteína. Una **proteína** se compone de una o más cadenas largas de **aminoácidos** llamados **polipéptidos**, que desempeñan funciones estructurales, mecánicas, bioquímicas o de señalización celular. Hasta la fecha se conocen 20 aminoácidos diferentes. Un gen no es una estructura que se vea, sino más bien se define a un nivel funcional. Es una secuencia de nucleótidos presentes en los ácidos nucleicos, que pueden ser ADN o ARN, es decir, el gen va a empezar en algún lugar del ADN y va a terminar en otro.

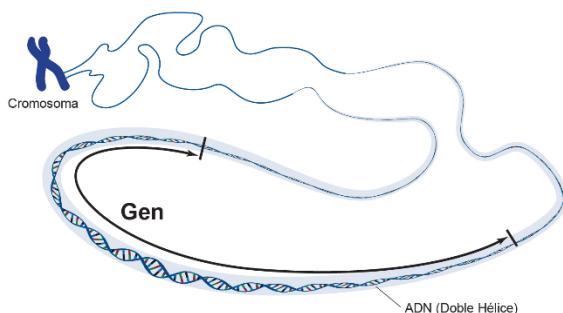


Figura 1: Representación de un gen. Ilustración por National Human Genome Research Institute

3. ADN versus ARN

El **ácido desoxirribonucleico (ADN)** es una macromolécula que funciona como **material genético** de todos los organismos vivos, desde bacterias unicelulares hasta mamíferos multicelulares como nosotros.

El ADN está compuesto de pequeñas unidades estructurales llamadas **nucleótidos**, que se componen de tres moléculas: un azúcar de cinco carbonos, en su caso es el **azúcar desoxirribosa**, un grupo fosfato y una base nitrogenada. Cada nucleótido en el ADN contiene una de las cuatro posibles bases nitrogenadas: **adenina (A)**, **guanina (G)**, **citocina (C)** y **timina (T)**. A partir de ahora usaremos solo las abreviaturas cuando hablemos de ellas, así es que recuérdalas.

Los nucleótidos se unen entre sí formando largas cadenas, estas cadenas se encuentran distribuidas en forma de doble hélice: una estructura donde dos cadenas se unen entre sí de manera complementaria como si fuera una escalera de caracol. Las azúcares y fosfatos se encuentran en el exterior de la hélice y constituyen el esqueleto del ADN como los pasamanos de la escalera. Las bases nitrogenadas se extienden al interior, en pareja, como si fueran peldaños de la escalera. Estas se mantienen unidas entre sí mediante puentes de hidrógeno. Las cadenas son complementarias, ya que el emparejamiento de bases es específico. **A** solo puede unirse con **T** y **G** solo puede unirse con **C**.

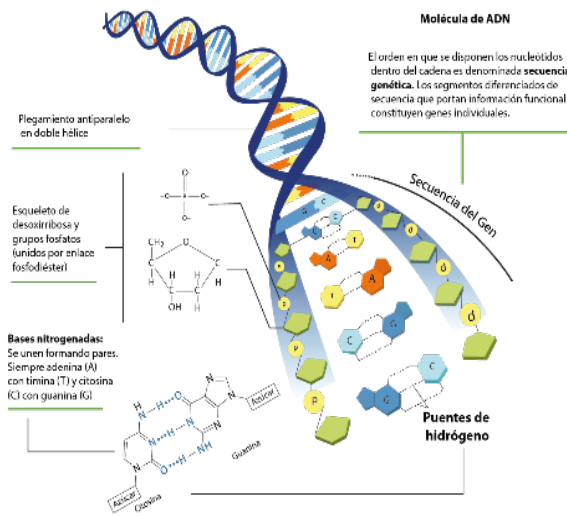


Figura 2: Estructura de doble hélice del ADN. Ilustración por MINED

Tenemos la siguiente secuencia de bases: ATTGACGGAAT. La secuencia complementaria sería: TAACTGCCTTA.

En eucariontes, como los animales y las plantas, el ADN se encuentra en el **núcleo** de la célula; y en otros tipos de organelos, como **mitocondrias** y **cloroplastos**, en la planta. En procariontes, como las bacterias, el ADN se encuentra en una región especializada de la célula llamada **nucleoide**. Otra macromolécula importante es el ácido ribonucleico (ARN).

En cuanto a su ubicación en la célula, el ARN puede estar en el **núcleo**, pero también salir de él, se transporta al **citoplasma** donde es de gran ayuda para la síntesis de proteínas; de hecho, es usual que los ARN también salgan de las células, a diferencia del ADN, que por lo general se mantiene en el núcleo. El ARN se encarga principalmente de los pasos intermedios entre la información contenida en el ADN y la síntesis de proteínas.

El ARN, al igual que el ADN, está compuesto por nucleótidos. Solo que en este caso la azúcar principal es la **ribosa** y una de las bases nitrogenada difiere, ya que en vez de **timina (T)** tendremos al **uracilo (U)**. El ARN usualmente se presenta como una cadena simple, a diferencia del ADN que casi siempre se presenta en su forma de doble hélice, siendo los virus la principal excepción.

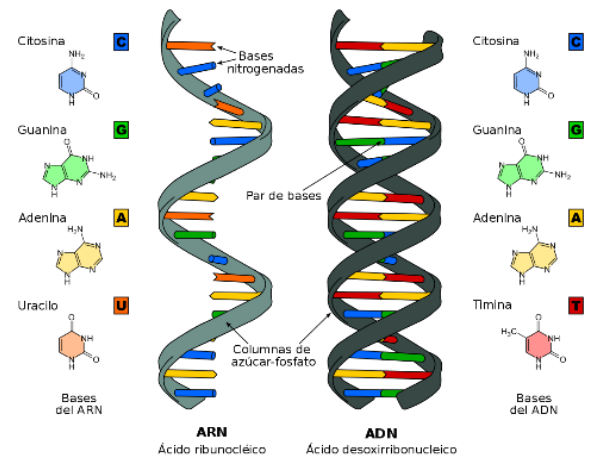


Figura 3: Comparación de la estructura del ARN versus la del ADN. Ilustración por Sponk

4. De ADN a proteína

El proceso donde el ADN dirige la síntesis de proteínas consta de dos pasos: **transcripción** y **traducción**. Durante este proceso se sigue un flujo de la información del ADN al ARN y del ARN a la proteína. A este flujo de información se le conoce como **ley central de la biología molecular**.

5. Transcripción

La síntesis de una proteína inicia con la síntesis del **ARN mensajero** o transcripto (**ARNm**), a este proceso de pasar la información del ADN a ARNm es lo que se conoce como **transcripción**.

Un complejo de enzimas se une a la secuencia de ADN, que se encuentra al inicio de un gen. Una vez unida, la enzima **ARN polimerasa** separa las cadenas de ADN. Una de las cadenas de ADN actúa como una plantilla para la ARN polimerasa. Esta "lee" la cadena base por base y produce una molécula de **ARNm** a partir de los nucleótidos complementarios que se encuentran libres, formando una nueva cadena. La cadena de ARNm contiene la misma información que la cadena de ADN molde, pero contiene la base **uracilo** en vez de la **timina**.

En las bacterias, el ARNm está listo para ser usado en la síntesis de proteínas, pero en el caso de los eucariontes esta debe sufrir otros pasos extras para convertirse en **ARNm maduro**. Durante este paso se añaden moléculas a ambos extremos de la cadena y se eliminan porciones en un proceso llamado **corte y empalme**.

El lugar donde ocurre la transcripción también difiere en procariontes y eucariontes; como vimos, en los eucariontes el ADN se encuentra principalmente en el núcleo, así es que la transcripción se da en ese lugar, mientras que en los procariontes se da en el citosol.

6. Traducción

¡El ARNm está listo con nuestra información!, así es que debe ser transportado, en el caso de los eucariontes, al citoplasma, que es donde ocurre la síntesis de proteína. A este proceso de usar la información de un ARNm para producir una proteína es a lo que llamamos **traducción**.

Entre el ARN y los encargados de la síntesis de proteína tienen un código secreto que se basa en una secuencia de nucleótidos, a este código lo llamamos **código genético**.

La secuencia de nucleótidos en el código genético consta de tres bases nitrogenadas dentro del ARNm (o el ADN) a las cuales llamamos **codones**. Por ejemplo, el codón del ARN UUU se traduce para el aminoácido **fenilalanina**. Los códigos para los aminoácidos son universales, desde humanos hasta bacterias.

Tabla de los codones del RNA

1era posición	2da posición				3ra posición
	U	C	A	G	
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr stop stop	Cys Cys stop Trp	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G
Amino Acidos					

Ala: Alanina
Arg: Arginina
Asn: Asparagina
Asp: Acido Aspártico
Cys: Cisteína

Gln: Glutamina
Glu: Acido glutámico
Gly: Glicina
His: Histidina
Ile: Isoleucina

Leu: Leucina
Lys: Lisina
Met: Metionina
Phe: Fenilalanina
Pro: Prolina

Ser: Serina
Thr: Treonina
Trp: Triptofano
Tyr: Tirosina
Val: Valina

Figura 4: Tabla de código genético. Ilustración por National Human Genome Research

La síntesis de proteínas sucede en el citoplasma, específicamente en los **ribosomas**.

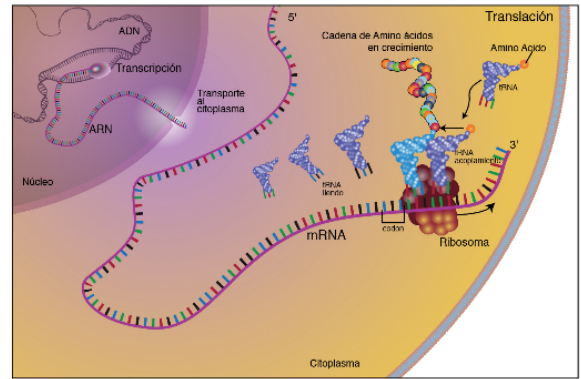


Figura 5: Síntesis de proteínas (traducción). El ARN de transferencia se encarga de traducir el mensaje de los codones de ARNm a aminoácidos que se van uniendo a la cadena en los ribosomas, sintetizando la proteína. Ilustración por National Human Genome Research Institute

El ribosoma se une al ARNm y encuentra el codón de "inicio", salvo raras excepciones este codón es la secuencia **AUG** que corresponde al aminoácido **metionina**. El ribosoma se moverá un codón a la vez en la cadena de ARNm. Los ribosomas se auxilian de un grupo de moléculas de ARN especializadas llamadas **ARN de transferencia (ARNt)**. Hay muchos ARNt flotando en la célula, pero solo el ARNt que coincide con el codón podrá unirse y suministrar su aminoácido a la cadena. Cuando el ARNt se encuentra perfectamente unido a su codón en el ribosoma, su aminoácido va a añadirse a la cadena. Este proceso se va repitiendo mientras el ribosoma se mueve por la cadena de ARNm, la cadena de aminoácidos se va construyendo con una secuencia de aminoácidos que corresponde a la secuencia de codones en el ARNm. La traducción termina cuando el ribosoma alcanza un codón de terminación y libera la proteína.

7. Replicación del ADN

El ADN es una molécula que puede ser duplicada para hacer copias perfectas de sí misma. A este proceso lo llamamos **replicación**. La replicación se considera **semiconservativa**, ya que se forman dos cadenas de ADN compuestas por una cadena original y una cadena hija recién sintetizada. Primero la doble hélice de ADN, por acción de las **helicadas**, rompe los puentes de hidrógenos de las bases nitrogenadas y se separa en las dos cadenas que la componen, como cuando abres un zíper. Ambas cadenas deben ser estabilizadas por

proteínas acompañantes para luego iniciar la síntesis, que es diferente en cada cadena.

La enzima **ADN polimerasa** se encarga de la síntesis de las cadenas hijas usando de molde las cadenas divididas del ADN, esto lo hace uniendo los nucleótidos complementarios a cada base que "lee" en la cadena molde. Una de las cadenas llamada cadena **adelantada** se sintetiza de forma continua, es decir la enzima va uniendo nucleótidos de manera continua, mientras que la otra cadena llamada cadena **retrasada** se sintetiza de forma discontinua, es decir, va por segmentos. Primero, una enzima llamada **primasa** coloca marcas cada cierta distancia de la cadena de ADN. Estas marcas son nucleótidos de ARN llamados cebadores y señalizan los segmentos donde la ADN polimerasa rellenará con nucleótidos de ADN. Estas secciones de ADN nuevo son llamadas **fragmentos de Okazaki**. Finalmente, en las dos cadenas se eliminan los fragmentos de **ARN cebador** por medio de la enzima **exonucleasa** y se sustituyen los nucleótidos de ARN por nucleótidos de ADN. Ya listos los fragmentos de ADN, deberán unirse entre sí. La acción es realizada por las enzimas **ligasas**.

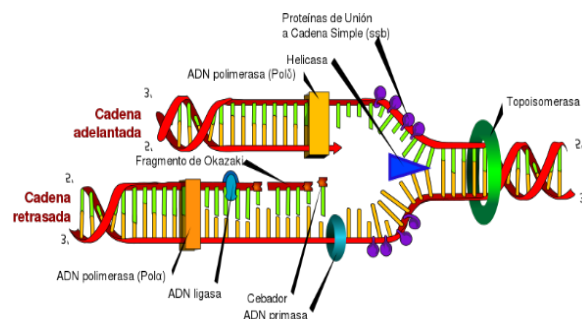


Figura 6: Replicación del ADN. La estructura de hélice del ADN se abre en dos cadenas de ADN donde la enzima polimerasa III se encarga de sintetizar una nueva cadena complementaria a la cadena padre. La estabilidad de la separación se da gracias a la acción de las proteínas de unión de cadena simple. Ilustración por LadyofHats y traducción por Miguelsierra

8. Mutaciones genéticas

En la mayoría de los casos, la replicación ocurre sin errores; sin embargo, algunas veces la secuencia de nucleótidos cambia durante la replicación del ADN, a ese cambio en la secuencia de un gen se llama **mutación genética**. Durante la replicación

pueden ocurrir algunos errores, como que se pierda una o más bases nitrogenadas del ADN de un gen, o que se añadan más bases al ADN de un gen, o que una de las bases nitrogenadas sea sustituida por otras. Lo último puede ser no nocivo, ya que como vimos en el código genético, muchos aminoácidos son traducidos por secuencias diferentes de base. El problema ocurre cuando una sustitución de una base termine en un codón que codifique para un aminoácido diferente, esto puede resultar en una proteína defectuosa o que no funcione.

Así como hay mutaciones que no son favorables, también hay mutaciones que producen una variación que mejora la función del organismo, y estas resultan en adaptaciones de las especies a sus ambientes.

9. Cromatina y cromosomas

Aunque los enlaces que mantienen unida la estructura de ADN son bastantes resistentes, este necesita un pequeño soporte estructural, esto es más que nada debido a su gran longitud: en humanos puede medir aproximadamente **¡dos metros!** ¿Puedes creerlo? Y aun así se encuentra alojado en nuestras células, que miden aproximadamente $10 \times 10^{-6} \text{m}$. ¿Cómo lo hace? Pues esto es debido a su forma de empaquetamiento.

En la célula, el ADN se asocia con proteínas especializadas que lo organizan y dan estructura. En eucariontes, estas proteínas se llaman **histonas**, y el ADN se enrolla en forma de bobina. A este conjunto con otras proteínas se le llama **cromatina**. Durante la mayor parte de la vida de la célula, una buena porción de la cromatina se encuentra descondensada, es decir, está en fibras libres que asemejan a unos garabatos. Pero en el momento en que la célula está por dividirse, esta cromatina se condensa mucho más, formando estructuras que llamamos **cromosomas**.

La función de los cromosomas en la célula es transmitir la información genética contenida en el ADN de una célula madre a las células hijas, además que evita en lo posible que se dañe o se pierda.

B. Ponte a prueba



- ¿Cuál de las siguientes secuencias establece un orden decreciente de estructuras?
 - Gen - cromosoma - nucleótido - codón
 - Cromosoma - gen - codón - nucleótido
 - Nucleótido - cromosoma - gen - codón
 - Gen - cromosoma - codón - nucleótido
- La correcta cadena complementaria de bases de ADN para la cadena de ADN AGGCTTACTG es:
 - TCCGAATGAC
 - TGATCGACTA
 - ATGCTAGAAT
 - CTTAGGACGT
- La síntesis de ARNm a partir de un gen se conoce como:
 - Traducción
 - Replicación
 - Mutación
 - Transcripción
- La síntesis de cadenas de aminoácidos a partir de ARNm se conoce como:
 - Traducción
 - Replicación
 - Mutación
 - Transcripción

C. Tareas de la semana



- Experimentemos en casa: ¡Extraigamos nuestro ADN! (50%)**
 - 1.1. Materiales:**
sal de mesa, lavavajillas o detergente líquido, alcohol 90º frío (colocarlo en la refrigeradora), agua embotellada o mineral, tres vasos transparentes, una cuchara sopera y zumo de piña (opcional).
 - 1.2. Procedimiento**
A continuación, veremos el procedimiento, por favor síguelo correctamente:
 - Enjuagarás tu boca con un poco de agua embotellada durante 30-40 segundos; cuidado, no vayas a tragar el agua (preferiblemente realiza este experimento con los dientes limpios para asegurarnos de que el ADN que extraigas sea el tuyo y no de comida entre tus dientes).
 - Adiciona este enjuague en uno de los vasos.
 - En otro vaso, mezcla 5 cucharadas soperas de agua embotellada y media cucharada sopera de sal; remueve hasta que se disuelva la sal. Obtendrás una solución salina.
 - En otro vaso mezclarás una cucharada sopera de jabón líquido junto a tres cucharadas soperas de agua embotellada.
 - Si conseguiste zumo de piña, agrega dos cucharadas de zumo a tu enjuague y mezcla con cuidado. Si no lo conseguiste no te preocupes, es un paso opcional.
 - Al vaso con el enjuague de tu boca, agrega una cuchara de solución salina y otra de solución de jabón; mezcla con cuidado.
 - Añade al vaso anterior alcohol frío, asegúrate de que lo que adiciones de alcohol sea el doble de volumen que lo que tengas de mezcla en el vaso.
 - Debes dejar a la vista dos fases, una de agua y otra de alcohol; así es que para adicionarlo, inclina con cuidado el vaso con la solución y ve añadiendo lentamente por las paredes el alcohol frío, y luego coloca de pie el vaso con mucha delicadeza. Es muy importante que logres ver las dos fases.
 - Espera unos minutos y anota en tu cuaderno qué es lo que pasa.
 - 1.3. Investiga y contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas:**
 - ¿Por qué usamos la sal?
 - ¿Por qué usamos el jabón líquido?
 - ¿Para qué se usa el alcohol?
- 2. Formemos una proteína (50%)**
A continuación, se muestra la siguiente cadena de ADN patrón

TACGCTCCGTTATGGCATGCCCTATT.

 - ¿Cuál es la secuencia de nucleótidos de ARNm para esa cadena?
 - ¿Qué cadena de aminoácidos se forma a partir del ARNm? Usa la tabla de código genético.

D. ¿Saber más?



- Video 1: "Del ADN a la proteína". Disponible en: <https://bit.ly/2Fm8rEB>
- Video 2: "Síntesis de proteínas". Disponible en: <https://bit.ly/2RluoGh>
- Video 3: "¿Qué es el ADN?". Disponible en: <https://bit.ly/2RlaniW>

E. Respuestas de la prueba



- 1: b)
- 2: a)
- 3: d)
- 4: a)



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN