



MÓDULO 5: La expresión de los genes

7MO y 10MO GRADO

**Minnette Rodríguez Harrison
María L. Ortiz Hernández**

julio 2020

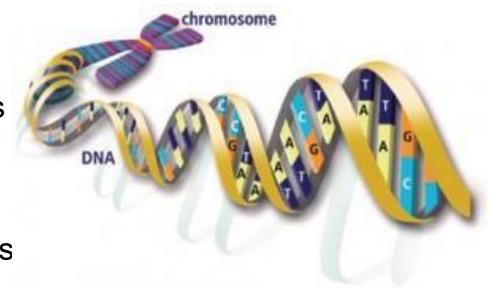
INTRODUCCIÓN

El proyecto *Genomic Logic Underlying Adaptive Morphological Divergence* tiene como uno de sus objetivos llevar a las escuelas experiencias de aprendizaje relacionadas con las ciencias. Este módulo es el último de cinco diseñados para facilitar el aprendizaje de los conceptos de selección natural (módulo 1), adaptación (módulo 2), evolución (módulo 3), herencia (módulo 4) y expresión genética (módulo 5). Estos módulos servirán de herramienta al capacitador¹ o profesional a cargo de la enseñanza (maestro, profesor, entre otros). En el caso de los participantes, estos pueden ser maestros (como parte de su desarrollo profesional) o estudiantes.

En este módulo 5, los capacitadores o maestros de ciencias de los cursos de Ciencias Biológicas (7mo grado) y Biología (10mo grado), y sus participantes, participarán activamente de unas actividades donde entenderán los conceptos relacionados con la expresión de los genes (genoma y fenoma).

En este módulo se incluye:

- ✓ trasfondo científico de los conceptos
- ✓ glosario
- ✓ alineación del contenido a los estándares, expectativas y especificaciones del Departamento de Educación de PR (DEPR)
- ✓ proceso educativo
- ✓ actividades detalladas para realizar en la sala de clases



MATERIA: Ciencias (Ciencias Biológicas)

¹ Se utilizará el masculino para referirnos a los/as maestros/as, los/as participantes, los/as profesores/as, los/as capacitadores/as, los/as estudiantes.

NIVEL/GRADO: Intermedio - Superior/ 7mo – 11mo

CONCEPTOS PRINCIPALES: expresión genética, genoma, fenoma

CONCEPTOS SECUNDARIOS: variaciones genéticas, condiciones ambientales

CONTENIDO PREVIO: genes, alelos, herencia, cruces y probabilidad

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A través de la actividad, el participante:

1. definirá el concepto de genoma.
2. explicará la diferencia entre genómica y genética.
3. describirá qué es el Proyecto del Genoma Humano.
4. resumirá información acerca de las tecnologías utilizadas para el mapeo genético.

Assessment continuo

Durante toda la actividad el capacitador estará haciendo observaciones mientras se mueve entre los grupos de trabajo, cuando los participantes discuten y cuando presentan sus respuestas a las preguntas. Esto le permite hacer evaluaciones del aprendizaje de estos.

ESTÁNDARES, EXPECTATIVAS E INDICADORES 7MO GRADO - CIENCIAS

Estándar: Interacciones y energía

Área de dominio: Selección natural y adaptaciones

Expectativa: B.CB4 Evolución biológica: unidad y diversidad

Indicador

EI.B.CB4.IE.1 Argumenta sobre el impacto de la ingeniería genética y la biotecnología en la agricultura, la producción de alimentos y las aplicaciones médicas, entre otras.

EI.B.CB4.IE.2 Recopila y resume información acerca de las tecnologías que han cambiado la manera en que los humanos controlan la herencia de características deseadas en los organismos. *El énfasis está en la síntesis de información de fuentes confiables acerca de la*

influencia de los humanos en los resultados genéticos de la selección artificial (tales como la modificación genética).

Estándar: Conservación y cambio

Área de dominio: Crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos

Expectativa: B.CB3 Herencia y variaciones en las características

Indicadores

EI.B.CB3.CC.1 Explica por qué los cambios estructurales en los genes (mutaciones) localizados en los cromosomas pueden afectar las proteínas y causar cambios beneficiosos, dañinos o neutrales en la estructura y función del organismo.

EI.B.CB3.CC.5 Describe la estructura del ADN y explica la importancia de este en los seres vivos.

ESTÁNDARES, EXPECTATIVAS E INDICADORES 10MO GRADO - CIENCIAS

Estándar: Estructura y niveles de organización de la materia

Área de dominio: Herencia y variaciones en las características

Expectativa: B.CB3 Herencia y variaciones en las características

Indicador

ES.B.CB3.EM.1 Formula preguntas para aclarar las relaciones del rol del ADN y de los cromosomas en la codificación de las instrucciones para las variaciones de las características que pasan de una generación a otra.

Estándar: Conservación y cambio

Área de dominio: Herencia y variaciones en las características

Expectativa: B.CB3 Herencia y variaciones en las características

Indicadores

ES.B.CB3.CC.1 Formula y defiende una afirmación basada en evidencia, de que las variaciones genéticas y hereditarias pueden resultar de: (1) nueva combinación genética mediante el proceso de meiosis, (2) errores viables pueden ocurrir durante la replicación del ADN y/o (3) las mutaciones a causa de los factores ambientales. *El énfasis está en el uso de datos para apoyar argumentos sobre las diferentes formas en que pueden ocurrir las mutaciones.*

ES.B.CB3.CC.3 Reconoce y explica que los organismos multicelulares se desarrollan a partir de un simple cigoto y que el fenotipo resultante dependerá del genotipo que fue establecido al momento de la fertilización.

ES.B.CB3.CC.4 Explica la importancia de la continuidad de la vida a través de la acción de los genes, los patrones hereditarios, la reproducción en los organismos y la reproducción de las células.

TRASFONDO

Genoma es una palabra utilizada para referirse a todo tu ADN. Todos los organismos, desde las plantas, los perros, hasta las bacterias, tienen su propio genoma. Cada genoma contiene la información necesaria para construir y mantener ese organismo a lo largo de toda su vida. Por ejemplo, el genoma humano contiene aproximadamente 3,000 millones de pares de bases nitrogenadas, los cuales se encuentran en los 23 pares de cromosomas dentro del núcleo de todas nuestras células. Cada cromosoma contiene cientos de miles de genes, los cuales tienen las instrucciones para hacer proteínas.

La **genómica** se refiere al estudio del genoma completo, de todos los genes que se encuentran en un organismo, en contraste con la genética la cual estudia genes de forma individual. Un investigador del genoma, estudia el ADN completo, toda la secuencia en un organismo, y saca sus conclusiones en base a esto. Mientras que un genetista puede estudiar todo el ADN de un organismo, pero también puede estudiar un gen de forma individual. Por ejemplo, podría estudiar la genética de un gen y la secuencia de ese gen. Si quisiera estudiar la genómica de un organismo o una persona usted podría secuenciar todos sus genes y todo su ADN y podría buscar las diferencias y compararlas con los genomas de otros individuos. (Lawrence C. Brody, Ph.D.)

Es importante establecer la diferencia entre el genotipo y el fenotipo de un organismo.

Fenotipo se refiere a un *rasgo observable*. Fenotipo simplemente significa "observar"; como tal, es algo observable en un organismo, y puede referirse a cualquier cosa, desde un rasgo común, como la estatura o el color del cabello, a la presencia o ausencia de una enfermedad. Con frecuencia, los fenotipos están relacionados y son usados - el término es usado - para relacionar una diferencia en la secuencia de ADN entre los individuos con diferencia en un

rasgo, ya sea la altura, el color del pelo, una enfermedad, o lo que sea. Pero es importante recordar que los fenotipos son igualmente, o incluso a veces mayormente, influenciados por los factores ambientales que por los efectos genéticos. Así que un fenotipo puede estar directamente relacionado con un genotipo, pero no necesariamente. Por lo general no hay una correlación uno a uno entre un genotipo y un fenotipo. Casi siempre hay factores ambientales, como lo que uno come, si hace ejercicio, cuánto fuma, etc. Todas esas son influencias ambientales que también afectan al fenotipo.

(Christopher P. Austin, M.D.)

La **transcripción** es el proceso en el que se copia la secuencia de ADN de un gen en el similar alfabeto de ARN. Es importante resaltar que la **expresión génica** es el proceso por medio del cual todos los organismos, tanto procariotas como eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas necesarias para su desarrollo, funcionamiento y reproducción con otros organismos. A diferencia de los procariotas, que solo tienen una polimerasa, los eucariotas tienen tres ARN polimerasa distintas. Por tal motivo, cada una de las polimerasas tiende a reconocer secuencias de promotores específicas. Igualmente, los procesos de regulación son más complejos que en los procariotas incluyendo la posición de las secuencias reguladoras del ADN con respecto a los promotores. Los promotores tienen secuencias de nucleótidos definidas, como las cajas "TATA" y "TTGACA". Los promotores se localizan al principio del gen a transcribir, apuntando en la dirección 5' de la hebra molde. Los promotores tienen secuencias de nucleótidos definidas, como las cajas "TATA" y "TTGACA".

Por último, debemos tener presente que la conexión entre la expresión de los genes con el fenotipo del organismo es que los genes que se expresan son los que se verán en el fenotipo. Por ejemplo, si un organismo tiene pelo lacio, significa que la característica de pelo lacio fue el gen que se expresó para el tipo de pelo.

GLOSARIO

1. **Genómica** = rama de la biología que analiza la secuencia de ADN de organismos específicos y la compara con la de otros organismos con el objetivo de obtener información sobre la función particular de los genes. *La genómica se refiere al estudio del genoma completo de un organismo, mientras que la genética se refiere al estudio de un gen en concreto.*
2. **Genoma** = es el juego completo de material genético presente en las células de un organismo. El genoma se refiere al ADN total de un organismo.

3. **Genotipo** = conjunto de todos los rasgos codificados en la información genética de un organismo.
4. **Fenoma** = se refiere a las características que se manifiestan en el organismo. El fenoma sería el juego completo de los rasgos fenotípicos que se manifiestan en un individuo.
5. **Fenotipo** = conjunto de todas las características físicas de un organismo determinado que resultan de la interacción de su genotipo y el ambiente.
6. **Expresión de los genes** = es el proceso por el cual la secuencia de nucleótidos de un gen dirige la síntesis de proteínas.
7. **ADN; ácido desoxirribonucleico** = molécula que almacena la información genética de todos los organismos.
8. **ADN mitocondrial** = es el pequeño cromosoma circular que se encuentra en la mitocondria. Las mitocondrias son organelos celulares donde se produce energía. Las mitocondrias, y por tanto el ADN mitocondrial, solo se heredan de la madre.
9. **ADN no codificante** = Las secuencias no codificantes de ADN no codifican para aminoácidos. La mayor parte del ADN no codificante se encuentra entre los genes en el cromosoma y no tiene función conocida. Otras secuencias de ADN no codificantes, llamadas *intrones*, se encuentran dentro de los genes. **Parte del ADN no codificante desempeña un papel en la regulación de la expresión génica.**
 - a. El **ADN no codificante** es exactamente eso, ADN que no codifica. Se puede pensar en el genoma como si se dividiera en dos partes. La parte que codifica para proteínas, a la cual llamamos ADN codificante, y el resto del genoma, el cual, por la falta de un término mejor, se denomina ADN no codificante. Pero, representa un 98 por ciento de nuestra secuencia del genoma y hace todo tipo de cosas, como regular los genes para saber dónde se tienen que activar o no, cuánto se tienen que activar ciertos genes, cómo se empaqueta el ADN en los cromosomas, etcétera.
10. **ADN recombinante (rADN)** = es una tecnología que utiliza enzimas para cortar y unir secuencias de ADN de interés. Las secuencias de ADN recombinado se pueden colocar en unos vehículos llamados vectores que transportan el ADN hacia el lugar adecuado de la célula huésped donde puede ser copiado o expresado.

11. **Nucleótido** = compuesto orgánico (monómero) que forman el ADN y ARN, y que tiene un grupo fosfato, un azúcar y una base nitrogenada (ver definición de bases nitrogenadas).
12. **Bases nitrogenadas** = son compuestos orgánicos, que incluyen dos o más átomos de nitrógeno. Forman parte de los nucleótidos que forman las moléculas del ADN y del ARN. Las hebras de la hélice de ADN están interconectadas entre ellas por pares de bases nitrogenadas. Las cinco principales bases nitrogenadas que encontramos en el ADN y en el ARN son la adenina (A), la citosina (C), la guanina (G), la timina (T) y el uracilo (U) (sólo presente en el ARN).
13. **Proceso de replicación del ADN** = La replicación del ADN es el proceso mediante el cual se duplica una molécula de ADN. Cuando una célula se divide, en primer lugar, debe duplicar su *genoma* para que cada célula hija contenga un juego completo de cromosomas.
14. **Operón** = es una región del ADN que incluye un promotor, un operador y uno o más genes estructurales que sintetizan todas las proteínas necesarias para realizar una tarea específica.
15. **Promotor** = es un segmento del ADN que le permite a la enzima ARN polimerasa ubicar el punto de inicio para la transcripción.
16. **Operador** = es el segmento del ADN que activa o desactiva los genes.
17. **Epigenética** = La epigenética es un campo emergente de la ciencia que estudia los cambios hereditarios causados por la activación e inactivación de los genes sin ningún cambio en la secuencia de ADN subyacente del organismo. La epigenética es una palabra de origen griego y significa literalmente por encima (epi) del genoma.
18. **Proyecto del Genoma Humano** = El Proyecto Genoma Humano fue el proyecto internacional que *identificó* y secuenció todos los genes humanos. El Proyecto terminó en abril de 2003 y los datos del mismo están a libre disposición de los investigadores y otros interesados en genética y salud humana.
19. **Mapeo** = El mapeo es el proceso de elaborar representaciones esquemáticas catalogando los genes y otras características de los cromosomas mostrando su ubicación relativa, también se le conoce como cartografía genética.
 - a. Los *mapas citogenéticos* se hacen mediante microfotografías de cromosomas teñidos para revelar variaciones estructurales.

- b. Los *mapas genéticos* utilizan la técnica del ligamiento para estimar la ubicación relativa de los genes.
- c. Los *mapas físicos*, hechos mediante la tecnología del ADN recombinante (rADN), muestran la ubicación física real de los puntos de referencia a lo largo de un cromosoma.

PROCESO EDUCATIVO (INICIO, DESARROLLO Y CIERRE)

INICIO

Durante esta parte se explora el conocimiento previo de los participantes acerca de los conceptos a desarrollar; en este caso, la expresión genética, el genoma y fenoma de los organismos. Esto permite al capacitador reconocer concepciones alternas (*misconceptions*) que puedan tener los participantes y asegurarse que pueda corregir los mismos durante el proceso educativo.

1. El capacitador mostrará el siguiente diagrama para resumir algunas ramas de la biología.

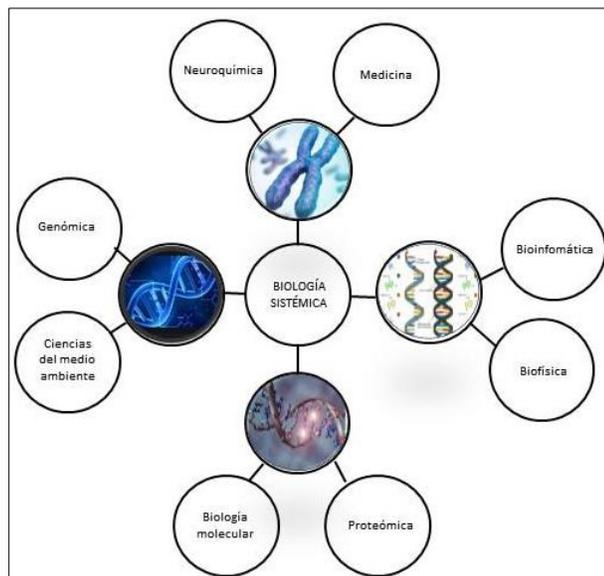


Diagrama #1 Algunas ramas de la Biología

DESARROLLO

- 1) El capacitador entregará la **Hoja de Trabajo #1** para que los participantes, usando códigos, puedan descifrar un mensaje relacionado a la genómica.

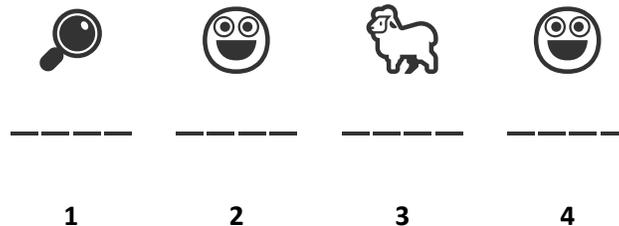
Mensajes para descifrar:

- a. La genómica analiza la secuencia de ADN de organismos específicos y la compara con la de otros organismos.
 - b. El objetivo de la genómica es obtener información sobre la función particular de los genes.
 - c. Un área de la genómica llamada mapeo genético permitió explicar la secuencia de nuestro genoma.
 - d. La secuenciación del genoma de las plantas da a los científicos información sobre cómo desarrollar cultivos más productivos.
- (ver clave para los mensajes ocultos)

- 2) El capacitador ofrecerá un ejemplo para explicar la actividad #1.

Ejemplo:

Código oculto



Código descifrado

C A M A

- 3) En grupos cooperativos, los participantes completarán la **Hoja de Trabajo #1**.

CIERRE

- 1) En discusión socializada, cada grupo de participantes leerá uno de los mensajes descifrados.
- 2) El capacitador puede generar las siguientes preguntas:
 - a. Tomando en consideración lo discutido en los mensajes, ¿qué entiendes que es la genómica?
 - b. ¿Qué piensas que se estará discutiendo en la lección?

CLAVE

Mensaje #1: La genómica analiza la secuencia de ADN de organismos específicos y la compara con la de otros organismos.



L A G E N O M I C A A N A L I Z A



L A S E C U E N C I A D E A D N D E



O R G A N I S M O S E S P E C I F I C O S



Y L A C O M P A R A C O N L A



D E O T R O S O R G A N I S M O S .

CLAVE

Mensaje #2: El objetivo de la genómica es obtener información sobre la función particular de los genes.

 
E L

      
O B J E T I V O

 
D E

 
L A

       
G E N O M I C A

 
E S

      
O B T E N E R

          
I N F O R M A C I O N

    
S O B R E

 
L A

      
F U N C I O N

         
P A R T I C U L A R

 
D E

  
L O S

    
G E N E S.

CLAVE

Mensaje #3: Un área de la genómica llamada mapeo genético permitió explicar la secuencia de nuestro genoma.



CLAVE

Mensaje #4: La secuenciación del genoma de las plantas da a los científicos información sobre cómo desarrollar cultivos más productivos.


L A S E C U E N C I A C I O N D E L
G E N O M A D E L A S P L A N T A S
D A A L O S C I E N T I F I C O S
I N F O R M A C I O N S O B R E C O M O
D E S A R R O L L A R C U L T I V O S
M A S P R O D U C T I V O S.

Actividad #1: Descifra el mensaje oculto

Materiales:

leyenda para descifrar los códigos
lápices o marcadores

Procedimiento:

- 1) Utilizando la leyenda entregada por el capacitador, descifrar los mensajes ocultos.
Recuerda el ejemplo presentado por el capacitador.
- 2) Completa los espacios en blanco, ya podrás leer el mensaje.
- 3) Comparte con tus compañeros el mensaje descifrado.

Utilizando la leyenda, completa los espacios en blanco. Luego, escribe los mensajes descifrados en los recuadros:

Mensaje #1
Mensaje #2
Mensaje #3
Mensaje #4

Utiliza estos códigos para descifrar los mensajes ocultos.

Leyenda:

Letras	Símbolos
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	
L	
M	

Letras	Símbolos
N	
O	
P	
Q	
R	
S	
T	
U	
V	
W	
X	
Y	
Z	

Actividad #1: Descifra el mensaje oculto

Mensaje #1

Row 1: [Smiling face] [Smiling face] [Thumbs up] [Spider web] [Person waving] [Person waving] [Sheep] [Hand pointing] [Magnifying glass] [Smiling face] [Smiling face] [Person waving] [Smiling face] [Smiling face] [Hand pointing] [Envelope] [Smiling face]

Row 2: [Smiling face] [Smiling face] [Sheep] [Spider web] [Magnifying glass] [Tree] [Spider web] [Person waving] [Magnifying glass] [Hand pointing] [Smiling face] [Smiling face] [Spider web] [Smiling face] [Smiling face] [Person waving] [Smiling face] [Spider web]

Row 3: [Person waving] [Person waving] [Thumbs up] [Smiling face] [Person waving] [Hand pointing] [Sheep] [Sheep] [Person waving] [Sheep] [Spider web] [Smiling face] [Smiling face] [Spider web] [Magnifying glass] [Hand pointing] [Microscope] [Hand pointing] [Magnifying glass] [Person waving] [Sheep]

Row 4: [Person waving] [Smiling face] [Smiling face] [Magnifying glass] [Person waving] [Sheep] [Smiling face] [Smiling face] [Person waving] [Smiling face] [Magnifying glass] [Person waving] [Person waving] [Smiling face] [Smiling face]

Row 5: [Smiling face] [Spider web] [Person waving] [Smiling face] [Person waving] [Person waving] [Sheep] [Person waving] [Person waving] [Thumbs up] [Smiling face] [Person waving] [Hand pointing] [Sheep] [Sheep] [Person waving] [Sheep]

Actividad #1: Descifra el mensaje oculto

Mensaje #2































Actividad #1: Descifra el mensaje oculto

Mensaje #3



Actividad #1: Descifra el mensaje oculto

Mensaje #4

Row 1: 🐵 😄 🐑 🕸️ 🔍 🌳 🕸️ 👩 🔍 🙅 😄 🔍 🙅 👩 👩 😵 🕸️ 🐵

Row 2: 👍 🕸️ 👩 👩 🐑 😄 😵 🕸️ 🐵 😄 🐑 😄 😄 👩 🌸 😄 🐑

Row 3: 😵 😄 😄 🐵 👩 🐑 🔍 🙅 🕸️ 👩 🌸 🙅 🔍 🙅 🔍 👩 🐑

Row 4: 🙅 👩 🔍 👩 🐵 😄 🔍 🙅 👩 👩 🐑 👩 😄 🐵 🐵 🕸️ 🔍 👩 🐑

Row 5: 😵 🕸️ 🐑 😄 🙅 🙅 👩 🐵 🐵 😄 🙅 🔍 🌳 🐵 🌸 🙅 😄 👩 🐑

Row 6: 🐑 😄 🐑 😄 🙅 👩 😵 🌳 🔍 🌸 🙅 😄 👩 🐑

Actividad #2: ¿Qué es el genoma?

INICIO

- 1) El capacitador le muestra la **figura #1** a los participantes y genera las siguientes preguntas:

a. ¿Qué observan en la **figura #1**?

Respuesta esperada: se observan siluetas de personas formadas por letras. (se espera que puedan reconocer las bases nitrogenadas- A, T, G, C)

b. ¿Pueden establecer alguna relación entre esta actividad y la actividad #1?

Respuesta esperada: En la actividad #1 utilizamos símbolos o códigos para descifrar un mensaje oculto, y en esta actividad, observamos una secuencia de letras distintas en cada silueta. (algunos participantes pueden comentar que las secuencias de letras representan la secuencia de ADN).

c. ¿Qué representa esas secuencias de letras?

Respuesta esperada: Las secuencias de letras representan la secuencia de ADN.

d. Las secuencias de letras (ADN), ¿son iguales en todas las siluetas?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes respondan que las secuencias de letras no son iguales.

e. ¿Qué implica que todas las secuencias en las siluetas sean distintas?

Respuesta esperada: Que el ADN en cada individuo es único.

- 2) El capacitador concluye y resume lo expresado por los participantes al indicar que a este juego completo de material genético presente en las células de un organismo se le conoce como **genoma**.



Figura #1

Tomado de: Imagen: Rubén Megías. <https://genotipia.com/15-avances-genomicos/>

Fuente: HYPERLINK "<https://www.genome.gov/27570876/15-for-15-celebration/>"

<https://www.genome.gov/27570876/15-for-15-celebration/>

Copyright 2020 © Genotipia

- 1) El capacitador muestra un video disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=ZmF2y3xM7Lk> para explicar de forma general qué es el genoma.
- 2) En grupos cooperativos, los participantes trabajarán la **Hoja de Trabajo #2**, donde crearán un dibujo, cartel, o bosquejo en el cuál explicarán lo que entendieron sobre el concepto genoma.
 - a. El capacitador dará unas instrucciones generales a los participantes para explicar que el trabajo creado debe definir qué es el genoma, presentar un dibujo que explique qué es el genoma, y resumir qué aprendió con el video.
 - b. El capacitador indicará a los participantes que los trabajos creados se presentarán al grupo.

CIERRE

- 1) Cada grupo de participantes explicará su trabajo.
- 2) El capacitador hará un breve resumen de las ideas presentadas sobre el concepto genoma y aclarará dudas que surjan durante el proceso.
 - a. El capacitador hará referencia a la rama de la biología (presentada en la actividad #1) conocida como la *genómica que se refiere al estudio del genoma completo de un organismo, mientras que la genética se refiere al estudio de un gen en concreto.*

Materiales:

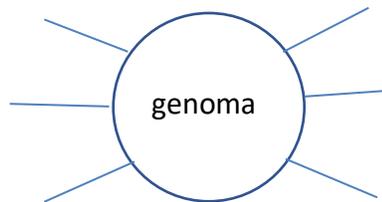
video presentado por el capacitador
cartulinas o papel en blanco
lápices de colorear o marcadores

Procedimiento:

1. Selecciona el formato de tu trabajo:

cartel
 opúsculo grande
 poema concreto
 bosquejo
 mapa de conceptos
 otros: _____

2. Utilizando la información del video presentado por el capacitador, prepara una lluvia de ideas para organizar lo que aprendiste acerca del genoma.



3. Prepara un material informativo para presentar a tus compañeros lo que aprendiste acerca del genoma. Recuerda crear un material llamativo y que resuma qué es el genoma.
 4. Una vez terminado los trabajos, presentarás el material al resto del grupo.
- **Recuerda:** tu trabajo debe definir qué es el genoma, presentar un dibujo que explique qué es el genoma, y resumir qué aprendiste con el video.

Actividad # 3: Conociendo el genoma del virus bacterial Φ X174**INICIO**

- 1) En discusión socializada, el capacitador comienza haciendo un resumen de la actividad anterior. Por ejemplo: *Ya aprendimos qué es el genoma y sabemos que todos los organismos tienen una secuencia de ADN diferente y única.* (esta introducción les ayudará a entender la nueva actividad). Utilizar la presentación de PowerPoint.
- 2) El capacitador realizará la siguiente pregunta:
 - a) Según lo aprendido del genoma, ¿Cómo piensas que se realiza el mapeo genético?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes no conozcan cómo se realiza el mapeo genético. Algunos pueden contestar analizando muestras de ADN del organismo.

Es importante resaltar que cada secuencia de ADN puede tener miles o millones de bases nitrogenadas (recuerda que las bases nitrogenadas están unidas a un grupo fosfato y a una azúcar – una azúcar de cinco carbonos - para formar los distintos nucleótidos) y por esto, se utilizan unidades como el *kilobase* (10^3) y *megabase* (10^6) para hacer los análisis.

- 3) El capacitador muestra la **Figura 1**, de esta actividad, en el Power Point para abundar sobre la definición del concepto nucleótido.

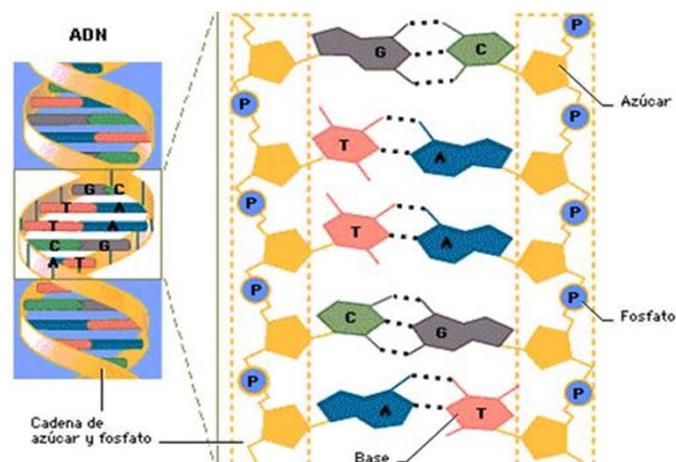


Figura 1

- 4) El capacitador muestra la **Figura 2**, de esta actividad, en el PowerPoint para que el participante observe que al analizar la secuencia de ADN se escriben solamente las bases nitrogenadas (recordando que son parte del nucleótido). Con este proceso se

puede evidenciar como la tecnología nos facilita el análisis del genoma de un organismo.

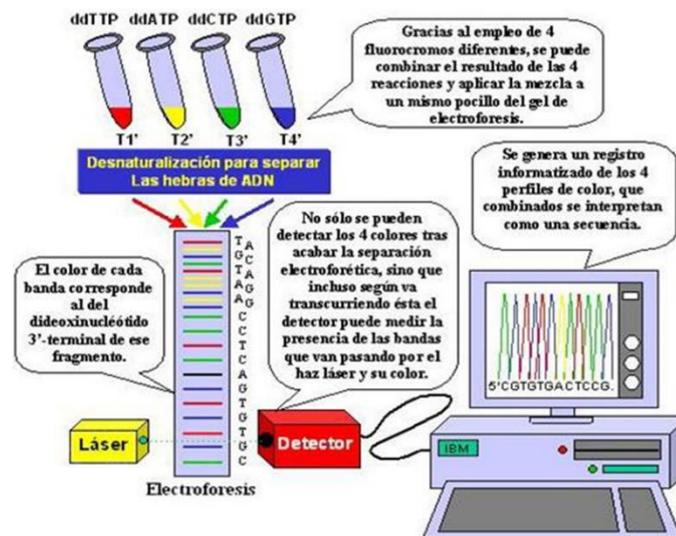


Figura 2

- 5) El capacitador muestra la **Tabla #1 Longitud de ADN para algunos organismos**, para ver cómo varía el tamaño (en número de bases) entre los organismos.

Tabla #1 Longitud de ADN para algunos organismos

Taxón	Organismo	Pares de bases nitrogenadas (en 1000 o kb)	Longitud
Virus	Polyoma o SV40	5.1	1.7 μm
	Lambda phage	48.6	17 μm
	T2 phage	166	56 μm
	Vaccinia	190	65 μm
Bacteria	Mycoplasma	760	260 μm
	<i>E. coli</i> (del intestino humano)	4600	1.56 mm
Eucariotas	Levadura	13 500	4.6 mm
	<i>Drosophila</i> (mosca frutera)	165 000	5.6 mm
	Humanos	2 900 000	99 cm

- 6) Una vez se presenta la tabla #1 con el PowerPoint, el capacitador indicará a los participantes que la actividad #3 es un ejemplo de un organismo y su genoma analizado.

DESARROLLO

- 1) El capacitador dará un ejemplo de cómo calcular el número de kilobases (kb) y megabases (Mb) utilizando los factores de conversión. Se recomienda hacer un ejemplo de cada uno en la pizarra o utilizando la presentación de PowerPoint. Estos ejemplos servirán de ayuda para completar la actividad #3.

Factores de conversión

1kb = 1 kilobase = 1 000 bases	1Mb = 1 megabase = 1 000 000 bases
Ejemplo: Si tengo 2 000 bases nitrogenadas $\frac{2\,000\text{ bases}}{1\,000\text{ bases}} = \mathbf{2.000\text{ kb}}$	Ejemplo: Si tengo 2 000 bases nitrogenadas $\frac{2\,000\text{ bases}}{1\,000\,000\text{ bases}} = \mathbf{0.0020\text{ Mb}}$

Los resultados pueden expresarse en notación científica.

- 2) En grupos cooperativos, los participantes completarán la **Hoja de Trabajo #3**.

CIERRE

- 1) En discusión socializada, se hará la explicación de las preguntas de análisis de la **Hoja de Trabajo #3** (ver clave de las preguntas).
- 2) Es importante que, en esta discusión, el capacitador haga énfasis en que el determinar el número de nucleótidos y, por consiguiente, la secuenciación de ADN de un organismo no es fácil. Este proceso tardó años en desarrollarse, pero hoy en día, la tecnología permite que se realice con mayor rapidez.
- 3) Se debe conectar con el Proyecto del Genoma Humano. Hoy día, existe la tecnología que facilita determinar la secuenciación del ADN de cualquier organismo.
 - a. Una de las áreas de la genómica llamada mapeo genético tuvo su inicio con el mapeo de un virus simple en el 1977. Hasta la fecha, los científicos han mapeado el genoma de ciento de animales, como ratones, ranas y chimpancés. La secuencia de nuestro propio genoma se completó en el 2003, como parte del Proyecto del Genoma Humano. Esto ocurrió 26 años después de que se inició con el mapeo de un virus simple. Estos avances tecnológicos han permitido

conocer que el **genoma** humano contiene aproximadamente 3,000 millones de estos pares de bases, los cuales **se encuentran** en los 23 pares de cromosomas dentro del núcleo de todas nuestras células. Cada cromosoma contiene cientos de miles de genes, los cuales tienen las instrucciones para hacer proteínas.

HOJA DE TRABAJO #3

Actividad # 3: Conociendo el genoma del virus bacterial ϕ X174

Materiales:

Genoma para el **virus bacterial ϕ X174**

Tabla de Longitud de ADN para algunos organismos

Procedimiento:

- 1) Analizando el genoma del **virus bacterial Φ X174**, contesta las preguntas de análisis.

Genoma para el virus bacterial Φ X174

1	GAGTTTTATC	GCTTCCATGA	CGCAGAAGTT	AACACTTTTCG	GATATTTCTG	ATGAGTCGAA	
61	AAATTATCTT	GATAAAGCAG	GAATTACTAC	TGCTTGTTTA	CGAATTAAT	CGAAGTGGAC	
121	TGCTGGCGGA	AAATGAGAAA	ATTCGACCTA	TCCTTGCGCA	GCTCGAGAAG	CTCTTACTTT	} Gen #1
181	GCGACCTTTC	GCCATCAACT	AACGATTCTG	TCAAAACTG	ACGCGTTGGA	TGAGGAGAAG	
241	TGGCTTAATA	TGCTTGGCAC	GTTCTGCAAG	GACTGGTTTA	GATATGAGTC	ACATTTTGTT	
301	CATGGTAGAG	ATTCTCTTGT	TGACATTTTA	AAAGAGCGTG	GATTACTATC	TGAGTCCGAT	
361	GCTGTTCAAC	CACTAATAGG	TAAGAAATCA	TGAGTCAAGT	TACTGAACAA	TCCGTACGTT	
421	TCCAGACCGC	TTTGGCCTCT	ATTAAGCTCA	TTCAGGCTTC	TGCCGTTTTG	GATTTAACCG	
481	AAGATGATTT	CGATTTTCTG	ACGAGTAACA	AAGTTTGGAT	TGCTACTGAC	CGCTCTCGTG	
541	CTCGTCGCTG	CGTTGAGGCT	TGCGTTTATG	GTACGCTGGA	CTTTGTGGGA	TACCCTCGCT	
601	TTCTGCTCC	TGTTGAGTTT	ATTGCTGCCG	TCATTGCTTA	TTATGTTTAT	CCCGTCAACA	
661	TTCAAACGGC	CTGTCTCATC	ATGGAAGGCG	CTGAATTTAC	GGAAAACATT	ATTAATGGCG	
721	TCGAGCGTCC	GGTTAAAGCC	GCTGAATTGT	TCGCGTTTAC	CTTGCGTGTA	CGCGCAGGAA	
781	ACACTGACGT	TCTTACTGAC	GCAGAAGAAA	ACGTGCGTCA	AAAATTACGT	GCGGAAGGAG	
841	TGATGTAATG	TCTAAAGGTA	AAAAACGTTT	TGGCGCTCGC	CCTGGTCGTC	CGCAGCCGTT	
901	GCGAGGTACT	AAAGGCAAGC	GTAAAGGCGC	TCGTCTTTGG	TATGTAGGTG	GTCAACAATT	
961	TTAATTGCAG	GGGCTTCGGC	CCCTTACTTG	AGGATAAATT	ATGTCTAATA	TTCAAACCTGG	
1021	CGCCGAGCGT	ATGCCGCATG	ACCTTTCCCA	TCTTGGCTTC	CTTGCTGGTC	AGATTGGTCG	
1081	TCTTATTACC	ATTTCAACTA	CTCCGGTTAT	CGCTGGCGAC	TCCTTCGAGA	TGGACGCCGT	
1141	TGGCGCTCTC	CGTCTTTCTC	CATTGCGTCG	TGGCCTTGCT	ATTGACTCTA	CTGTAGACAT	
1201	TTTTACTTTT	TATGTCCTC	ATCGTCAAGT	TTATGGTGAA	CAGTGGATTA	AGTTTACGAA	
1261	GGATGGTGTT	AATGCCACTC	CTCTCCCGAC	TGTTAAACT	ACTGGTTATA	TTGACCATGC	
1321	CGCTTTTCTT	GGCACGATTA	ACCCTGATAC	CAATAAAATC	CCTAAGCATT	TGTTTCAGGG	
1381	TTATTTGAAT	ATCTATAACA	ACTATTTTAA	AGCGCCGTGG	ATGCCTGACC	GTACCGAGGC	
1441	TAACCCTAAT	GAGCTTAATC	AAGATGATGC	TCGTTATGGT	TTCCGTTGCT	GCCATCTCAA	
1501	AAACATTTGG	ACTGCTCCGC	TTCCTCCTGA	GACTGAGCTT	TCTCGCCAAA	TGACGACTTC	
1561	TACCACATCT	ATTGACATTA	TGGGTCTGCA	AGCTGCTTAT	GCTAATTTGC	ATACTGACCA	
1621	AGAACGTGAT	TACTTCATGC	AGCGTTACCA	TGATGTTATT	TCTTCATTTG	GAGGTAAAAC	
1681	CTCTTATGAC	GCTGACAACC	GTCCTTTACT	TGTCATGCGC	TCTAATCTCT	GGGCATCTGG	
1741	CTATGATGTT	GATGGAAGT	ACCAAACGTC	GTTAGGCCAG	TTTTCTGGTC	GTGTTCAACA	
1801	GACCTATAAA	CATTCTGTGC	CGCGTTTCTT	TGTTCTGAG	CATGGCACTA	TGTTTACTCT	
1861	TGCGCTTGTT	CGTTTTCCGC	CTACTGCGAC	TAAAGAGATT	CAGTACCTTA	ACGCTAAAGG	
1921	TGCTTTGACT	TATACCGATA	TTGCTGGCGA	CCCTGTTTTG	TATGGCAACT	TGCCGCCGCG	
1981	TGAAATTTCT	ATGAAGGATG	TTTTCCGTTT	TGGTGATTCT	TCTAAGAAGT	TTAAGATTGC	
2041	TGAGGGTCAG	TGGTATCGTT	ATGCGCCTTC	GTATGTTTCT	CCTGCTTATC	ACCTTCTTGA	
2101	AGGCTTCCCA	TTCATTCAGG	AACCGCCTTC	TGGTGATTTG	CAAGAACGCG	TACTTATTCG	
2161	CCACCATGAT	TATGACCAGT	GTTTCCAGTC	CGTTCAGTTG	TTGCAGTGGA	ATAGTCAGGT	
2221	TAAATTTAAT	GTGACCGTTT	ATCGCAACT	GCCGACCACT	CGCGATTCAA	TCATGACTTC	
2281	GTGATAAAAG	ATTGAGTGTG	AGTTTATAAC	GCCGAAGCGG	TAAAAATTTT	AATTTTGTCC	
2341	GCTGAGGGGT	TGACCAAGCG	AAGCGCGGTA	GGTTTTCTGC	TTAGGAGTTT	AATCATGTTT	
2401	CAGACTTTTA	TTTCTCGCCA	TAATTCAAAC	TTTTTTTCTG	ATAAGCTGGT	TCTCACTTCT	
2461	GTTACTCCAG	CTTCTTCGGC	ACCTGTTTTA	CAGACACCTA	AAGCTACATC	GTCAACGTTA	
2521	TATTTTGATA	GTTTGACGGT	TAATGCTGGT	AATGGTGGTT	TTCTTCATTG	CATTCAGATG	
2581	GATACATCTG	TCAACGCCGC	TAATCAGGTT	GTTTCTGTTG	GTGCTGATAT	TGCTTTTGAT	
2641	GCCGACCCTA	AATTTTTTGC	CTGTTTGGTT	CGCTTTGAGT	CTTCTTCGGT	TCCGACTACC	
2701	CTCCCGACTG	CCTATGATGT	TTATCCTTTG	AATGGTCGCC	ATGATGGTGG	TTATTATACC	
2761	GTCAAGGACT	GTGTGACTAT	TGACGTCCTT	CCCCGTACGC	CGGGCAATAA	CGTTTATGTT	
2821	GGTTTCATGG	TTTGGTCTAA	CTTTACCCTG	ACTAAATGCC	GCGGATTGGT	TTCGCTGAAT	

2881 CAGGTTATTA AAGAGATTAT TTGTCTCCAG CCACTTAAGT GAGGTGATTT ATGTTTGGTG
 2941 CTATTGCTGG CGGTATTGCT TCTGCTCTTG CTGGTGGCGC CATGTCTAAA TTGTTTGGAG
 3001 GCGGTCAAAA AGCCGCCTCC GGTGGCATT C AAGGTGATGT GCTTGCTACC GATAACAATA
 3061 CTGTAGGCAT GGGTGATGCT GGTATTAAT CTGCCATTCA AGGCTCTAAT GTTCCTAACC
 3121 CTGATGAGGC CGCCCCTAGT TTTGTTTCTG GTGCTATGGC TAAAGCTGGT AAAGGACTTC
 3181 TTGAAGGTAC GTTGACAGGCT GGCACCTCTG CCGTTTCTGA TAAGTTGCTT GATTTGGTTG
 3241 GACTTGGTGG CAAGTCTGCC GCTGATAAAG GAAAGGATAC TCGTGATTAT CTTGCTGCTG
 3301 CATTTCCTGA GCTTAATGCT TGGGAGCGTG CTGGTGCTGA TGCTTCCTCT GCTGGTATGG
 3361 TTGACGCCGG ATTTGAGAAT CAAAAAGAGC TTACTAAAAT GCAACTGGAC AATCAGAAAG
 3421 AGATTGCCGA GATGCAAAAT GAGACTCAA AAGAGATTGC TGGCATTGAG TCGGCGACTT
 3481 CACGCCAGAA TACGAAAGAC CAGGTATATG CACAAAATGA GATGCTTGCT TATCAACAGA
 3541 AGGAGTCTAC TGCTCGCGTT GCGTCTATTA TGGAAAACAC CAATCTTTCC AAGCAACAGC
 3601 AGGTTTCCGA GATTATGCGC CAAATGCTTA CTCAAGCTCA AACGGCTGGT CAGTATTTTA
 3661 CCAATGACCA AATCAAAGAA ATGACTCGCA AGGTTAGTGC TGAGGTTGAC TTAGTTCATC
 3721 AGCAAACGCA GAATCAGCGG TATGGCTCTT CTCATATTGG CGCTACTGCA AAGGATATTT
 3781 CTAATGTCGT CACTGATGCT GCTTCTGGTG TGGTTGATAT TTTTCATGGT ATTGATAAAG
 3841 CTGTTGCCGA TACTTGGAAC AATTTCTGGA AAGACGGTAA AGCTGATGGT ATTGGCTCTA
 3901 ATTTGTCTAG GAAATAACCG TCAGGATTGA CACCCTCCCA ATTGATATGTT TTCATGCCTC
 3961 CAAATCTTGG AGGCTTTTTT ATGGTTGCTT CTTATTACCC TTCTGAATGT CACGCTGATT
 4021 ATTTTGACTT TGAGCGTATC GAGGCTCTTA AACCTGCTAT TGAGGCTTGT GGCATTTCTA
 4081 CTCTTTCTCA ATCCCAATG CTTGGCTTCC ATAAGCAGAT GGATAACCGC ATCAAGCTCT
 4141 TGGAAGAGAT TCTGTCTTTT CGTATGCAGG GCGTTGAGTT CGATAATGGT GATATGATG
 4201 TTGACGGCCA TAAGGCTGCT TCTGACGTTT GTGATGAGTT TGTATCTGTT ACTGAGAAGT
 4261 TAATGGATGA ATTTGGCACA TGCTACAATG TGCTCCCCCA ACTTGATATT AATAACACTA
 4321 TAGACCACCG CCCCGAAGGG GACGAAAAAT GGTTTTTAGA GAACGAGAAG ACGGTTACGC
 4381 AGTTTTGCCG CAAGCTGGCT GCTGAACGCC CTCTTAAGGA TATTCGCGAT GAGTATAATT
 4441 ACCCCAAAAA GAAAGGTATT AAGGATGAGT GTTCAAGATT GCTGGAGGCC TCCACTATGA
 4501 AATCGCGTAG AGGCTTTGCT ATTCAGCGTT TGATGAATGC AATGCGACAG GCTCATGCTG
 4561 ATGGTTGGTT TATCGTTTTT GACACTCTCA CGTTGGCTGA CGACCGATTA GAGGCGTTTT
 4621 ATGATAATCC CAATGCTTTG CGTGACTATT TTCGTGATAT TGGTCGTATG GTTCTTGCTG
 4681 CCGAGGGTCG CAAGGCTAAT GATTACACAG CCGACTGCTA TCAGTATTTT TGTGTGCCTG
 4741 AGTATGGTAC AGCTAATGGC CGTCTTCATT TCCATGCGGT GCACTTTATG CGGACACTTC
 4801 CTACAGGTAG CGTTGACCCT AATTTTGGTC GTCGGGTACG CAATCGCCGC CAGTTAAATA
 4861 GCTTGCAAAA TACGTGGCCT TATGGTTACA GTATGCCCAT CGCAGTTCGC TACACGCAGG
 4921 ACGCTTTTTT ACGTTCTGGT TGGTTGTGGC CTGTTGATGC TAAAGGTGAG CCGCTTAAAG
 4981 CTACCAGTTA TATGGCTGTT GGTTTCTATG TGGCTAAATA CGTTAACAAA AAGTCAGATA
 5041 TGGACCTTGC TGCTAAAGGT CTAGGAGCTA AAGAATGGAA CAACTCACTA AAAACCAAGC
 5101 TGTCGCTACT TCCCAAGAAG CTGTTTCAAG TCAGAATGAG CCGCAACTTC GGGATGAAAA
 5161 TGCTCACAAT GACAAATCTG TCCACGGAGT GCTTAATCCA ACTTACCAAG CTGGGTTACG
 5221 ACGCGACGCC GTTCAACCAG ATATTGAAGC AGAACGCAA AAGAGAGATG AGATTGAGGC
 5281 TGGGAAAAGT TACTGTAGCC GACGTTTTGG CCGCGCAACC TGTGACGACA AATCTGCTCA
 5341 AATTTATGCG CGCTTCGATA AAAATGATTG GCGTATCCAA CCTGCA

de análisis:

Reservando la secuencia de nucleótidos del genoma para el virus bacterial ϕ X174,
 determina el número de bases, kilobases y megabases en este genoma (cada fila tiene
 nucleótidos agrupados en 6 grupos de 10 cada uno).

= 1 kilobase = 1 000 bases

o = 1 megabase = 1 000 000 bases

bases	kilobases	megabases

- 2) Determina cuántas bases hay presentes en el gen #1.
- 3) Observando la Tabla #1 de longitud de ADN, determina cuál es el tamaño de este virus (pequeño, promedio, grande). Explica tu respuesta tomando en consideración el número de pares de bases.

CLAVE

HOJA DE TRABAJO #3

Actividad # 3: Conociendo el genoma del virus bacterial ϕ X174

Contestaciones:

- 1) Cada fila tiene 60 bases nitrogenadas, excepto la última que tiene 46 bases nitrogenadas. Son 90 filas en total. Entonces, para calcular el número total de bases nitrogenadas:

- 89 filas x 60 bases nitrogenadas = 5,340 bases nitrogenadas
- A las 5,340 bases nitrogenadas le sumamos las 46 bases nitrogenadas de la fila #90. Por lo tanto, en total tenemos 5,386 bases nitrogenadas en este genoma. Este total se coloca en la tabla (columna #1).
- Para determinar el número de kilobases (kb), utilizar el factor de conversión, **1kb = 1 kilobase = 1 000 bases**. Entonces,

$$\frac{5,386 \text{ bases}}{1000 \text{ bases}} = 5.386 \text{ kb}$$

Este resultado se coloca en la tabla (columna #2)

- Para determinar el número de megabases (Mb), utilizar el factor de conversión, **1Mb = 1 megabase = 1 000 000 bases**. Entonces,

$$\frac{5,386 \text{ bases}}{1\,000\,000 \text{ bases}} = 0.0053 \text{ Mb}$$

Este resultado se coloca en la tabla (columna #3)

Columna 1	Columna 2	Columna 3
bases	kilobases	megabases
5,386	5.386 kb	0.0053 Mb

2) Determina cuántas bases hay presentes en el gen #1.

IMPORTANTE: En este genoma se encuentran varios genes. El análisis se hará haciendo referencia al gen marcado como gen #1 (sombreado).

Respuesta: 261 bases nitrogenadas

¿Cómo llegué a este resultado?

- El área de las bases nitrogenadas que representa el gen #1 tiene 5 filas.
- Recordando que cada fila tiene 60 bases. Por lo tanto, 5 filas x 60 bases es igual a 300 bases.

- Entonces, la fila 1 donde se ubica el gen, hay que restarle 12 bases (área que no está sombreada). Si restamos 300 – 12 es igual a 288 bases.
 - A este resultado (288 bases) hay que restarle 27 bases (que no están incluidas como parte del gen #1) de la fila 5. Entonces, 288 – 27 es igual a 261. Este resultado representa las bases nitrogenadas presentes en el gen #1.
- 3) Según la tabla #1 de longitud de ADN utilizada como referencia, este virus bacterial es un ejemplo de un organismo con una longitud de ADN pequeño.

Referencia: **Genoma del virus:**

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NC_001422.1?report=fasta&to=5386

>NC_001422.1 Coliphage phi-X174, complete genome

Genoma para el virus bacterial Φ X174

1	GAGTTTTATC	GCTTCCATGA	CGCAGAAGTT	AACACTTTTCG	GATATTTCTG	ATGAGTCGAA	
61	AAATTATCTT	GATAAAGCAG	GAATTACTAC	TGCTTGTTTA	CGAATTAAT	CGAAGTGGAC	
121	TGCTGGCGGA	AAATGAGAAA	ATTCGACCTA	TCCTTGCGCA	GCTCGAGAAG	CTCTTACTTT	} Gen #1
181	CGGACCTTTC	GCCATCAACT	AACGATTCTG	TCAAAAAC TG	ACGCGTTGGA	TGAGGAGAAG	
241	TGGCTTAATA	TGCTTGGCAC	GTTTCGTCAAG	GACTGGTTTA	GATATGAGTC	ACATTTTGTT	
301	CATGGTAGAG	ATTCTCTTGT	TGACATTTTA	AAAGAGCGTG	GATTACTATC	TGAGTCCGAT	
361	GCTGTTCAAC	CACTAATAGG	TAAGAAATCA	TGAGTCAAGT	TACTGAACAA	TCCGTACGTT	
421	TCCAGACCGC	TTTGGCCTCT	ATTAAGCTCA	TTCAGGCTTC	TGCCGTTTTG	GATTTAACCG	
481	AAGATGATTT	CGATTTTCTG	ACGAGTAACA	AAGTTTGGAT	TGCTACTGAC	CGCTCTCGTG	
541	CTCGTCGCTG	CGTTGAGGCT	TGCGTTTATG	GTACGCTGGA	CTTTGTGGGA	TACCCTCGCT	
601	TTCTGCTCC	TGTTGAGTTT	ATTGCTGCCG	TCATTGCTTA	TTATGTTTAT	CCCGTCAACA	
661	TTCAAACGGC	CTGTCTCATC	ATGGAAGGCG	CTGAATTTAC	GGAAAACATT	ATTAATGGCG	
721	TCGAGCGTCC	GGTTAAAGCC	GCTGAATTGT	TCGCGTTTAC	CTTGCGTGTA	CGCGCAGGAA	
781	ACACTGACGT	TCTTACTGAC	GCAGAAGAAA	ACGTGCGTCA	AAAATTACGT	GCGGAAGGAG	
841	TGATGTAATG	TCTAAAGGTA	AAAAACGTTT	TGGCGCTCGC	CCTGGTCTGC	CGCAGCCGTT	
901	GCGAGGTACT	AAAGGCAAGC	GTAAAGGCGC	TCGTCTTTGG	TATGTAGGTG	GTCAACAATT	
961	TTAATTGCAG	GGGCTTCGGC	CCCTTACTTG	AGGATAAATT	ATGTCTAATA	TTCAAAC TGG	
1021	CGCCGAGCGT	ATGCCGCATG	ACCTTTCCCA	TCTTGGCTTC	CTTGCTGGTC	AGATTGGTCG	
1081	TCTTATTACC	ATTTCAACTA	CTCCGGTTAT	CGCTGGCGAC	TCCTTCGAGA	TGGACGCCGT	
1141	TGGCGCTCTC	CGTCTTTCTC	CATTGCGTCG	TGGCCTTGCT	ATTGACTCTA	CTGTAGACAT	
1201	TTTTACTTTT	TATGTCCCTC	ATCGTACAGT	TTATGGTGAA	CAGTGGATTA	AGTTCATGAA	
1261	GGATGGTGTT	AATGCCACTC	CTCTCCCGAC	TGTTAACACT	ACTGGTTATA	TTGACCATGC	
1321	CGCTTTTCTT	GGCACGATTA	ACCCTGATAC	CAATAAAATC	CCTAAGCATT	TGTTTCAGGG	
1381	TTATTTGAAT	ATCTATAACA	ACTATTTTAA	AGCGCCGTGG	ATGCCTGACC	GTACCGAGGC	
1441	TAACCCTAAT	GAGCTTAATC	AAGATGATGC	TCGTTATGGT	TTCCGTTGCT	GCCATCTCAA	
1501	AAACATTTGG	ACTGCTCCGC	TTCCTCCTGA	GACTGAGCTT	TCTCGCCAAA	TGACGACTTC	
1561	TACCACATCT	ATTGACATTA	TGGGTCTGCA	AGCTGCTTAT	GCTAATTTGC	ATACTGACCA	
1621	AGAACGTGAT	TACTTCATGC	AGCGTTACCA	TGATGTTATT	TCTTCATTTG	GAGGTAAAAC	
1681	CTCTTATGAC	GCTGACAACC	GTCCTTTACT	TGTCATGCGC	TCTAATCTCT	GGGCATCTGG	
1741	CTATGATGTT	GATGGAAC TG	ACCAAACGTC	GTTAGGCCAG	TTTTCTGGTC	GTGTTCAACA	
1801	GACCTATAAA	CATTCTGTGC	CGCGTTTCTT	TGTTCTGAG	CATGGCACTA	TGTTTACTCT	
1861	TGCGCTTGTT	CGTTTTCCGC	CTACTGCGAC	TAAAGAGATT	CAGTACCTTA	ACGCTAAAGG	
1921	TGCTTTGACT	TATACCGATA	TTGCTGGCGA	CCCTGTTTTG	TATGGCAACT	TGCCGCCGCG	

1981 TGAAATTTCT ATGAAGGATG TTTTCCGTTT TGGTGATTCT TCTAAGAAGT TTAAGATTGC
2041 TGAGGGTCAG TGGTATCGTT ATGCGCCTTC GTATGTTTCT CCTGCTTATC ACCTTCTTGA
2101 AGGCTTCCCA TTCATTCCAG AACCCGCTTC TGGTGATTTG CAAGAACGCG TACTTATTCTG
2161 CCACCATGAT TATGACCAGT GTTTCCAGTC CGTTCAGTTG TTGCAGTGGA ATAGTCAGGT
2221 TAAATTTAAT GTGACCGTTT ATCGCAATCT GCCGACCACT CGCGATTCAA TCATGACTTC
2281 GTGATAAAAG ATTTGAGTGT AGGTTATAAC GCCGAAGCGG TAAAAATTTT AATTTTTGCC
2341 GCTGAGGGGT TGACCAAGCG AAGCGCGGTA GGTTTTCTGC TTAGGAGTTT AATCATGTTT
2401 CAGACTTTTTA TTTCTCGCCA TAATTCAAAC TTTTTTTCTG ATAAGCTGGT TCTCACTTCT
2461 GTTACTCCAG CTTCTTCGGC ACCTGTTTTA CAGACACCTA AAGCTACATC GTCAACGTTA
2521 TATTTTGATA GTTTGACGGT TAATGCTGGT AATGGTGGTT TTCTTCATTG CATTGAGATG
2581 GATACATCTG TCAACGCCGC TAATCAGGTT GTTTCTGTTG GTGCTGATAT TGCTTTTGAT
2641 GCCGACCCTA AATTTTTTGC CTGTTTGGTT CGCTTTGAGT CTTCTTCGGT TCCGACTACC
2701 CTCCCGACTG CCTATGATGT TTATCCTTTG AATGGTCGCC ATGATGGTGG TTATTATACC
2761 GTCAAGGACT GTGTGACTAT TGACGTCCTT CCCCCTACGC CGGGCAATAA CGTTTTATGTT
2821 GGTTTCATGG TTTGGTCTAA CTTTACCCTT ACTAAATGCC GCGGATTGGT TTCGCTGAAT
2881 CAGGTTATTA AAGAGATTAT TTGTCTCCAG CCACTTAAGT GAGGTGATTT ATGTTTGGTG
2941 CTATTGCTGG CGGTATTGCT TCTGCTCTTG CTGGTGGCGC CATGTCTAAA TTGTTTGGAG
3001 GCGGTCAAAA AGCCGCCTCC GGTGGCATTG AAGGTGATGT GCTTGCTACC GATAACAATA
3061 CTGTAGGCAT GGGTGATGCT GGTATTAAAT CTGCCATTCA AGGCTCTAAT GTTCCTAACC
3121 CTGATGAGGC CGCCCCTAGT TTTGTTTCTG GTGCTATGGC TAAAGCTGGT AAAGGACTTC
3181 TTGAAGGTAC GTTGCAGGCT GGCACCTCTG CCGTTTCTGA TAAGTTGCTT GATTTGGTTG
3241 GACTTGGTGG CAAGTCTGCC GCTGATAAAG GAAAGGATAC TCGTGATTAT CTTGCTGCTG
3301 CATTTCCTGA GCTTAATGCT TGGGAGCGTG CTGGTGCTGA TGCTTCCTCT CTGGGTATGG
3361 TTGACGCCGG ATTTGAGAAT CAAAAGAGC TTAATAAAAT GCAACTGGAC AATCAGAAAG
3421 AGATTGCCGA GATGCAAAAT GAGACTCAA AAGAGATTGC TGGCATTAG TCGGCGACTT
3481 CACGCCAGAA TACGAAAGAC CAGGTATATG CACAAAATGA GATGCTTGCT TATCAACAGA
3541 AGGAGTCTAC TGCTCGCGTT GCGTCTATTA TGGAAAACAC CAATCTTTCC AAGCAACAGC
3601 AGGTTTCCGA GATTATGCGC CAAATGCTTA CTCAAGCTCA AACGGCTGGT CAGTATTTTA
3661 CCAATGACCA AATCAAAGAA ATGACTCGCA AGGTTAGTGC TGAGGTTGAC TTAGTTCATC
3721 AGCAAACGCA GAATCAGCGG TATGGCTCTT CTCATATTGG CGCTACTGCA AAGGATATTT
3781 CTAATGTCGT CACTGATGCT GCTTCTGGTG TGGTTGATAT TTTTCATGGT ATTGATAAAG
3841 CTGTTGCCGA TACTTGGAAC AATTTCTGGA AAGACGGTAA AGCTGATGGT ATTGGCTCTA
3901 ATTTGTCTAG GAAATAACCG TCAGGATTGA CACCCTCCA ATTTGATGTT TTCATGCCTC
3961 CAAATCTTGG AGGCTTTTTT ATGGTTCGTT CTTATTACCC TTCTGAATGT CACGCTGATT
4021 ATTTTGACTT TGAGCGTATC GAGGCTCTTA AACCTGCTAT TGAGGCTTGT GGCATTTCTA
4081 CTCTTTCTCA ATCCCAATG CTTGGCTTCC ATAAGCAGAT GGATAACCGC ATCAAGCTCT
4141 TGGAAGAGAT TCTGTCTTTT CGTATGCAGG GCGTTGAGTT CGATAATGGT GATATGTATG
4201 TTGACGGCCA TAAGGCTGCT TCTGACGTTT GTGATGAGTT TGTATCTGTT ACTGAGAAGT
4261 TAATGGATGA ATTGGCACAA TGCTACAATG TGCTCCCCCA ACTTGATATT AATAACACTA
4321 TAGACCACCG CCCCGAAGGG GACGAAAAAT GGTTTTTAGA GAACGAGAAG ACGGTTACGC
4381 AGTTTTGCCG CAAGCTGGCT GCTGAACGCC CTCTTAAGGA TATTGCGAT GAGTATAATT
4441 ACCCCAAAAA GAAAGGTATT AAGGATGAGT GTTCAAGATT GCTGGAGCC TCCACTATGA
4501 AATCGCGTAG AGGCTTTGCT ATTCAGCGTT TGATGAATGC AATGCGACAG GCTCATGCTG
4561 ATGGTTGGTT TATCGTTTTT GACACTCTCA CGTTGGCTGA CGACCGATTA GAGGCGTTTT
4621 ATGATAATCC CAATGCTTTG CGTGACTATT TTCGTGATAT TGGTCGTATG GTTCTTGCTG
4681 CCGAGGGTCG CAAGGCTAAT GATTACACAG CCGACTGCTA TCAGTATTTT TGTGTGCCTG
4741 AGTATGGTAC AGCTAATGGC CGTCTTCATT TCCATGCGGT GCACTTTATG CGGACACTTC
4801 CTACAGGTAG CGTTGACCCT AATTTTGGTC GTCGGGTACG CAATCGCCGC CAGTTAAATA
4861 GCTTGCAAAA TACGTGGCCT TATGGTTACA GTATGCCAT CGCAGTTCGC TACACGCAGG
4921 ACGCTTTTTT ACGTTCTGGT TGGTTGTGGC CTGTTGATGC TAAAGGTGAG CCGCTTAAAG
4981 CTACCAGTTA TATGGCTGTT GGTTTCTATG TGGCTAAATA CGTTAACAAA AAGTCAGATA
5041 TGGACCTTGC TGCTAAAGGT CTAGGAGCTA AAGAATGGAA CAACTCACTA AAAACCAAGC
5101 TGTCGCTACT TCCCAAGAAG CTGTTTCAGAA TCAGAATGAG CCGCAACTTC GGGATGAAAA
5161 TGCTCACAAT GACAAATCTG TCCACGGAGT GCTTAATCCA ACTTACCAAG CTGGGTTACG
5221 ACGCGACGCC GTTCAACCAG ATATTGAAGC AGAACGCAA AAGAGAGATG AGATTGAGGC
5281 TGGGAAAAGT TACTGTAGCC GACGTTTTGG CCGCGCAACC TGTGACGACA AATCTGCTCA

5341 AATTTATGCG CGCTTCGATA AAAATGATTG GCGTATCCAA CCTGCA

Actividad #4: Relacionando el genoma y el fenoma

INICIO

1) Utilizando la **Tabla #1: Proyecto Genoma**, el capacitador comienza la discusión socializada generando las siguientes preguntas:

- a. Tomando en consideración la actividad anterior **Conociendo el genoma del virus bacterial ϕ X174**, ¿qué piensas que representa la información en la tabla #1?

Respuesta esperada: los participantes pueden decir que nos dice el tamaño del genoma o el número de bases nitrogenadas (Mb) identificadas.

- b. Observando la columna #2 de la Tabla #1, ¿todos los organismos tienen el mismo tamaño en su genoma?

Respuesta esperada: los participantes deben contestar que los tamaños en el genoma son diferentes según el organismo.

- c. El capacitador muestra la **Figura #1** de esta actividad para que los participantes infieran y comenten a qué se refiere cuando hablamos de la longitud de ADN y número de nucleótidos identificados en su genoma.

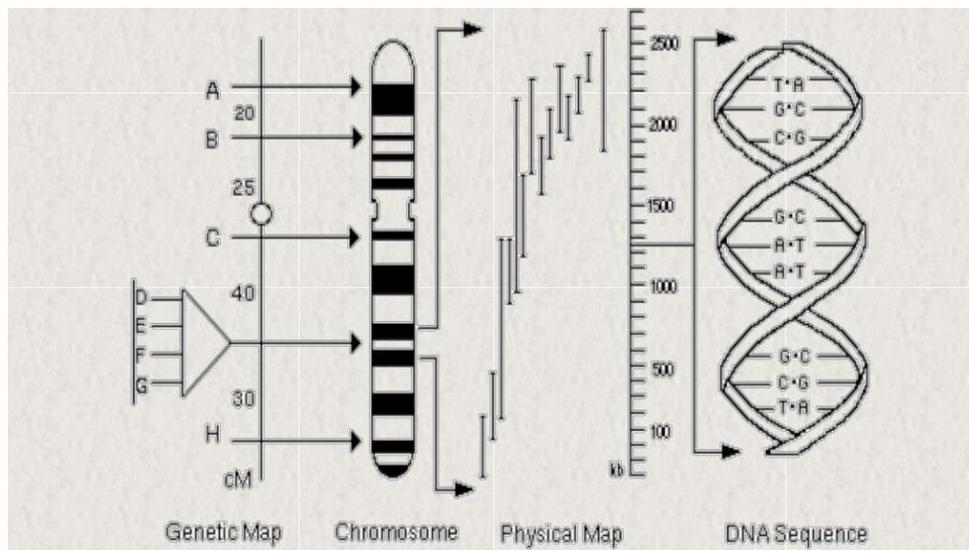


Figura #1

- 2) El capacitador dará un breve resumen para explicar qué es el Proyecto del Genoma Humano y mostrará la **Tabla #2: Cartografía genética del Ser Humano**, para observar el número de genes identificados para los seres humanos.

3) El capacitador utilizará la discusión del Proyecto del Genoma Humano, para explorar e introducir el concepto de fenoma.

- El capacitador dice: Si ya conocemos que el genoma es el conjunto de todos los rasgos descritos de un organismo (ejemplo: secuencia de nucleótidos idéntica para cada especie). Entonces, ¿a qué se refiere cuando hablamos del conjunto de todas las características físicas de un organismo?

Respuesta esperada: Los participantes pueden decir fenoma. Algunos participantes pueden decir el concepto fenotipo.

- El capacitador aprovechará para explicar la diferencia entre ambos conceptos.

Genoma = es el juego completo de material genético presente en las células de un organismo. El genoma se refiere a nuestro ADN.

- **Genotipo** = conjunto de todos los rasgos codificados en la información genética de un organismo.

Fenoma = se refiere a las características que se manifiestan en nuestro cuerpo. El fenoma sería el juego completo de los rasgos fenotípicos que se manifiestan en un individuo.

- **Fenotipo** = conjunto de todas las características físicas de un organismo determinado que resultan de la interacción de su genotipo y el ambiente.

4) El capacitador entregará a los participantes la **Hoja de Trabajo #4**.

DESARROLLO

Parte A Relacionando el genoma y el fenoma humano

1) El capacitador entregará a los participantes unas tarjetas informativas (*flash cards*) para resumir la diferencia entre genoma y fenoma. (ver tarjetas informativas, estas tarjetas deben estar preparadas antes de realizar la actividad #4).

- a. Se explicará a los participantes que, al utilizar la información de las tarjetas informativas, completarán la **Hoja de Trabajo #4**.
- b. El capacitador entregará a los participantes 2 siluetas. En las siluetas, los participantes representarán -mediante escrito o dibujo- la información aprendida sobre los conceptos genoma y fenoma.

- i. *Se espera que los participantes escriban o dibujen que el genoma de las siluetas es el mismo (aunque puede haber pequeñas variaciones), pero en el caso del fenoma, se podría representar con alguna variación en los rasgos físicos (uno con ojos más pequeños, la nariz más grande, la altura, el tipo de pelo, presencia o ausencia de lunares, entre otros).*

2) En grupos cooperativos, los participantes completarán la **Hoja de Trabajo #4**.

Parte B Relacionando el genoma y el fenoma mariposa

1) El capacitador presenta la **Figura #2** y hace la siguiente pregunta:

- a. ¿Conoces a qué especie de mariposa pertenecen estas orugas?

Respuesta esperada: Los participantes pueden decir que no conocen a que especie pertenecen, pueden decir que son de mariposas distintas. Algunos participantes pueden decir que ambas pertenecen a la mariposa monarca. De no identificarse la especie, el capacitador indicará que ambas orugas son de la especie de la mariposa monarca.

- b. ¿Cómo podemos relacionar lo que se observa en la figura #2 con los conceptos que hemos estudiado?

Respuesta esperada: Los participantes pueden comentar que son orugas de la mariposa monarca, pero que se ven diferente. Algunos pueden decir que tienen diferente fenotipo.



Figura #2

- c. ¿Qué puedes comentar de la **Figura #3** con relación al genotipo y fenotipo de la especie de mariposa monarca?

Respuesta esperada: Los participantes pueden indicar que la figura #3 nos muestra que las orugas de la mariposa monarca tienen el mismo genoma, pero pueden tener diferente fenotipo.



Figura #3

2) El capacitador presentará la **Figura #4** para explicar la respuesta esperada incluyendo la siguiente explicación:

- El genoma de la especie es el mismo, pero el genotipo puede ser igual o puede ser diferente, ya que al expresarse el fenotipo se observaron variaciones en la apariencia de las orugas. Hay variaciones que son por distintos alelos = distintos genotipos. Pero hay otras que dependen de cuando, como, donde, y la intensidad de cómo se expresaron las proteínas que codifican para ese fenotipo –ej. colores en el ala de las mariposas.



Figura #4

3) Luego, el capacitador mostrará la **Figura #5** para que vean un ejemplo de las variaciones que pueden darse. Por ejemplo, la pigmentación o presencia de puntos en las alas de la mariposa para indicar el sexo.



Figura #5

CIERRE

- 1) En discusión socializada, cada grupo explicará las siluetas preparadas y la descripción relacionada al genoma y fenoma que tienen cada una.
- 2) Para terminar la actividad, el capacitador aprovechará la oportunidad para aclarar las dudas presentadas por los participantes al discutir sus trabajos (discutir las preguntas de análisis).

Tabla #1: Proyecto Genoma

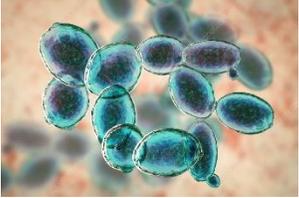
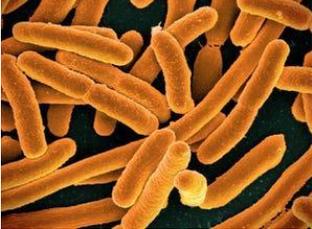
Organismo	Longitud (Mb)	Número de genes
 <p>Hongo (levadura) <i>Saccharomyces cerevisiae</i></p>	13	6 000
 <p>Bacteria <i>Escherichia coli (E. coli)</i></p>	4.6	4 403
 <p>Insecto (mosca frutera) <i>Drosophila melanogaster</i></p>	150	14 000
 <p>Mamífero (ratón) <i>Mus musculus</i></p>	2 500	30 000

Tabla #2: Cartografía genética del Ser Humano

Cromosomas	Longitud (Mb)	Número de genes
1	263	1873
2	255	1113
3	214	965
4	203	614
5	194	782
6	183	1217
7	171	995
8	155	591
9	145	804
10	144	872
11	144	1162
12	143	894
13	114	290
14	109	1013
15	106	510
16	98	658
17	92	1034
18	85	302
19	67	1129
20	72	599
21	50	386
22	56	501
X	164	1021
Y	59	122
Total: 19 447		

Tarjetas Informativas (*flash cards*)

FENOMA son los rasgos fenotípicos que se manifiestan en un individuo. Si el genoma se refiere a nuestro ADN, el fenoma se refiere a las características que se manifiestan en nuestro cuerpo.

El fenotipo, pues se refiere a nuestra altura, color de ojos, peso, nivel de glucosa en sangre, colesterol e incluso concentración de proteínas en nuestras células. Algunos de estos rasgos pueden ser indicadores de enfermedad (fiebre) y otros surgen como consecuencia de una patología (un tumor).

El fenotipo cambia para cada persona y a lo largo del tiempo y depende de muchas variables (nuestros genes, nuestros hábitos de vida, factores medioambientales, infecciones, entre otros).

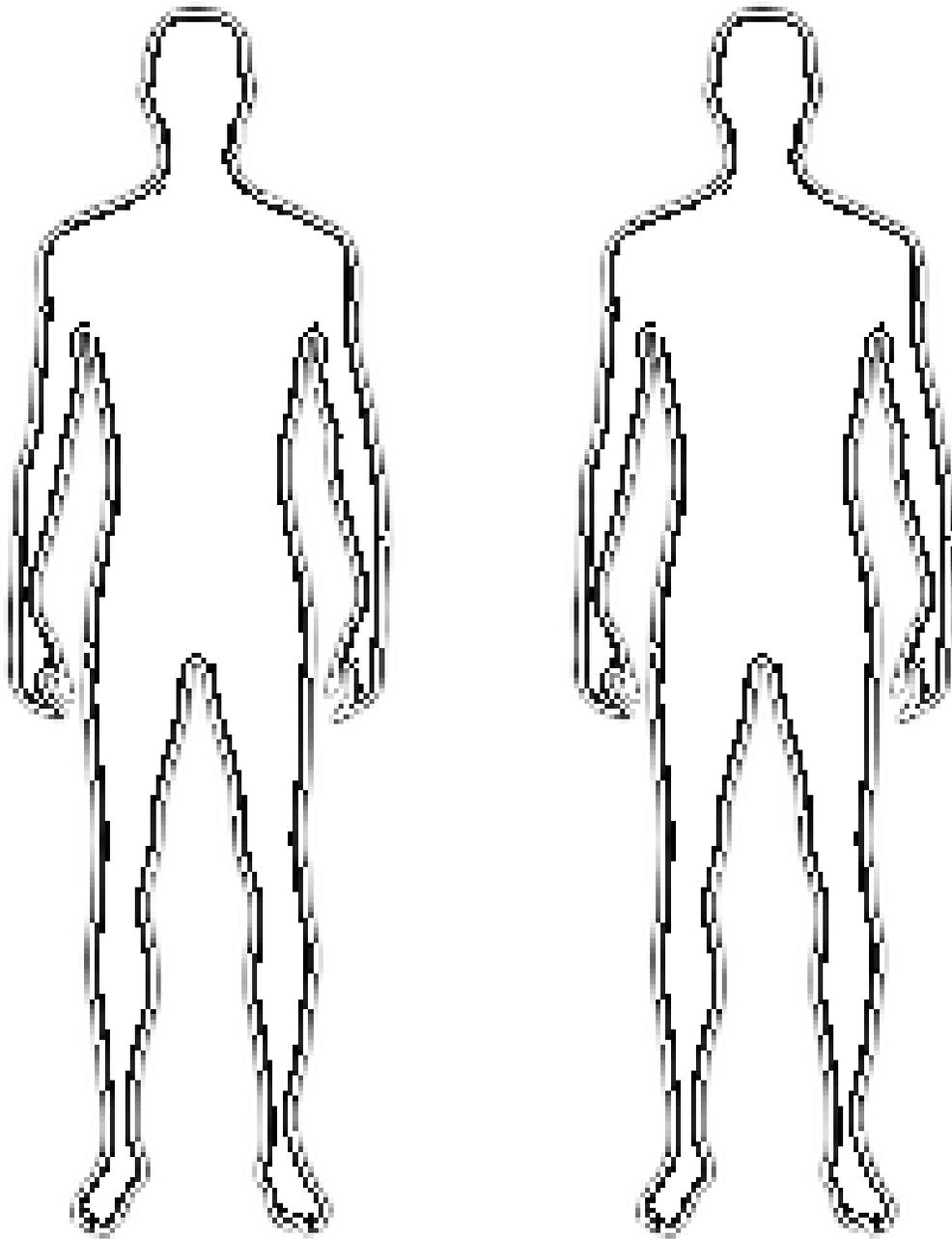
Incluso dos organismos con los mismos genotipos normalmente difieren en sus fenotipos.

La **variación fenotípica** es un requisito previo fundamental para la evolución mediante selección natural. Sin variación fenotípica, no habría evolución por selección natural.

Los términos **fenotipo dominante y recesivo** describen los patrones de herencia de ciertos rasgos. Es decir, describen cómo es de probable que un determinado fenotipo pase desde los padres a la descendencia.

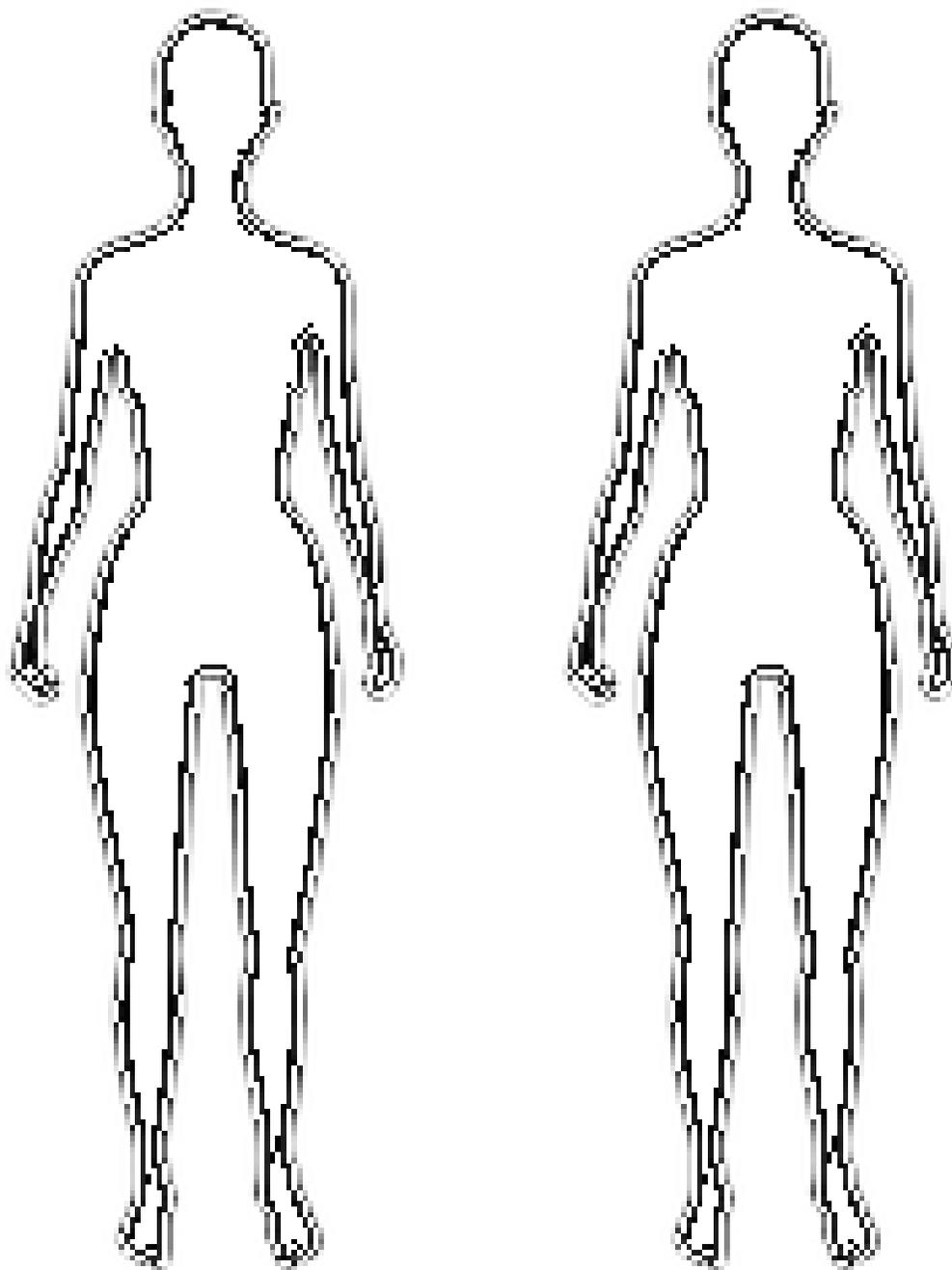
Las especies que se reproducen sexualmente, como las personas y otros animales, tienen dos copias de cada gen. Las dos copias, denominadas alelos, pueden ser ligeramente diferentes entre sí.

Siluetas



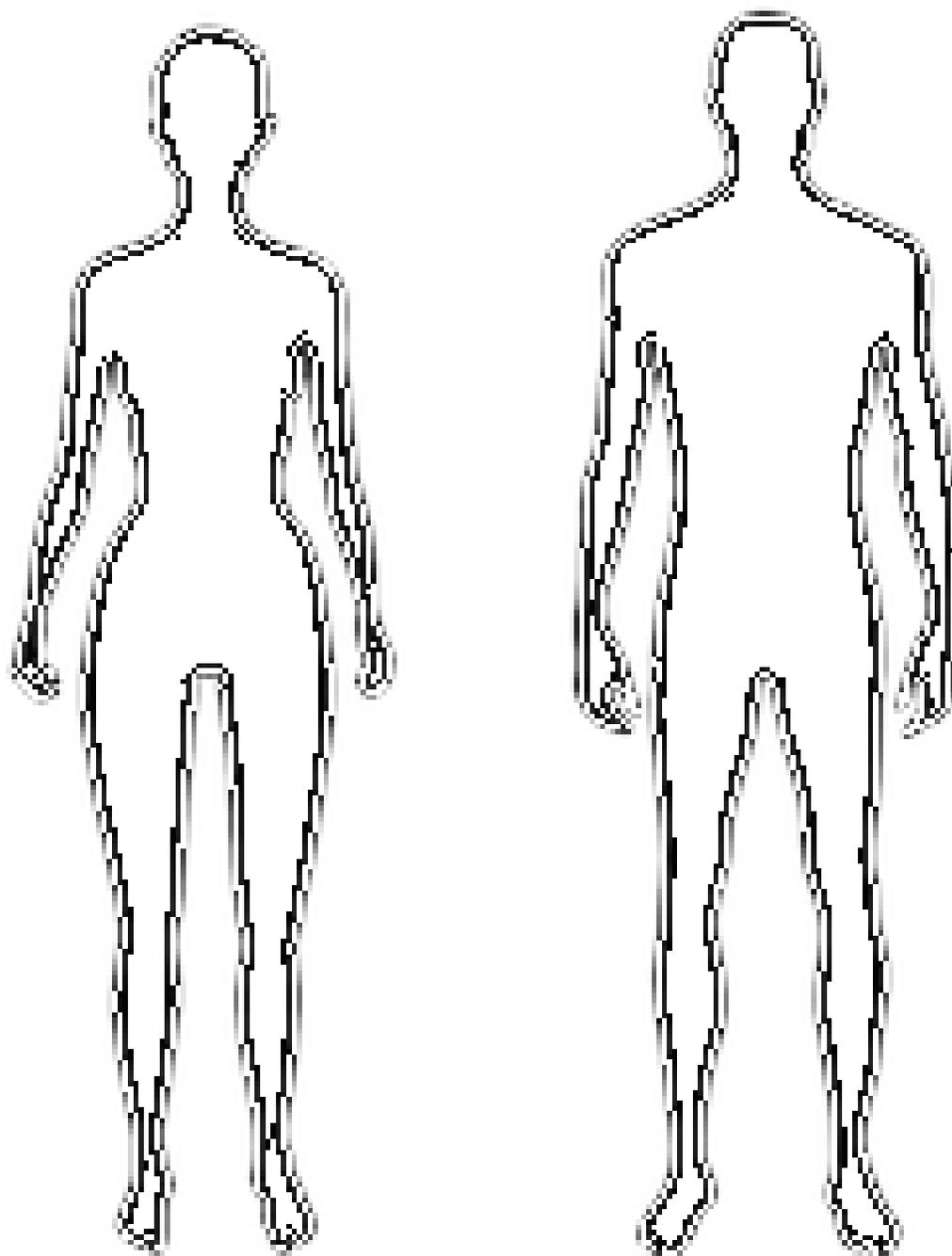
Actividad #4: Relacionando el genoma y el fenoma humano

Siluetas



Actividad #4: Relacionando el genoma y el fenoma humano

Siluetas



Actividad #4: Relacionando el genoma y el fenoma humano

Materiales:

tarjetas informativas
(2) siluetas
lápices de colorear o marcadores

Procedimiento:

- 1) Utilizando las tarjetas informativas, escribe o dibuja dentro de las siluetas, palabras o características que te permitan explicar la información aprendida sobre los conceptos genoma y fenoma.
- 2) Pega las siluetas en un área del salón y explica al resto de tus compañeros cómo son los individuos que creaste.

Preguntas de análisis:

- 1) ¿Cómo explicaste o representaste el concepto genoma en ambas siluetas?
- 2) ¿Cómo explicaste o representaste el concepto fenoma en ambas siluetas?

CLAVE

HOJA DE TRABAJO #4

Actividad #4: Relacionando el genoma y el fenoma humano

Materiales:

- tarjetas informativas
- (2) siluetas
- lápices de colorear o marcadores

Procedimiento:

- 1) Utilizando las tarjetas informativas, escribe o dibuja dentro de las siluetas, palabras o características que te permitan explicar la información aprendida sobre los conceptos genoma y fenoma.
- 2) Pega las siluetas en un área del salón y explica al resto de tus compañeros cómo son los individuos que creaste.

Preguntas de análisis:

- 1) ¿Cómo explicaste o representaste el concepto genoma en ambas siluetas?
Respuesta esperada: que exprese en palabras que el genoma es idéntico o dibujar una secuencia de nucleótidos idénticas en ambas figuras.
- 2) ¿Cómo explicaste o representaste el concepto fenoma en ambas siluetas?
Respuesta esperada: Las respuestas pueden variar. Deben incluir rasgos físicos (dependiendo del fenotipo escogido para representar la silueta).

Actividad #5: ¿Cómo se expresan los genes?

INICIO

- 1) En discusión socializada, repasar los procesos de replicación y transcripción.

- a. El capacitador utilizará imágenes como la **Figura #1** para repasar el proceso de replicación del ADN y transcripción.

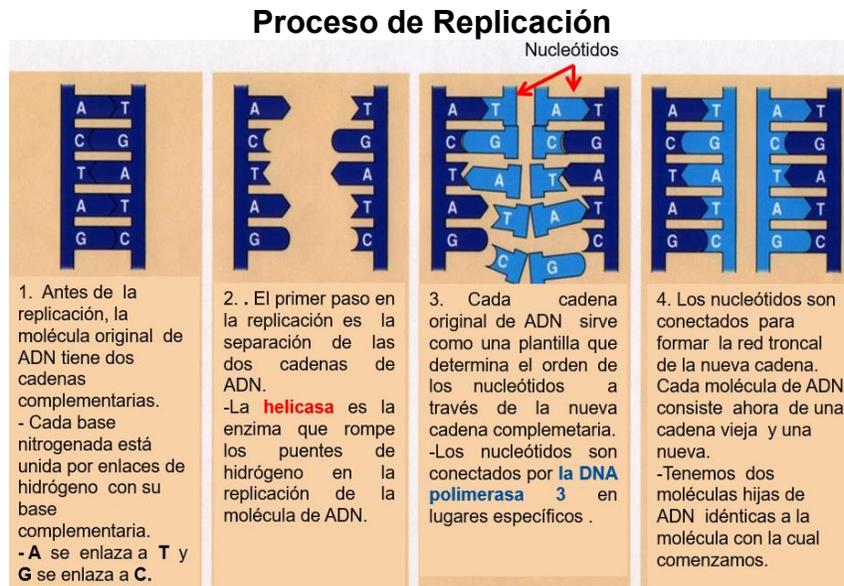


Figura #1

- 2) El capacitador comenta a los participantes:

- a. ¿Recuerdan la Actividad #1: Descifra el mensaje oculto, donde se utilizó símbolos para descifrar una información?

Respuesta esperada: Los participantes deben contestar que sí. Algunos pueden mencionar cómo se hizo, etc.

- 3) El capacitador indica que en la próxima actividad vamos a observar un ejemplo de cómo se descifra la información genética en unos nucleótidos del ADN.

DESARROLLO

Parte A *Secuencia de Nucleótidos*

- 1) El capacitador explica la **Hoja de Trabajo #5**.

a. Utilizando una analogía, el capacitador comparará el proceso de transcripción con una situación de la vida diaria.

b. El capacitador comenta:

¿Alguna vez has tenido que transcribir algo? Tal vez alguien dejó un mensaje en tu buzón de voz y tuviste que escribirlo en papel. O tal vez tomaste notas en clase que luego reescribiste cuidadosamente para ayudarte a repasar.

Entonces, la *transcripción* es un proceso en el que se reescribe información.

La transcripción es algo que hacemos en nuestra vida cotidiana y también es algo que nuestras células deben hacer, de una manera más especializada y más

estrechamente definida. En biología, la **transcripción** es el proceso en el que se copia la secuencia de ADN de un gen en el similar alfabeto de ARN.

2) En grupos cooperativos completar la **Hoja de Trabajo #5**.

3) Una vez completada la Hoja de Trabajo #5, el capacitador inicia una discusión socializada con las siguientes preguntas:

a. ¿Qué relación tiene lo que hiciste con el tema que estamos estudiando?

Respuesta esperada: Puede ser que los participantes no encuentren similitud o no puedan distinguir el proceso realizado. El capacitador indicará que el proceso que se acaba de realizar es un ejemplo de lo que deben hacer las células cuando expresan un gen.

b. ¿Qué piensas que representan las letras que estaban subrayadas?

Respuesta esperada: Los participantes pueden decir que son nucleótidos que ayudan en la expresión del gen o pueden indicar que no saben qué representan. El capacitador les indicará que esas secuencias de nucleótidos representan el promotor. Los promotores se localizan al principio del gen a transcribir y éstos (*dependiente el tipo de célula eucariótica o procariota*) tienen secuencias de nucleótidos definidas, como las cajas "TATA" y "TTGACA". Es en la iniciación de la transcripción donde se da la información necesaria para activar o desactivar el gen que regula (esta es la función del promotor).

c. ¿Qué piensas que representan las letras en negrillas?

Respuesta esperada: Algunos participantes pueden decir que esos nucleótidos no eran necesarios o no se utilizaron para la expresión del gen. El capacitador indicará que la mayoría de los pre-ARNm en las células eucariotas contienen secuencias llamadas **intrones**, que son secuencias consideradas como basura y deben retirarse.

d. Entonces, ¿qué nombre piensas que se le da a la secuencia de nucleótidos que quedó al final?

Respuesta esperada: Los participantes pueden desconocer la respuesta. El capacitador explicará que a esta secuencia de nucleótidos se le conoce como exones, y deben volver a unirse para obtener un ARNm maduro.

- e. ¿Qué importancia tiene este paso de la transcripción en los eventos moleculares?

Respuesta esperada: Los participantes pueden desconocer la importancia. Algunos participantes pueden comentar que se forman distintas secuencias de nucleótidos. El capacitador indicará que estos procesos van a producir diferentes ARNm maduros, y esto se traduce a la expresión de distintos fenotipos.

Es importante resaltar que la **expresión génica** es el proceso por medio del cual todos los organismos, tanto procariotas como eucariotas transforman la información codificada por los ácidos nucleicos en las proteínas necesarias para su desarrollo, funcionamiento y reproducción con otros organismos.

HOJA DE TRABAJO #5

Actividad #5: ¿Cómo se expresan los genes?

Materiales:

Secuencia de nucleótidos

Procedimiento:

- 1) Sigue las instrucciones e identifica la secuencia de nucleótidos.
- 2) En primer lugar, elimina las letras comenzando con la región subrayada. Escribe las letras que quedaron. Escribe estas letras en el recuadro #1.
- 3) Elimina las letras que están en negrillas. Escribe la secuencia de letras que quedan al final en el recuadro #2.
- 4) Regresar a la discusión socializada.

Secuencia de nucleótidos:

GCUATATAAAAAUGACUAC**GCA**UCCAG

Recuadro #1: Elimina las letras subrayadas. Escribe la secuencia de nucleótidos.

Recuadro #2: Elimina las letras en negrillas. Escribe la secuencia de nucleótidos.

CLAVE

HOJA DE TRABAJO #5

Actividad #5: ¿Cómo se expresan los genes?

Materiales:

Secuencia de nucleótidos

Procedimiento:

- 1) Sigue las instrucciones e identifica la secuencia de nucleótidos.
- 2) En primer lugar, elimina las letras comenzando con la región subrayada. Escribe las letras que quedaron. Escribe estas letras en el recuadro #1.
- 3) Elimina las letras que están en negrillas. Escribe la secuencia de letras que quedan al final en el recuadro #2.
- 4) Regresar a la discusión socializada.

Secuencia de nucleótidos:

GCUATATAAAAAUGACUAC**GCAUCCAG**

Recuadro #1: Elimina las letras subrayadas. Escribe la secuencia de nucleótidos.

AUGACUACGCAUCCAG****

Recuadro #2: Elimina las letras en negrillas. Escribe la secuencia de nucleótidos.

AUGACUACCAG

Parte B Comprueba lo aprendido

- 1) El capacitador les indica a los participantes que observen la **Ilustración #1** e identifiquen qué representan las áreas con números utilizando los siguientes conceptos: promotor, ARNm, gen 1, y gen 2.

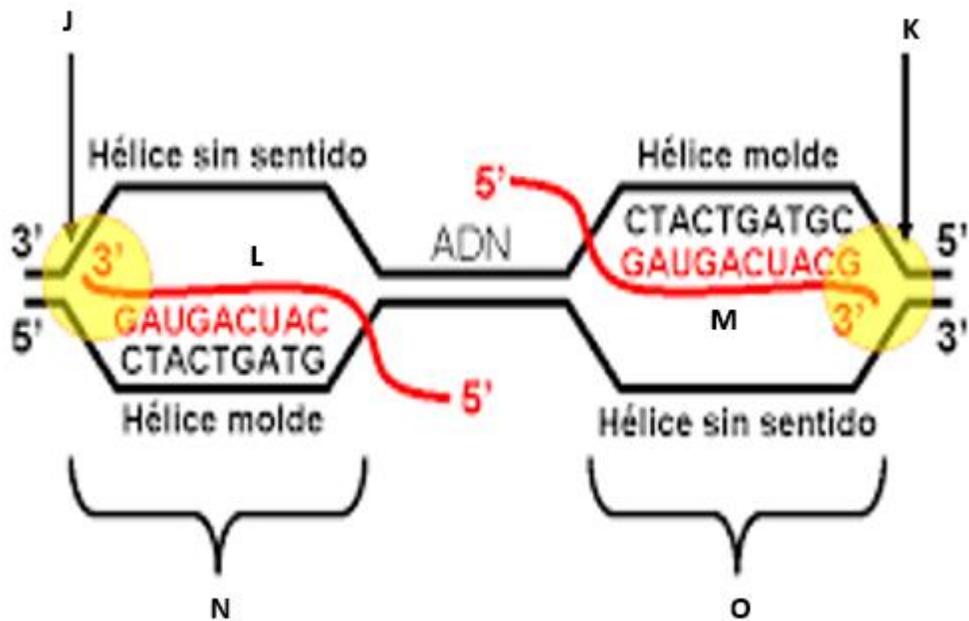


Ilustración #1

- 2) El capacitador dirige la dinámica con las siguientes preguntas:

a. ¿Qué muestra la ilustración #1?

Respuesta esperada: Los participantes pueden decir un proceso en el ADN. Algunos pueden decir que es la transcripción.

b. ¿Qué letra o letras representan al promotor?

Respuesta esperada: Los participantes pueden decir que el promotor está representado con las letras J y K. Esta es la respuesta correcta.

c. Explica dónde está representado el ARNm.

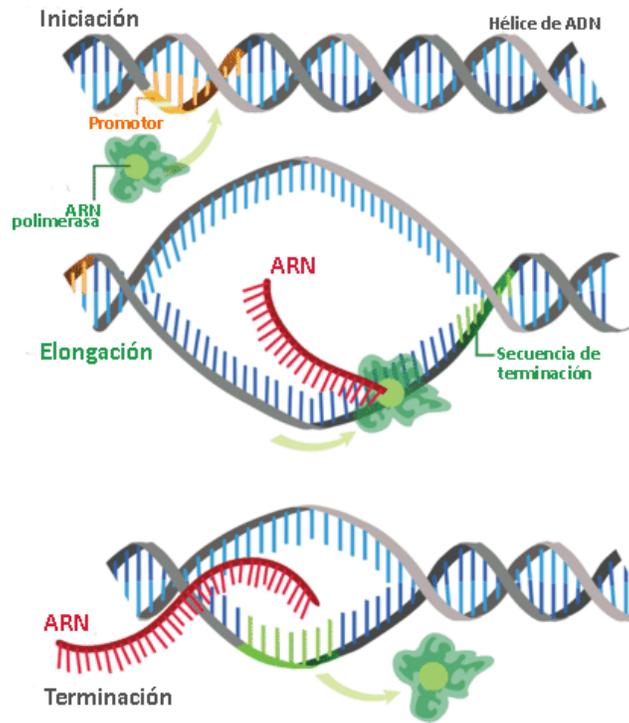
Respuesta esperada: Las letras L y M representan el ARNm. El capacitador debe resaltar que este proceso está ocurriendo simultáneamente en varias secciones de la cadena larga de nucleótidos que forman el ADN (en cualquiera de las hebras del ADN).

d. ¿En qué parte de la ilustración ocurre la expresión del gen?

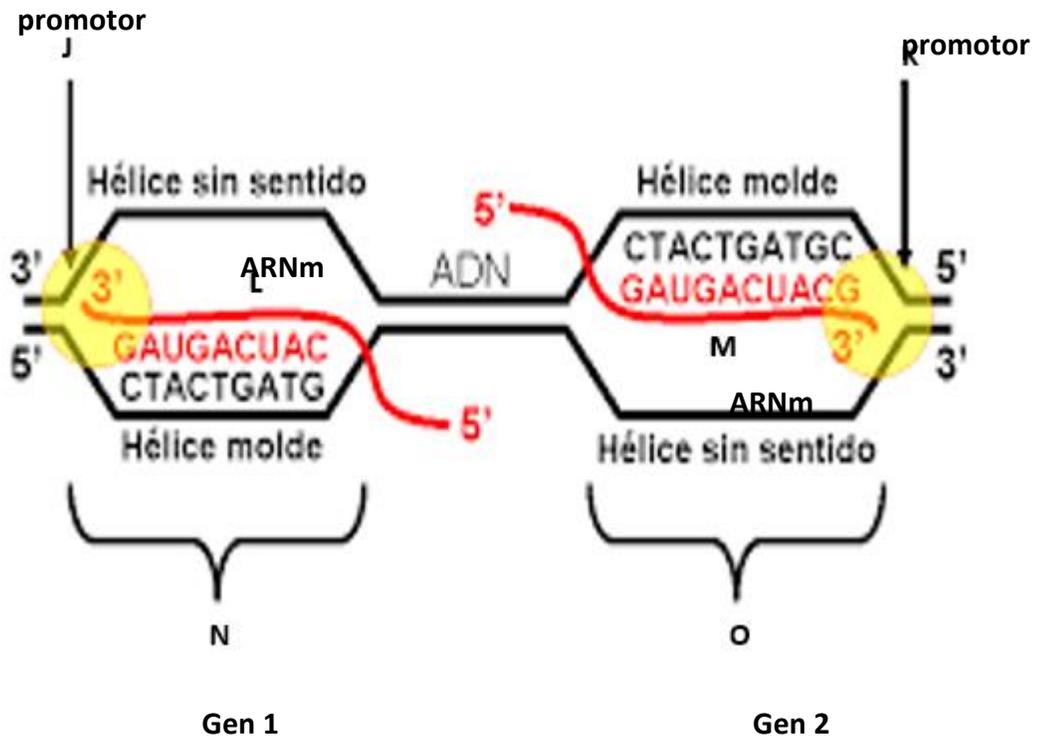
Respuesta esperada: Las letras N y O representan dos genes distintos. Esto sirve para dar un ejemplo que este proceso ocurre en todos los genes.

3) Para resumir, el capacitador muestra la **Ilustración #2 Pasos de la Transcripción** para resaltar que la expresión del gen ocurre en el paso de iniciación donde el promotor activa o inactiva el gen. O sea, aunque una especie tenga el mismo genotipo, será en este proceso donde los genes expresan o no las diferentes características físicas, el fenotipo. Esto explica que una especie tenga igual genotipo y diferente fenotipo. Recordando que las condiciones ambientales también influyen en esta expresión.

Ilustración #2: Pasos de la Transcripción



CLAVE



CIERRE

1) En grupos cooperativos, los participantes contestarán la siguiente pregunta: ¿Cómo conectan la expresión de los genes con el fenotipo del organismo?

Respuesta esperada: Los genes que se expresan son los que se verán en el fenotipo.

- Los participantes pueden presentar sus respuestas utilizando un dibujo, redactando un párrafo, un drama, una canción, un poema concreto, o cualquier presentación artística.

2) Los participantes compartirán sus respuestas con el resto del grupo.

BIBLIOGRAFIA

Algunas referencias consultadas en Internet:

<https://fmartinsanchez.wordpress.com/2010/06/09/el-proyecto-fenoma-humano-tras-el-genoma-ahora-queda-lo-mas-complicado/>

<http://cmcienciazubiri.blogspot.com/2013/03/genoma-humano-actividades-de-clase.html>

<https://www.monografias.com/especiales/genoma/index.shtml>

<https://genomahumanobio.wordpress.com/2015/06/02/que-son-los-alelos/>

<https://genomahumanobio.wordpress.com/2015/05/>

<https://getemoji.com/>

Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano (NHGRI)

<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Replicacion-de-ADN#:~:text=La%20replicaci%C3%B3n%20del%20ADN%20es,un%20juego%20completo%20de%20cromosomas.>

<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Genoma>

<https://www.fenotipo.com/diferencias-entre-genotipo-y-fenotipo>

<http://pgp.mgh.harvard.edu/Welcome.html>

<https://es.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/transcription-of-dna-into-rna/a/overview-of-transcription>

<https://estructuradeladn.wordpress.com/proceso-de-transcripcion/>

Referencia p.325 libro Dimensiones de las Ciencias Biología

Video tomado de: Ciencia: Draw my life - El genoma de los seres vivos

Referencia p. 279 Senior Biology