



Alianza para el Aprendizaje de Ciencias y Matemáticas

¿CÓMO SE EXPRESAN LOS GENES?

PREPARADA POR: DR. MANUEL E. AQUINO Y DRA. MARÍA I. LAZARO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES, UNIVERSIDAD DEL
SAGRADO CORAZÓN

GUÍA DEL MAESTRO

ESTÁNDARES ATENDIDOS:

1. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA
2. ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA
3. LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS
6. LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO
7. LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD

TIEMPO REQUERIDO PARA LA ACTIVIDAD: 2 PERÍODOS DE 50
MINUTOS

PROPÓSITO

El propósito es determinar la secuencia de aminoácido en una proteína a partir de DNA utilizando una simulación de los eventos y componentes involucrados en la transcripción y traducción.

OBJETIVOS

1. Modelar el proceso de transcripción.
2. Reconocer la importancia de la región promotora.
3. Convertir una secuencia de DNA en una secuencia de RNA mensajero (mRNA).
4. Determinar la secuencia de un polipéptido a partir de mRNA utilizando tabla del código genético
5. Reconocer la importancia del codón iniciador y codones de terminación.

INTRODUCCIÓN

La expresión genética se refiere al mecanismo mediante el cual la información contenida en el DNA es procesada hasta llegar al producto final que es la proteína. La información genética codificada en el DNA se expresa en dos pasos: transcripción proceso en que el

DNA dirige la síntesis de RNA y, traducción, proceso donde la secuencia de ribonucleótidos en el mRNA guía la secuencia de aminoácido de la cadena polipeptídica. En eucariota, el DNA permanece en el núcleo de la célula mientras que la síntesis de proteínas se lleva a cabo en citoplasma. Por tal razón, un intermediario debe llevar las instrucciones del DNA hasta el sitio de la síntesis de proteínas, este intermediario es el RNA. Tres (3) tipos de RNA interactúan durante la síntesis de proteínas:

1. El mRNA, (RNA mensajero), posee la información necesaria para guiar la síntesis de la proteína,
2. El tRNA, (RNA de transferencia), carga al aminoácido hasta el mRNA durante la síntesis de proteínas y,
3. El rRNA, (RNA ribosomal), es uno de los componentes del ribosoma, organelo involucrado en la síntesis de proteínas.

5' ... A T G G C C T G G A C T T C A ...3' hebra anti-sentido

3' ... T A C C G G A C C T G A A C T5' hebra con sentido

A U G G C C U G G A C U U C A
 Met Ala Trp Thr Ser péptido

TRASFONDO

El primer paso en el entendimiento de las bases moleculares de la herencia lo dieron Watson y Crick en 1953, cuando presentaron un modelo estructural de la doble hélice del DNA. Todavía quedaba sin contestar las preguntas, ¿cómo utiliza una célula su DNA para crear a la célula misma? Sabemos que la mayor parte de las moléculas orgánicas de una célula son proteínas. Por lo tanto para pasar del DNA a la estructura y función celular se requiere sintetizar las proteínas adecuadas ¿cómo dirige el DNA la síntesis de proteínas y la función en una célula?

Estas preguntas comenzaron a contestarse en 1961, cuando se reportó evidencia genética y bioquímica en relación al código genético. Los experimentos genéticos con mutantes del

virus T4 sugirieron la naturaleza triple de la clave genética. La manera más directa de poder verificar el código genético fueron a través de las investigaciones utilizando RNA sintético como mensajeros en la síntesis *in vitro* de proteínas en extractos no celulares. Ya en 1966 se había logrado por medio de estas investigaciones bioquímicas establecer el significado de los 64 codones.

EXPLORACIÓN

1. ¿Cuál es la unidad básica de las proteínas?
2. ¿En qué molécula se encuentra las instrucciones para sintetizar una proteína en la célula?
3. Mencione los RNA involucrados en la síntesis de proteínas y cuál es su función.
4. ¿Para cuántos aminoácidos codifica el siguiente RNA mensajero?

G U C C A A G C G A C C

PARTE I: TRANSCRIPCIÓN DEL RNA

Materiales:

1. diagrama con una secuencia de DNA
2. tijeras
3. diagrama simulando polimerasa de RNA
4. diagrama representativo del RNA mensajero

Procedimiento: Simulación de la transcripción

En esta actividad los estudiantes simularán el proceso de transcripción. Utilizarán una secuencia de bases de un fragmento de DNA, una polimerasa de RNA que el maestro proveerá, y construirá el RNA mensajero. En la síntesis de proteínas, la información genética codificada por cada tres (3) nucleótidos o tripletes de bases en el DNA es trascrita en una secuencia de codones en el RNA mensajero que a su vez se traduce en una secuencia de aminoácidos en la proteína.

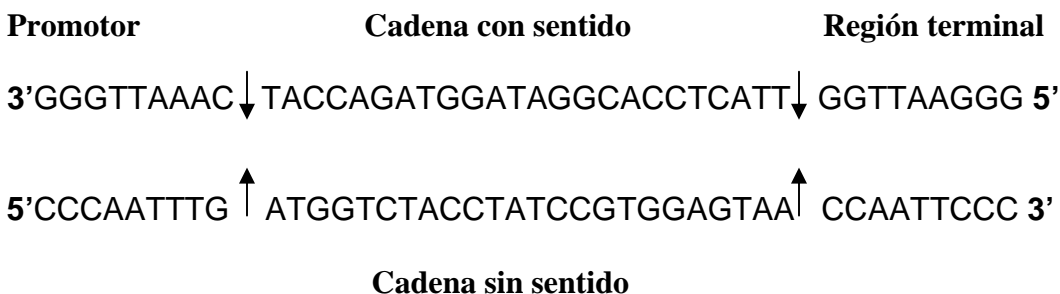


FIGURA 1: Para simular la transcripción utilice de referencia esta figura

1. Separe cuidadosamente las cadenas del DNA cortando (con tijeras) los puentes de hidrógeno que unen las bases que están entre las flechas. No separe totalmente las cadenas. Este corte permitirá que varios nucleótidos queden unidos en ambos extremos del pedazo de DNA.
2. Separe las dos cadenas del DNA colocando la polimerasa de RNA entre las cadenas que separó. Deje la cadena “con sentido” del DNA expuesta y alinea el segmento del DNA con la polimerasa de RNA.
3. La transcripción comienza en una región llamada promotor. La polimerasa de RNA comienza a pegar temporariamente nucleótidos de RNA en el primer nucleótido que se encuentra después de la región promotora del DNA templado. Durante el proceso de síntesis la polimerasa de RNA se mueve a lo largo del DNA desde el terminal 3' hacia el terminal 5', formando una cadena de RNA complementaria al DNA. La síntesis de la nueva molécula de RNA llega a la región del DNA reconocida como región terminal.
4. Construya la molécula de RNA codificada por la cadena del DNA “con sentido” llevando nucleótidos al sitio activo de la polimerasa de RNA. Comience inmediatamente después de la región promotora. Los nucleótidos de RNA deben aparearse con los nucleótidos del templado. Utilice el diagrama que representa la molécula de RNA y escribe en los espacios correspondientes la secuencia de nucleótidos que forman el RNA. Recuerda que uracil sustituye a timina en la molécula de RNA, por lo que los nucleótidos de uracil en el RNA deben aparearse con los nucleótidos de adenina en el DNA. Los nucleótidos de adenina y citosina de RNA se aparean con los de timina y guanina en el DNA. Mueva la polimerasa de RNA a lo largo del templado del DNA nucleótido por nucleótido. Alinea los nucleótidos de RNA de manera antiparalela (en dirección opuesta) a la cadena con sentido. El crecimiento de la nueva molécula de RNA ocurre en dirección 5'a 3' conectando los fosfatos de los nuevos nucleótidos de RNA al terminal 3' de la última ribosa que está ya en la cadena de RNA. La polimerasa de RNA se mueve a través del templado nucleótido por nucleótido mientras que la

cadena RNA se mantiene estacionaria entre la cadena de DNA.

5. Cuando llegue a la región terminal la polimerasa se despegará tanto del templado de DNA como de la nueva cadena de RNA. La nueva cadena de RNA que has construido debe tener 24 nucleótidos. La molécula de RNA contiene la información genética en su secuencia de nucleótidos. Esta molécula debe llegar a los ribosomas donde ocurre la síntesis de proteínas.
6. Repite los pasos de transcripción hasta que te familiarices bien con este proceso.

Análisis y Discusión

1. ¿Cuál es la función del promotor?
2. ¿Cuál es la importancia de que se tome una de las cadenas de DNA como molde o templado para fabricar el mensajero?
3. ¿Cuál es la función del RNA mensajero?
4. ¿En qué lugar de la célula ocurre la transcripción?
5. ¿Qué quiere decir crecimiento 5 → 3?

PARTE II: TRADUCCIÓN

Materiales:

1. molécula de mRNA construidas en la parte I.
2. tabla del código genético
3. hoja de trabajo

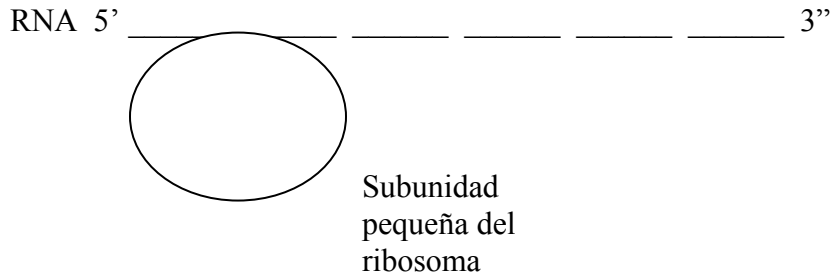
Procedimiento: Simulación de la traducción

1. Utiliza la molécula de mRNA construida en la parte I. Escribe la secuencia de bases comenzando con el terminal 5' hasta el terminal 3' en el siguiente espacio:

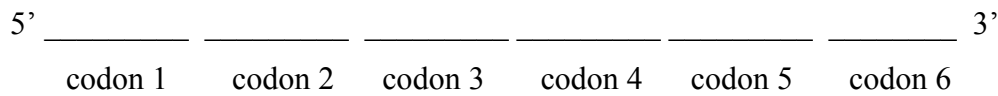
mRNA 5' _____ 3'

2. La traducción ocurre cuando el tRNA lee la secuencia de tres (3) bases en el mRNA.

Esta secuencia de bases en el mRNA se llama codón. La molécula de mRNA con sus codones llega al citoplasma y se une a la subunidad pequeña del ribosoma. Escribe la secuencia de las bases del mRNA representando sus codones en el siguiente espacio:



3. Agrupa en orden cada tres (3) bases del mRNA. Estos tripletes son los codones. Utilice el siguiente espacio:



4. Cada aminoácido es transportado hacia el mRNA por una molécula específica de tRNA. Cada molécula de tRNA tiene un anticodón (tripleto de bases) que reconoce su codón complementario en el mRNA. Las moléculas de tRNA se pegan al mRNA dirigidas por los dos (2) lugares específicos en el ribosoma (lugar A y P). El primer tRNA entra al sitio P cargando el primer aminoácido (met). Al entrar el primer tRNA se acopla la subunidad grande a la pequeña del ribosoma. El segundo tRNA entra al sitio A, como los dos lugares están ocupados por dos (2) tRNA con sus respectivos aminoácidos se unen ambos aminoácidos en el lugar A formando un enlace peptídico. El tRNA que ocupa el sitio P se desprende del ribosoma. El ribosoma se mueve a lo largo del mensajero y el tRNA con los dos aminoácidos que estaban en el sitio A se desplazan al lugar P y el próximo tRNA “lee” el tercer codón que estaba en el sitio A formándose un nuevo enlace entre los aminoácidos del P y A. Este proceso continúa repitiéndose y la cadena de aminoácido se alarga hasta que se encuentra un codón de terminación (UAG, UGA, UAA). El codón de terminación no codifica para ningún

aminoácido y su función es terminar la síntesis de proteína. Utilizando la tabla del código genético determine la secuencia específica de aminoácidos codificada por su mRNA.

Polipéptido _____

Una vez termines la parte II copia las respuestas en la hoja de trabajo y entrégalas a tu maestro.

Análisis y Discusión

1. ¿Qué relación hay entre la secuencia de bases en el RNA y la secuencia de amino ácidos en la cadena polipeptídica?
2. Si en la secuencia de bases del RNA mensajero no se encuentra el codón AUG ¿qué ocurrirá?
3. Si el segundo codón en tu RNA fuese sustituido por el codón GUA ¿qué ocurriría? Explica tu respuesta.
4. ¿De donde provienen los tRNA que transportan los aminoácidos?
5. ¿Cómo se “lee” el mensaje?

ASSESSMENT

Utilizando el siguiente segmento de DNA

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

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

1. Escriba la secuencia de mRNA complementario.

5' _____ 3'

2. Utilizando la tabla código genético, determine la secuencia de aminoácidos.

HOJA DE TRABAJO

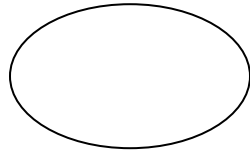
Nombre _____ Fecha _____

PARTE II: TRADUCCIÓN

1. Escribe la secuencia de bases del mRNA:

mRNA 5' _____ 3'

2. RNA 5' _____ 3''



Subunidad
pequeña del
ribosoma

3. Polipéptido _____

Promotor

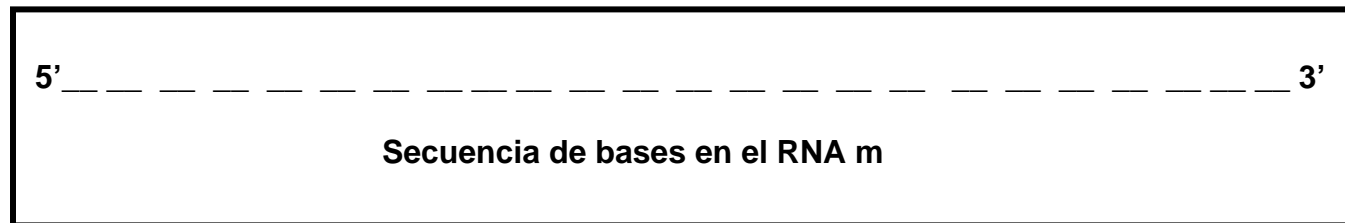
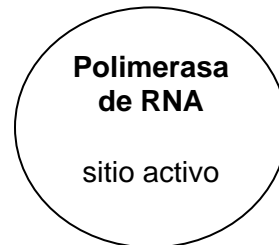
Cadena con sentido

Región terminal

3'GGGTAAAC ↓ TACCAGATGGATAGGCACCTCATT ↓ GGTAAAGGG 5'

5'CCCAA TTTG ↑ ATGGTCTACCTATCCGTGGAGTAA ↑ CCAATTCCC 3'

Cadena sin sentido





Alianza para el Aprendizaje de Ciencias y Matemáticas

¿CÓMO SE EXPRESAN LOS GENES? **DR. MANUEL E. AQUINO Y DRA. MARIA I. LAZARO**

GUÍA DEL ESTUDIANTE

INTRODUCCIÓN

La expresión genética se refiere al mecanismo mediante el cual la información contenida en el DNA es procesada hasta llegar al producto final que es la proteína. La información genética codificada en el DNA se expresa en dos pasos: transcripción proceso en que el DNA dirige la síntesis de RNA y, traducción, proceso donde la secuencia de ribonucleótidos en el mRNA guía la secuencia de aminoácido de la cadena polipéptida.

En eucariota, el DNA permanece en el núcleo de la célula mientras que la síntesis de proteínas se lleva a cabo en citoplasma. Por tal razón, un intermediario debe llevar las instrucciones del DNA hasta el sitio de la síntesis de proteínas, este intermediario es el RNA. Tres (3) tipos de RNA interactúan durante la síntesis de proteínas:

1. El mRNA, es el RNA mensajero, posee la información necesaria para guiar la síntesis de la proteína,
4. el tRNA, es el RNA de transferencia, carga al aminoácido hasta el mRNA durante la síntesis de proteínas y,

5. el rRNA, es el RNA ribosomal, es uno de los componentes del ribosoma, organelo involucrado en la síntesis de proteínas.

5' ... A T G G C C T G G A C T T C A3' hebra con anti-sentido

3' ... T A C C G G A C C T G A A C T5' hebra con sentido

A U G G C C U G G A C U U C A
Met Ala Trp Thr Ser péptido

TRASFONDO

El primer paso en el entendimiento de las bases moleculares de la herencia lo dieron Watson y Crick 1953, cuando presentaron un modelo estructural de la doble hélice del DNA. Todavía quedaba sin contestar las preguntas, ¿cómo utiliza una célula su DNA para crear a la célula misma? Sabemos que la mayor parte de las moléculas orgánicas de una célula son proteínas. Por lo tanto para pasar del DNA a la estructura y función celular se requiere sintetizar las proteínas adecuadas ¿cómo dirige el DNA la síntesis de proteínas y la función en una célula?

Estas preguntas comenzaron a contestarse en 1961, cuando se reportó evidencia genética y bioquímica en relación al código genético. Los experimentos genéticos con mutantes del virus T4 sugirieron la naturaleza triple de la clave genética. La manera más directa de poder verificar el código genético fueron a través de las investigaciones utilizando RNA sintético como mensajeros en la síntesis *in vitro* de proteínas en extractos no celulares. Ya en 1966 se había logrado por medio de estas investigaciones bioquímicas establecer el significado de los 64 codones.

PROPÓSITO

El propósito es determinar la secuencia de aminoácido en una proteína a partir de DNA utilizando una simulación de los eventos y componentes involucrados en la transcripción y traducción.

PARTE I: TRANSCRIPCIÓN DEL RNA

Materiales:

1. diagrama con una secuencia de DNA
2. tijeras
3. diagrama simulando polimerasa de RNA
4. diagrama representativo del RNA mensajero

Procedimiento: Simulación de la transcripción

En esta actividad los estudiantes simularán el proceso de transcripción. Utilizarán una secuencia de bases de un fragmento de DNA, una polimerasa de RNA que el maestro proveerá, y construirá el RNA mensajero. En la síntesis de proteínas, la información genética codificada por cada tres (3) nucleótidos o tripletes de bases en el DNA es transcrita en una secuencia de codones en el RNA mensajero que a su vez se traduce en una secuencia de aminoácidos en la proteína.

Promotor **Cadena con sentido** **Región terminal**

3'GGGTAAAC↓TACCAGATGGATAGGCACCTCATT↓GGTTAAGGG 5'

5'CCCAATTTG↑ATGGTCTACCTATCCGTGGAGTAA↑CCAATTCCC 3'

Cadena sin sentido

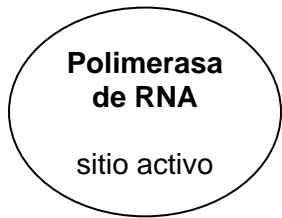


FIGURA 1: Para simular la transcripción utilice de referencia esta figura

1. Separe cuidadosamente las cadenas del DNA cortando (con tijeras) los puentes de hidrógeno que unen las bases que están entre las flechas. No separe totalmente las cadenas. Este corte permitirá que varios nucleótidos queden unidos en ambos extremos del pedazo de DNA.

2. Separe las dos cadenas del DNA colocando la polimerasa de RNA entre las cadenas que separó. Deje la cadena “con sentido” del DNA expuesta y alinea el segmento del DNA con la polimerasa de RNA.

3. La transcripción comienza en una región llamada promotor. La polimerasa de RNA comienza a pegar temporariamente nucleótidos de RNA en el primer nucleótido que se encuentra después de la región promotora del DNA templado. Durante el proceso de síntesis la polimerasa de RNA se mueve a lo largo del DNA desde el terminal 3' hacia el terminal 5', formando una cadena de RNA complementaria al DNA. La síntesis de la nueva molécula de RNA llega a la región del DNA reconocida como región terminal.

4. Construya la molécula de RNA codificada por la cadena del DNA “con sentido” llevando nucleótidos al sitio activo de la polimerasa de RNA. Comience inmediatamente después de la región promotora. Los nucleótidos de RNA deben aparearse con los nucleótidos del templado. Utilice el diagrama que representa la molécula de RNA y escriba en los espacios correspondientes la secuencia de nucleótidos que forman el RNA. Recuerda que uracil sustituye a timina en la molécula de RNA, por lo que los nucleótidos de uracil en el RNA deben aparearse con los nucleótidos de adenina en el DNA. Los nucleótidos de adenina y citosina de RNA se aparean con los de timina y guanina en el DNA. Mueva la polimerasa de RNA a lo largo del templado del DNA

nucleótido por nucleótido. Alinea los nucleótidos de RNA de manera antiparalela (en dirección opuesta) a la cadena con sentido. El crecimiento de la nueva molécula de RNA ocurre en dirección 5' a 3' conectando los fosfatos de los nuevos nucleótidos de RNA al terminal 3' de la última ribosa que está ya en la cadena de RNA. La polimerasa de RNA se mueve a través del templado nucleótido por nucleótido mientras que la cadena RNA se mantiene estacionaria entre la cadena de DNA.

5. Cuando llegue a la región terminal la polimerasa se despegará tanto del templado de DNA como de la nueva cadena de RNA. La nueva cadena de RNA que has construido debe tener 24 nucleótidos. La molécula de RNA contiene la información genética en su secuencia de nucleótidos. Esta molécula debe llegar a los ribosomas donde ocurre la síntesis de proteínas.
6. Repite los pasos de transcripción hasta que te familiarices bien con este proceso.

Análisis y Discusión

1. ¿Cuál es la función del promotor?
2. ¿Cuál es la importancia de que se tome una de las cadenas de DNA como molde o

templado para fabricar el mensajero?

3. ¿Cuál es la función del RNA mensajero?
4. ¿En qué lugar de la célula ocurre la transcripción?
5. ¿Qué quiere decir crecimiento 5 → 3?

PARTE II: TRADUCCIÓN

Materiales

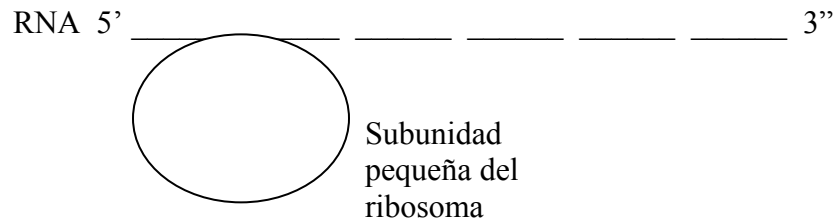
- molécula de mRNA construidas en la parte I.
- tabla del código genético
- hoja de trabajo

Procedimiento: Simulación de la traducción

1. Utiliza la molécula de mRNA construida en la parte I. Escribe la secuencia de bases comenzando con el terminal 5' hasta el terminal 3' en el siguiente espacio:

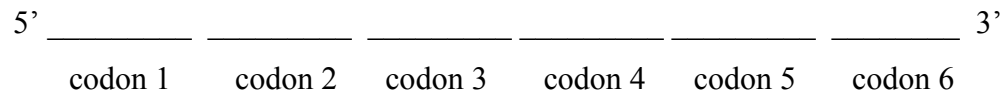
mRNA 5' _____ 3'

2. La traducción ocurre cuando el tRNA lee la secuencia de tres (3) bases en el mRNA. Esta secuencia de bases en el mRNA se llama codón. La molécula de mRNA con sus codones llega al citoplasma y se une a la subunidad pequeña del ribosoma. Escribe la secuencia de las bases del mRNA representando sus codones en el siguiente espacio:



3. Agrupa en orden cada tres (3) bases del mRNA. Estos tripletes son los codones.

Utilice el siguiente espacio:



4. Cada aminoácido es transportado hacia el mRNA por una molécula específica de tRNA. Cada molécula de tRNA tiene un anticodón (tripleto de bases) que reconoce su codón complementario en el mRNA. Las moléculas de tRNA se pegan al mRNA dirigidas por los dos (2) lugares específicos en el ribosoma (lugar A y P). El primer tRNA entra al sitio P cargando el primer aminoácido (met). Al entrar el primer tRNA se acopla la subunidad grande a la pequeña del ribosoma. El segundo tRNA entra al sitio A, como los dos lugares están ocupados por dos (2) tRNA con sus respectivos aminoácidos se unen ambos aminoácidos en el lugar A formando un enlace peptídico. El tRNA que ocupa el sitio P se desprende del ribosoma. El ribosoma se mueve a lo

largo del mensajero y el tRNA con los dos aminoácidos que estaban en el sitio A se desplazan al lugar P y el próximo tRNA lee el tercer codón que estaba en el sitio A formándose un nuevo enlace entre los aminoácidos del P y A. Este proceso continúa repitiéndose y la cadena de aminoácido se alarga hasta que se encuentra un codón de terminación (UAG, UGA, UAA). El codón de terminación no codifica para ningún aminoácido y su función es terminar la síntesis de proteína. Utilizando la tabla del código genético determine la secuencia específica de aminoácidos codificada por su mRNA.

Polipéptido _____

Una vez termines la parte II copia las respuestas en la hoja de trabajo y entrégalas a tu maestro.

Análisis y Discusión

1. ¿Qué relación hay entre la secuencia de bases en el RNA y la secuencia de aminoácidos en la cadena polipéptido?
2. Si en la secuencia de bases del RNA mensajero no se encuentra el codón AUG ¿qué ocurrirá?
3. Si el segundo codón en tu RNA fuese sustituido por el codón GUA ¿qué ocurriría?

Explica tu respuesta.

4. ¿De donde provienen los tRNA que transportan los aminoácidos?
5. ¿Cómo se “lee” el mensaje?

ASSESSMENT

Utilizando el siguiente segmento de DNA

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

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

1. Escriba la secuencia de mRNA complementario.

5' _____ 3'

2. Utilizando la tabla código genético, determine la secuencia de aminoácidos.

HOJA DE TRABAJO

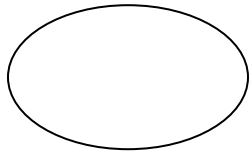
Nombre _____ Fecha _____

PARTE II: TRADUCCIÓN

1. Escribe la secuencia de bases del mRNA:

mRNA 5' _____ 3'

2. RNA 5' _____ 3''



Subunidad
pequeña del
ribosoma

3. Polipéptido _____

Promotor

Cadena con sentido

Región terminal

3'GGGTAAAC ↓ TACCAGATGGATAGGCACCTCATT ↓ GGTAAAGGG 5'

5'CCCAA TTTG ↑ ATGGTCTACCTATCCGTGGAGTAA ↑ CCAATTCCC 3'

Cadena sin sentido

