

## Actividad 1. Estudiando la estructura y la expresión de la información genética

### PROPOSITO DE LA ACTIVIDAD

Analizar la estructura de la información genética por medio de la elaboración de un modelo de expresión del material genético, centrado en la relación que existe entre una secuencia genética, presente en el ADN, el ARN mensajero asociado a éste, el código genético y la síntesis de un péptido-proteína.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 3. Analizar críticamente el significado biológico del dogma central de la biología molecular en relación al flujo de la información genética en células desde el ADN al ARN y a las proteínas.

OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f. Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA i. Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

### ACTITUDES

Trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista.

### DURACIÓN

14 horas pedagógicas

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Observaciones al docente

Se recomienda iniciar la unidad recordando conocimientos de años anteriores, sobre genética y herencia. Para ello, el docente puede invitar a sus estudiantes a realizar un mapa conceptual utilizando programas digitales disponibles en la web en forma gratuita.

### I. Analizando la estructura del material genético

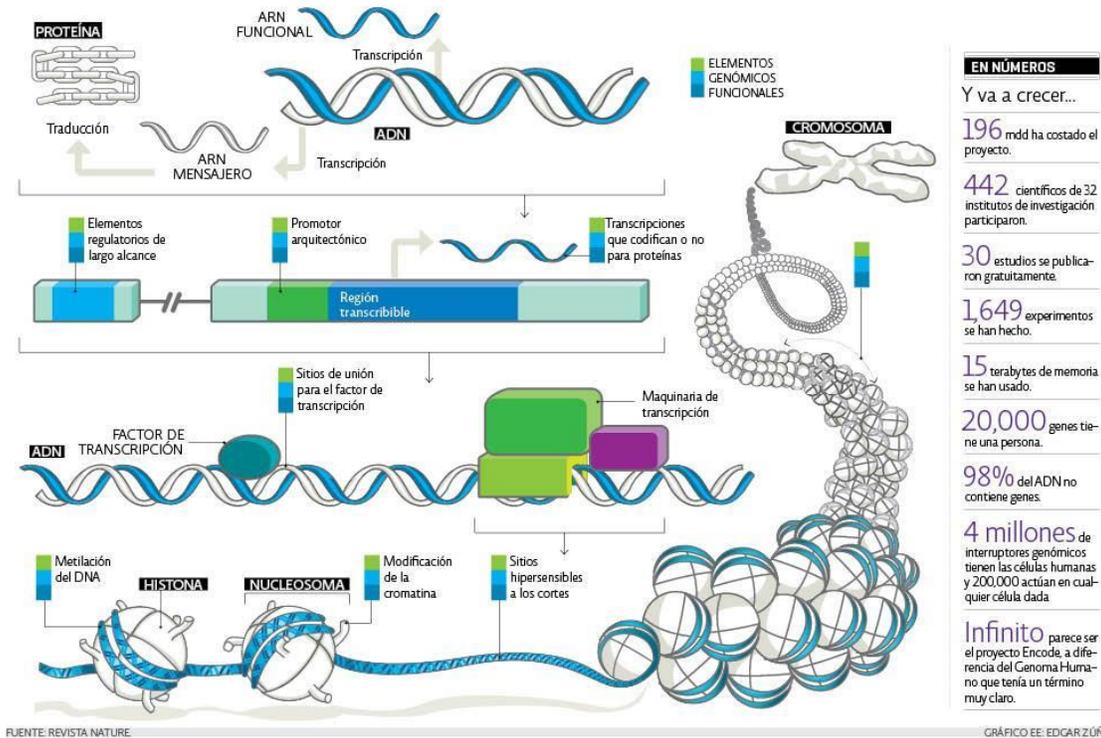
- Los estudiantes reflexionan con preguntas orientadoras como las siguientes relacionadas con la estructura del material genético:
  - ¿Cuáles son las diferencias que distinguen a un organismo de una especie en particular de otra especie?
  - ¿Dónde y cómo se encuentra la mayor parte de la información hereditaria en las células?
  - ¿Cuáles son las características estructurales que presenta la molécula de ADN?
  - ¿Cuáles son las funciones que cumple esta molécula en los seres vivos?

### II. Análisis de infografía

- Los estudiantes analizan la siguiente infografía relacionada con la estructura y la función del material genético en los organismos.
- Luego responden preguntas como las siguientes, utilizando vocabulario y conocimiento científico y buscando información en diversas fuentes.

## MUCHO MÁS ALLÁ DE LA SECUENCIA

Hace no muchos años, la Biología Molecular tenía un "dogma": Un gen es la porción de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) que contiene la información para generar una proteína. Después se descubrió que la mayor parte del ADN no está formado por ese tipo de genes. Ahora sabemos que alrededor del 80% de ese material es un complejo sistema que, entre otras cosas, regula la expresión de los genes. Encode es la sistematización de la información sobre ese sistema regulador que permitirá, quizá, comprenderlo.



(Fuente: [www.curriculumnacional/link/https://elcomercio.pe/blog/expresiongenetica/2014/11/que-proporcion-de-nuestro-adn-es-funcional/](http://www.curriculumnacional/link/https://elcomercio.pe/blog/expresiongenetica/2014/11/que-proporcion-de-nuestro-adn-es-funcional/))

- ¿Cuáles son las diferencias y semejanzas que se establecen entre ADN, gen y cromosoma?
- ¿Qué son las histonas?
- ¿Qué diferencias se establecen entre cromatina y cromosoma?
- Con un dibujo, explique cuáles son los niveles de compactación que presenta el material genético en los organismos.
- ¿Qué características presenta el nucleosoma?
- ¿Cuál es la importancia que presenta la molécula del ADN desde el punto de vista de la biología molecular?
- ¿Qué importancia presenta el proceso de replicación del ADN en los organismos?
- ¿Qué relación se establece entre la replicación del ADN y el ciclo celular?
- ¿Qué procesos moleculares están involucrados en la replicación del ADN y el ciclo celular?
- Explique brevemente cada uno de los procesos de transcripción y traducción del mensaje genético hasta la síntesis de una proteína.
- ¿Cuál es el rol que presenta un promotor?
- ¿Qué diferencias existen entre un ARN funcional y un ARN mensajero?
- ¿Cuál es la diferencia que existe entre intrones y exones?
- Explican y discuten el "dogma de la biología molecular", utilizando argumentos científicos, que expliquen sus alcances y limitaciones a través de la historia.

- Elaboran una línea de tiempo con las evidencias e investigaciones de científicos/as relacionados con el estudio y el conocimiento del ADN.

Conexión interdisciplinar:  
**Artes Visuales 3° o 4°**  
**Medio:** OA 3; OA 7

### Observaciones al docente

La actividad constituye una excelente instancia para abordar aspectos de la Naturaleza de las Ciencias, como que la ciencia exige evidencias, requiere de lógica e imaginación, y necesita de la cooperación de numerosas personas y no está exenta de conflictos, entre otros aspectos.

Es particularmente interesante la controversia sobre Rosalind Franklin, en especial si Watson y Crick le “robaron” su trabajo para elaborar el modelo de ADN, así como cuestiones sobre género y ciencia; puede adentrarse en el tema en el siguiente enlace: [www.curriculumnacional/link/https://www.bbc.com/mundo/noticias-44225714](http://www.curriculumnacional/link/https://www.bbc.com/mundo/noticias-44225714)

### III. ¿Qué sabemos acerca de la función de los genes?

- Basados en la lectura de un texto como el siguiente y guiados por preguntas que se plantean a continuación, los estudiantes reflexionan sobre la función de los genes en el fenotipo.
  - ¿Qué relación existe entre el sabor del tomate y los genes?
  - ¿Dónde se encuentra el gen TomLoxC en la célula?
  - ¿Qué información presenta este gen en el tomate?
  - ¿Por qué se perdió el gen TomLoxC?
  - ¿Cómo definirías un gen?
  - ¿Qué implicancias económicas y ambientales derivan de este tipo de tecnologías en la producción de alimentos?

#### **Identificados los genes que podrían devolverle el sabor a los tomates**

*Un nuevo estudio del genoma encuentra las diferencias entre las variedades de cultivo y las silvestres. Existen hasta 5.000 genes que se habrían perdido en el proceso de domesticación de la planta.*

*La historia del tomate vuelve a dar un vuelco. Si hasta ahora los productores habían trabajado para seleccionar aquellas variedades que dieran lugar a más frutos, más grandes y más jugosos, el nuevo reto es devolverle el gusto original a este versátil ingrediente. Para ello, un equipo de científicos ha mapeado el pangenoma del tomate en busca de los ‘genes perdidos’ de su sabor.*

*El estudio, publicado este mismo lunes en la revista ‘Nature Genetics’, desvela casi 5.000 genes hasta ahora desconocidos que diferenciarían las 725 variedades de tomates de cultivo estudiadas de sus homólogas silvestres. Este hallazgo, según argumentan los responsables del estudio, promete ayudar a los agricultores a desarrollar variedades más sabrosas y sostenibles.*

*"Durante la domesticación y la mejora del tomate, los agricultores se centraron en potenciar los rasgos que aumentarían la producción, como el tamaño de la fruta y la vida útil, por lo que algunos genes involucrados en otros rasgos importantes de la calidad de la fruta y la tolerancia al estrés se perdieron durante este proceso", explica Zhangjun Fei, investigador del Boyce Thompson Institute (BTI).*

Entre los hallazgos más sorprendentes derivados de esta investigación estaría el conocido como 'TomLoxC', uno de los genes que marca la diferencia entre las variedades comerciales y las silvestres. Este gen podría influir en el sabor de la fruta al catalizar la biosíntesis de varios lípidos, unos compuestos volátiles que se evaporan fácilmente y que, por lo tanto, contribuyen al aroma del tomate.

"TomLoxC parece, según su secuencia, estar involucrado en la producción de estos compuestos a partir de grasas", explica Giovannoni. "También descubrimos que produce compuestos de sabor a partir de carotenoides, que son los pigmentos que hacen que un tomate sea rojo", añade el investigador.

A partir de este hallazgo, los investigadores consideran que el pangenoma del tomate podría beneficiar a la producción agrícola y al propio consumidor. "¿Cuántas veces han escuchado a alguien decir que los tomates de la tienda simplemente no están a la altura de las variedades tradicionales? Este estudio explica por qué se produce este fenómeno y, sobre todo, cómo conseguir que los tomates vuelvan a tener un mejor sabor", dictamina Clifford Weil, director del programa del Programa de Investigación del Genoma de Plantas de la NSF.

(Adaptado de: [www.curriculumnacional/link/https://www.elperiodico.com/es/ciencia/20190513/genes-devolver-sabor-tomates-7452905](http://www.curriculumnacional/link/https://www.elperiodico.com/es/ciencia/20190513/genes-devolver-sabor-tomates-7452905))

### Observaciones al docente

Una de las preconcepciones recurrentes sobre el tema del sabor del tomate tiene relación con que los tomates que venden en los supermercados fueron modificados genéticamente para durar más tiempo; es decir, corresponde a una planta transgénica. Al respecto, el texto explicita que se produjo la selección de características específicas, lo cual no implica la introducción o eliminación de genes por técnicas de ADN recombinante; es decir, el tomate de supermercado, llamado "larga vida" no es transgénico.

En cualquier caso, aproveche la instancia para analizar el origen de las preconcepciones de sus estudiantes y reflexione cómo puede resultar un obstáculo para los Objetivos de Aprendizaje de la unidad.

### III. Expresión de una secuencia genética

- En grupos pequeños (2 a 3 personas), los estudiantes desarrollan un ejercicio de expresión genética a partir de una secuencia que representa un gen.
- De acuerdo a la siguiente secuencia de ADN:

3' - TACGCTTTTACGTCTCAGATC - 5'  
5' - ATGCGAAAATGCAGAGTCTAG - 3'

- Determinan la hebra molde y la hebra codificante, argumentando su elección.
- Transcriben la secuencia del ADN anterior para representar la síntesis del ARNm.
- Comparan las secuencias de ADN y ARNm, determinando semejanzas y diferencias en cuanto al número de hebras de cada molécula, la presencia de timina y uracilo, el sentido de las secuencias de nucleótidos y su función.

Conexión interdisciplinar:  
**Lengua y Literatura 3° o 4° Medio:** OA 6 (3°) o OA5 (4°).  
**Matemáticas 3° Medio:** OA b; OA c; OA e; OA f; OA 1; OA 2; OA 3.

- Utilizando el código genético, traducen la secuencia de ARNm producida para representar la síntesis de un péptido.
- Comparan los péptidos generados a raíz de sus secuencias de ADN, señalando semejanzas y diferencias.
- Analizan los efectos que tendría, en la síntesis del péptido, si el codón de inicio o el codón de término no se encontrasen en su secuencia del ARNm.
- Buscan información acerca de los tipos de ARN que se utilizan para la síntesis de proteínas, describiendo sus características estructurales y sus funciones específicas en el proceso de expresión génica. Luego, registran sus hallazgos en una tabla comparativa.

### Observaciones al docente

Al entregar ambas hebras a los estudiantes, les permitirá evaluar de mejor manera el modelo que tienen sobre expresión genética, ya que implica discriminar cuál es la hebra codificante (5'→3') y cuál es la hebra molde (3'→5').

La secuencia del ARNm que se genera es: 5' - AUGCGAAAUGCAGAGUCUAG - 3'

La transcripción del ADN implica el uso de la hebra molde (3'→5') para producir una molécula de ARNm, que tiene el sentido 5'→3'.

Note la semejanza entre secuencia de la hebra 5'→3' del ADN (hebra codificante) y el ARNm, diferenciándose solo en que el ARN posee uracilo en vez de timina.

Desarrolle diversas secuencias de ADN para cada grupo, de tal forma que los estudiantes comparen los productos que van generando.

La secuencia de aminoácidos del péptido que se genera es: **Met- Arg – Lys – Cys – Arg – Val** - (Término).

Note que la secuencia comienza con un codón de inicio, que equivale al aminoácido metionina (AUG) y culmina con uno de tres codones de término existentes. Así, todas las secuencias de ADN entregadas a los estudiantes deben incluirlas. Para facilitar su representación, el ejercicio implica solo la síntesis de péptidos y no de proteínas.

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Modelan el flujo de la información genética, que considera ADN, genes, diversos tipos de ARN, código genético y proteínas.
- Evalúan la validez del dogma central de la biología molecular desde una perspectiva histórica y funcional, analizando sus alcances y limitaciones.
- Relacionan la replicación del ADN y su relación con el ciclo celular, describiendo sus procesos moleculares.
- Analizan las relaciones entre los procesos de transcripción y de traducción, en el contexto de la expresión genética.

## RECURSOS Y SITIOS WEB



### Estructura del ADN

- [www.curriculumnacional/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-discovery-and-structure/a/discovery-of-the-structure-of-dna](https://es.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-discovery-and-structure/a/discovery-of-the-structure-of-dna)
- [www.curriculumnacional/link/https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56185/02-Estructura%20de%20los%20%C3%A1cidos%20nucl%C3%A9icos.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56185/02-Estructura%20de%20los%20%C3%A1cidos%20nucl%C3%A9icos.pdf)

### Transcripción

- [www.curriculumnacional/link/https://es.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/transcription-of-dna-into-rna/a/overview-of-transcription](https://es.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/transcription-of-dna-into-rna/a/overview-of-transcription)

### Diversidad biológica

- [www.curriculumnacional/link/https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/expresion-genica/](https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/expresion-genica/)