

## LA MOLÉCULA DE ADN

### GUÍA DEL ESTUDIANTE

**Autora:** María L. Ortiz Hernández

**Materia:** Ciencia 7-9

#### Actividad # 1: ¿Cómo es el ADN?

#### HOJA DE TRABAJO #1

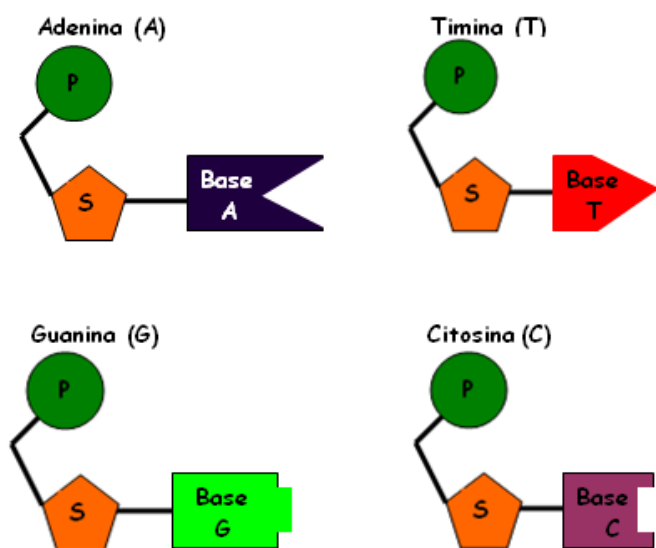
##### Introducción

Las características hereditarias están determinadas por los **genes** (un conjunto de instrucciones para un carácter heredado) y estos genes se pasan de una generación a otra. Los genes forman parte de los **cromosomas**, que son estructuras del núcleo de la mayoría de las células. Los cromosomas están hechos de proteínas y ADN. **ADN** significa “*ácido desoxirribonucleico*”. El ADN es el material genético, es decir, el material que determina las características heredadas.

##### Nucleótidos: las subunidades del ADN

En todos los sistemas biológicos el ADN es la molécula que lleva la información hereditaria. El ADN está hecho de subunidades llamadas nucleótidos. Un nucleótido se forma con un azúcar (pentosa), un fosfato y una base nitrogenada. Los nucleótidos son idénticos, excepto por la base nitrogenada. Las cuatro bases nitrogenadas son adenina, timina, guanina y citosina. Cada base tiene una forma diferente. Los científicos suelen referirse a ellas con la primera letra del nombre: A, T, G y C.

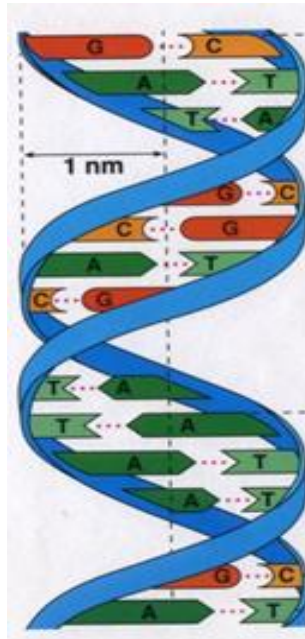
**Figura 1: Los cuatro nucleótidos del ADN**



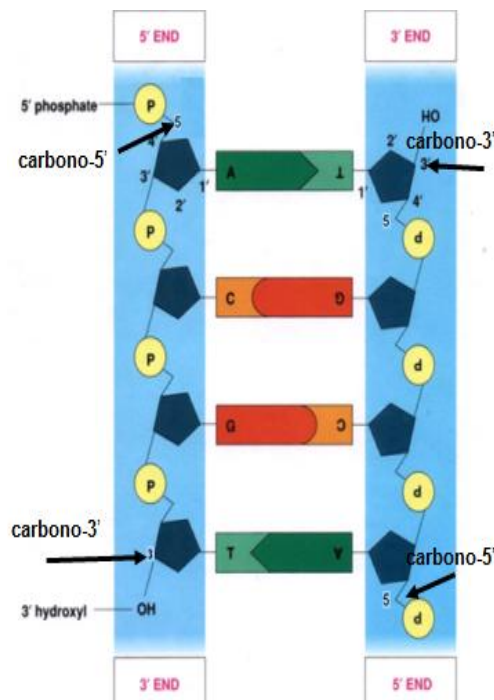
## La estructura doble del ADN

En la **figura 2** se muestra la forma del ADN. Molécula de dos hebras que parece una escalera en espiral. Esta forma se conoce como **doble hélice**. Ambos lados de la escalera están hechos de pares de bases nitrogenadas. La **adenina** de un lado del peldaño **siempre va** con la **timina** del otro lado. La **guanina siempre va** con la **citocina**.

Figura 2



La **figura 3** muestra la orientación **antiparalela** de las cadenas de la molécula de ADN.



La molécula de ADN está dispuesta en paralelo, pero dirigidas en sentido opuesto. Una hebra corre del grupo fosfato en el carbono 5' del azúcar y la otra hebra corre del grupo -OH en el carbono 3' de la azúcar.

Figura 3

**Actividad # 1: ¿Cómo es el ADN?**

**Hoja de trabajo #1**

**Preguntas de análisis:**

1. Indica la trayectoria para encontrar el ADN. Coloca los siguientes términos en el orden correspondiente para llegar al ADN desde el exterior de la célula.  
*Cromosoma, Membrana celular, Núcleo, Gene, ADN, Célula*
2. ¿Qué significa ADN? ¿Por qué es importante?
3. ¿Cómo se nombran a las estructuras que forman el ADN?
4. ¿Qué diferencia existe entre los distintos nucleótidos que constituyen la molécula de ADN?
5. Menciona los nombres de las bases nitrogenadas que se encuentran en los nucleótidos de la molécula de ADN.
6. ¿Qué forma tiene la molécula de ADN?
7. ¿Por qué decimos que las dos hebras de la cadena de ADN son complementarias?
8. ¿En que se basa la estructura de la información hereditaria de cada individuo?
9. La abuelita de Luis tiene los ojos verdes, su hijo mayor y Luis, también tienen los ojos verdes. ¿Qué factores habrán ocasionado este suceso?

## Actividad # 2: ¡Cadenas antiparalelas y complementarias!

## Hoja de trabajo #2

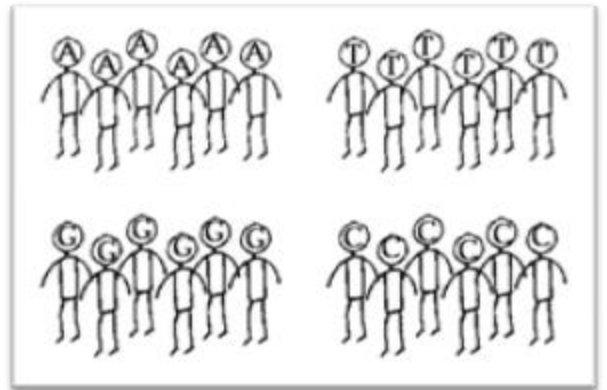
### Materiales:

- Maestros
- Presentación en *Power Point*

### Procedimiento:

1. El capacitador le indica a los participantes que durante la actividad se estarán demostrando las características de la molécula de ADN y que deben estar muy atentos para que puedan identificar todos los elementos involucrados en su estructura.

2. Divida a los participantes en 4 grupos. Los participantes representan las bases nitrogenadas: **A**, **T**, **G**, y **C**.



3. Recordarle a los participantes la regla: La **A** va con la **T**, y viceversa; y la **G** va con **C** y viceversa.
4. El brazo izquierdo de cada persona será extendido hacia el frente y el brazo derecho se extenderá hacia el lado. Si se observa desde lo alto se formará la posición "L".



5. El **brazo izquierdo** representa el fosfato en el nucleótido de la molécula de ADN; el **cuerpo** representa el azúcar (desoxirribosa) del nucleótido; y el **brazo derecho** representa la base nitrogenada.
6. El **hombro izquierdo** representa el carbono 3' del azúcar, al que se unirá el grupo fosfato del siguiente nucleótido (representado por el brazo izquierdo de la siguiente persona que se encuentra detrás).
7. El **hombro derecho** representa el carbono 1' del azúcar, al que se une la base (representada por la mano derecha).
8. Asignar las configuraciones de la mano derecha:



El grupo **C** formará una curva dejando su mano parcialmente abierta.



El grupo **T** formará un gancho creando una curva con su dedo índice.



El grupo **G** cerrará su mano.



El grupo **A** formará el signo de "OK" tocando sus dedos índice y pulgar.

Mezclar los participantes para que los cuatro grupos estén presentes.



9. Sacar al azar la mitad de los participantes del grupo, y colocarlos en línea.
10. Colocar la mano izquierda de un participante en el hombro izquierdo del siguiente participante que se encuentra al frente.
11. Colocar el brazo derecho extendido hacia un lado con la mano derecha en la configuración correspondiente.

**Línea 1**



12. Permitir que la otra mitad de los participantes asuman “la posición L” y la configuración correspondiente de la mano derecha.
13. Formar una segunda fila uniando las manos derechas de los participantes en dicha fila con la mano derecha de los participantes en la primera línea.

**Línea 2**



**Línea 1**



14. Finalizada esta parte de la actividad los participantes regresarán a sus respectivos asientos para contestar las preguntas de análisis y luego realizar la discusión oral de las mismas.

**Actividad # 2: ¡Cadenas antiparalelas y complementarias!**

**Hoja de trabajo #2**

**Preguntas de análisis:**

1. ¿Qué representó tu brazo izquierdo en esta actividad?
2. ¿Qué representaron tu cuerpo y tu mano derecha?
3. ¿Qué estructura estaba representando tu cuerpo al colocarlo en la posición “L”?
4. ¿Qué estructura estaban representando las dos filas de los participantes que se formaron durante la actividad?
5. ¿Podemos decir que la segunda fila de participantes que se formó fue complementaria a la fila que se formó inicialmente? Explica.
6. ¿En qué posición u orientación se encontraba la línea de participantes que se formó primero versus la línea de participantes que se formó al final?
7. ¿Qué nombre se le podría dar a la orientación que tomaron ambas líneas de participantes en esta actividad? ¿Por qué?



ALACiMa²

### Actividad adicional: ¡Construye tu modelo de la molécula de ADN!

#### Materiales:

½ cartapacio de micas fuerte  
1 tarugos de madera  
temperas (4 colores distintos)  
28 tachuelas  
1 martillo pequeño

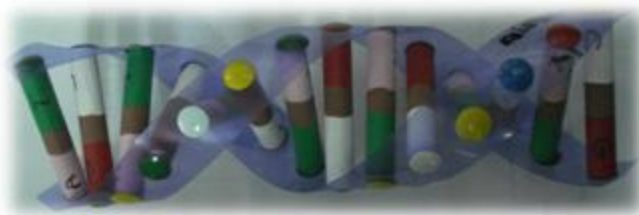
2 pinceles  
1 tijera  
1 *sharpie*  
1 pedazo lija

#### Procedimiento:

1. Se le indica a los participantes que estarán trabajando la construcción del modelo de la molécula de ADN de forma individual.
2. Marcar con un lápiz por la mitad cada pedazo de tarugo. Cortar un pedazo de cinta adhesiva de 0.5 cm de ancho. Colocarlo alrededor de la marca que indica el punto medio de cada pedazo de tarugo, de esta manera, el espacio que está cubierto por la cinta adhesiva quedará sin pintarse y representará los enlaces de hidrógeno que unen las bases nitrogenadas.
3. Seleccionar cuatro colores diferentes para identificar las bases nitrogenadas. Cada mitad del tarugo debe estar pintado de distintos colores.
4. Preparar la leyenda: color y base nitrogenada. Por ejemplo: Puedes escoger **verde para Adenina** y **amarillo para Timina**. También puedes escoger **blanco para Guanina** y **rojo para Citosina**. Recuerda que estas bases se aparean de forma exclusiva por eso decimos que las bandas de la cadena de ADN son complementarias. Como la actividad de capacitación del tema se llevará a cabo en un solo día el capacitador debe llevar los pedazos de tarugos pintados.
5. Preparar 13 pares de base nitrogenada siguiendo la secuencia correspondiente. Al escribir las letras que representan tus pares de bases complementarias debes recordar que éstas se marcarán en direcciones opuestas para representar que las bandas o hebras de la molécula de ADN son antiparalelas.
6. Cortar dos pedazos de mica con las siguientes dimensiones 2 cm de ancho por 28 cm de largo.



7. Colocar cada tachuela en la mica a una distancia de 1 centímetro para sujetar cada base con su base complementaria. No debes de ajustar demasiado la tachuela al tarugo. Una vez colocadas todas las tachuelas a los tarugos gira la cadena que se formó hasta observar la forma helicoidal de tu modelo de la molécula de ADN.



8. Contestar y discutir las preguntas de análisis de la actividad.

**Actividad adicional: ¡Construye tu modelo de la molécula de ADN!**

**Preguntas de análisis:**

1. Indica los colores que usaste para representar tus pares de bases complementarias.
2. Escribe la secuencia de las cadenas de tu molécula de ADN.
3. ¿Qué representa el espacio del tarugo que quedó sin pintar en el medio de los pares de bases de tu modelo de ADN. ¿Por qué son importantes?
4. ¿Qué representaban las tachuelas?
5. ¿Qué representan las micas?
6. Menciona las características de la molécula de ADN que puedes observar en tu modelo.



Actividad # 3: ¡Construye tu modelo de la molécula de ADN!

Hoja de trabajo #3

Materiales:

- Bolsa plástica que contiene las piezas que se describen en la siguiente tabla y que están incluidas en el DNA Model Kit de Carolina Biological Supply Co.

Cantidad	Unidad Modelo	Representa
3	tubo azul, ¾”	Adenina (A)
3	3 tubo rojo, ¾”	Timina (T)
3	tubo verde, ¾”	Guanina (G)
3	tubo gris, ¾”	Citosina ©
12	grapa negra de 3 patas	azúcar desoxirribosa
12	grapa roja de 2 patas	ácido fosfórico
6	grapa blanca de 2 patas	enlace de hidrógeno
24	tubos amarillos, ¾”	unión azúcar-fosfato
1	tubo gris, 8 ¼”	tubo de sostén
3	tubo verde, 2”	tubo de sostén
1	grapa negra de 4 patas	tubo de sostén

Bases Nitrogenadas

Procedimiento:

- Para entender un modelo es importante saber lo que representa cada pieza en el mismo, así que asegúrate de que las clasifiques, las identifiques y de que tienes las cantidades específicas de cada una.
- Prepara el eje de sostén uniendo las tres patas (tubos verdes de 2”) a la grapa negra de cuatro patas y pega el tubo largo gris de 8”a la grapa de cuatro patas. Pon el sostén a un lado.
- Pega una base nitrogenada, tubos cortos de colores, azul (adenina), rojo (timina), verde (guanina) y gris (citosina) a cada azúcar desoxirribosa (grapa negra de tres patas). Debes obtener doce combinaciones de base + azúcar. Ver la Figura 1.



Figura 1

- Ahora vas a construir la estructura doble de la molécula. Esto lo harás utilizando las piezas blancas que representan enlaces de hidrógeno. Estos enlaces son los que unen las piezas que ya construiste en el paso número 4. Los enlaces de hidrógeno requieren que **adenina (tubo azul)** se aparee con **timina (tubo rojo)** y que **guanina (tubo verde)** se aparee con **citosina (tubo gris)**. Deja a un lado las combinaciones moleculares que ya has construido y procede con la instrucción número 6.
- Para formar los grupos fosfatos, pega a cada pieza roja dos de los tubos amarillos.
- En este momento vas a construir la secuencia de nucleótidos que tendrá tu modelo. Pide a un compañero/a que te vaya entregando los pares de nucleótidos sin mirar el que te entrega (escoger al azar). Utiliza los grupos fosfatos que construiste para formar los brazos de la molécula. Esto lo lograrás pegando cada grupo fosfato a las patas que le quedan disponibles al azúcar desoxirribosa (grapas negras que ya tienen unidas las bases nitrogenadas – lo que construiste en el paso número 5). Cinco de estos grupos los utilizarás para un lado de la molécula y los otros cinco para el otro lado. Nota: (Los dos centros rojos y cuatro tubos amarillos que sobran se utilizarán más adelante en la construcción del modelo).



ALACiMa²

7. Para completar cada cadena de polinucleótido pega un tubo amarillo y un centro rojo (fosfato) a un azúcar terminal (grapa negra de 3 patas); pega solamente un tubo amarillo al otro terminal opuesto a éste. Estas adiciones representan el terminal 5' del fosfato y el terminal 3' de hidroxilo, respectivamente. Ya que las dos cadenas corren en direcciones opuestas, se dice que son antiparalelas.
8. Has construido un segmento de la molécula de ADN en dos dimensiones.

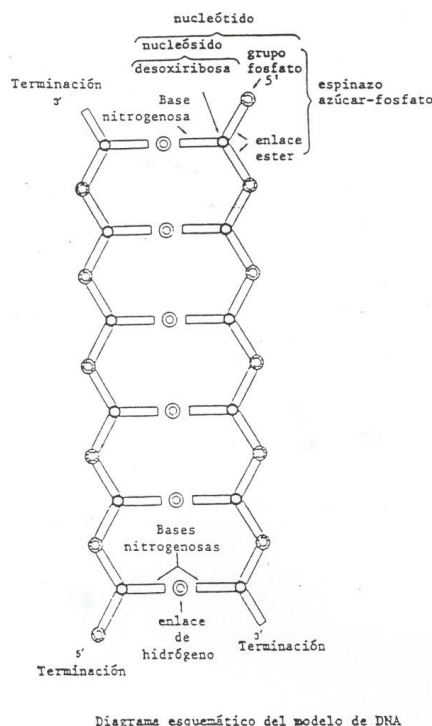


Figura 2

9. Para construir la doble hélice desliza el tubo gris de sostén a través de los agujeros del centro que representan los enlaces de hidrógeno que unen a las bases nitrogenadas (adenina – timina, guanina – citosina). Cuando el tubo llega al quinto par de nucleótidos, comienza a torcer el modelo en contra de las manecillas del reloj mientras continúas el movimiento de deslizamiento. Asegura todas las conexiones y, si es necesario, ajusta los pares de bases nitrogenadas de manera que queden paralelas y con espacios iguales. El tubo central representa el eje de la doble hélice. Ver la figura 2.
10. Tu modelo ya está completo. Debe verse como aparece en la figura 3. Si interesas ver una molécula con mayor información, puedes unir tu modelo al de otro compañero/a.

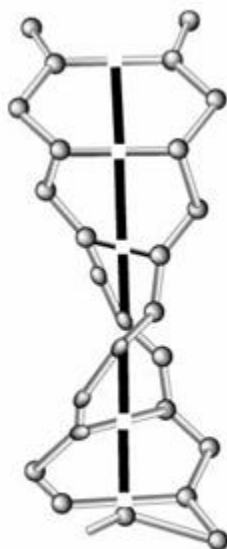


Figura 3

11. Una vez terminada la construcción del modelo, los maestros contestarán las preguntas de análisis de la actividad.
12. Discusión de las preguntas de análisis.



ALACiMa<sup>2</sup>

**Actividad # 3: ¡Construye tu modelo de la molécula de ADN!**

**Hoja de trabajo #3**

**Preguntas de análisis:**

1. ¿Cuáles son los tres componentes presentes en una molécula de ADN?
2. ¿Con qué nombre se conoce la combinación de estos tres componentes?
3. ¿Qué tipo de enlace ocurre entre un nucleótido con otro para formar la doble cadena de polinucleótidos?
4. Explica cómo ocurre el apareamiento entre las bases nitrogenadas. ¿Qué peculiaridad existe con respecto a este apareamiento?
5. Escribe la secuencia de los nucleótidos presentes en tu cadena de ADN.
6. ¿Qué importancia crees que tiene el que hayas colocado los pares de nucleótidos al azar?
7. ¿Cómo compara tu modelo con el de los demás compañeros de clase? Busca a ver cuántos hay iguales al tuyo. ¿Qué nos puede estar demostrando esto?
8. ¿Qué importancia biológica tiene lo que observaste en la pregunta anterior?



ALACiMa<sup>2</sup>

**Actividad # 4: ¡A investigar cuando extraemos el ADN de las frutas!**

**Hoja de Trabajo # 4**

**Materiales por grupo:**

diferentes frutas (fresas, kiwi y guineo)	3 mL líquido de fregar regular
2.5 g de sal de mesa (NaCl)	3 bolsas con cierre de seguridad pequeña
3 pedazos de paño desechable (Handy wipes)	alcohol isopropílico frío (50%, 70% y 91%)
22 mL de agua destilada	3 tubos de ensayo
3 vasos desechables plásticos 8 onzas	1 nevera con hielo
1 regla	1 marcador
3 probetas de 10 mL, 25 mL	3 beaker de 100 mL
papel toalla	1 cronómetro
1 objeto cortante	1 gradilla
1 cuchara plástica	

**Procedimiento:**

1. La actividad se trabajará en grupos cooperativos.
2. Estarán realizando una investigación en la cual extraerán el ADN de una fruta. Un grupo trabajará con el guineo, otro con kiwi y otro con fresa.
3. Utilizarán tres concentraciones distintas de alcohol isopropílico para determinar cómo se afecta la precipitación de la molécula de ADN de la fruta que le corresponde a su grupo.
4. Antes de comenzar con el protocolo de extracción del ADN, los grupos deben establecer el problema y la hipótesis de la investigación en la hoja de trabajo # 4.
5. Preparar la solución de extracción
  - a. Cada grupo preparará tres soluciones amortiguadoras conteniendo los siguientes materiales:
    - Mide 3 mL de detergente líquido de fregar en una probeta de 10 mL y verter en un beaker de 100 mL.
    - Mide 22 mL de agua destilada y verter en el beaker que ya contiene el detergente. Evita la formación de burbujas.
    - Añade 2.5 g de sal de mesa y mezcla lentamente todos los materiales.
6. Colocar y mantener el alcohol isopropílico (en tres concentraciones distintas 50%, 70% y 91%) en una nevera con hielo.
7. Remover las hojas o cáscaras de las frutas.
8. Colocar la fruta a utilizar en una bolsa con cierre de seguridad y macerar la fruta hasta obtener una consistencia bien blanda. Repite este paso en tres bolsitas distintas.
9. Añade 25 mL de la solución amortiguadora al contenido que se encuentra en cada bolsa. Cierra bien y evita la formación de burbujas.
10. Coloca la bolsa horizontalmente y con mucho cuidado sobre el papel toalla. Verificar que el macerado de la fruta esté cubierto con la solución amortiguadora por espacio de 5 minutos.
11. Coloca el paño desechable sobre el vaso plástico y filtra la fruta macerada. Luego descarta el paño con el resto de la fruta. Repetir este paso para las tres bolsitas con la fruta macerada.
12. Utiliza la regla y marca tres tubos de ensayo a una distancia de 5 cm y 10 cm desde abajo hacia arriba. Rotula cada tubo de ensayo con la concentración del alcohol isopropílico que utilizarás.
13. Añade a cada tubo de ensayo un volumen de filtrado hasta llegar a la marca de 5 cm.
14. Añade a cada tubo de ensayo un volumen de alcohol isopropílico (50%, 70% o 91%) frío hasta llegar a la marca de 10 cm. Observa lo que sucede en cada tubo de ensayo y anótalo en la tabla de datos que aparece en la hoja de trabajo # 4.
15. Contestar y discutir las preguntas de análisis de la actividad.

Actividad # 4: ¡A investigar cuando extraemos el ADN de las frutas!

Hoja de Trabajo # 4

Completa la siguiente información sobre la actividad:

1. Problema de la investigación

2. Hipótesis de la investigación

3. Completa la tabla de datos

Observación	Concentración de alcohol isopropílico		
	50%	70%	91%

4. Preguntas de análisis:

- a. ¿Cuál es la variable independiente en esta investigación?
- b. ¿Cuál es la variable dependiente de esta investigación?
- c. ¿Por qué es importante macerar la fruta?
- d. ¿Cuál es la función de la sal?
- e. ¿Cuál es la función del detergente?
- f. ¿Por qué hay que filtrar?
- g. ¿Cuál es la función del alcohol?

5. Establece una conclusión

**Actividad # 5: ¡Aplique mos lo aprendido!**

**Hoja de Trabajo # 5**

**Materiales:**

- Hoja de trabajo
- Presentación en *Power Point* para explicar lo que es un poema Cinquain

**Procedimiento:**

1. La actividad se realiza de forma individual.
2. El maestro utiliza el siguiente formato para escribir su poema Cinquain:

---

Nombre o sustantivo, lo que se desea describir

---

Dos adjetivos

---

Tres verbos

---

Cuatro palabras que expresan sensibilidad o conocimiento del autor del término utilizado

---

Nombre o sustantivo (sinónimo)