

SESIÓN 7

DUPLICACIÓN Y TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL ADN

I. CONTENIDOS:

1. Centro de control celular.
2. ADN: su estructura y función.
3. ADN y síntesis proteica.

II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Conocerá el proceso de duplicación y transmisión de la información contenida en el ADN.
- Distinguirá la función del núcleo: centro de control celular.
- Valorará la importancia que tienen las enzimas durante el proceso de duplicación del ADN.
- Enumerará los componentes químicos del ADN.
- Asociará a los nucleótidos como unidades estructurales de los ácidos nucleicos.

III. PROBLEMATIZACIÓN:

Comenta las preguntas con tu Asesor y selecciona las ideas más significativas.

- ¿Recuerdas qué es el ADN?
- El ADN se representa con una figura en forma de hélice; si sabes a qué figura nos referimos, pasa al pizarrón y represéntala.
- ¿Cómo se determina la paternidad de una persona analizando su ADN?

IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

Prenotandos (conceptos básicos):

1. **Nucleótido:** Uno de los componentes de ADN, formado por fosfato, desoxirribosa y base A, C, G ó T.
2. **Cromosoma:** Una de las 46 estructuras en forma de hilo compuestas de ADN y proteínas que se encuentran dentro del núcleo de casi todas las células humanas.
3. **Gen:** Una de las instrucciones que lleva el ADN dentro de los cromosomas.
4. **Base:** Una de las cuatro sustancias químicas, adenina(A), citosina(C), guanina (G) y timina (T) que forman las letras de ADN.
5. **Mutación:** Cambio en la secuencia de las bases del ADN, causado por un error en el copiado u otro factor y puede ser transmitido a la descendencia.

1.1. Centro de control celular

Las células contienen en su interior un pequeño cuerpo en forma de un esferoide u ovalado llamado *núcleo*. En algunas células ocupa un lugar bien definido, muchas veces centrado en la célula, en otras se puede desplazar libremente y ocupar cualquier sitio en la célula.

El núcleo es un centro de control importante el cual contiene los factores hereditarios (los genes) que proporcionan los rasgos característicos de cada especie y ya sea en forma directa ó indirecta se ha demostrado que ejerce el control de alguna manera de otras funciones celulares.

El núcleo se encuentra aislado del citoplasma que lo rodea por una *membrana nuclear* que regula el paso de los materiales hacia adentro y hacia fuera del núcleo. Estudios de microscopía demuestran que la membrana nuclear, tiene una doble capa con poros por los cuales pueden pasar las grandes moléculas de ARN.

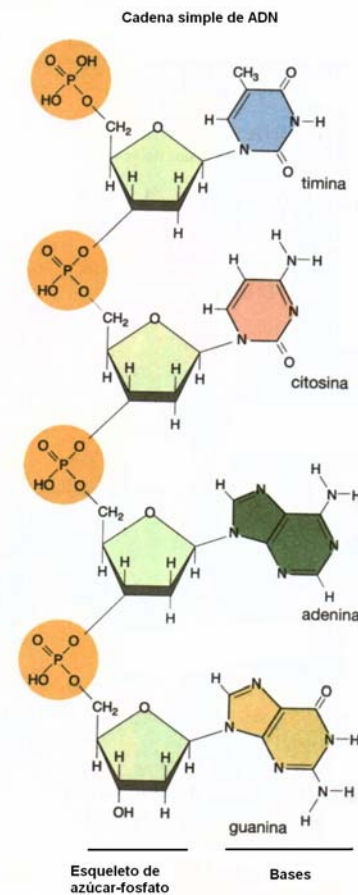
Se llevaron a cabo una serie de experimentos para determinar la importancia del núcleo en el crecimiento de la célula, para tal fin se utilizó una planta unicelular llamada *acetabularia mediterranea*, esta es una alga marina que alcanza a crecer hasta cinco centímetros, se parece a un hongo, pues posee raíces y un tallo rematado con una ancha corona en forma de disco. La característica interesante de esta planta es que es una sola célula, con un solo núcleo, que se encuentra situado cerca de la base del tallo.

Al cortar el tallo transversalmente se vio que la parte inferior podía seguir viviendo, formar nuevamente la corola, y formar una planta completa normal. La parte superior que carecía del núcleo vivía un tiempo pero finalmente moría siendo incapaz de reproducir su parte inferior, esto demostró en principio que el núcleo resulta necesario para los procesos metabólicos que regulan el crecimiento, considerando que la regeneración es una modalidad del crecimiento. En otro experimento con la misma alga, se cortó el tallo inmediatamente por encima del núcleo, y después por debajo de la corola, después se puso esta fragmento aislado en agua de mar, apareciendo de nuevo una corola, esto parece indicar que en núcleo no es necesario para la regeneración, sin embargo, si se quita esta nueva corola el tallo es ya incapaz de formar otra. A partir de estos experimentos se dedujo que el núcleo produce alguna sustancia que se necesita para la formación de la corola, sustancia que pasa por difusión al tallo, donde se comienza a formar otra corola.

Una segunda especie de esta planta, llamada *acetabularia crenulata*, tiene una corola ramificada, en vez de una en forma de disco. En el experimento se injertó un pedazo de tallo de *A. Crenulata*, que carecía de núcleo en la base de una planta de *A. Mediterranea* que contenía un núcleo, apareciendo una nueva corola en la parte superior del tallo. Sin embargo la formación de la corola fue determinada no por la especie que proporcionó el tallo, sino por la que proporcionó la base y el núcleo. El núcleo por la actividad de sus genes proporcionó la información necesaria que controla el tipo de corola que se regeneró. El núcleo puede inhibir la tendencia del tallo una corola propia de especie. Por los resultados de estos experimentos podemos deducir que el núcleo tiene codificado dentro de sus cromosomas la información requerida para la síntesis de proteínas y otros elementos de los cuales dependen la estructura de célula y su función. Cada vez que una célula se divide, debe duplicarse todo el conjunto de instrucciones y pasarse a cada célula hija.

2.1. ADN estructura y función

Nuestras células contienen un juego de un “manual de operaciones”, en la forma de ADN. El ADN posee una estructura básica la cual es siempre la misma, dos largos filamentos los cuales se enrollan uno alrededor del otro para formar su característica doble hélice. El ADN contiene las instrucciones codificadas, los genes, los cuales se necesitan para construir y operar la célula. Cuando la célula se divide es de vital importancia que estas instrucciones sean pasadas a las células hijas correctamente. **Figura** ¹⁴



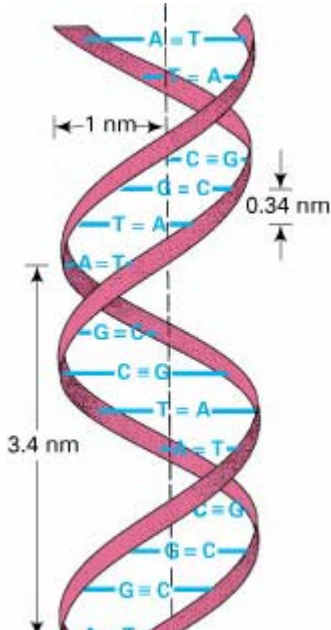
¹⁴ Audesirk T. ET Audesirk G. (1996), Biología. La vida en la tierra, México, Ed. Prentice Hall, p. 178.

El núcleo de cada célula humana tiene 46 cromosomas conteniendo un total de dos metros de ADN. Cada doble hélice de ADN, de una serie de elementos llamados nucleótidos. Cada nucleótido consiste de un azúcar llamada desoxirribosa, otro componente llamado grupo fosfato y una de cuatro letras ó bases, llamada:

- Adenina (A)
- Citosina (C)
- Guanina (G)
- Timina (T)

Millones de nucleótidos se unen para hacer cada molécula de ADN. La molécula se asemeja a una escalera torcida siendo las bases sus peldaños.

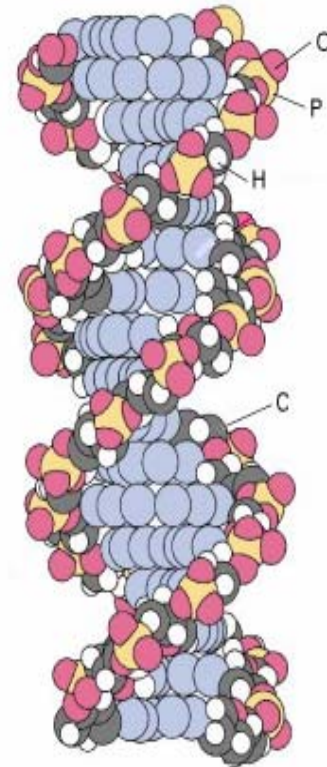
El ADN es la única molécula de los seres vivos que puede replicarse, es decir, producir una copia exacta de sí misma. Esto es lo que sucede justamente antes empiece a dividirse por mitosis, esto quiere decir que las dos células hijas resultantes reciben juegos duplicados de genes idénticos, para esto las dos hebras de la doble hélice de ADN se separan como si fueran el cierre de una prenda de vestir. Cada pieza abierta y descomprimida de ADN se asemeja a una plantilla, los nucleótidos libres y sin pareja que se



Modelo Estilizado

encuentran en la célula, que contienen una de las cuatro bases A, C, G ó T, proceden a alinearse opuestas a sus bases con las que forma una pareja en la plantilla, de la siguiente forma: un nucleótido que contenga A siempre se alinea con uno que contenga T en la plantilla, y uno que contenga C se alinearé siempre con uno que contenga G. Las bases se unen a cada hebra de la plantilla, formándose algo semejante a una escalera después esta escalera se retuerce formando la doble hélice. Este proceso continúa a todo lo largo del ADN, hasta producirse dos hebras dobles e idénticas de ADN.

El emparejamiento de las bases en cada hebra de ADN no sucede en un orden regular, sino que constituyen un alfabeto de cuatro letras que forman una serie de instrucciones en código, de la misma forma que las letras de nuestro alfabeto pueden formar palabras.



Modelo Molecular

Las "palabras" escritas en código genético, se forman de tres letras seguidas, tal como ATG ó GGC y se les llama codón. En total hay 64 "palabras" ó codones diferentes una secuencia de codones forma un gen. Tal como un grupo de palabras forma un párrafo.

3.1. ADN y síntesis proteica.

El ADN en los genes controla la producción de sustancias químicas llamadas proteínas, estas a su vez son las que constituyen nuestros cuerpos y hacen que nuestras células trabajen. El mecanismo mediante el cual es usado el mensaje codificado del ADN para fabricar las proteínas se encuentra en todas las células de los seres vivientes. Prácticamente todo nuestro organismo y el de todo ser viviente está hecho por o de, sustancias químicas conocidas como proteínas, algunas

de estas hacen que las células trabajen. Las enzimas son sustancias químicas que aceleran las reacciones que sintetizan otras sustancias útiles al organismo ó producen energía que la célula necesita para mantenerse viva, otras proteínas forman estructuras como el pelo, la piel y los músculos. Como recordaremos las proteínas se forman de unos compuestos llamados aminoácidos, de los cuales hay 20 tipos diferentes, cada tipo de proteína está hecha de su propio conjunto de aminoácidos, los cuales forman una cadena en un orden específico, este orden lo determina un juego de instrucciones codificadas, es decir, un gen, almacenado en la doble hélice del ADN.

Como estudiamos, los cromosomas se encuentran dentro del núcleo de la célula, las proteínas se fabrican en su citoplasma, que es sustancia gelatinosa que rodea al núcleo. Cabe preguntar entonces, cómo llegan las instrucciones que están dentro del gen al lugar donde se fabrican las proteínas. La respuesta es la siguiente: las moléculas de ADN son muy grandes para pasar por los poros de la membrana del núcleo, pero lo que sucede es que la sección corta de ADN que contiene un gen en particular a un muy cercano pariente del ADN, llamado ARN (ácido ribonucleico), a diferencia de ADN el ARN tiene solo un filamento en lugar de dos como los del ADN. Tiene tres de las mismas bases que el ADN, adenina(A), citosina (C), y guanina (G), pero su última base ó letra no es timina (T) sino una base llamada ó letra llamada uracilo (U), a este proceso de copiado se le llama transcripción.

3.1.1. Replicación de ADN

Hay tres pasos fundamentales que siguen para replicación del ADN en toda célula viva, y, son los siguientes:

1. Los dos filamentos de ADN de la doble hélice de un cromosoma padre se desenrollan y se separan.
2. Cada filamento original se usa como un molde para la

formación de una cadena hija complementaria. La cadena hija se forma al unir nucleótidos en el orden que dicta la secuencia de los mismos de la cadena original. La base de cada nucleótido agregada a la cadena hija es complementaria a la base del nucleótido en el lugar correspondiente al ADN original.

3. Por último una hebra de ADN original y su hebra hija complementaria recién sintetizada se unen y se enrollan formando una doble hélice, en tanto la otra hebra original y su hebra hija complementaria se unen y se enrollan para formar una segunda hélice doble. Debido a que cada hélice doble nueva está formada de una hebra de ADN original intacta y de una hebra complementaria recién sintetizada, el proceso de replicación del ADN tiene el nombre de replicación semiconservadora, esto quiere decir, que una mitad del ADN se conserva y otra se hereda a cada célula hija.

Los pasos de replicación que sigue el ADN se catalizan mediante la acción coordinada de una serie de enzimas. El primer paso en la síntesis del ADN consiste en separar las dos hebras de ADN en uno ó más sitios, desenrollando la doble hélice. Una enzima llamada ADN helicasa, es decir, que separa la hélice, recorre el camino entre las dos hebras esta enzima camina a lo largo

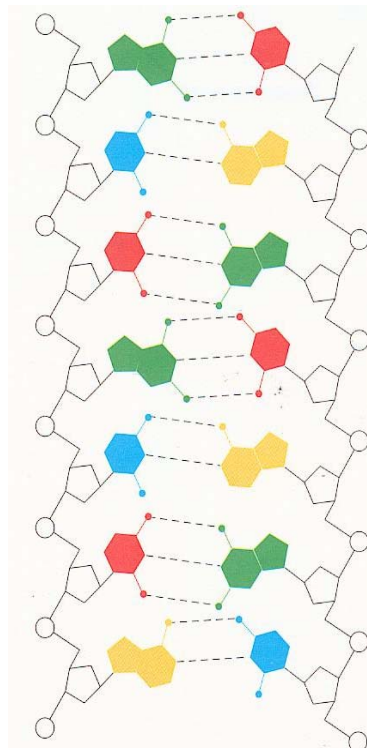


Diagrama esquemático de la Estructura del ADN. El esqueleto azúcar-fosfato se indica en negro y las bases se muestran en color

de la hebra, empujando a la otra hebra fuera del camino conforme pasa, esto trae como consecuencia que ambas hebras del ADN se separen, lo que deja expuestas a las bases, después otra enzima llamada ADN polimerasa esta enzima tiene la misión de unir los azúcares y los fosfatos de los nucleótidos complementarios libres para formar la hebra hija. Esto quiere decir que, cuando la enzima ADN polimerasa está en contacto con una adenina en la hebra original, agrega una timina a la hebra de ADN hija, cuando encuentra una citosina en la hebra original, agrega una guanina a la cadena hija, y, así sucesivamente.

En el proceso de apareamiento de las bases y las correcciones de errores producen una duplicación del ADN prácticamente sin errores, este alto grado de exactitud en este proceso de replicación del ADN se debe a los enlaces de hidrógeno entre pares de bases correctamente apareadas. Sin embargo, la replicación de ADN no es perfecta, estos errores se deben a dos causas: la primera por la velocidad con la que los nucleótidos son unidos, de 50 a 500 nucleótidos por segundo, por otro lado a los errores químicos espontáneos que se presentan en las bases sin embargo se da un error por cada mil millones de pares de bases, este alto grado de precisión se garantiza debido a la acción de varias enzimas que realizan correcciones en las hebras hijas que se van sintetizando.

La estructura unidireccional del ADN permite que las enzimas que realizan las correcciones reconozcan la hebra original, recorriendo en una dirección corrigen cualquier error y cambian la hebra hija que corre en dirección contraria. Durante la profase de la mitosis, cada cromátida está formada de una doble hélice de ADN, compuesta por una de las hebras originales del ADN, compuesta por una de las hebras originales de ADN, más una nueva hebra que es copia exacta de la otra hebra original. Cuando las cromátidas hermanas se separan en la anafase y son repartidas a las células hijas, cada célula recibe una copia exacta de cada uno de los cromosomas originales. De tal manera, que al no existir errores en todo el proceso, se guarda la integridad de la información genética de una división celular a la otra y de una generación a otra.