

b) Explique los experimentos de Griffith sobre la transformación de bacterias.

Con el descubrimiento del DNA, se unificaron muchos conocimientos aislados y mucha información esporádica hasta lograr un modelo razonable. Desde 1871, el químico suizo Miescher, había estudiado la naturaleza química del núcleo celular. Miescher aisló e identificó una sustancia que llamó *nucleína*, la cual, más tarde, llamaron ácido desoxirribonucleico. Otros análisis posteriores mostraron que los cromosomas estaban constituidos por proteínas y DNA.

5-3 DNA: SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN.

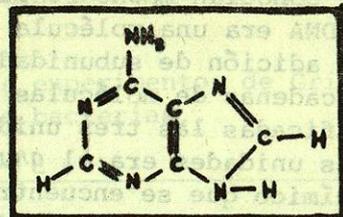
La declaración de Avery, Mcleod y McCarty de que el DNA es el factor de transformación de los neumococos, no convenció a la totalidad de los biólogos de que esta molécula sea "la molécula maestra" de la célula. El hecho de que así se reconozca hoy, se debe al resultado de numerosos e importantes experimentos realizados en la década de 1950. Pero aun después de que la importancia del DNA era reconocida, quedaban tres preguntas por contestar: (1) ¿Cuál es la naturaleza química de las moléculas de DNA? (2) ¿Cómo ejerce el DNA su influencia al resto de la célula, si se encuentra casi exclusivamente en los cromosomas? (3) ¿Qué clase de información del citoplasma es responsable del control de DNA?

COMPONENTES QUÍMICOS DEL DNA. Los químicos, mucho antes de que se conociera el DNA como factor de transformación en los neumococos, conocían mucho respecto a su composición. Sabían que el DNA era una molécula gigante, compuesta por una repetida adición de subunidades, de manera semejante a las largas cadenas de moléculas proteicas. También habían sido identificadas las tres unidades que componen el DNA. Una de esas unidades era el *grupo fosfato*, del mismo tipo del grupo químico que se encuentra en la molécula de adenosina. Otra unidad fue el *sacárido de 5 carbonos*, llamado *desoxirribosa*. La tercera unidad, se sabía que era alguna de estas 4 moléculas que contienen nitrógeno: *adenina*, *timina*, *guanina* y *citocina*. Todos los análisis químicos de estas moléculas. Sus fórmulas estructurales, se pueden ver en la Fig. (5-5).

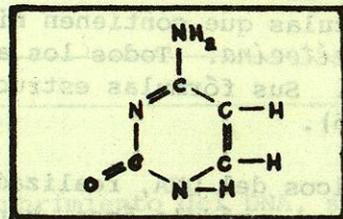
Los análisis químicos del DNA, realizados en sustancias tales como levaduras y médula ósea, han revelado que las unidades fosfato y azúcar se encuentran, aproximadamente, siempre en la misma proporción. Además, aunque la cantidad de los cuatro compuestos nitrogenados llamados *bases* DNA -sea diferente en cada organismo, ciertos pares de estas bases se encuentran siempre en proporciones aproximadamente iguales. (Ver tabla (5-1).

TABLA 1. Porcentaje de bases nitrogenadas de DNA.

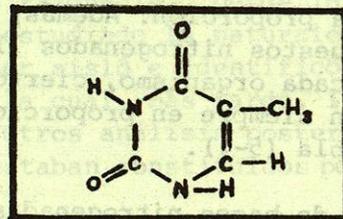
	ADENINA	TIMINA	GUANINA	CITOSINA
Bacterium (tuberculosis)	15.1	14.6	34.9	35.4
Médula ósea (rata)	28.6	28.4	21.4	20.4
Esperma (toro)	28.7	27.2	22.2	20.7
Testículos (arenque)	27.9	28.2	19.5	21.5
Timo (toro)	28.2	27.8	21.5	21.2
Germen de trigo	27.3	27.1	22.7	22.8
Levaduras	31.3	32.9	18.7	17.1



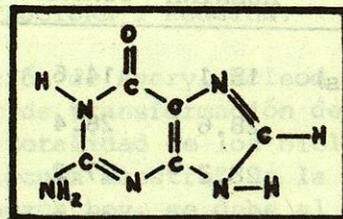
ADENINA



CITOSINA



TIMINA



GUANINA

Fig. 5-5. Las 4 bases nitrogenadas del DNA.

pero, a principio de la década de 1950, se sabía muy poco acerca de cómo estaban unidas y arregladas las diversas unidades de la molécula de DNA; por eso, la estructura del DNA fue de gran interés para los biólogos.

MODELO DE WATSON, CRICK Y WILKINS. El primer reporte importante acerca de la estructura del DNA fue publicado en la revista científica inglesa *Nature* el 25 de abril de 1953. En esa fecha el biólogo americano J. D. Watson y el biofísico inglés F. H. C. Crick, quienes trabajaron con los datos recopilados por Maurice Wilkins.

En este artículo explicaban Watson y Crick cómo usaron la fotografía de difracción de rayos X y otros datos como base, para representar, con metal y alambre un modelo de la molécula. El resultado, en sus propias palabras, fue "una estructura radicalmente diferente". Su modelo, que llegó a ser conocido como *modelo Watson-Crick* se asemeja mucho a una escalera de cuerda marina, "torcida" o a una escalera de caracol. Técnicamente, su forma se conoce como "doble hélice". Para entender cómo están dispuestas las diferentes unidades en el modelo de Watson-Crick, nos servimos de la ilustración de la molécula, tal como aparecería si la escalera de cuerda se hubiese destorcido. Los lados paralelos de la escalera contienen unidades alternadas de azúcar y fosfato. Cada uno de los escalones consiste de dos bases nitrogenadas unidas entre sí en la parte media del escalón y unidas al azúcar por extremos. (Ver fig. 5-6).

El modelo de Watson-Crick presenta ciertas características. Una de ellas se relaciona con la manera de enlazarse con las bases, en la parte media de cada escalón. Su enlace, no es el usual que mantiene juntas las otras moléculas, son puentes de hidrógeno que tienen una veinteaava parte de la fuerza de cualquier otro enlace en la molécula; es decir, hay un "punto débil" en la mitad de cada escalón.

Las bases nitrogenadas debido a su tamaño y a su estructura molecular, sólo se pueden hacer ciertos apareamientos. Se logró saber que la *Adenina* y la *timina* forman enlaces de hidrógeno así como la *guanina* y la *citocina*.

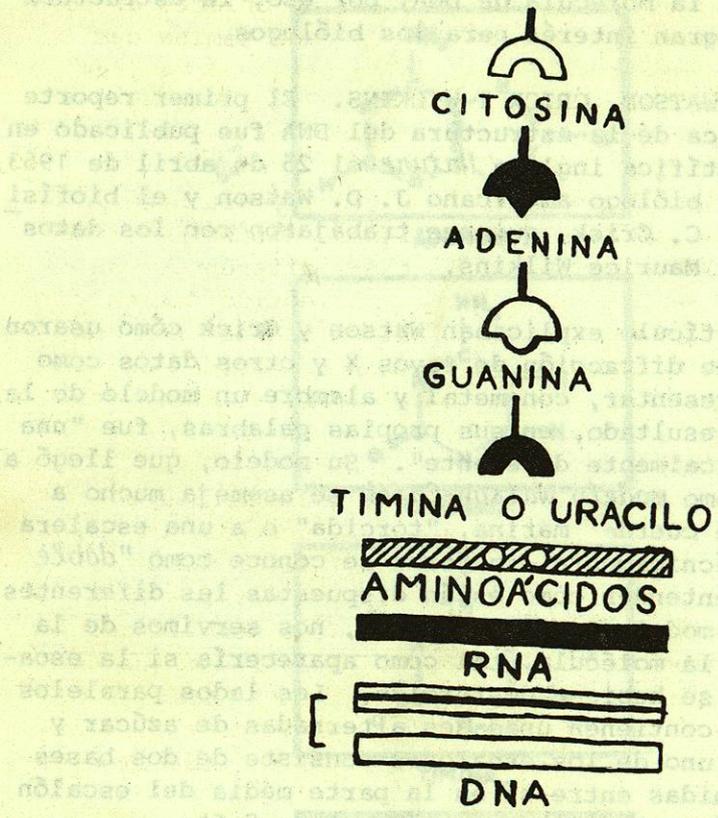


Fig. 5-6. Clave: Estos símbolos se usarán en el resto del capítulo para representar las diferentes partes del DNA y el RNA.

Pueden formarse dos Enlaces Hidrógeno entre la adenina y la timina y tres Enlaces de Hidrógeno entre la guanina y la citocina, la especificidad de la clase de enlaces de hidrógeno que puede formar asegura que por cada timina que hay en una cadena habrá una adenina en la otra cadena y de la misma manera por cada guanina habrá una citocina en la otra cadena (fig. 5-7).

Una molécula de azúcar, una de fosfato y una base se unen para formar una unidad básica llamada *nucleótido*.- El DNA está compuesto por cuatro nucleótidos diferentes: nucleótido adenina, nucleótido guanina, nucleótido timina y nucleótido citosina. Por lo tanto las dos cadenas son complementarias entre sí, es decir el orden de *nucleótidos* en una cadena marca el orden de *nucleótidos* en la otra. (Ver fig. 5-8).

Si el DNA es realmente la molécula que constituye las unidades de la herencia, debe tener la característica única siguiente: el DNA *debe ser capaz de hacer reproducciones exactas o copias de sí mismo*. El modelo de Watson-Crick, explica lo anterior. De ese modelo se puede deducir que por un rompimiento del puente de hidrógeno, suponiendo que el DNA debe estar rodeado de nucleótidos "libres", cómo la molécula del DNA puede hacer dos copias exactas de ellas mismas. Estudie el diagrama de la fig. (5-9) y verá cómo se puede lograr.

a) Enumere los componentes químicos del DNA.

b) Explique el modelo de Watson-Crick.

Pueden formarse enlaces de hidrógeno entre las adeninas y las timinas y entre las guaninas y las citosinas, las bases de la clase de las purinas y de la clase de las pirimidinas que por cada timina que se une a una adenina en una cadena y de la misma manera por cada adenina que se une a una timina en la otra cadena.

Una molécula de azúcar, el fosfato y una base se unen para formar un nucleótido. Este compuesto por su parte se une a los nucleótidos adyacentes, formando así una larga cadena de nucleótidos. Las bases de las cadenas son complementarias entre sí, es decir, una adenina se une a una timina y una guanina se une a una citosina en la otra. (Ver Fig. 5-8).

Si el DNA se desmenuza, se constata que las unidades de los nucleótidos de una cadena se unen a las unidades de la otra cadena por enlaces de hidrógeno, formando así una estructura en forma de escalera de caracol o de espiral. Este tipo de estructura se llama hélice de DNA. (Ver Fig. 5-7).

Debe estar claro que el DNA no es una molécula simple, como la molécula del agua, sino que es una molécula compleja formada por las unidades de los nucleótidos que se unen entre sí y a las bases de las cadenas de la otra. (Ver Fig. 5-8).

Enumerar

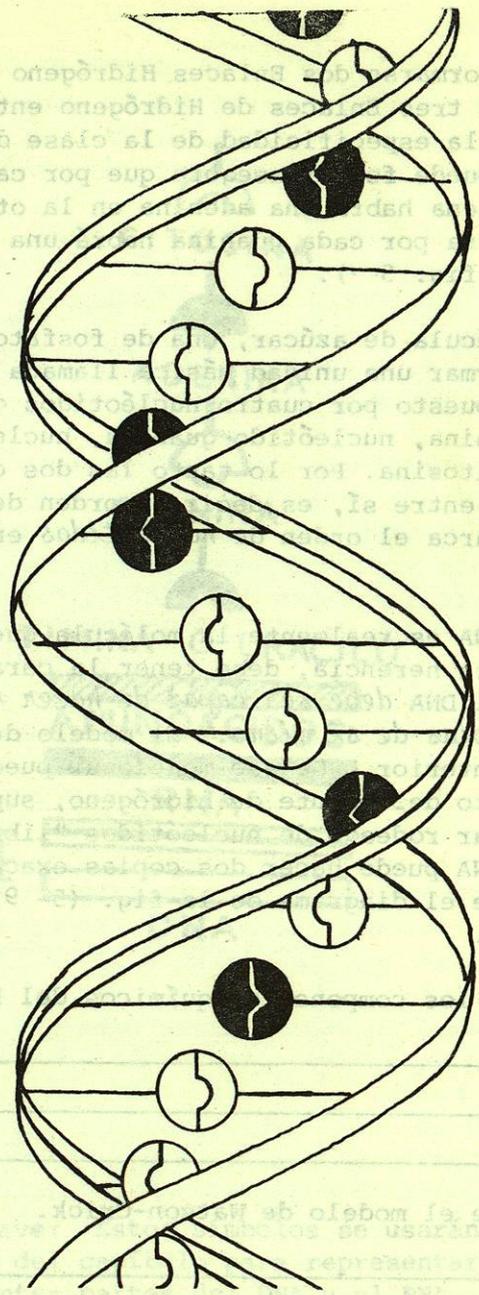


Fig. 5-7.

Muestra una sección de la hélice de DNA, obsérvese la similitud que guarda con la escalera de caracol o de espiral. Las parejas que forman las bases de los escalones pueden encontrarse en cualquier orden a lo largo de la hélice.

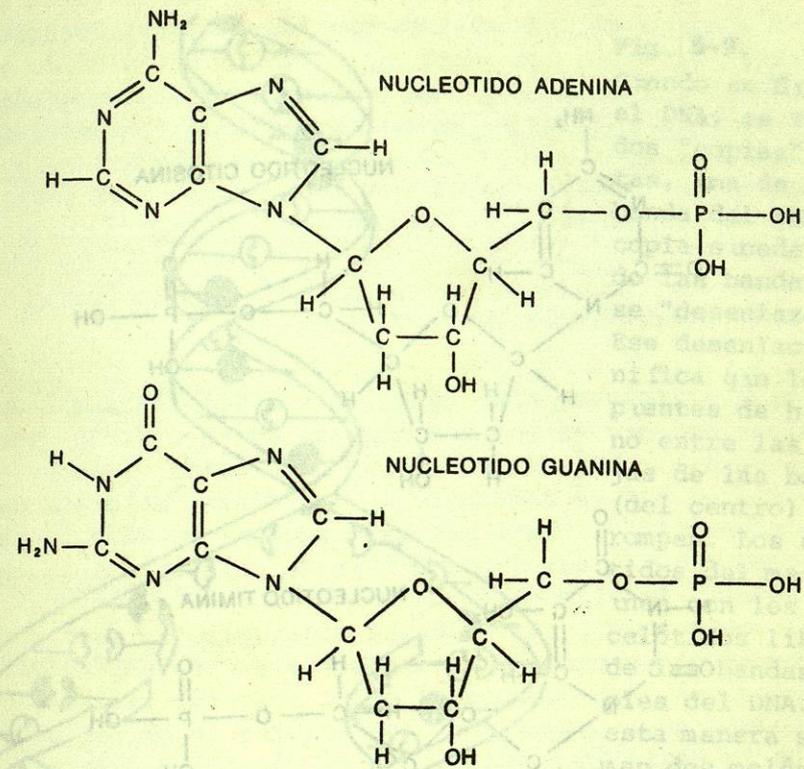


Fig. 5-8. Los ácidos nucleicos están formados por largas cadenas de subunidades llamadas nucleótidos. Cada nucleótido de DNA consta de una de las cuatro bases nitrogenadas unidas al azúcar desoxirribosa. También está unido a la desoxirribosa un grupo fosfato. Muestran las fórmulas estructurales de los nucleótidos adenina y guanina.

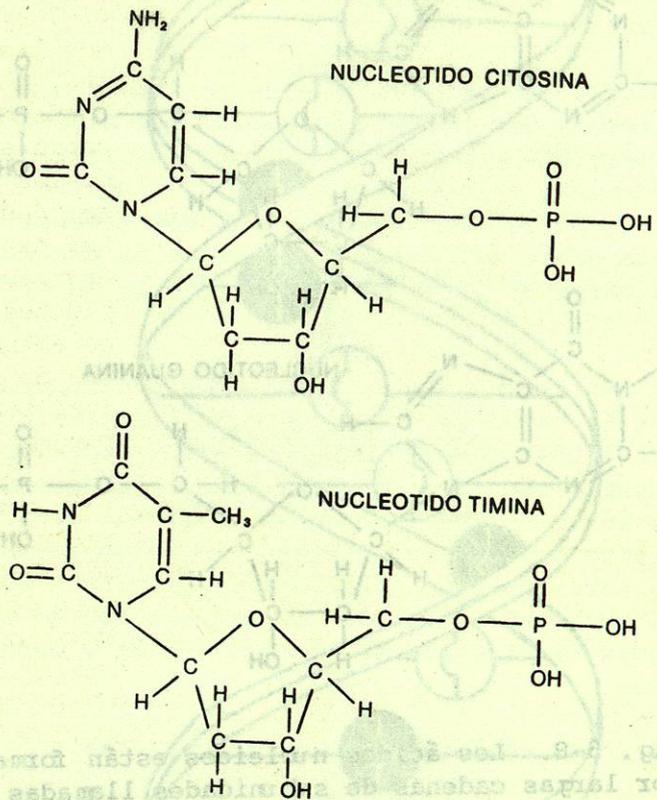


Fig. 5-8. Fórmulas estructurales de los nucleótidos, citosina y timina.

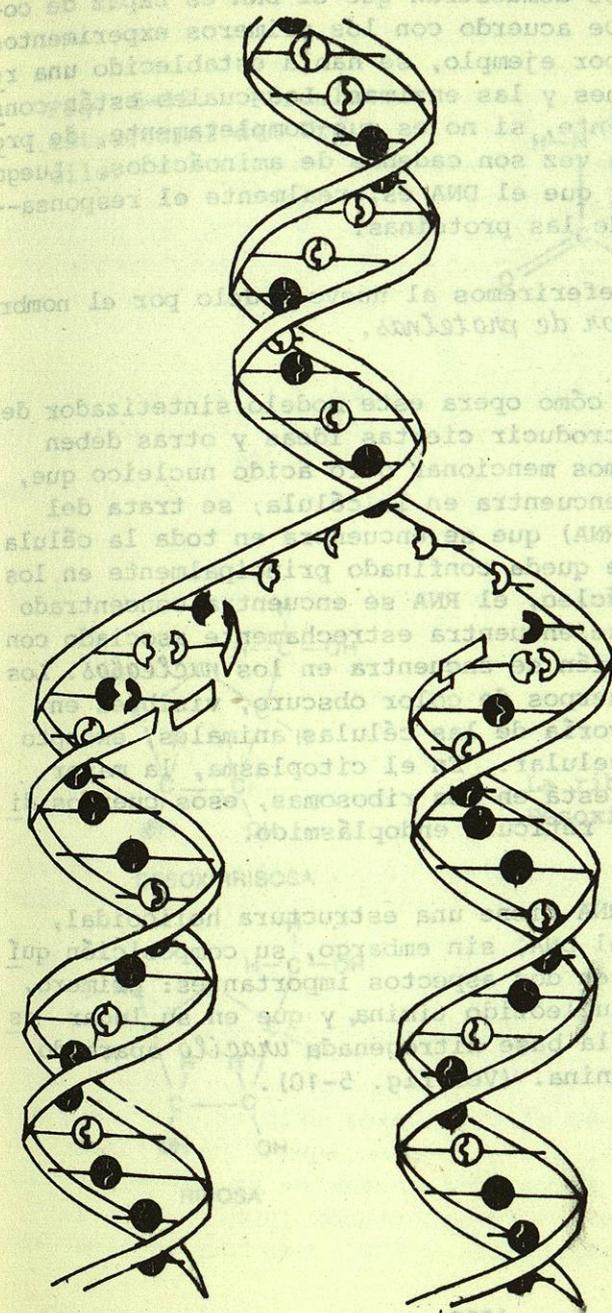


Fig. 5-9. Cuando se "duplica" el DNA, se forman dos "copias" exactas, una de cada banda del DNA. La copia suede cuando las bandas DNA, se "desenlazan". Ese desenlace significa que los puentes de hidrógeno entre las parejas de las bases (del centro) se rompen. Los nucleótidos del medio se unen con los nucleótidos libres de las bandas simples del DNA. De esta manera se forman dos moléculas idénticas a la base (abajo).

5-4 DNA Y SÍNTESIS PROTEICA.

Los experimentos demuestran que el DNA es capaz de copiarse a sí mismo. De acuerdo con los primeros experimentos de Beadle y Tatum, por ejemplo, se había establecido una relación entre los genes y las enzimas. Las cuales están constituidas principalmente, si no es que completamente, de proteínas y éstas, a su vez son cadenas de aminoácidos. Luego parece lógico pensar que el DNA es, realmente el responsable de la síntesis de las proteínas.

Para esto nos referiremos al nuevo modelo por el nombre de *modelo sintetizador de proteínas*.

Para comprender cómo opera este modelo sintetizador de proteínas debemos introducir ciertas ideas y otras deben ser revisadas. Debemos mencionar otro ácido nucleico que, junto con el DNA se encuentra en la célula; se trata del *ácido ribonucleico (RNA)* que se encuentra en toda la célula y no como el DNA, que queda confinado principalmente en los cromosomas. En el núcleo, el RNA se encuentra concentrado en dos zonas. Ahí, se encuentra estrechamente asociado con los cromosomas y también se encuentra en los *nucleolos*. Los nucleolos son esos cuerpos de color oscuro, visibles en los núcleos de la mayoría de las células animales, excepto durante la división celular. En el citoplasma, la mayor concentración de RNA está en los ribosomas, esos cuerpos diminutos que motean el retículo endoplásmico.

Se cree que el RNA tiene una estructura helicoidal, muy semejante a la del DNA, sin embargo, su composición química difiere del DNA en dos aspectos importantes: primero, que el RNA no tiene nucleótido timina, y que en su lugar está un nucleótido con la base nitrogenada *uracilo* apareado con un nucleótido adenina. (Ver fig. 5-10).

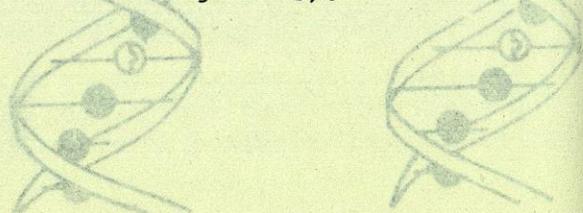
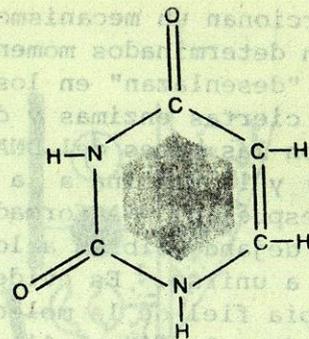
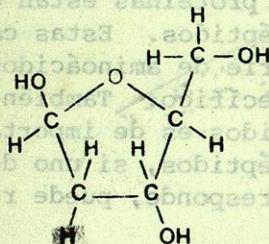


Fig. 5-10. Fórmula estructural del Uracilo.

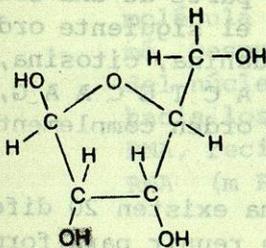


URACILO



La ribosa del RNA y la Desoxirribosa del DNA.

DESOXIRRIBOSA



RIBOSA