

SECCION EXTRA-MED

LA BUSQUEDA DE LO ELEMENTAL IV

Dr. Pablo Iñiguez

Cuando el hombre en su búsqueda de lo elemental, llegó a la célula, la ilusión de haber alcanzado la esencia estructural de la vida, se desvaneció rápidamente. Las enormes complejidades de su constitución impusieron la necesidad de proseguir el camino. Era necesario encontrar un verdadero punto de partida, más sencillo, para explicar el origen y la esencia de los fenómenos vitales.

Desde luego, cual que fuere ese punto de partida, debía encontrarse en el interior de la célula. Como ya se ha dicho, ése fue el razonamiento de Miescher (Johann), cuando se dedicó lleno de entusiasmo al estudio químico de las sustancias nucleares.

Esas investigaciones condujeron al descubrimiento de los ácidos nucleicos, pero tuvieron que ocurrir muchas cosas y transcurrir mucho tiempo, antes de que se pudiera demostrar de manera convincente la importancia de esos ácidos nucleicos.

Casi todos los científicos estaban convencidos de que la substancia representativa del gene era una proteína mientras los ácidos nucleicos eran vistos como algo de segunda categoría.

Contribuyó mucho a mantener ese error, la teoría de los tetra nucleótidos de Levene (Aaron Phaebus), que presentaba a los ácidos nucleicos, como una estructura rígida e incompatible con las funciones del gene.

Más tarde, los trabajos de Chargaff (Erwing) demostraron la falsedad de esos conceptos, mientras las experiencias de Aery (Oswald) conducían de manera ineludible hacia la conclusión de que los ácidos nucleicos constituían la estructura fundamental del gene.

Sin embargo, la timidez de Avery y su falta de determinación al exponer sus ideas no permitieron que esos conceptos quedaran definitivamente aceptados como una consecuencia lógica de la labor que él y sus colaboradores (Colin

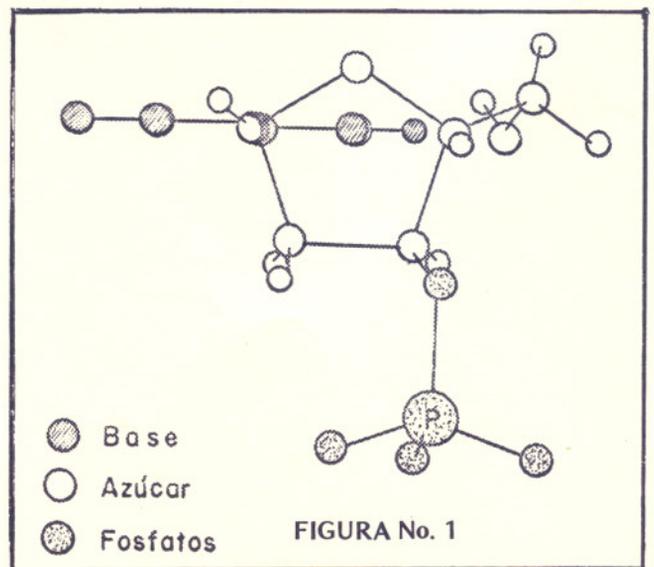
M. MacLeod y Maclyn McCarty) habían realizado.

Fue necesario llegar a los trabajos de Crick y Watson, para determinar la estructura tridimensional en doble hélice, del ácido Desoxirribonucleico, en 1953, por lo que obtuvieron el Premio Nóbel en 1962.

De ese modo quedaron establecidas de una vez por todas, no sólo las características químicas de esa molécula prodigiosa, sino que inmediatamente, con los trabajos de Jacob (Francois), Monod (Jacques) y otros se comenzó a descifrar el código genético.

Con este paso, se identificaron aquellos "elementos" que había predicho Mendel en sus estudios acerca de la herencia, aunque sin poder imaginar, ni remotamente, la naturaleza, la estructura ni el funcionamiento de los mismos.

Pero tal como ocurre con la célula, el calificativo de "elemento" aunque tolerable en el aspecto funcional, es in-



sostenible desde el punto de vista estructural.

Es tan complicada la molécula del DNA, que resulta incompatible con la idea de sencillez implícita en el término "elemento".

Veamos someramente la composición química del DNA, cuya presencia es constante en toda célula.

A principios de siglo se describieron tres componentes en la estructura de los ácidos nucleicos, integrando una unidad que se ha denominado "nucleótido". Esos componentes son:

1. Una pentosa
2. El fosfato
3. Una base.

Una pentosa es una "osa", esto es, un azúcar con cinco carbonos en configuración pentagonal. En ella reside una de las diferencias estructurales más llamativas entre los dos ácidos nucleicos de importancia genética (Fig. No. 1).

En el ácido ribonucleico (RNA) la pentosa involucrada es la ribosa, mientras en el desoxirribonucleico (DNA), falta un oxígeno.

El fosfato está constituido por un átomo de fósforo rodeado de cuatro átomos de oxígeno. Es el responsable de la reacción ácida, por inducir a la liberación de hidrogeniones, así como de la abundancia de fósforo que tanto llamó la atención desde que se conocieron los ácidos nucleicos.

Después de muchos años de investigación mediante puros tanteos químicos, pudo establecerse que el fosfato está íntimamente ligado al ordenamiento de las moléculas de azúcar, uniéndose al tercer carbono de un anillo y al quinto carbono del próximo adyacente, repitiéndose este hecho hasta la monotonía.

La base está constituida por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pero mientras el azúcar y el fosfato tienen invariablemente la misma constitución, las bases son de fórmulas variables y en esa variedad radican algunas de las subyugantes características funcionales de los ácidos nucleicos.

Se ha señalado además que la base está ubicada en un plano casi perpendicular al que ocupan la mayoría de los átomos del azúcar.

Las diferentes bases que participan de manera determinante en la constitución del nucleótido son: Guanina, Adenina, Citosina, Timina y Uracilo.

Frecuentemente se representa cada una de ellas, con su letra inicial, esto es, respectivamente: G-A-C-T-U.

La Guanina fue reconocida por primera vez en el año 1844, en las excretas de las aves (guano), lo que implica una anticipación de 40 años con respecto a la demostración de su presencia en la constitución de los ácidos nucleicos.

El brillo de las escamas de los peces y los reptiles se debe a la presencia de guanina cristalizada.

La Adenina fue aislada en 1885 y para su obtención se usó el páncreas bovino.

La Guanina y la Adenina son muy similares desde el

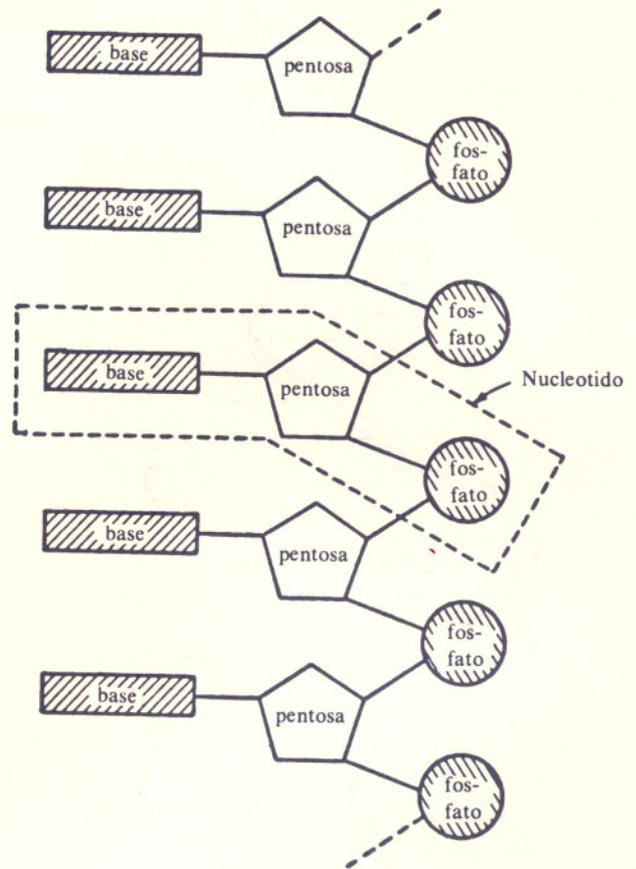


FIG. 2. Esquema de una pequeña porción de DNA visualizada por Alexander Todd (1951) en un solo plano. Obsérvese el fosfato unido a un C3 y al C5 adyacente en forma repetida. Tomada de *Double Helix* (James Watson).

punto de vista químico; difieren solamente en los pequeños grupos laterales que se unen a sus exágonos estructurales.

Ambas reciben el nombre de purinas y son precursoras del ácido úrico.

La Timina, la Citosina y la Uracilo fueron aisladas respectivamente en los años 1893, 1894 y 1900; se denominan pirimidinas y aunque este nombre es más largo, sus estructuras químicas son más sencillas.

La enorme variedad de combinaciones, que pueden surgir entre los diferentes componentes de los ácidos nucleicos, particularmente entre las diferentes bases con quimiotacismo predeterminado, permite la infinidad de mensajes transmisibles mediante el código genético. Cada gene corresponde a una enzima y cada enzima es responsable por lo menos de una función específica de la célula a que pertenece (Fig. 3).

Hasta aquí, en el recorrido que nos ha impuesto nuestra búsqueda de lo elemental, hemos podido ver que en el aspecto biológico se ha llegado a conocer, hasta dilucidar su fórmula tridimensional, la molécula que permite transmitir



FIG. 3

y mantener las características de la vida; su presencia es indispensable en toda célula, es la explicación de la famosa frase de Virchow (Rudolf), "*omnis cellula e cellula*"; es la encargada de transmitir los caracteres hereditarios a la descendencia para perpetuar la vida, gracias a sus propiedades auto y heterocatalíticas.

Desde el punto de vista funcional, puede reconocerse su condición "elemental", pero desde el punto de vista estructural, ocurre con el DNA en biología, lo mismo que con el átomo en el mundo físico.

Aunque la idea de indivisibilidad que implica su nombre ha sido desplazada, debe observarse que cuando el átomo de un elemento químico es dividido, dicho elemento deja de existir; en la división puede quedar un átomo de otro elemento y partículas subatómicas, pero el elemento original desaparece.

De todos modos, desde que el átomo fue dividido, perdió por definición su carácter de "elemento estructural de la materia", con lo cual nos hemos visto obligados a seguir buscando en su interior, las verdaderas partículas "esencialmente elementales".

Por su parte el DNA, con una molécula tan complicada, es fácilmente divisible y como toda molécula, el resultado progresivo de esa división nos llevará a los átomos que la constituyen, pero desde luego, al producirse esa división, se pierden las características vitales, propias del gene.

Resulta entonces obvio que la estructura fundamental de la biología, es la molécula, pero ésta a su vez, aun en la materia viva, está constituida por los mismos átomos de todo cuanto existe en el universo y lo único que da el carácter biológico, es la peculiar organización que adquieren las cargas eléctricas de esos átomos, para constituir la materia viva.

Es necesario aclarar, para explicar mejor estas ideas, que toda la materia conocida en el universo, debe sus características a cuatro interacciones físicas:

1. La Gravedad
2. La Interacción Electromagnética
3. La Interacción Nuclear Débil
4. La Interacción Nuclear Fuerte.

La existencia de la materia viva, es consecuencia de una tendencia evolutiva que parte de la Interacción Electromagnética.