**Molécula de ADN. La compleja fábrica de la vida [[1]](#footnote-1)**

Luis Olivares Quiroz

INICIO

1. Los invito a pensar en la enorme complejidad de los organismos vivientes, pues existe una gran variedad de ellos, con aspectos y comportamientos tan distintos...
2. Desde los extremadamente pequeños, como las bacterias, hasta aquellos que son cientos y miles de veces más grandes —como los mamíferos—, de los cuales el ser humano forma parte. Sin embargo, pese a esta enorme variedad, todos los organismos tienen algo en común: requieren realizar funciones bioquímicas, de las cuales, dos de los ejemplos básicos y más fascinantes son la respiración y la reproducción celular, comunes a la inmensa mayoría de organismos vivos. Dependiendo del organismo, existen, sin embargo, funciones bioquímicas mucho más específicas, como, por ejemplo, la fotosíntesis que, esencialmente, es la utilización de la radiación solar para la producción de energía química en una planta.
3. Podríamos preguntarnos: ¿cómo logran los organismos realizar todas y cada una de las funciones bioquímicas necesarias para su subsistencia? O —planteando la pregunta en otras palabras—, ¿existe algún código interno dentro de cada organismo que le indique cómo realizar las funciones que le son propias?
4. Desde hace mucho tiempo se sospechaba que algo así debía ocurrir; se pensaba que, efectivamente, los organismos contenían un paquete de instrucciones heredadas por sus padres, el cual debería contener todas las indicaciones necesarias para crecer, desarrollarse y reproducirse. No obstante, fue hasta 1869 —a partir del trabajo de Friedrich Meischer— cuando se empezó a tener mayor claridad sobre la existencia de este minúsculo paquete de instrucciones heredadas.
5. En 1869, Meischer ubicó dentro de la célula, particularmente en su núcleo, la localización exacta de este paquete de instrucciones heredadas por los padres, al cual, inicialmente, dio el nombre de nucleína, porque la identificó como parte del núcleo; pero, el trabajo posterior de otros investigadores —entre ellos James Watson y Francis Crick—2 sugirió que era mejor darle un nombre más representativo de su verdadera estructura; la llamaron molécula de ácido desoxirribonucleico o ADN, por sus siglas en español.

EL TESORO MÁS GRANDE ESCONDIDO EN EL LUGAR MÁS PEQUEÑO

1. El ADN es la molécula que contiene las instrucciones concernientes a la forma como deben realizarse todas y cada una de las funciones bioquímicas en un organismo vivo. Hablamos de un conglomerado —aunque minúsculo, gigante por su complejidad— formado básicamente por cinco tipos de átomos: nitrógeno, oxígeno, carbono, hidrógeno y fósforo, con una estructura tridimensional muy característica, en forma de doble hélice. Justamente eso fue lo que descubrieron Watson y Crick, alrededor de 1953, en los Estados Unidos, hallazgo que los lanzaría a la fama internacional.

LA DOBLE HÉLICE

1. Como sabemos, una hélice es una estructura geométrica; la representación típica es la de una escalera de caracol o la forma en que observamos un resorte extendido. El ADN es una doble hélice entrelazada, de la forma en que una hélice o cadena gira alrededor de la otra, pero se trata de una doble cadena que, además de ser muy larga, contiene miles de átomos, los cuales se encuentran dentro del núcleo celular, mediante un mecanismo preciso de empaquetamiento.
2. La molécula de ADN contiene decenas de miles de átomos, es extremadamente larga y debe ser empaquetada dentro del núcleo celular de una manera eficiente; esto se logra mediante las moléculas llamadas histonas, que funcionan esencialmente como un carrete de hilo que enrolla alrededor de sí la cadena de ADN. Ahora bien, la manera en que el ADN se enrolla alrededor de las moléculas histonas tiene una base física sumamente interesante: se debe esencialmente a una fuerza de atracción entre cargas eléctricas, entre secciones de las histonas y los grupos fosfato del ADN. Este tema en particular es de enorme interés, pero no abundaremos más aquí de momento. Lo dejaremos para otra oportunidad.
3. No todos los organismos vivos tienen la misma molécula de ADN y esta tampoco tiene la misma longitud en todos los casos. Por ejemplo, en la bacteria conocida como estafilococo áureo (*Staphylococus aureus*), el ADN contiene alrededor de tres millones de nucléotidos o escalones que forman la doble escalera helicoidal; la cual, en algunas plantas puede llegar a 63 millones y en el ser humano es de, aproximadamente, 3,200 millones.
4. Es importante notar que la complejidad de un organismo no está asociada al número de escalones de su ADN; por ejemplo, el ADN de ciertos tipos de hongos tiene aproximadamente 30 millones de nucléotidos, en tanto que el de un gusano nematodo tiene aproximadamente 20 millones. La razón de esta aparente disparidad es que no todo el ADN se utiliza para codificar rasgos hereditarios o procesos bioquímicos; es decir, existen secciones del ADN que no codifican proteínas; lo cual significa que los genes ahí contenidos no serán traducidos por la maquinaria celular en aminoácidos que formen parte de proteínas.
5. Una vez comprendida la forma del ADN, necesitamos introducirnos a la forma como opera esta fenomenal máquina microscópica. El ADN y toda la serie de moléculas que existen en el interior celular constituyen una de las fábricas más complejas de tamaño nanoscópico que hemos descubierto.
6. Ocultas en la lista ordenada de nucléotidos que forman la secuencia del ADN, se encuentran las instrucciones para ensamblar otras moléculas que son las directamente responsables de realizar las funciones mencionadas; pongamos por ejemplo, el transporte y almacenamiento de oxígeno: en el ADN existe una lista de nucleótidos que indica a la célula que se requiere generar una molécula de un tipo específico llamada, en este caso, mioglobina, la cual es denotada usualmente con la siglas Mb, y es la proteína responsable de la asociación y transporte tanto de los átomos de oxígeno como de los de dióxido de carbono.
7. Otro ejemplo de macromolécula específica que realiza una función bioquímica es la insulina, la cual es responsable de controlar la concentración de glucosa en un organismo. Todas estas moléculas están codificadas en el ADN y se llaman proteínas. Así, la mioglobina y la insulina son proteínas. El nombre de proteínas es realmente indicativo: proviene del griego proteios, que significa ‘el primero’, el que va al frente y, efectivamente, las proteínas son el ejército bioquímico que va al frente de todo lo que sucede en los organismos vivientes.

LA CARRERA MÁS COMPLEJA DE LA HISTORIA

1. La formación de una proteína requiere dos procesos conocidos como transcripción y traducción. En el primero, ciertas moléculas separan la doble hélice del ADN y, a partir de una de las hebras, generan una copia llamada ARN, que es casi idéntica al ADN, excepto que está formada por una sola hélice. Posteriormente, esta hebra de ARN sale del núcleo y entra en contacto con una molécula llamada ribosoma, la cual leerá su contenido.
2. Esta lectura transcurre en grupos de tres nucleótidos (terna) y cada grupo indica al ribosoma que debe empezar a ensamblar un aminoácido particular. Ejemplo: una cadena formada por los nucleótidos G-A-AA-T-G-T-T-T y otra formada por los nucleótidos A-AA-G-G-T-T-T T generarán secuencias de nucleótidos diferentes, porque, al pasar por el proceso de transcripción y traducción, la primera tiene codificado el aminoácido glutamina en la terna G-A-A, el aminoácido metionina en la terna A-T-G y el aminoácido fenilalanina en la terna T-T-T. En tanto que la segunda cadena, dado que tiene otro orden, tiene codificado, en su primera terna, al aminoácido lisina (A-A-A), valina (G-G-T) y, finalmente, fenilalanina (T-T-T) y esto marca una diferencia importantísima. Dos cadenas de aminoácidos distintas producirán en general, dos proteínas diferentes con funciones diferentes.
3. Entonces, considerando que el ADN codifica aminoácidos que posteriormente serán ensamblados con el fin de formar proteínas, este se constituye en la fábrica central que dicta y rige los destinos de los organismos vivientes, al contener todas las instrucciones necesarias para formar las proteínas que un organismo requiere a fin de sustentarse. Sin embargo, es una fábrica con un alto grado de complejidad, de la cual apenas hemos comenzado a vislumbrar algunas luces.

¿CUÁNTO HEMOS AVANZADO?

1. En 2003, se anunció a la comunidad internacional —en una serie de notas que acapararían la atención, incluso, de los medios masivos de comunicación— que la secuencia del ADN humano había sido por fin completada. En ese momento hubiera parecido que estábamos a punto de descifrar los complejos mecanismos que rigen el transcurso de la vida en los seres vivos; pero, no es así. Estamos todavía lejos de conocer a plenitud el comportamiento bioquímico, incluso, del ser humano. La razón es simple: no conocemos exactamente qué hace cada proteína codificada en el ADN y cómo estas se acoplan entre sí para producir comportamientos más complejos. No obstante, la humanidad es tenaz y decenas de grupos de investigación en todo el mundo se han embarcado en esta tarea. Cada vez estamos más cerca. Quizás algún día tengamos el manual de operación de los seres vivos; el cual seguramente será la llave para abrir por fin, el infinito mundo de potencialidades del ser humano.

REFERENCIAS

1. Ralf Dahm (2005). “Friedrich Meischer and the Discovery of DNA”. Developmental Biology 278, 274-278.

2. James Watson (2004). DNA the Secret of Life, 1a. reimpresión. Arrow Books.

3. L. Olivares-Quiroz y L. S. García-Colín (2004). “El plegamiento de las proteínas. Un problema interdisciplinario”. J Mex Chem Soc. 48, 95-105.

4. J. M. Berg, J. L. Tymoczo y L. Stryer (2010). Biochemistry, 7.a edición. W H Freeman.

5. R. S. Wu, H. T. Panusz, C. L. Hatch y W. M. Bonner (1986). “Histones and their Modifications”, Crit. Rev. Biochem. 20: 201-263.

1. Texto disponible en http://www.cyd.conacyt.gob.mx/271/articulos/molecula-de-adn-la-compleja-fabrica-de-la-vida.html [↑](#footnote-ref-1)