

Tema 10 Material genético

Si utilizamos un lenguaje de teoría de la información, los pioneros de la nueva genética mantenían que la duplicación de la célula requería la transferencia de enormes cantidades de información. Aludieron a un problema químico: ¿Existe realmente un programa? ¿En qué parte de la célula se encuentra? ¿Cuál es su naturaleza? Se suponía que existía un programa químico para explicar el porqué un organismo pueda dar lugar a otros organismos muy parecidos a su progenitor.

Los científicos del siglo XX se lanzaron a experimentar para dar respuesta a todos los interrogantes respecto al material genético. Se descubrió entonces el ADN, responsable de la organización de la materia y de la transmisión de la información. El material genético de un organismo lleva la información que determina las propiedades de ese organismo y es el responsable de la transferencia de la información de un organismo a su descendencia. Es como el programa de un ordenador que contiene las instrucciones para poder funcionar y tiene un plan de acción con instrucciones, órdenes... El papel del material genético es equiparar al organismo de la información necesaria para jugar al juego de la vida.

Se denomina gen a la unidad de la información responsable de una función específica, de un carácter o de un rasgo (donde se localiza el material genético). El material genético se localiza en el núcleo de la célula y en este sentido fue muy importante la aportación de un biólogo alemán llamado Hammerling. Sus experimentos en el siglo XX le llevaron a conocer que la información genética está en el núcleo de la célula. En un alga acetabularia (una sola célula, grande, con tamaño peculiar) con raíz, tallo y una especie de sombrilla que podía ser lisa o fileteada (lisa o rugosa). Fragmentó el alga y descubrió que si cortaba el tallo, la raíz que llevaba el núcleo se regeneraba (si fragmentaba el alga por la porción que contenía el núcleo, esta se regeneraba y era idéntica a la anterior). Tras experimentar y fragmentar observó que si mezclaba la raíz de una con el tallo de otra (de otro tipo) daría el “sombrerete” de la raíz (se regeneraría). El núcleo es el centro de todo y en él reside la información. Pero, ¿en qué lugar dentro del núcleo?

Unos experimentos posteriores apuntaron que el material genético se encontraba en unas estructuras (cromosomas) dentro del núcleo de la célula. Esto se debe a T. Morgan (genetista) que aportó muchas pruebas de que los cromosomas llevan la información genética (son el vehículo de la información). Trabajó con la mosca del vinagre o de la fruta (*Drosophila melanogaster*) porque tiene solo 8 cromosomas (4 pares) fácilmente distinguibles y en determinadas células de las moscas (las de la lengua) el tamaño de los cromosomas es extremadamente grande y presentan una estructura definida en bandas que son equiparables a los genes y los relacionan entre sí. Se formó un mapa donde cada gen estudiado determinaba un carácter. Se estableció que en los cromosomas se encuentran los genes, los cromosomas son el vehículo de la herencia por lo que se transmiten de generación en generación.

Quedaba por resolver cuál era la naturaleza química del gen y cómo actuaba. Estaban en auge las proteínas (histonas, no histonas...) con lo cual, toda la comunidad científica estaba dispuesta a aceptar que tenía esa propiedad. Pero no se fijaron en los ácidos nucleicos. Por eso se tardó mucho en aceptar que son ellos los responsables. En 1928 Griffith demostró que en las bacterias existía una sustancia que actuaba como principio transformador responsable de el traspase de una bacteria (célula) a otra. Trabajaba con la esteroptococcus (*S. pneumoniae*, neumonía), asociada a la patogenicidad. Existen bacterias rodeadas de una cápsula que tienen una envoltura suave de polisacáridos y lo denominamos S de Smooth. Estas son patógenas. Había otras bacterias que no tenían esta cápsula porque no tenían esa enzima y formaba unas colonias de R de Robt (aspecto rugoso) que no son patógenas. El no tener esta cápsula las hace accesibles a las defensas inmunes. Esta capa no producía efectos patógenos en los roedores. Cuando destruían las S mediante el calor, perdían la patogenicidad y no producían enfermedad en el ratón. Cuando las bacterias S ya con calor se mezclaban con las R, las R se volvían patógenas y si dicha mezcla

se inyectaba a los ratones produciendo patogenicidad (mataban al ratón). Este carácter era heredado y se transmitía a la descendencia.

Conclusión:

Las bacterias S despatogeneizadas por calor, podían cambiar las R a patógenas (y las de todas los descendientes de R) lo que llamamos “principio transformador”. 15 años después, se logró transformar este principio transformador como DNA y fue finalmente en 1952 cuando se diseñaron experimentos que confirmaron a la comunidad científica que el DNA contiene la información genética en todos los seres vivos. Así, muchos experimentos demostraron el papel del ADN como portador de la información genética. La composición química del ADN ya se conocía:

En 1953 Watson y Crick proponen el modelo de doble hélice para el ADN que es la aceptada hoy en día. Las dos largas cadenas de nucleótidos permanecen unidas gracias a los enlaces de hidrógeno entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas:

A = T la adenina se une a la timina por 2 enlaces (A/T)

C = G la citosina se une a la guanina por 3 enlaces (C/G)

Dependiendo de la secuencia, la información será diferente. El orden en las bases del ADN es crítico para la célula: precisamente este orden es el que constituye las instrucciones para el programa genético de los organismos. La estructura de doble hélice del ADN implica que el orden o secuencia de las bases de una de las cadenas delimita el orden de las bases de la otra cadena. Por eso se dice que las cadenas son complementarias. Una de las propiedades fundamentales de las células es su capacidad de reproducirse lo que implica reproducción del ADN. El ADN debe hacer copias o réplicas de sí mismo para transmitir la información. Este proceso, que es fundamental, se denomina replicación o duplicación del ADN. La propiedad fundamental de las células es su capacidad para reproducirse.

Para la réplica del ADN, las dobles hélices se separan en sus 2 cadenas, rompiéndose los enlaces de H. Cada una de las cadenas se abre (formando otras 2) y van a servir de molde para la síntesis de una nueva cadena de formación. La síntesis de estas cadenas nuevas, se realiza porque se van añadiendo en una reacción química catalizada por una enzima DNA polimerasa. Las cadenas se separan y cada una actúa como molde para otras. La molécula de DNA para duplicarse proporciona una vieja y una de nueva formación. Así se transmiten los caracteres y se asegura su constancia. Las 2 moléculas hijas van a ser iguales entre sí y a la molécula parental. Las moléculas hijas serán un híbrido entre una cadena parental antigua y otra de nueva formación. Por eso se dice que el proceso es semiconservativo. Esta duplicación explica la transmisión de los caracteres.

La síntesis de una nueva cadena se realiza por adición de los nucleótidos en una reacción que es catalizada por una enzima (ADN polimerasa) como resultado se producen 2 dobles hélices de ADN (2 moléculas de ADN). En las células eucariotas, las moléculas de ADN no se encuentran libres, sino que aparecen asociándose a proteínas (ADN polimerasa con función reguladora, con función estructural, histonas, etc) formando nucleosomas. Estas enzimas (proteínas) van a intervenir en las funciones del DNA.

En 1958 Meselson y Stahl realizaron un experimento para ver como se duplicaba el ADN. Cultivaron una bacteria: la Escherichia coli, en un medio con un isótopo de N (nitrogeno) de peso atómico 15 (cuando lo normal es 14). Después de crecer durante varias generaciones en este ambiente, se observó que el ADN era más denso. La densidad de estas cadenas la determinaron mediante una técnica de centrifugado de cloruro de cesio obteniéndose una densidad creciente en el tubo. Si a esto se le añade ADN, se formará una banda donde la densidad del ADN y cloruro serán iguales y si el ADN tiene varias densidades,

a varias bandas (si hay diferente ADN habrá diferentes localizaciones en cuanto a su densidad) El ADN pasado se trasbasa a un medio con nitrógeno normal durante media hora y allí se replica de nuevo el ADN. Este lo extrajeron y lo centrifugaron y observaron que tenía una densidad intermedia entre el ligero (14) y la del pesado (15), de ahí que la replicación sea semiconservativa. Si fuese conservativa (una hebra antigua y otra hebra nueva) habría a dos bandas (una a del ^{14}N y otra la del ^{15}N) Si el modo de replicación fuese dispersivo (a trozos) el resultado habría sido un gran patrón de bandas dependiente del grado de dispersividad.

¿Cómo se organiza?

Las moléculas de ADN se asocian a proteínas, en ocasiones a enzimas. Otra con función reguladora, otras de carácter estructural (histonas) histonas + ADN = nucleosomas