

GENÉTICA Y BIOÉTICA¹

Juan-Ramón Lacadena
Universidad Complutense, Madrid

I. EN EL 50º ANIVERSARIO DEL ADN: DE LA DOBLE HÉLICE A LA MOLÉCULA DE DOBLE FILO. LA GENÉTICA, ANTES DEL ADN Y DESPUÉS DEL ADN

Hay quienes, en la conmemoración de los cincuenta años en que Watson y Crick propusieron su modelo estructural de la doble hélice, piensan que tal fecha -el 25 de abril de 1953- representa un “antes” y un “después” en la historia de la genética. Yo discrepo de esta afirmación porque, como ya he tenido ocasión de manifestar en numerosos escritos, la verdadera fecha que marca el “antes” y el “después” en el desarrollo histórico de la genética fue la de 1944 cuando Avery, MacLeod y McCarty demostraron que el *principio transformante* responsable del fenómeno de *transformación bacteriana* era el ácido desoxirribonucleico (ADN) y no las proteínas; es decir, los genes son ADN: el ADN es el material hereditario.

El año 2000 la genética cumplió un siglo de vida oficial desde que en 1900 tres investigadores –el holandés Hugo de Vries, el alemán Karl Correns y el austríaco Erich von Tschermak-Seysenegg– redescubrieron de forma independiente los principios formulados por Gregor Johann Mendel en relación con las leyes de transmisión de los caracteres biológicos hereditarios, que había dado a conocer 35 años antes en dos sesiones consecutivas (8 de febrero y 8 de marzo de 1865) de la Sociedad de Naturalistas de Brünn, Moravia (hoy Brno, República Checa). Por esta razón, normalmente se data en 1900 la fecha de nacimiento de la genética.

Sin embargo, en mi opinión, deberían hacerse algunas matizaciones.

El nacimiento de una nueva ciencia –la Genética– que diera cuenta de la herencia de los caracteres biológicos habría de producirse cuando fuera capaz de dar respuesta a los dos preguntas fundamentales siguientes: ¿cuáles son las leyes por las que se transmiten los caracteres biológicos de padres a hijos? ¿cuál es la base molecular de la herencia, es decir, qué son los genes? Por ello, podemos decir que el “parto” de la genética duró casi ochenta años pues comenzó (“rompió aguas”) en 1865, cuando Mendel dio a conocer públicamente los resultados y conclusiones de sus experimentos de hibridación en plantas, y terminó en 1944 cuando Avery, MacLeod y McCarty demostraron por vez primera que la información genética está en forma de ácido desoxirribonucleico. En otras palabras, los genes son ADN.

La historia cronológica de la genética muestra cómo a lo largo de los años han ido cambiando las grandes líneas de investigación, tal como se indica en el cuadro adjunto:

ETAPAS CRONOLÓGICAS DE LA GENÉTICA

- | | |
|----------------------------|--|
| 1865 (1900) – 1940: | Genética de la transmisión. |
| 1940 – 1960: | Naturaleza y propiedades del material hereditario. |
| 1960 – 1975: | Mecanismos de acción génica: expresión (código, transcripción, traducción) y regulación de los genes. Desarrollo. |
| 1975 – 1985: | Nueva Genética: basada en la tecnología de los ácidos nucleicos (fragmentación, hibridación, secuenciación, amplificación). |
| 1985 – 1990: | Genética Inversa: análisis genético dirección gen→proteína. |

- 1990 – 2003:** **Transgénesis:** transmisión horizontal de la información genética. Plantas y animales transgénicos. Terapia génica.
- 1995 – 2003:** **Genómica:** disección molecular del genoma de los organismos (bacterias, eucariontes, Proyecto Genoma Humano).
Genómica estructural y Genómica funcional. Genómica comparada.
- 1997 – 2003:** **Clonación** en mamíferos por transferencia de núcleos.
Clonación reproductiva y clonación no reproductiva humana.
- 1998 - 2003:** **Células troncales en mamíferos:** terapia celular.

Como indicaba anteriormente, el año 1944 representa un hito fundamental en la historia de la genética porque, al interpretar Avery y colaboradores el fenómeno genético de la *transformación bacteriana*, se identificó al ácido desoxirribonucleico (ADN) como la base molecular de la herencia: los genes son ADN. No obstante, la comunidad científica se mostraba reacia a aceptar tal hecho porque estaba muy arraigada la creencia de que los genes tenían que ser proteínas y tuvieron que transcurrir todavía otros ocho años más hasta que, en 1952, otra evidencia experimental distinta (la infección de bacterias con virus radiactivos) ratificaba la identificación del ADN como material hereditario. Al año siguiente, el 25 de abril de 1953, fue cuando Watson y Crick propusieron su modelo estructural de la doble hélice cuyo quincuagésimo aniversario ha sido conmemorado en todo el mundo. A partir de entonces el progreso de la ciencia genética ha sido continuo y acelerado, pasando de los abstractos “factores hereditarios” mendelianos a los genes tangibles y manipulables: los genes son fragmentos más o menos largos de ADN que se pueden identificar y aislar de entre toda la masa molecular de ADN que constituye el genoma de un organismo, se pueden

caracterizar (es decir, conocer el mensaje genético que llevan), transferir de unas células a otras y de unos individuos a otros, sean o no de la misma especie (*transgénesis*). Se trata, pues, de la *manipulación genética*, entendiendo el término “manipular” como “operar con las manos o con cualquier instrumento”, como lo define la Real Academia Española de la Lengua, y no en algún otro sentido peyorativo posible.

Las consecuencias básicas y aplicadas que se han derivado de la identificación del ADN como material hereditario son de tal envergadura que ha supuesto un cambio de paradigma pocas veces igualado en la historia de la Ciencia. Se puede decir que en la historia de la genética hay un “antes del ADN” y un “después del ADN” que la dividen en dos lapsos de tiempo más o menos equivalentes: desde 1865 en que Mendel hizo públicos sus experimentos y 1900 en que se redescubren las leyes de Mendel hasta 1944 -el “antes del ADN”- y desde 1944 hasta nuestros días, el “después del ADN”.

Este descubrimiento del ADN no sólo ha influido en la genética en particular, sino también en la biología en general e, incluso, en la sociedad. Con la perspectiva de los años ya transcurridos, yo creo que los historiadores y filósofos de la Ciencia tendrán que incluir en sus reflexiones y discursos el papel de la *Revolución del ADN* como un hito fundamental en la historia de la humanidad junto con otra revolución coetánea con ella como es la *Revolución de la Informática y las Comunicaciones*, lo mismo que en tiempos pretéritos fueron fundamentales la Revolución Agrícola o la Revolución Industrial. Así como el desarrollo de la técnica llevó a la humanidad hacia una tecnocracia, la revolución del ADN está produciendo en cierto modo una *biocracia* a través de la biotecnología.

Como se señala en el cuadro cronológico anterior, en la década que abarca de 1975 a 1985 se desarrolló la tecnología de los ácidos nucleicos basada en las técnicas moleculares de fragmentación, hibridación, secuenciación y amplificación del ADN que permiten, respectivamente, 1) cortar moléculas de ADN

por donde desea el investigador, utilizando “tijeras enzimáticas” como son las endonucleasas de restricción, 2) localizar genes concretos, hibridando sondas marcadas de ADN o ARN con sus secuencias complementarias en el ADN original, 3) leer directamente el mensaje genético contenido en forma de secuencia de bases (realizable ya mediante técnicas de secuenciación automática) y, 4) multiplicar millones de veces la cantidad de ADN disponible a partir de una muestra ínfima mediante la técnica denominada “reacción en cadena de la polimerasa” (PCR). Esta tecnología de los ácidos nucleicos es la que ha hecho manipulables a los genes y dio lugar a lo que se ha venido en llamar *Nueva Genética*, en palabras del premio Nobel Daniel Nathans.

Hace ya muchos años que Fred Hoyle, astrónomo de la Universidad de Cambridge, profetizaba que “dentro de veinte años, los físicos, que sólo fabrican inofensivas bombas de hidrógeno, trabajarán en libertad, mientras que los biólogos moleculares lo harán tras alambradas eléctricas”. Lo que Hoyle predecía era el enorme poder que iba a tener la genética al abrirse la posibilidad de manipulación de los genes. Salvando las distancias, se podría hacer la siguiente comparación: lo mismo que el poder y el peligro de la Física se alcanzó cuando los científicos fueron capaces de “tocar” los átomos -me refiero a la física atómica y la energía nuclear-, el poder y el peligro potencial de la genética se han hecho realidad cuando los científicos han podido “tocar” los genes, es decir, manipularlos. Es interesante mencionar aquí que algunos autores, como Erwin Chargaff, consideran que hay dos núcleos que los investigadores nunca debieran haber tocado, haciendo referencia al núcleo atómico en el campo de la física y al núcleo celular en el de la biología.

Realmente, la potencialidad de la genética es enorme y eso hace que el ciudadano -la Sociedad- perciba la Genética como una ciencia todopoderosa y considere al ADN como una nueva piedra filosofal de la biología, aunque algunos, ante el mal uso que pueda hacerse de las técnicas genéticas, puedan considerar a la doble hélice del ADN como una “molécula de doble filo”.

II. GENÉTICA, SOCIEDAD Y BIOÉTICA

1. Base genética de la ética

El *comportamiento* se puede definir como “cualquier reacción a cualquier estímulo”, incluyendo, por tanto, desde los más simples tropismos y taxias hasta los reflejos, instintos, aprendizaje, inteligencia y consciencia, pudiendo admitirse como regla general la existencia de una correlación positiva entre el grado de complejidad de la pauta de comportamiento de los seres vivos y su posición en la escala evolutiva. La ética es una manifestación del comportamiento humano.

En la evolución humana, la hominización ocurre cuando el homínido adquiere consciencia de sí mismo y esa capacidad de autorreflexión es una consecuencia evolutiva: el ADN de los homínidos fue adquiriendo la información necesaria para llegar a realizar tan alta función intelectual.

El ser humano tiene tres singularidades que le diferencian de cualquier otro ser vivo: es sujeto culto, sujeto religioso y sujeto ético; es decir, como consecuencia de su propio proceso evolutivo, ha adquirido la capacidad genética de utilizar el lenguaje simbólico (sujeto culto), estar abierto a la trascendencia (sujeto religioso) y ser capaz de hacer juicios de valor, distinguir el bien del mal y optar libremente por uno u otro (sujeto ético).

Como señalaba Dobzhansky (1977, *Evolution of mankind*), todas las sociedades humanas de las que se tiene conocimiento han tenido códigos éticos o morales más o menos sofisticados. Algunos, quizá, son intrínsecos –genéticos, podría decirse– a la propia naturaleza humana (cuidar la prole, aceptación de la autoridad y respeto paterno, etc.), mientras que otros son adquiridos a través del medio cultural (la educación, las normas) y pueden variar con la evolución de las costumbres. Es evidente que los valores éticos no son hereditarios, sino que –como indicaba Waddington (1960, *The Ethical Animal*)– los seres humanos, como especie biológica, están genéticamente capacitados para

