

GENÉTICA Y BIOÉTICA: LO POSIBLE Y LO DESEABLE¹

Juan-Ramón Lacadena

Departamento de Genética, Facultad de Biología
Profesor Emérito de la Universidad Complutense

I. LA GENÉTICA, ANTES DEL ADN Y DESPUÉS DEL ADN

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 comenzó 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, McLeod y MacCarty 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:

¹ El presente texto corresponde a la Conferencia Inaugural del Curso 2005-2006 de la Academia Canaria de Ciencias, que tuvo lugar en La Laguna el día 3 de febrero de 2006. El contenido del mismo está basado en trabajos previos del autor (Lacadena, 2000, 2002 a, 2002 b, 2002c) y su publicación se debe a la amable insistencia del Prof. Nácere Hayek, Presidente de la Academia Canaria de Ciencias.

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
1990-2006: *Transgénesis*: Transmisión “horizontal” de la información genética. Plantas y animales transgénicos. Terapia génica humana
1995-2006: *Genómica*: Diseción molecular del genoma de los organismos (bacterias, eucariontes, Proyecto Genoma Humano).
Genómica estructural y Genómica funcional. Genómica comparada
1997-2006: *Clonación* en mamíferos por transferencia nuclear
Clonación reproductiva y clonación no reproductiva
1998-2006: *Células troncales embrionarias y adultas* en mamíferos: terapia celular

II. EL PARADIGMA DEL ADN EN LA HISTORIA DE LA GENÉTICA, DE LA BIOLOGÍA Y DE LA SOCIEDAD

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, en 1953, fue cuando Watson y Crick propusieron su modelo estructural de la doble hélice. 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 su discurso 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*, 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 indicaba en el cuadro cronológico anterior, en la década que abarca desde 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 entonces 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.

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”.

III. 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 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 conciencia 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 ser éticos. La evolución no ha prefijado una sola clase de ética en la humanidad, sino que ha hecho a los seres humanos –como especie biológica– capaces de crear, aprender o asimilar diversos tipos de ética, moralidad o juicios de valor. Se puede hablar de una moral o ética hindú, islámica o cristiana y de que el hombre las acepte o las rechace, porque está capacitado para ello, pero no porque esté genéticamente condicionado a una u otra.

El comportamiento moral de las personas resulta de una compleja influencia cultural (*herencia cultural*) que utiliza o potencia una capacidad genéticamente determinada (*herencia biológica*). ¿Tiene esto sentido evolutivo? Posiblemente sí, puesto que se conocen especies animales con ciertas capacidades éticas rudimentarias. Existen algunas pautas de comportamiento animal que, en juicio de valor humano, podrían ser consideradas como éticas o altruistas, mientras que otras podrían estimarse como no éticas o egoístas.

En un contexto biológico pueden distinguirse varios tipos de ética: la *ética individual*, la *ética familiar* y la *ética de grupo* (Dobzhansky, 1977). En muchas ocasiones, las conductas éticas de tipo familiar están genéticamente determinadas y sometidas a la acción de la selección natural; por ejemplo, cuando alguno de los progenitores pone en riesgo su vida llamando la atención de un depredador que amenaza a sus crías. El valor evolutivo positivo de este comportamiento radica en que la pérdida de genes determinantes de tal conducta que supondría la muerte del progenitor se vería compensada por la supervivencia de sus descendientes y con ella la de los posibles genes que ellos llevarán en sus genotipos. Por el contrario, las conductas éticas de grupo no son producto de la evolución biológica, sino de la cultural, puesto que el sacrificio del bien individual al bien colectivo resultaría desventajoso –biológicamente hablando– a los individuos que la practicaran.

Desde el punto de vista de la Sociobiología, podría decirse que la especie *Homo sapiens* ha pasado por diferentes niveles éticos. Así, en un pasado ético la humanidad pasó sucesivamente por los niveles éticos individual, familiar, tribal, social, racial, regional, nacional; sin embargo, podemos ver con esperanza que en el presente ético el nivel de manifestación es el de la humanidad global, como se pone de manifiesto –aunque sea con muchas

imperfecciones– en la aplicación de los derechos humanos, los movimientos de pacificación y de defensa de la naturaleza, la responsabilidad ante las generaciones futuras, etc.

2. Problemas actuales

Tratando de esquematizar al máximo, los diferentes campos de investigación genética que pueden presentar actualmente mayor relevancia desde el punto de vista bioético son:

- Manipulación genética humana
 - Manipulación del ADN humano
 - Manipulación de células humanas
 - Manipulación de individuos humanos
 - Manipulación de poblaciones humanas
- Organismos modificados genéticamente
 - Microorganismos liberados al medio ambiente
 - Plantas transgénicas
 - Mejora genética vegetal
 - Alimentos transgénicos
 - Animales transgénicos
 - Investigación básica: Ratones *knockout* y modelos de enfermedad
 - Mejora genética animal: Producción y calidad
 - Los animales como biorreactores: Granjas farmacéuticas
 - Xenotrasplantes

A continuación se indican los diferentes tipos de manipulación genética humana de acuerdo con los niveles de organización biológica (molecular, celular, individual y poblacional):

Manipulación del ADN humano

- Análisis molecular del genoma humano
 - Secuenciación del genoma humano: El Proyecto Genoma Humano
 - Diagnóstico preimplantacional o prenatal molecular.
 - Identificación por “huellas dactilares” del ADN: Medicina legal y Medicina forense
- Utilización de genes humanos
 - Introducción en organismos no humanos
 - Obtención de proteínas humanas
 - Efecto exclusivo en el organismo animal
 - Terapia génica

Manipulación de células humanas

- Células somáticas: Cultivos celulares
- Células germinales
- Hibridación celular interespecífica
 - Fusión de células somáticas: Localización de genes
 - Fecundación interespecífica *in vitro*: El test del hámster, el test porcino

Reproducción y manipulación de embriones humanos

- Inseminación artificial con semen del cónyuge (IAC) o de donante (IAD)
- Transferencia intratubárica de gametos (GIFT)

- Congelación de gametos (espermatozoides, ovocitos)
- El comienzo de la vida humana: El estatuto del embrión
- Fecundación *in vitro* (FIV)
 - FIVTE (FIV con transferencia embrionaria) (clásica, ICSI, espermátidas)
 - Congelación de embriones
 - Selección de embriones: Diagnóstico genético preimplantacional (DGP), selección del sexo

- Embriones sobrantes

- Experimentación con embriones
- Células troncales embrionarias: Terapia celular

- Clonación: reproductiva y no reproductiva (terapéutica)
- Partenogénesis

Manipulación de individuos humanos

- Eugenesia positiva
 - Transferencia de genes: Terapia génica somática y germinal
 - Genes humanos
 - Genes no humanos
 - Construcción de mosaicos genéticos
 - Trasplantes de órganos humanos
 - ◄ Somáticos
 - ◄ Gónadas
 - Trasplante de órganos somáticos no humanos (xenotrasplantes)
- Eugenesia negativa
 - Evitar descendencia genéticamente defectuosa
 - Asesoramiento genético
 - ◄ Evitar matrimonios (uniones) con riesgo genético
 - ◄ Control de la natalidad
 - Evitar embarazo (anticonceptivos, DIUS, píldora del día siguiente, etc.).
 - Esterilización (vasectomía, ligamiento de trompas).
 - Eliminar descendencia genéticamente defectuosa
 - Diagnóstico preimplantacional
 - Aborto eugenésico
 - ◄ Diagnóstico prenatal (amniocentesis, biopsia de vellosidades coriónicas, ecografía, fetoscopia)
 - Infanticidio

Manipulación de poblaciones humanas

- Eufenesia
- Bancos de datos genéticos
- Poblaciones vulnerables
- El hombre mediatizador de la evolución

3. ASPECTOS ÉTICOS DE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

Dos cuestiones merecen ser destacadas en relación con los aspectos éticos de la manipulación genética: la valoración ética de lo artificial frente a lo natural y la relación entre los hechos científicos y las normas éticas y jurídicas, tal como se indica a continuación:

3.1. Valoración ética de lo artificial frente a lo natural

A veces ocurre que en la valoración ética de la manipulación genética el componente “artificial” de las propias técnicas se considera negativo *per se*. Sin embargo, si tenemos en cuenta que esa actividad humana tan sofisticada (como puede ser la tecnología molecular) no es más que una expresión de la inteligencia humana, siendo así que la inteligencia es un producto de la propia evolución, entonces tan “natural” debería ser considerada la ingeniería genética como la construcción del capullo por el gusano de seda o una presa hidráulica en relación con la pequeña represa hecha por un castor o la construcción de una ciudad en comparación con un hormiguero. A mi juicio, todo es “natural” puesto que son actividades realizadas por organismos vivos que no hacen sino desarrollar sus capacidades genéticas y el hombre, como individuo de la especie *Homo sapiens*, está genéticamente capacitado —en palabras de Laín Entralgo— “para proyectar, crear lo proyectado y transmitir a los demás lo que por su cuenta hizo”. En definitiva, el hombre está genéticamente capacitado para ser “sujeto culto” es decir, ser capaz de utilizar el lenguaje simbólico, que es el fundamento de la evolución cultural de la Humanidad y, por tanto, lo verdaderamente artificial es considerar como no natural la actividad humana. Otra cosa es que la repercusión de la actividad humana pueda ser mucho mayor y por ello, cuando el hombre hace uso de la inteligencia que la propia naturaleza le dio, debe ejercitar su condición de “sujeto ético” —es decir, ser capaz de anticipar acontecimientos, hacer juicios de valor y obrar libremente— y valorar su decisión. No debemos olvidar aquí que las singularidades que diferencian al ser humano de cualquier otra especie animal ser sujeto culto, sujeto ético y sujeto religioso son un producto de la evolución biológica; es decir, el hombre está genéticamente capacitado para utilizar el lenguaje simbólico, hacer juicios de valor y estar abierto a la trascendencia.

3.2. El hecho científico y las normas éticas y jurídicas: Tres ejemplos

a) Las moléculas de ADN recombinante y Asilomar: Un hito en la historia ética de la Ciencia

Desde el punto de vista ético, es importante señalar que con las moléculas de ADN recombinante se produjo una situación sin precedentes en la historia de la ciencia: por primera vez los científicos establecían una moratoria a sus propias investigaciones. Un grupo de científicos pioneros en la nueva tecnología molecular encabezados por el Premio Nobel Paul Berg y entre los que había otros Premios Nobel (Baltimore, Nathans y Watson) publicaron simultáneamente en Julio de 1974, en tres revistas de máximo prestigio científico internacional (*Nature*, *Science* y *Proceedings of the National Academy of Sciences*), el siguiente manifiesto:

“... Los abajo firmantes, miembros de una comisión que actúa en nombre y bajo el patrocinio de la Assembly of Life Sciences of the National Research Council de los Estados Unidos, proponemos las siguientes recomendaciones:

La primera, y más importante, es que hasta que el riesgo potencial de las *moléculas de ADN recombinante* haya sido mejor evaluado, o hasta que se desarrollen los métodos adecuados que impidan su diseminación, los científicos de todo el mundo deben unirse a éste Comité aplazando voluntariamente los siguientes tipos de experimentos...”

Las investigaciones a las que hacía referencia la primera recomendación eran de dos tipos:

- la replicación autónoma de plásmidos bacterianos que puedan introducir determinantes genéticos para resistencia a antibióticos o formación de toxinas bacterianas en cepas de bacterias carentes de tales determinantes, así como la construcción de nuevos plásmidos que contengan combinaciones de resistencia a antibióticos de uso clínico, a no ser que tales combinaciones estuvieran presentes ya en la naturaleza
- unir ADN de virus animales, oncogénicos o no, a elementos de ADN capaces de replicar autónomamente, tales como los plásmidos bacterianos u otros virus

La segunda recomendación del Comité indicaba que debería tenerse en cuenta que muchos tipos de ADN de células animales contienen secuencias comunes a virus oncogénicos ARN (retrovirus), por lo que añadir ADN animal a sistemas de replicación de ADN (plásmidos, por ejemplo) podría implicar un riesgo.

La tercera recomendación aconsejaba la supervisión de este tipo de experiencias por los Institutos Nacionales de la Salud (NIH).

La cuarta y última recomendación se refería a la conveniencia de realizar una reunión científica para “revisar el progreso científico en este área de investigación y discutir después los medios apropiados para tratar el riesgo biológico potencial de las moléculas de ADN recombinante”. Esta reunión, denominada “Asilomar Conference on DNA recombinant molecules”, se celebró en California del 24 al 27 de Febrero de 1975. Tras largos debates se llegó a un consenso general de que la mayoría de las investigaciones encaminadas a la obtención de moléculas de ADN recombinantes deberían proseguir por las enormes posibilidades básicas y aplicadas que ofrecen.

El riesgo potencial que los expertos trataron de dilucidar se basaba en dos aspectos: en primer lugar, ante la posibilidad de crear nuevas moléculas de ADN recombinante a partir de otras fuentes virales y bacterianas, podría ocurrir que se originaran nuevos tipos de elementos de ADN infeccioso cuyas propiedades biológicas no pueden predecirse de antemano; en segundo lugar, porque al utilizar generalmente células de *Escherichia coli* como sustituto o soporte biológico para el clonado de las moléculas de ADN recombinante, y siendo así que dicha especie bacteriana se encuentra comúnmente en el tracto intestinal humano, sería posible que se produjera una diseminación incontrolada de bacterias en las poblaciones animales y humanas con efectos impredecibles. Para evitar riesgos de diseminación de las nuevas moléculas de ADN recombinante deberían establecerse *barreras biológicas* y *barreras físicas* de seguridad.

En los últimos tiempos se viene apelando al “principio de precaución”, especialmente en la problemática creada en torno a las plantas y alimentos transgénicos. No cabe duda que la moratoria impuesta por la misma comunidad científica en relación con las moléculas de ADN recombinante constituye un hito en la historia ética de la Ciencia y un ejemplo a seguir. Hay quien dice que, si los científicos implicados en el Proyecto Manhattan de Física Nuclear hubieran tenido su equivalente a la reunión de Asilomar, no hubiera habido

Hiroshima ni Nagasaki. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cualquier moratoria que resulte de aplicar el “principio de precaución” debe tener unos objetivos claros y un tiempo definido porque, si no es así, la moratoria se convertiría en una prohibición pura y simple. En la controversia de las plantas transgénicas puede dar la impresión que se intenta más una prohibición que una moratoria.

b) El test del hámster: los hechos consumados

Hasta ahora ha venido sucediendo siempre que las normas éticas y jurídicas van a remolque de los hechos científicos consumados de la investigación en biomedicina; es decir, se dictan para justificarlos y legalizarlos. Utilizaré como ejemplo lo que ha sucedido con el denominado “test del hámster”, consistente en la observación de los cromosomas de un cigoto interespecífico o del embrión en estadio de dos células producidos por la fecundación *in vitro* de ovocitos de hámster desprovistos de la zona pelúcida con espermatozoides humanos previamente capacitados.

A partir de la década de los ochenta se viene utilizando esta técnica para poder analizar los cromosomas de los espermatozoides humanos, ya que de otra manera sería imposible dado que el juego haploide de cromosomas humanos del espermatozoide constituye un núcleo muy compacto inasequible a la observación. Sin embargo, al fecundar un ovocito de hámster con un espermatozoide humano los cromosomas aportados por éste se hacen visibles y analizables al microscopio al entrar en actividad mitótica los pronúcleos del *cigoto interespecífico* hámster-humano obtenido.

Aunque el propósito para el que se realizan tales fecundaciones interespecíficas *in vitro* observar los cromosomas humanos aportados por el espermatozoide es aparentemente lícito, a nadie se oculta la diferencia esencial entre esta situación y la de las células híbridas somáticas interespecíficas (ratón-humano, hámster-humano) obtenidas por fusión celular que son utilizadas frecuentemente para la localización de genes humanos. Ahora se trata de la formación de un cigoto interespecífico, en este caso obviamente inviable, pero ¿qué sucedería si la fecundación *in vitro* se hiciera entre un ovocito de un póngido (chimpancé, orangután, gorila) y un espermatozoide humano?. Como es lógico, el problema ético se complica.

En este contexto, es interesante señalar que el Consejo de Europa (17-X-84, Art. 20.2) y las legislaciones o recomendaciones de países de todo el mundo prohibieron la fecundación *in vitro* interespecífica (heteróloga)... y a pesar de ello este ensayo citogenético de calidad de los espermatozoides se siguió utilizando. Sin embargo, dos años más tarde la Recomendación 1046 (1986) del Consejo de Europa (24 Septiembre 1986), en el punto 14.A.iv., prohíbe “la fusión de gametos humanos con los de otros animales”, aunque añade: “el test del hámster para el estudio de la fertilidad masculina podría considerarse como una excepción, bajo estricta regulación”. Incluso se ha aconsejado su posible utilización en los programas de inseminación artificial como una evaluación más de la calidad del semen de los donantes.

Aún más, la Ley 35/1988 española sobre “Técnicas de reproducción asistida” en su Artículo 14º.4. dice: “Se autoriza el test del hámster para evaluar la capacidad de fertilización de los espermatozoides humanos, hasta la fase de división en dos células del óvulo del hámster fecundado, momento en el que se interrumpirá el test. Se prohíben otras fecundaciones entre gametos humanos y animales, salvo las que cuenten con el permiso de la autoridad pública correspondiente, o en su caso de la Comisión Nacional multidisciplinar si tiene competencias delegadas”.

Aunque se trate de encubrir con eufemismos biológicamente incorrectos (“...hasta la fase de división en dos células del óvulo del hámster fecundado...”), la realidad es que mediante la técnica utilizada se obtienen cigotos que son híbridos interespecíficos humano-hámster, lo cual, en mi opinión, es éticamente rechazable. Además ¿no sería mucho más fácil, puesto que las especies son evolutivamente más próximas, hacer lo mismo con ovocitos de chimpancé, orangután, gorila, etc.? El artículo de la ley española habla de la posibilidad de autorizar “otras fecundaciones entre gametos humanos y animales”. Los problemas éticos que plantea este artículo de nuestra legislación son, a mi juicio, muy importantes. La nueva Ley española sobre Técnicas de Reproducción Humana Asistida, que está a punto de aprobarse en el Parlamento en este año 2006, es a mi juicio aún más laxa (Lacadena, 2005).

También me parece oportuno señalar aquí a propósito de las palabras utilizadas (“...hasta la fase de división en dos células del óvulo de hamster fecundado”, en lugar de la realidad biológica “embrión interespecífico humano-hámster en estadio de dos células”) la importancia que tienen los cambios de palabras sobre los cambios de actitudes y las consecuencias éticas que de tales cambios se pueden derivar. Tal es, en mi opinión, el caso, por ejemplo, de utilizar el término “pre-embrión” en vez de “embrión preimplantatorio” o “embrión de 2, 4, ... células” en la problemática ética de la fecundación *in vitro* y la manipulación de embriones.

Como se desprende de lo anteriormente expuesto, y tal como decía antes, el caso del hámster es un claro ejemplo de cómo las normas éticas y jurídicas van por detrás de los hechos científicos. Se trata de justificar éticamente o regular jurídicamente lo que ya es una realidad en el campo de la Biomedicina. Una realidad que posiblemente los científicos no estarían dispuestos a abandonar.

Decía antes que normalmente los hechos biomédicos van por delante de las normas éticas y jurídicas. Una excepción a esa norma general ha sido el caso de la clonación humana, dado que se ha producido una reacción en la sociedad y en la propia comunidad científica condenando éticamente (por ejemplo, la Declaración Universal de la UNESCO de 1997 sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos) y prohibiendo jurídicamente la clonación reproductiva humana (por ejemplo, el Convenio relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina, Convención de Asturias de 1997) antes de que fuera una realidad experimental.

c) El Proyecto Genoma Humano: El debate social interdisciplinar

Sin embargo hay que decir con esperanza que en algún caso la situación está cambiando porque la discusión y valoración interdisciplinarias desde los puntos de vista científico, ético, jurídico, social, teológico, etc. se está produciendo a la par, o incluso antes, de que el hecho científico esté consumado de forma irreversible. Esto es lo que está ocurriendo con el “Proyecto Genoma Humano”: por ejemplo, en los Estados Unidos se decidió que un 3-5% del presupuesto científico se dedicara al estudio de sus implicaciones éticas y sociales y su actitud ha sido imitada por otros países (Canadá y la Comunidad Europea han decidido asignar el 7-8%).

IV. ¿LIBERTAD DE INVESTIGACIÓN?

Se ha dicho muchas veces que la ciencia es imparable. Esta afirmación puede tener dos interpretaciones: por un lado, constatar que el progreso científico es continuo; por otro

lado, poner de manifiesto que el investigador no está dispuesto a detenerse en su búsqueda de la verdad e invasión de lo desconocido.

La primera interpretación es un hecho constatado que todos celebramos: en el ámbito de la Genética, el paso de los abstractos factores hereditarios mendelianos a los genes tangibles y manipulables nos ha llevado, como a una nueva Alicia del cuento, al “País de las Maravillas Moleculares”. Algunas de estas maravillas son las plantas y animales transgénicos, el Proyecto Genoma Humano, la Medicina Genómica Predictiva, la Farmacogenómica, la Terapia Génica, el diagnóstico molecular, la manipulación de embriones humanos, la clonación animal, la clonación humana no reproductiva terapéutica, etc.

La segunda interpretación, en cambio, puede tener un significado peyorativo si plantea la cuestión de no poner límites éticos a la investigación. ¿Hay en la Genética una confrontación gen - ética? No necesariamente; otra cosa es que los nuevos avances científicos originen nuevos problemas éticos.

En 1975, el Dr. Stetten, en una alocución a la Sociedad Americana de Genética, planteaba el problema de la libertad de investigación utilizando un símil contable en los siguientes términos:

“... Al considerar cualquiera de estos o similares problemas, el científico, el ético o el legislador podrían realizar el ejercicio de construir no una sino dos tablas de coste-beneficio, debiendo evaluar el coste y el beneficio no sólo de realizar el experimento en cuestión, sino también de no realizarlo. Cuando un contable hace un análisis de costes y beneficios suma y resta conceptos que pueden ser traducidos en una unidad de medida común, por ejemplo dólares. Sin embargo el científico-ético no está en esa feliz situación: su análisis de coste-beneficio tendrá, además de dólares, otras entradas tales como incapacidad, sufrimiento, impedimento, esperanza de vida, desfiguramiento, conocimiento, comprensión, y una pléyade de otras cualidades humanas que carecen del adecuado factor de conversión. ¿Cuál es el equivalente en dólares a la mitigación de una semana de sufrimiento? ¿cuál es el de aumentar el conocimiento en un proceso de enfermedad?.

Una complicación añadida en esta contabilidad es que el problema de que se trata es un problema de investigación y la investigación es, por definición, una invasión de lo desconocido. Por tanto, se deduce que ni los costos ni los beneficios del experimento proyectado pueden ser conocidos con precisión. [...] Finalmente, al cerrar el balance no debemos olvidar incluir en la columna del debe las consecuencias de infringir la libertad de investigación”.

A este respecto se podría preguntar qué habría ocurrido en la humanidad si Jenner o Pasteur no se hubieran arriesgado a ensayar las vacunas.

Se puede preguntar: ¿es lícito y está justificado el proseguir con algunas de las nuevas investigaciones de la Genética Humana? ¿qué postura deben tomar la comunidad científica y la sociedad? ¿se debe promocionar, permitir, desaconsejar o prohibir alguna de tales investigaciones? ¿quién debe decidir?. A la hora de tomar una decisión -decía Stetten- los especialistas implicados en el problema (no sólo los biólogos, sino también los moralistas, filósofos, sociólogos, psicólogos y legisladores) han de tener en cuenta el haber y el debe, los pros y los contras, no sólo en la realización de cierta investigación, sino también de la no realización de la misma.

Estoy de acuerdo con Stetten cuando compara la libertad de investigación con la libertad de expresión como un derecho inalienable del hombre, diciendo:

“... es una cosa preciosa digna de ser alimentada y cuidada, pero, como otras libertades, no es absoluta. Todos sabemos que la libertad de expresión puede ser coartada cuando su ejercicio puede engendrar un peligro real...”

y añade:

“todos hemos sido educados en la norma de que no se puede gritar ‘¡fuego!’ en un teatro abarrotado de público”.

En relación con la Terapia Génica, pero extensible también a cualquier otra técnica de manipulación genética humana, es pertinente recordar aquí las palabras proféticas que en 1967 escribiera el premio Nobel Marshall W. Nirenberg:

“... el hombre puede ser capaz de programar sus propias células con información sintética mucho antes de que pueda valorar adecuadamente las consecuencias a largo plazo de tales alteraciones, mucho antes de que sea capaz de formular metas y mucho antes de que pueda resolver los problemas éticos y morales que surgirán. Cuando el hombre llegue a ser capaz de dar instrucciones a sus propias células deberá contenerse de hacerlo hasta que tenga la clarividencia suficiente para usar su conocimiento en beneficio de la humanidad.”

V. GENÉTICA Y BIOÉTICA : UN DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR NECESARIO

Hoy día, el hombre de la calle y los medios de comunicación utilizan continuamente la palabra “bioética” en relación con la valoración ética del progreso de la Biología y la Medicina, muy especialmente debido al avance de la Genética y sus aplicaciones en el ser humano, las plantas, los animales y los microorganismos. Sin embargo, quizá, poca gente sabrá que el neologismo “bioética” (*bios* = vida, *ethos* = ética, costumbre) solamente tiene 35 años de existencia y, mucho menos, quién fue el inventor del término.

1. Van Rensselaer Potter: la bioética global, una visión global de la bioética y los orígenes de la bioética

El 6 de septiembre de 2001, a los 90 años de edad, falleció Van Rensselaer Potter II (nacido el 27 de Agosto de 1911) a quien muchos consideran el padre de la Bioética en el sentido de que fue él quien propuso por vez primera el término aplicado a una nueva “ciencia de la supervivencia” (Potter, 1970, *Bioethics, the science of survival*) que habría de ser el “puente hacia el futuro” de la humanidad (Potter, 1971, *Bioethics: Bridge to the future*). Se ha discutido mucho sobre la paternidad de la palabra “bioética” y su significado conceptual, pero la cuestión se decanta en favor de Potter. Él se quejaba de que el Joseph and Rose Kennedy Center for the Study of Human Reproduction and Bioethics de la Georgetown University de los jesuitas, inaugurado oficialmente el 1 de Octubre de 1971, utilizara en su denominación “and Bioethics” omitiendo en declaración alguna el origen del término. Según describe Abel (2001 p. 15 y 16), de hecho fue Hellegers, fundador del centro, quien propuso tal denominación influido inconscientemente, quizá, por haber tenido conocimiento más o menos indirecto de las publicaciones de Potter. Curiosamente, la Georgetown University decidió con posterioridad abrir a otras facultades universitarias el espectro de la

bioética que estaba constreñido al ámbito médico, cambiando la denominación inicial por la de Kennedy Institute of Ethics.

Van Rensselaer Potter, Doctor en Bioquímica y oncólogo con unas 350 publicaciones en su haber en el campo de la bioquímica y el cáncer, trabajó y llegó a ser Director del McArdle Laboratory of Cancer Research de la University of Wisconsin-Madison de la que fue Hildale Professor Emeritus of Oncology.

La primera vez que utilizó Potter el neologismo “bioética” (bioethics) fue en un artículo aparecido a finales de 1970 y poco tiempo después, en enero de 1971, Potter publicó el primer libro de la historia que llevaba por título el término *bioética* con el propósito de “contribuir al futuro de la especie humana promocionando la formación de una nueva disciplina: la **BIOÉTICA**”. Potter justificaba su esfuerzo en el prefacio de la obra diciendo:

“Hay dos culturas —ciencias y humanidades— que parecen incapaces de hablarse una a la otra y si ésta es parte de la razón de que el futuro de la humanidad sea incierto, entonces posiblemente podríamos construir un ‘puente hacia el futuro’ que es el subtítulo de la obra construyendo la disciplina de la Bioética como un puente entre las dos culturas. ... Los *valores éticos* no pueden ser separados de los *hechos biológicos*.”

Más adelante, en el Capítulo 1, decía:

“La humanidad necesita urgentemente de una nueva sabiduría que le proporcione el ‘conocimiento de cómo usar el conocimiento’ para la supervivencia del hombre y la mejora de la calidad de vida.”

Para esta nueva ciencia, construida sobre la propia Biología e incluyendo además la mayoría de los elementos esenciales de las ciencias sociales y humanísticas, incluyendo la Filosofía, propuso Potter el nombre de **BIOÉTICA** para resaltar los dos elementos más importantes: el conocimiento biológico (*bios*) y los valores humanos (*ethos*).

Para Potter, el significado de la palabra “bioética” en 1971 representaba la afirmación de dos conclusiones: en primer lugar, que la supervivencia de un futuro a largo plazo se reduce a una cuestión de bioética, no de una ética tradicional; en segundo lugar, que para ese futuro a largo plazo había que inventar y desarrollar una política bioética ya que la ética tradicional se refiere a la interacción entre personas, mientras que la bioética implica la interacción entre personas y sistemas biológicos. Por eso decía Potter en el Prefacio de su obra:

“Necesitamos de una Ética de la Tierra, de una Ética de la Vida Salvaje, de una Ética de Población, de una Ética de Consumo, de una Ética Urbana, de una Ética Internacional, de una Ética Geriátrica, etcétera. Todos estos problemas requieren acciones basadas en valores y en hechos biológicos. Todos ellos incluyen la Bioética y la supervivencia del ecosistema total constituye la prueba del valor del sistema.”

Es el concepto de *Bioética global*. Por eso se quejaba Potter (2001) de que “la Bioética hubiera sido acaparada durante la siguiente década por los ‘comités bioéticos’ médicos que trabajaban en Centros de Bioética en el área clínica, tratando problemas de vida y muerte que son todavía controvertidos.” Así, la Bioética quedaba restringida a una *Bioética médica o clínica*, como ya puso de manifiesto en 1975 en su alocución Presidencial de la 66ª Reunión Anual de la Asociación Americana del Cáncer. No obstante, también

podría argumentarse legítimamente desde el punto de vista opuesto que Potter polarizó su idea de la Bioética hacia una *Bioética medioambiental o ecológica*. De hecho, su libro está dedicado a Aldo Leopold, ingeniero forestal de la Wisconsin University, quien con su “Ética de la Tierra (*Land Ethic*)” (1949) —en palabras de Potter— “anticipó la extensión de la Ética a la Bioética”.

Yo estoy de acuerdo con Potter en que la Bioética intenta relacionar nuestra naturaleza biológica y el conocimiento realista del mundo biológico con la formulación de políticas encaminadas a promover el bien social. Por ello, en mi opinión, la Bioética puede referirse directamente al hombre mismo —ya sea a nivel individual, de población o de especie— o indirectamente cuando el problema bioético afecta a su entorno ecológico, tanto si se refiere a los seres vivos (microorganismos, plantas o animales) como a la naturaleza inanimada, aunque esto último parezca un contrasentido. La Bioética consiste, por tanto, en el diálogo interdisciplinar entre vida (*bios*) y valores morales (*ethos*); es decir, trata de hacer juicios de valor sobre los hechos biológicos, en el sentido más amplio del término, y obrar en consecuencia.

2. BIOÉTICA Y SOCIEDAD: LOS COMITÉS DE BIOÉTICA

El 11 de Noviembre de 1997, la UNESCO aprobó la *Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos* en cuyo texto hace referencia a la necesidad de educar a la sociedad en Bioética y a institucionalizar la presencia de los *comités de Bioética* en la toma de decisiones. Así, los 186 países pertenecientes a la UNESCO reconocían en el documento la necesidad de:

- promover la educación en bioética, a todos los niveles;
- concienciar a los individuos y a la sociedad de su responsabilidad en la defensa de la dignidad humana en temas relacionados con la Biología, la Genética y la Medicina;
- favorecer el debate abierto social e internacional, asegurando la libertad de expresión de las diferentes corrientes de pensamiento, socioculturales, religiosas y filosóficas;
- promover la creación, a los niveles adecuados, de Comités de Bioética independientes, pluridisciplinarios y pluralistas.

Efectivamente, para que una Comisión de Bioética funcione correctamente debe reunir las tres características que señala la Declaración Universal de la UNESCO:

a) Independencia

Los expertos que componen la comisión deben tener absoluta libertad de manifestar sus criterios con total objetividad, sin coacción alguna, a su leal saber y entender. El hecho de que en las comisiones los expertos puedan estar nombrados a propuesta de diferentes estamentos o instituciones no debe implicar que tengan que supeditar sus opiniones a directrices emanadas de éstas.

b) Pluridisciplinaridad

Los Comités de Bioética deben estar compuestos por expertos en el campo de la investigación científica de que se trate así como de filósofos, moralistas, juristas, sociólogos, psicólogos, etc. sin olvidar, en su caso, a los propios afectados por la investigación tanto

como sujetos activos (administración, empresa) o pasivos (pacientes, consumidores). Es obvio que la amplitud de las áreas implicadas dependerá del tipo de comité de que se trate: no es lo mismo un comité de investigación clínica de un hospital que un comité de bioética de una institución de investigación o una comisión nacional de bioética.

c) Pluralismo

Vivimos en una sociedad plural en la que los ciudadanos tienen distintas actitudes filosóficas y religiosas ante la vida de acuerdo con su educación y formación cultural. Por ello, los comités de bioética deben ser plurales puesto que si un comité está formado por un determinado grupo de personas de una misma ideología, las conclusiones y decisiones que propongan serán válidas para los ciudadanos que compartan dicha ideología, sin embargo serán rechazadas por el resto de la sociedad.

En el presente contexto es importante hacer referencia a la *ética de mínimos* que conduce a los denominados *deberes perfectos*, en el sentido de que deben ser asumidos por todos los ciudadanos, y la *ética de máximos* que conduce a los *deberes imperfectos*, puesto que uno se los puede exigir a sí mismo, pero no a los demás.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, F. 2001. Bioética: orígenes, presente y futuro. *Instituto Borja de Bioética, Fundación Mapfre Medicina, Editorial Mapfre S.A., Madrid*, XIX+266 pp.
- LACADENA, J.R. 2000. Genética, Sociedad y Bioética. En (M. Palacios, coord.) *Bioética 2000. Ediciones Nobel, S.A., Oviedo*, pp. 251-264
- LACADENA, J.R. 2002 a. Bioética global, visión global de la bioética y manipulación genética. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 2:22-53.
- LACADENA, J.R. 2002 b. Van Rensselaer Potter: orígenes de la bioética. *Jano: Medicina y Humanidades*, vol. LXII, núm. 1424:64-65.
- LACADENA, J.R. 2002 c. Genética y Bioética (Capítulo 1), *Colección Cátedra de Bioética, Univ Pontificia Comillas, Madrid, Editorial Desclée de Brouwer, Bilbao*, 719 pp.
- LACADENA, J.R. 2005. "Comentario al Proyecto de Ley sobre Técnicas de Reproducción Humana Asistida", Página web sobre "Genética y Bioética", Centro Nacional de Información y Comunicación Educativas (CNICE), Ministerio de Educación y Ciencia, <http://www.cnice.mec.es/tematicas/genetica> (septiembre, 2005)
- LEOPOLD, A. 1949. The Land Ethic: Sand County Almanac, with other essays on conservation from Round River. *Oxford University Press, Oxford*.
- NIRENBERG, M.W. 1967. Will society be prepared? *Science*, 157:633.
- POTTER, V.R. 1970. Bioethics, the science of survival. *Perspectives in Biology and Medicine*, 14: 127-153.
- POTTER, V.R. 1971. Bioethics: Bridge to the future. *Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey*, XVII+205 pp.
- STETTEN, D. Jr. 1975. Freedom of enquiry. *Genetics*, 81:415-425.