

## GENOMA HUMANO

Watson y Crick diseñaron un modelo en escala de DNA, que fue la clave del éxito. La confirmación de la forma de la molécula de la vida permitió estudiar la expresión de los genes.



*"Había yo decidido construir modelos de doble cadena. Francis tendría que estar de acuerdo. Pues a pesar de ser físico, sabía que los objetos biológicos importantes se presentan de a pares".*

*James Watson*

### **El comienzo. Los primeros logros. Los planteos éticos.**

En 1953, el biólogo estadounidense James Watson (24 años), y el físico inglés Francis Crick (37), describieron la molécula de ADN como una doble hélice. El logro de estos científicos, como la mayoría de los logros científicos, fue cimentado por los trabajos de sus predecesores, como Gregor Mendel (1869)<sup>1</sup>, Friedrich Miescher (1869)<sup>2</sup>, Carrens, Tchermark y De Vries (1900).<sup>3</sup>

Los jóvenes que fueron laureados por el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1962, sentaron las bases para el desarrollo de la Biología Molecular y sus tecnologías como la Ingeniería Genética.

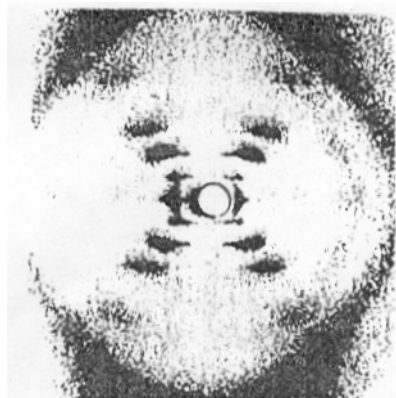
La forma de las moléculas determina su función. Este principio es válido para la molécula de ADN, y Watson y Crick sabían de su importancia. Por eso ellos desarrollaron una tarea intensa hasta lograr un modelo a escala que respondiera a los datos con los que contaban sobre la estructura, como posiciones y ángulos indicados por los rayos X de las fotografías aportadas por la investigadora Rosalind Franklin, lamentablemente fallecida poco antes del otorgamiento del Premio Nobel por este descubrimiento.

*"Nada más ver la fotografía ( cuenta Watson <sup>4</sup>), me quedé con la boca abierta y se me disparó el pulso. El patrón era increíblemente más simple que los obtenidos hasta entonces... la cruz negra de reflexiones que dominaba la imagen sólo podía deberse a una estructura helicoidal"*

### **Opiniones de James Watson, un pionero del Proyecto Genoma Humano.**

Treinta y nueve años más tarde de aquel logro, el Dr. James Watson contestó a las preguntas que le formularon en una entrevista en la Universidad de California, acerca de por qué había aceptado liderar el Proyecto del Genoma Humano del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (NIH), y cuál era el objetivo último del Proyecto:

*"Yo deseaba que el proyecto triunfara, y alguien tenía que liderarlo. Yo no estaba haciendo*



El modelo de difracción de rayos X del DNA. Las manchas centrales en forma de cruz indican la presencia de una estructura en forma de hélice. Las bandas más intensas de las partes superior e inferior son las bases situadas a distancia constante.

<sup>1</sup> El monje austriaco demostró las leyes de la herencia, pero su descubrimiento pasó inadvertido.

<sup>2</sup> El patólogo suizo descubrió el ADN en espermatozoides de peces.

<sup>3</sup> Los investigadores alemán, austriaco y holandés, redescubrieron, independientemente uno del otro, las leyes de Mendel.

<sup>4</sup> *The Double Helix* (pag.98).

*ciencia....,no iba a competir con otros. Soy muy conocido y tengo una buena trayectoria, como para que me propusieran hacer cosas estúpidas".*

*"La meta fue justamente entender mejor la vida, y cuando usted entiende mejor la vida usted puede entender mejor la enfermedad. La meta del Proyecto es entender las instrucciones genéticas para los seres vivos. Conseguir las instrucciones es un gran trabajo; entender esas instrucciones puede consumir varios cientos de años..".*

Ocho años más tarde, cuando el Proyecto Genoma Humano estaba próximo a su culminación, pero el Dr. Watson ya no lideraba uno de los grupos ( el de la NIH), él historió lo siguiente:

*" Ninguno de los privilegiados que vimos por primera vez la doble hélice en la primavera del 1953 nos planteamos jamás que llegaríamos a ver completamente decodificada. En aquel momento, todos nuestros sueños se centraban en el siguiente gran objetivo: descubrir cómo determinaban las cuatro letras que componen el alfabeto del ADN ( A,T,G y C) las secuencias lineales de aminoácidos en la síntesis de proteínas, las principales actrices del drama de la vida celular".*

*"Más tarde , los elementos creativos de la ciencia se ocuparon de aprender a leer el mensaje del ADN. En menos de una década se crearon potentes métodos para determinar el orden de las letras del ADN, y se diseñaron procedimientos para cortar y volver a unir moléculas de ADN y producir ADN recombinante".*

*"Y entonces los agoreros proclamaron que estos procedimientos crearían formas de vida tan amenazadoras para nuestra existencia como las armas nucleares.*

*Sin embargo, esas falsas alarmas nos retrasaron algunos años. Mi deseo de ayudar a acelerar la genética humana fue lo que me animó en 1986 a convertirme en uno de los primeros partidarios del Proyecto Genoma Humano.*

*Aunque muchos jóvenes brillantes alegaron que todavía no había llegado la hora del proyecto, los que pertenecíamos a la generación anterior estábamos viendo demasiado de cerca de nuestros padres y cónyuges víctimas de enfermedades de predisposición genética. Y prácticamente todos conocíamos a parejas con hijos cuyo futuro estaba empañado por una mala tirada de los dados genéticos."*

*"Por tanto, cuando entré en el Capitolio en 1987 con el informe de la Academia nacional de Ciencias, prometí que mucho antes de que el proyecto estuviese terminado habíamos clonado los genes clave que predisponen a los humanos a padecer Alzheimer o cáncer de mama y colon, todas enfermedades familiares".*

*"Desde el comienzo me esforcé en garantizar que fuese un proyecto internacional, apoyado por los principales países del mundo desarrollado. También deseábamos que todos los datos apareciesen en Internet, de forma que se pudiese disponer de ellos de forma gratuita en todo el mundo."*

*" Hoy en día, quienes trabajan en el consorcio internacional se enorgullecen de haber enviado a la red sus nuevas secuencias de ADN en las 24 horas siguientes al ensamblado."*

*"En cambio las grandes cantidades de dinero privado aportadas en los dos últimos años financian a empresas cuyo objetivo es encontrar y patentar secuencias de ADN antes de que estén a disposición de todos. No es de extrañar que los directivos de estas empresas hayan insinuado que los que comenzamos el proyecto ya no somos necesarios. Para gran alivio nuestro, la iniciativa financiada públicamente no recibió menos sino más dinero. Nuestros patrocinadores quieren garantizar que las características generales del genoma humano estén a disposición gratuita de todos los habitantes del mundo. Los acontecimientos de las últimas semanas han demostrado*

*que quienes trabajan por el bien general no necesariamente se quedan a la zaga de aquellos movidos por un afán de lucro personal”.*

### **Otros antecedentes del Proyecto genoma Humano**

Este proyecto es también hijo de una historia trágica, desde que el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), se implicaron en investigaciones genéticas desde 1947, para estudiar los efectos mutágenos de las radiaciones en los supervivientes japoneses de Hiroshima y Nagasaki. Los efectos mutágenos habían sido descubiertos en 1927 por H.J.Muller ( Premio Nobel 1946).

Para realizar estos estudios se requerían técnicas, instrumentos, y desarrollo de la informática tanto en hardware como en software.

### **El Proyecto Público y el Privado**

La idea de secuenciar el genoma humano completo, fue propuesto en discusiones científicas entre 1984 a 1986, por el DOE. SE propuso trabajar en mapas del genoma humano y paralelamente en el de bacteria, levadura, gusano, mosca y ratón. Colaboraron Gran Bretaña ( UK Medical Research Council y Wellcome Trust), Francia ( Centre d'Etude du Polymorphisme Humain), Japón y la Comunidad Económica Europea. Se incorporaron al Proyecto Público, también Alemania y China.

Esta asociación internacional, secuenciaba el genoma humano, cromosoma a cromosoma, en distintos laboratorios del mundo.

El Proyecto Privado fue liderado por el norteamericano Craig Venter, que en 1998 formó la empresa Celera ( que significa rápido), juntamente con Perkin -Elmer, un conocido laboratorio internacional. El propósito de la empresa era secuenciar rápidamente el genoma, mediante una técnica diferente a la del Consorcio Público, llamada *shotgun*, que secuencia el ADN sin separación previa de los cromosomas, y los ensambla mediante supercomputadoras.

### **¿Qué se ha logrado hasta el momento?**

**La expresión "borrador", significa que aún hay zonas sin descifrar de la secuencia ( huecos)**

Se ha publicado una secuencia "en borrador" del genoma humano. Aparentemente, unos 32.000 genes componen el genoma humano. Al momento, 22.000 de ellos han sido identificados.

Como se está ante la situación de poseer dos secuencias genómicas "en borrador" diferentes, es posible compararlas, y de esta manera rellenar espacios vacíos, detectar errores o repeticiones, etc.

Para comprender el alcance de la información a la que se ha accedido con la decodificación de el genoma, recurriremos a una analogía. Imaginemos un libro antiguo que ha sido descubierto en una caverna, que sintetiza todo el conocimiento de la antigüedad. Algo como la Piedra Rosetta, que fue un gran descubrimiento lingüístico.

Imaginemos que está escrito en un código difícil de descifrar. Existen palabras en griego antiguo, pero la mayor parte del libro contiene palabras que nadie ha visto antes, y cuyo significado es oscuro. No solo las palabras son desconocidas, sino el contexto en el que se insertan . Una traducción palabra por palabra , sin entender la sintaxis y la estructura del lenguaje, haría imposible la decodificación del mensaje.

Afortunadamente, merced a estudios anteriores, se conoce la estructura básica de un gen. Los genes comparten entre sí estructuras comunes a las que se las llama "secuencias conservadas". Sería como conocer en parte, la sintaxis a la que hace referencia el texto anterior.

***El ADN no es como un libro que puede ser leído linealmente, desde el principio al fin, al menos si se desea entender qué significa.***

Más bien es una matriz o una red informativa, de la cual emerge la vida, así como el arte y la cultura emergen de una sociedad. La vida se genera como producto de variadas y complejas interacciones entre los genes.

Si bien se ha encontrado que el genoma humano es 30 veces más grande que el del gusano, y 250 veces mayor que el de la levadura, solamente posee el doble o triple de genes más que ellos.

***Podría pensarse entonces, que no hay una correlación directa, entre la cantidad de genes y la complejidad del organismo.***

Pero los genes humanos, son más complejos que los de organismos más simples; poseen mayores alternativas de combinarse ( *splicing*, o *corte y emplame*), para generar un número mayor de proteínas. Tenemos varias proteínas de la misma familia que las de las moscas y gusanos, pero tenemos más de ellas en cada familia.

***"El genoma es un Museo de las infecciones sufridas por la humanidad y sus ancestros"***

Esta afirmación aportada por el Dr. Baltimore de California, hace referencia a que muchos de los genes con los que cuenta el ser humano, provienen de intercambios con otros organismos como bacterias, en estadíos tempranos de la evolución

Los cromosomas 21 y 22 han sido completamente ensamblados, y los cromosomas 20, Y, 19, 14 y 7 están prontos a alcanzar ese estatus.

#### **¿Cuántos individuos aportaron el material biológico a secuenciar?**

Al comienzo del desarrollo del Proyecto del Genoma Humano, se produjo un debate acerca del genoma que se iba a secuenciar: ¿a qué individuo pertenecería?; ¿al de una celebridad quizá, como James Watson?. ¿O debían estudiarse los genomas de varios individuos?. La genética no se beneficiaría inmediatamente por la secuenciación de un genoma único. Pero aún un genoma sería inmensamente revelador para la ciencia al descifrar el plan molecular de la especie.

SE siguió un protocolo de trabajo, que resguardara el anonimato de las muestras, recogidas de cinco individuos.

***El genoma de cada individuo a menudo difiere del genoma de otros humanos, en términos de cambios en una sola base.***

***Eso se denomina Polimorfismo en un solo nucleótido.***

Esa pequeña diferencia se hace grande al considerar el genoma completo, pues consistirá en diferencias en miles de bases nitrogenadas, y eso hace a la variabilidad entre los seres humanos.

#### **¿Qué falta hacer en el Proyecto Genoma Humano?**

Se deberán desarrollar técnicas adecuadas para decodificar zonas recalcitrantes, o zonas de difícil acceso en el cromosoma, tal como centrómeros, telómeros y regiones codificadoras de ARN.

Se deberá controlar la precisión en las secuenciaciones, especialmente de las zonas que interesen para extraer genes.

***La evolución en biología celular no consiste solamente en decodificar el genoma, sino la observación de patrones de actividad génica, e interacciones entre genes. El genoma no posee una narrativa; es sólo un diccionario. Las historias "se despliegan", en la medida que las***

*"palabras" se entrelazan entre sí, mientras la célula realiza su trabajo.*

Precisamente la tarea de observar el comportamiento de varios genes al mismo tiempo, será el más inmediato beneficio de haber secuenciado el genoma. Y es una tarea a completar.

Cuando se comparan dos ADN humanos diferentes, la secuencia resulta en la diferencia en un nucleótido (*polimorfismo en un único nucleótido, o SNP*), cada 1.000 ó 2000 nucleótidos. Esto no parece mucho, hasta que se toman en cuenta los 3,2 billones de nucleótidos del genoma humano, que implican entre 1,6 y 3,2 millones de SNPs.

*Menos del 1% de los SNPs resultan en la variación en proteínas, pero la tarea de determinar cuáles de los SNPs tienen consecuencias funcionales, es una tarea pendiente.*

### **Posibilidades para el futuro**

La meta última del Proyecto Genoma Humano, es la compilación de una lista completa de los genes humanos.

*Ese listado será como la Tabla Periódica de la investigación biomédica.*

Pero ésta es una difícil tarea. Los genes humanos poseen pequeños exones separados por grandes intrones. Esto genera mucho "ruido" en el sistema, con el resultado que los programas computacionales que se emplean tienen una capacidad limitada. Por ello tiene gran importancia la comparación de genes "conservados" de diferentes especies (tales como los de las proteínas Histonas), pero esa comparación no es posible con genes que evolucionan más rápidamente, como los que intervienen en aspectos de la sexualidad y fertilidad.

## APLICACIONES EN MEDICINA

### La terapia génica como una etapa fundamental de la medicina del futuro

*Dice W.French Anderson, uno de los pioneros de la terapia génica, que en la historia de la medicina moderna se pueden señalar las siguientes etapas fundamentales:*

- *La introducción de los sistemas sanitarios de Salud Pública.*
- *La utilización de la anestesia en la cirugía*
- *La utilización de las vacunas y antibióticos.*

*Dicho autor considera que posiblemente la terapia génica llegue a constituir otra etapa fundamental de la Medicina del futuro.*

¿Qué se entiende por terapia génica?

En un sentido estricto, es la administración deliberada de material genético en un paciente humano con la intención de corregir un defecto genético específico, o una técnica terapéutica mediante la cual se inserta un gen funcional en las células de un paciente humano para corregir un defecto genético o para dotar a las células de una nueva función.

Los métodos pueden ser:

- *Ex vivo*, cuando la corrección del defecto genético se realiza en el laboratorio en las células extraídas del paciente y que posteriormente son reintegradas al organismo ( es el caso de la terapia administrada a los "niños burbuja").
- *In situ*, cuando la modificación genética de las células del paciente se realiza introduciendo el ADN ( los genes terapéuticos) directamente en el propio órgano defectuoso del individuo ( en distrofias musculares o supresión de ciertos tumores).
- *In vivo*, cuando se hace llegar en vectores adecuados los genes terapéuticos a las células defectuosas a través del torrente circulatorio ( por ejemplo por inyección intravenosa). Otra posibilidad sería la de utilizar las células de la piel con un propósito bien distinto: la síntesis y secreción de proteínas que son producidas normalmente en un tipo de células pero que son transportadas en el plasma sanguíneo para uso de otras células. Así, en principio, el implante de células de la piel podrían corregir enfermedades tales como la hemofilia, Alzheimer o Parkinson.

#### **Identificación de genes que contribuyen a la enfermedad**

La clasificación funcional de los genes ligados a la enfermedad y sus productos, podrán revelar principios generales sobre la enfermedad.

A medida que este conocimiento crezca, se producirá una mayor integración de la medicina con la biología.

Se han determinado las categorías funcionales de aproximadamente 1.000 genes vinculados con enfermedades, y se han encontrado asombrosas correlaciones entre la función del producto del gen y características de la enfermedad, tales como edad en la que se produce, y características hereditarias.

#### **Diseño de drogas dirigidas a un "blanco" específico**

En la actualidad, existen unas pocas drogas en el mercado, que se dirigen a un "blanco" específico. Aunque unos pocos genes podrán ser tratados genéticamente de esta manera, se ha predicho que la investigación en esta área, podrá proporcionar varios cientos de ellos. El siguiente es un ejemplo de cómo actúa una terapia en este sentido.

En la enfermedad de Alzheimer se produce la abundante deposición de placas proteicas, de proteínas llamadas  $\beta$ -amiloides. Estas proteínas provienen de una proteína precursora, que es transformada por otras proteínas llamadas enzimas. La enzima que produce esta transformación ha sido identificado, así como su homóloga. Ambas se reconocen con los nombres de BACE y BACE2. SE piensa que el desarrollo de antagonistas de esta proteínas podría representar un acercamiento promisorio para la prevención de la enfermedad de Alzheimer.

### **Elaboración de vacunas**

Citaremos como ejemplo, el caso de la bacteria que causa la meningitis.

Se ha descifrado la composición genética de esta bacteria. En un estudio publicado en la revista *Science*, investigadores italianos y británicos dijeron que han logrado determinar la secuencia del genoma de *neisseria meningitidis*, causante de la meningitis tipo B. Los investigadores utilizaron luego el genoma de dicha bacteria para descubrir siete proteínas producidas por el microorganismo, que a su vez pueden ser utilizadas para elaborar una vacuna contra esa enfermedad.

### **Cáncer y genoma**

Una de las metas de la investigación de esta enfermedad, es identificar los genes que la produce. Todas las formas de cáncer son provocadas por anomalías en la secuencia de ADN. A través de la vida, el DNA de las células humanas está expuesto a mutágenos, y experimenta errores en su replicación. Ocasionalmente, alguna de esas mutaciones somáticas alteran la función de un determinado gen, proveyéndolo de una ventaja comparativa en su crecimiento, respecto de las células normales. Esto resulta en la emergencia y expansión de clones derivados de estas células defectuosas, que pueden invadir tejidos vecinos y producir metástasis.

SE conocen unos pocos oncogenes ( genes supresores de tumores). La secuencia genómica lograda mediante el Proyecto GH, permitirá detectar nuevos oncogenes, y comparar los conocidos ( que están clonados), con la secuencia génica que aportó el proyecto. Esto no es tarea fácil, fundamentalmente por que en el cáncer interviene más de un gen, y a éstos no siempre es posible localizarlos.

Los genes que mutan en el cáncer, generalmente pertenecen a una familia de genes, pero esta familias a menudo son muy grandes, y una minoría de sus miembros está implicado en la enfermedad. El cáncer se caracteriza por una desorganización del genoma. Quizá en ese sentido, la secuencia del Genoma Humano disponible actualmente podría ser usada como "molde", contra el cual comparar genes de células cancerígenas.

### **Mejoramiento del sistema inmunológico**

Relataremos el caso de los bebés que sufren el trastorno severo combinado de inmunodeficiencia , o SCID ( los "niños burbuja").

El SCID impide que los organismos de los bebés produzcan linfocitos ( un tipo de glóbulo blanco), y por lo tanto su organismo no está defendido de las infecciones. Estos bebés poseen un gen defectuosos que impide la formación de linfocitos. Si se elimina ese obstáculo, el organismo puede volver a generar recursos inmunológicos normales. Lo que se hizo fue tomar una versión normal del gen defectuoso, u añadirla a un virus inocuo que actúa como intermediario para introducir ese gen en una célula ( vector). En el laboratorio se infectaron células troncales extraídas a los bebés, con el virus portador del gen. Luego se reimplantó las células troncales en los bebés. Pronto los organismos de los bebés, comenzaron a producir células inmunológicas eficientes.

## CONSIDERACIONES ETICAS

*Se han planteado gran cantidad de consideraciones de este tipo, desde distintos ángulos. La siguiente es una presentación resumida de algunas opiniones autorizadas, emanadas de Organismos Públicos, de referentes científicos y sociales, y también periodísticos.*

### **"SEREIS COMO DIOSES"**

Con estas palabras extraídas del libro del Génesis (Gn 3,5) la serpiente tentó a Eva en el paraíso.

El científico español Juan Ramón Lacadena comienza con esta frase sus argumentaciones, en el que hace referencia al enorme poder de la Biomedicina actual, en la que el científico puede "crear" vida en un laboratorio, o manipular genes. Pero el científico no actúa como "creador", ya que esa vida no ha sido creada de la nada, sino a partir de células preexistentes.

La Genómica funcional, se plantea la cuestión fundamental : ¿cuál es el juego mínimo de genes celulares esenciales?

Datos experimentales obtenidos en levaduras y bacterias, indican que la proporción del genoma esencial para el crecimiento y división de las células es de un 9 a 12% respectivamente en cada especie.

Venter y colaboradores infieren la existencia de un juego mínimo de 256 genes fundamentales.

Otra conclusión que extraen Venter y col. Es que el juego de genes esenciales, no se corresponde exactamente con el genoma mínimo, ya que genes que son individualmente dispensables pueden no serlo simultáneamente.

Este investigador continúa con sus consideraciones acerca de los aspectos éticos de la Terapia Génica (TG), y plantea entre otros los siguientes puntos:

- 1- La TG no incluye la estimulación genética de características tales como el comportamiento, la inteligencia o el aspecto físico.
- 2- La TG sólo se debería intentar cuando no hay otras alternativas terapéuticas.
- 3- La TG debería requerir la evidencia que es segura, beneficiosa , técnicamente posible y éticamente aceptable.
- 4- La TG de células somáticas para el tratamiento de enfermedades graves puede considerarse ética porque puede ser apoyada por los principios fundamentales de autonomía, beneficencia y justicia.
- 5- Los tratamientos anteriores no presentan problemas éticos diferentes a lo de cualquier otro tipo de terapia experimental, tales como la utilización de nuevos fármacos, o técnicas quirúrgicas novedosas.
- 6- ¿Cuál sería la valoración ética del uso de una TG cuyo fin fuera perfeccionar fenotipos normales?. El ejemplo más obvio podría ser el de transferir el gen de la hormona del crecimiento de algún determinado animal a un niño normal, con la intención de que aumentara su crecimiento. Con cierta ironía podría pensarse que, quizá a algunos padres les gustaría tener un jugador de baloncesto en la familia. Posiblemente si se autorizaran este tipo de prácticas, nos colocarían en un plano resbaladizo muy peligroso.
- 7- Así como la TG somática ha sido ampliamente aceptada, la TG germinal se enfrenta con obstáculos técnicos y con disparidad de criterios respecto de su valoración ética. El papel potencial de la manipulación de la línea germinal para la prevención de enfermedades genéticas es mucho menos claro que el de la modificación somática. La TG germinal plantea cuestiones problemáticas como son la propagación de efectos impredecibles en las generaciones futuras o los efectos a largo plazo que pudieran cambiar las características genéticas de las poblaciones humanas.

- 8- La Declaración Universal de la UNESCO sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos ( 1997) en su artículo 24 invita a la identificación de prácticas que puedan ir contra la dignidad humana, como las intervenciones en la línea germinal. Lo mismo lo hace el Convenio Europeo de Bioética. ES interesante observar que en EEUU se obtuvo la patente de la técnica de TG somática *ex -vivo*, y posiblemente no correrá la misma suerte la TG germinal.

### **"LOS GENES SON MUY TORPES"**

El Premio Nobel de Química 1962, Max Perutz, expresó sus ideas en una entrevista: " Lo único que hace el ADN es determinar el orden de los aminoácidos de las proteínas. Los genes no saben hacer otra cosa, son realmente torpes. La clave está en las proteínas, que son las verdaderas máquinas de la vida".

*"La verdad es que yo era escéptico sobre este proyecto gigantesco ( el del Genoma Humano), ....pero creo que estaba equivocado, y lo creo por una razón más médica que científica: por que el Proyecto genoma supondrá una gran revolución de las técnicas de diagnóstico y prevención de la enfermedad".*

"No entiendo cómo se puede retorcer la ley para permitir a las empresas que patenten genes. Una empresa puede analizar y secuenciar un gen, pero eso no es una invención, sino una mera descripción."

Con respecto al diseño de fármacos agrega:

"Me figuro que lo que deberían patentar es el nuevo fármaco, no el gen, ni siquiera el uso del gen para obtener ese fármaco, por que estas técnicas las han ideado otros científicos hace mucho".

### **EL VATICANO Y LOS VERDES ANTE LA INGENIERIA GENETICA**

El filósofo Jorge Martínez Contreras de una Universidad Mexicana hace referencia al concepto de ética:

derivada de "ethos" en griego, lo que se ha traducido generalmente como "costumbre", interpretación que ha sido defendida particularmente por las corrientes empiristas en filosofía. Aristóteles distinguía entre las virtudes éticas y dianoéticas.

Las primeras eran aquellas que orientan positivamente al agente en la prosecución de un fin.

Las segundas son de carácter más bien reflexivo.

Por esta razón las primeras interesan más para la vida del estado pues tienen que ver con problemas de justicia, de amistad, de valor y de consistencia entre todas ellas.

Las segundas tienen un interés más ligado a una moralidad individual que a una social.

Si el quehacer ético no ha cambiado sustancialmente en la historia de la humanidad, sí han cambiado y constantemente, las materias sobre las que discurre la ética. Cada vez que encontramos importantes cambios en la estructura económica de las sociedades, encontramos también nuevas reflexiones de carácter ético, así como de carácter político.

No es la primera vez que la posibilidad de actuar sobre el hombre para transformarlo como se actúa sobre otros seres vivos, como los animales, han causado inquietud en la sociedad. Tal el caso de la aplicación de la primera vacuna en 1798 por Eduardo Jenner

en Inglaterra, que inoculó a un niño con sustancias extraídas de las pústulas del brazo de un granjero que había contraído Viruela. Sin embargo las ventajas de la vacunación terminaron por imponerse, aunque aún no se conocían los virus que causaban la enfermedad.

Un debate moral interesante hoy consistiría en conocer si Jenner tuvo o no derecho de inocular a ese niño sin su consentimiento expreso. Pero es cierto que lo que distinguió a Jenner de cualquier charlatán es que sus resultados eran comprobables y consistentes.

En el caso de la tecnología genética, su validez científica parece estar más allá de toda duda una vez que sus resultados confirman la teoría. Sin embargo, al desarrollarse una ciencia, las tecnologías tienen siempre la posibilidad de perfeccionarse con fines útiles para un grupo humano o la totalidad de la humanidad, por el contrario, con fines negativos para algunos grupos humanos, a veces, paradójicamente, negativos para toda la humanidad, incluso aquellos que los produjeron. Un ejemplo de ello son las armas bacteriológicas.

El filósofo se refiere luego a los argumentos expresados por el grupo denominado de los "verdes" (grünen, del Parlamento Alemán), como a documentos oficiales de la Iglesia Católica.

Para la Iglesia "el hombre no puede ser reducido a un complejo de tejidos, órganos y funciones y no puede ser valorado como cuerpo de los animales" (Vaticano, 1987:8). Ser persona significa "tener un alma espiritual" (Vaticano, 1987:6).

Tal vez la Iglesia conceda un excesivo poder al investigador cuando dice "el investigador usurpa el lugar de Dios(...) y se hace señor del destino ajeno" (Vaticano 1987:5). Al exigir que "los hijos sean traídos al mundo en el matrimonio" (Vaticano, 1987: 24) y al rechazar la posibilidad de usar gametos de una tercera persona, el filósofo considera que la Iglesia hace del hombre un animal, porque le quita su característica fundamental frente a aquél, la posibilidad de recrearse por la cultura y, en consecuencia, el derecho y la posibilidad de amar y educar a los niños, aunque no sean genéticamente suyos, ya sea que se haya querido o podido querer tener hijos propios, ya sea que se esté casado, viudo o soltero.

El considera contrariamente al Vaticano, que la evolución natural no será un fenómeno que el hombre llegue a controlar artificialmente en su totalidad.

Considera que las tecnologías *per se* no son solución para nada. Tecnologías mal dominadas, no apoyadas en bases científicas sólidas, puede producir lo contrario que pretenden. Este temor legítimo frente a los excesos de las tecnologías, en particular las biotecnologías y la industria nuclear, aparentemente también lo pronostican los verdes alemanes desde hace casi diez años.

En cuanto al problema del riesgo potencial sobre el medio ambiente, los "verdes" consideran que se deben tomar precauciones sobre todo ahí donde no se pueden saber los riesgos a mediano y largo plazo, que tendría la liberación en la naturaleza de cepas creadas ingenierilmente, aunque en una primera etapa pudieran servir, por ejemplo, para controlar plagas.

### **LA TERAPIA GENETICA SE SIENTA EN EL BANQUILLO DE LOS ACUSADOS**

El siguiente es un extracto de un artículo periodístico, redactado por Langreth y Adams del Wall Street Journal, y publicado por el diario El Clarín, a raíz del fallecimiento de un joven que falleció luego de un tratamiento genético en Pensilvania.

La controversia ha superado las barreras de la ciencia, y las preguntas van desde que si la terapia genética es realmente tan prometedora como se pensaba, hasta si se han ocultado del público los posibles efectos secundarios de este tipo de tratamientos, o incluso muertes.

En el centro de la polémica está un tipo particular de virus llamado adenovirus, que a menudo es usado como vehículo para insertar nuevos genes en el cuerpo, ya sea como un intento para reparar un defecto genético o tratar enfermedades como el cáncer. En el caso del paciente fallecido, una alta dosis de adenovirus con nuevos genes, fueron inyectados directamente al principal vaso sanguíneo de su hígado. El joven murió cuatro días después, aparentemente en respuesta al tratamiento.

James Wilson, el Jefe de Investigaciones del Instituto para la Terapia Genética Humana de la Univ. De Pensilvania dijo que "debemos ser extremadamente cautos " a la hora de realizar una prueba en la que un adenovirus sea inyectado en la sangre.

Unos 70 académicos agregan que una vez que se hayan sacado conclusiones , "tendremos una idea más clara sobre qué límites debemos poner a los adenovirus.

## REFLEXIONES FINALES

*Expresiones del Premio Nobel Marshall W.Niremberg ( 1967)*

*"...el hombre puede ser capaz de programar sus propias células con información sintética mucho antes de que se 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".*

## ***BIBLIOGRAFIA***

- Revista "Mundo Científico". Nº 215, septiembre 2000.
- Revistas "Nature" del 12 y 15 de febrero de 2001.
- Página de Internet. Documento sobre Terapia Génica, por Juan Ramón Lacadena. Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación ( P.N.T.I.C).