

# CUESTIONES ÉTICAS EN LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

**AMADOR GARCÍA RUIZ DE GORDEJUELA,  
DOCTOR EN MEDICINA, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE  
BELLVITGE**

Introducción .....	1
1.-Ingeniería genética .....	2
1.1-Concepto .....	2
2.-Técnicas.....	3
3.-Aplicaciones .....	3
4.-Concepto de ética .....	6
5.-Cuestiones éticas de la manipulación genética de animales .....	9
6.-Cuestiones éticas de la manipulación genética de seres humanos .....	12
6.1.-Actuaciones sobre el Genoma Humano .....	12
7.-Actuaciones sobre células diferenciadas .....	14
8.-Actuación sobre células embrionarias/germinales .....	16
9.-Clonación .....	18
10.-Conclusión.....	23
Bibliografía .....	23

Eugenio Molera, Licenciado en Filosofía

---

## INTRODUCCIÓN

La genética, ingeniería genética y los demás términos relacionados con la herencia están últimamente en boca de todos. Los grandes avances que se están produciendo en esta ciencia y las grandes expectativas creadas han provocado una gran conmoción pública, que se ha visto invadida y en ciertos puntos tergiversada por los "mass media".

Aunque la ingeniería genética es una nueva técnica, la humanidad ha intervenido en la constitución genética de otros organismos durante muchos siglos. Históricamente, los impactos más significativos han sido en la agricultura y ganadería, por ejemplo, a través de la cría selectiva del ganado.

La primera actuación de ingeniería genética de manera científica puede atribuirse a Mendel, cuando investigando la herencia, mezclaba los guisantes de manera selectiva, operando sobre los núcleos de las semillas que plantaba.

Con el desarrollo de la ciencia han aparecido todas las técnicas de ingeniería genética que se conocen y también las ambiciones para curar las enfermedades genéticas humanas. Al empezar a actuar sobre el hombre, sus genes y su descendencia es cuando empiezan a surgir las dudas éticas sobre estas técnicas, sobre si respetan o no la dignidad humana.

Después de la publicación de la primera clonación de un mamífero en el Reino Unido, ha habido un gran boom en torno a todas estas técnicas debido a que se han creado expectativas y a la vez muchos temores alrededor de la clonación humana. Enseguida se ha empezado a trabajar en la prohibición de la clonación humana por la agresión que esto supone a la dignidad humana. Pese a esto, ya se ha intentado. En la época de Miguel Ángel, un sabio del momento intentó cruzar a dos familiares cercanos del genial artista repitiendo todas las condiciones que se dieron en su gestación.

En este trabajo se va a analizar lo que es la ingeniería genética y lo que implica científica y éticamente a todos los niveles en los que se está aplicando o a los que se podría aplicar.

## 1.-INGENIERÍA GENÉTICA

### 1.1-CONCEPTO

*Se llama ingeniería genética a una serie de técnicas que permiten la transferencia programada de genes entre distintos organismos. Consiste en una reunión artificial de moléculas de DNA con la finalidad de aislar genes o fragmentos de DNA, clonarlos e introducirlos en otro genoma para que se expresen.* La ingeniería genética se puede describir como la formación de nuevas combinaciones de genes por el aislamiento de un fragmento de DNA, la creación en él de determinados cambios y la reintroducción de este fragmento en el mismo organismo o en otro. Cuando los genes nuevos son introducidos en las plantas o animales, los organismos resultantes pasan a llamarse transgénicos y los genes introducidos transgenes.

La ingeniería genética como tal no es una ciencia, sino un compendio de técnicas para aislar y modificar los genes.

También se conoce con el nombre de técnica del ADN recombinante. Se refiere a todos los procedimientos por los cuales una molécula de ADN es cortada en un lugar determinado y luego "pegada" (con el mismo u otro fragmento) mediante el uso de ciertas enzimas de existencia natural en microorganismos (enzimas de restricción ligasas); también se refiere a procedimientos para multiplicar una molécula determinada de ADN (o un fragmento de ella), mediante su incorporación a elementos autorreproducibles en microorganismos.

La ingeniería genética no es una sola cosa, sino un conjunto de técnicas:

- Extracción del DNA
- Transcriptasa inversa
- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)
- Hibridación molecular de los ácidos nucleicos: Southern blot, Northern blot y Dot Blot

- Clonación

## 2.-TÉCNICAS

Extracción del DNA. Para poder extraer el DNA de una célula hay que romper sus membranas plasmáticas y nuclear por lisis. Posteriormente, para evitar que el DNA sea digerido por la célula se añade una mezcla de proteasas y RNAasas que nos depuran toda la mezcla quedándonos sólo con el DNA de la célula. Posteriormente para usar el DNA habrá que fragmentarlo con enzimas de restricción para coger sólo el fragmento que necesitamos. Después para poder trabajar tenemos que multiplicar las copias de este fragmento de DNA. Esto lo podemos hacer de dos maneras: usando la maquinaria de un microorganismo (bacterias) o por PCR.

Transcriptasa inversa. Cuando estudiamos el gen que sintetiza una proteína que conocemos, podemos obtener su RNAm. Este RNAm lo tratamos con una enzima transcriptasa inversa que hace una copia del RNA a DNA. Este DNA se puede usar luego para lo que queramos.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

–Es un método rápido, sencillo y cómodo de obtener múltiples copias de un fragmento de DNA conocido.

Hibridación molecular de los ácidos nucleicos.

- Son sistemas para identificar secuencias de DNA o de RNA en un genoma o en una genoteca a partir de una sonda o de algún tipo de pista. La técnica de Southern sirve para identificar DNA; la técnica de Northern es para RNA y la de Dot Blot para las dos moléculas.

Clonación.

- Consiste en obtener dos individuos genéticamente iguales, esto es, con la misma dotación genética nuclear.

## 3.-APLICACIONES

Cartografía. Es el Proyecto Genoma Humano. Consiste en intentar describir todos los genes del organismo humano, localizarlos y secuenciarlos.

Diagnóstico. Existen numerosas enfermedades debidas a defectos genéticos. Gracias a las técnicas de ingeniería genética, es posible identificar los defectos genéticos y diagnosticar o pronosticar las enfermedades que aparecen o pudieran aparecer.

Identificación (forense/paternidad). Cada persona posee un código genético diferente (excepto los gemelos unizigóticos), al igual que todos tenemos una huella dactilar distinta, con la peculiaridad de que tiene características similares a las de nuestros familiares. Con esto es posible, con un alto grado de fiabilidad, identificar personas o determinar la paternidad.

Terapéutica. Mediante las técnicas de ingeniería genética será posible corregir defectos genéticos causantes de las enfermedades genéticas. Los "tratamientos genéticos" consisten en la reparación o sustitución de genes defectuosos o deletados.

Biotecnología. Consiste en alterar los genomas de los seres vivos para dotarles de alguna cualidad que no tenían (plantas resistentes a heladas, frutas que maduran antes, cultivos que crecen más,).

Las aplicaciones de la ingeniería genética pueden ser divididas en cinco áreas de trabajo. La ingeniería genética puede usarse:

- En microorganismos
- En las plantas
- En los animales
- En células cultivadas de animales, plantas o humanos
- En humanos

Microorganismos manipulados por ingeniería genética pueden ser usados para fabricar proteínas humanas para aplicaciones médicas. En 1978 se consiguió que una bacteria "programada" fabricara insulina humana, que se comercializa desde 1982. Gracias a esto es posible obtener insulina en grandes cantidades y con bajos

costes, aparte de que es más segura que la insulina que se usaba antes (de cerdo). Esto se ha conseguido también con otras proteínas humanas como hormona del crecimiento, factores de la coagulación, ...

Estos microorganismos también se han usado en la agricultura, pues son capaces de mejorar las cosechas al proporcionar resistencia a heladas, enfermedades, herbicidas y otros factores. También se han usado en la alimentación, en concreto para producir pan, pero estas aplicaciones han sido muy polémicas en todos los sentidos.

La ingeniería genética en los animales se ha usado con diversos fines. Se han conseguido animales transgénicos que producen proteínas humanas en su leche (□<sub>1</sub>-antitripsina). O bien para estudiar el desarrollo de enfermedades humanas, en concreto, se ha conseguido un ratón "knock-out" para el gen de la fibrosis quística a fin de estudiar las posibles terapias génicas.

La ingeniería genética, actuando sobre plantas y animales ha conseguido aumentar la cantidad de ciertos productos en estos organismos. Esto ha traído ciertos problemas éticos que luego serán tratados en el trabajo.

Con cultivos de células animales y vegetales se ha podido fabricar proteínas de interés humano y/o para el hombre. Con estas células tenemos potenciales fábricas de cualquier producto genético. También es posible fabricar con ellas virus, que serán utilizados como vectores en terapia génica. Otras aplicaciones de estas células son las propiamente empíricas, para estudiar el funcionamiento de la regulación de la expresión génica, la interacción con diversos factores, ...

En cuanto a su aplicación en los hombres, hay que señalar que una gran proporción de las enfermedades humanas son debidas a causas genéticas (el 30% de los niños ingresados en hospitales, lo son por enfermedades genéticas). Las aplicaciones actuales de la ingeniería genética en los hombres se limitan a enfermedades en las que se ha identificado el gen, e incluyen la posibilidad de una terapia génica (aunque no siempre).

## 4.-CONCEPTO DE ÉTICA

Reiser y Weitman, en una reflexión sobre los valores éticos de la ciencia, definen la ética como la "disciplina que establece criterios y métodos para decidir si las acciones son correctas o equivocadas". Para ello, la ética define los valores esenciales que guían hacia las acciones correctas, y establece reglas, pautas, y políticas que conducen y sustentan tales valores. El conocimiento del ámbito y del discurso de la ética es clave para los profesionales relacionados con la ciencia (y desde luego los profesionales de la salud lo son) porque la ciencia en sí misma esta fundamentalmente basada en valores éticos, especialmente en la veracidad y en el beneficio para otros.

El valor de la ciencia para beneficiar a otros ha sido reconocido desde la antigüedad, dado que se ha asumido que el conocimiento y la verdad son inherentemente buenos y son una fuente de bien. Históricamente, la capacidad de beneficiar a la humanidad ha sido considerada como una marca importante del conocimiento y como una medida de su valor.

El punto de vista de los médicos hipocráticos, como científicos conscientes y autocríticos en el mundo clásico, sigue teniendo validez en la actualidad. El juramento hipocrático proclama una serie de estándares éticos para guiar a los médicos en la aplicación de su conocimiento, y define la relación entre conocimiento ético y tecnológico. El juramento declara que los métodos y las tecnologías en medicina no deben ser enseñados a menos que se acepten los principios éticos del juramento como guía para su uso. La fórmula era simple: el conocimiento técnico y la autoridad no pueden ser ejercitados en ausencia de responsabilidad ética. La habilidad técnica era insuficiente para crear un médico; se necesitaba, además, aprendizaje ético y humanístico.

Desde Hipócrates, la ética de la práctica médica se basa en seis principios éticos (preservar la vida, aliviar el sufrimiento, no hacer daño, decir la verdad al paciente, respetar la autonomía del paciente, y tratar a los pacientes con justicia). Estos principios pueden ser resumidos en tres: beneficencia, autonomía y justicia.

Según el principio de beneficencia, los beneficios para el paciente derivados de la aplicación de una tecnología o procedimiento deben ser superiores a sus riesgos. La aplicación de cualquier tecnología médica conlleva cierto riesgo para el paciente, pero si los esperados beneficios son mayores que los probables riesgos no se plantea conflicto ético en el principio de beneficencia.

El problema es que antes de aplicar la tecnología a un paciente concreto, los riesgos y beneficios son, en el mejor de los casos, conocidos tan solo en términos probabilistas. De tal forma que en el principio de beneficencia se configura el binomio proporcionado/desproporcionado, es decir que debe existir una proporción razonable entre los probables riesgos y beneficios. Por lo tanto, en este principio ético el decisor clave es el médico, que es quien conoce el balance entre riesgo y beneficio para el paciente.

El principio de autonomía indica que hay que informar adecuadamente al paciente y respetar su decisión en cuanto a la aplicación de la tecnología elegida. En algunas ocasiones, por ejemplo, cuando el paciente tiene problemas de consciencia, el acto positivo de aceptar la aplicación de un procedimiento puede no ser posible. En estos casos, que no es posible la "aceptación reflexiva", algunos autores sugieren como criterio la decisión basada en el "no rechazo". Pero fuera de estos casos excepcionales, uno de los aspectos clave en la aplicación de este principio es la natural variabilidad en las decisiones de los pacientes.

Dos pacientes con la misma condición clínica y enfrentados a la aplicación del mismo procedimiento pueden optar por decisiones diferentes. Ello es debido a varias razones, pero las más importantes son dos: por un lado los valores de los pacientes pueden ser diferentes; por otro lado, la actitud ante el riesgo en relación con los beneficios que aporte la aplicación de una tecnología puede ser también diferente entre distintos pacientes. De esta forma se configura el binomio ordinario / extraordinario, que de alguna manera evalúa la medida en que la aplicación de un procedimiento es un proceso ordinario o extraordinario para un paciente concreto, y también que lo que es ordinario para un paciente puede ser extraordinario para otro.

En el principio de autonomía, el decisor es, en teoría, el paciente. Sin embargo, en la mayoría de los casos el paciente no suele disponer de información suficiente y apropiada para tomar su decisión. En consecuencia, o deja la decisión en manos del médico, o bien decide a través de la información y consejos del médico, de manera que en la práctica es el médico, o su influencia, quien tiene el papel relevante en el principio de autonomía.

Según el principio de justicia, una actuación no es ética si no es equitativa, es decir si no está disponible para todos aquellos que lo necesiten. Asegurar la igualdad de oportunidades de todos los ciudadanos sin ningún tipo de discriminación y evitar las interferencias económicas, son aspectos éticos fundamentales en el acceso a las tecnologías médicas efectivas.

Esta exploración desde perspectivas de la ética muestra la importancia y responsabilidad del médico en el uso de los procedimientos médicos; pero a la vez subraya la responsabilidad de los que toman decisiones en política de salud y en asignación de recursos, puesto que deben propiciar el desarrollo de procedimientos efectivos (principio de beneficencia), informar a los pacientes y ciudadanos y promover su participación (principio de autonomía), y desarrollar un sistema equitativo (principio de justicia).

La bioética es la fundamentación y metodología racional de las decisiones éticas cuando entran en conflicto diversos valores humanos en condiciones de incertidumbre pronóstica.

La distribución de los recursos y opciones en la asistencia sanitaria es una de las cuestiones más importantes de la bioética.

Hay que progresar en el equilibrio necesario entre eficiencia y equidad. Es preciso delimitar los campos que hay que investigar para poder llegar a orientaciones consensuadas en decisiones que abarcan desde problemas de la clínica diaria a cuestiones más complejas como los criterios para ingresar, mantener, continuar o interrumpir unas determinadas intervenciones en pacientes críticos. Se trata de conjugar el rigor máximo posible.

## 5.-CUESTIONES ÉTICAS DE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA DE ANIMALES

La manipulación genética de animales y microorganismos hasta ahora consistía en añadir genes humanos para obtener los productos proteicos en cantidades elevadas con poco costo (insulina, factores de la coagulación). En las plantas se han usado estas técnicas con los mismos fines y además se han conseguido cultivos más rentables porque crecen más, se hacen resistentes a plagas o a heladas, aparte de otras múltiples ventajas.

En cuanto a la manipulación genética de las plantas, las cuestiones éticas vienen a posteriori. Estas cuestiones éticas se refieren al hecho de informar o no al consumidor de que se trata de productos manipulados genéticamente. Además, son desconocidos los efectos que tendrán estos alimentos en el ser humano ya que se trata de especies nuevas, no surgidas naturalmente sino inventadas por el hombre.

Con los animales ocurre algo parecido. Se añade un nuevo problema y es que como se tiende a conseguir lo mejor de cada especie y los máximos beneficios, se tiende a uniformar las especies, tanto animales como vegetales, con los posibles efectos que esto pueda tener en el futuro. Durante todos los tiempos, las especies animales y vegetales han tendido a la evolución y a la diversidad. Por esto, los posibles efectos que pueda tener una tendencia a la uniformidad genética son desconocidos y temidos.

Además, con la manipulación genética de estos seres vivos se crean nuevas especies. En el caso de los microorganismos se podrían estar construyendo nuevos patógenos y con ello nuevas enfermedades. Con esto, los beneficios que traen las nuevas tecnologías genéticas quedan anulados.

Una variante de la recombinación genética es la transgénesis. Con esta metodología es viable la intervención en el patrimonio genético de un ser con adición de nuevos genes y alteración, por tanto, de sus características. Hoy día se consigue en unos pocos meses lo que la naturaleza hubiera tardado siglos o milenios en producir: nuevas especies animales. Con la transgénesis, se rompe totalmente la

barrera natural entre las especies, y es teóricamente factible insertar genes en casos que es imposible que se den en la naturaleza la cual tiende a preservar la diferencia entre las especies y ni siquiera facilita el nacimiento de híbridos.

Es preciso percatarse de que esta clase de experimentación está aún en sus comienzos, lo que no quiere decir que se conozcan ya sus indudables inconvenientes morales. El tema es controvertido y la consiguiente polémica inevitable. Es de notar la doble lógica que está llevando a la sociedad moderna por nuevos derroteros en el campo genético: de una parte, la lógica del sentimiento que hace del deseo un absoluto; de otra, la lógica de la técnica, que no renuncia a algo factible. Durante millones de años la vida humana ha sido concebida en la cálida oscuridad del seno materno, ahora es conseguida a la fría luz de aparatos mecánicos. Tiende a imperar la idea de que lo realizable técnicamente lo es también moralmente; con lo que, si no se tiene una visión unitaria, es obvio que la ciencia se constituye en criterio ético de sí misma.

La transgénesis debería considerarse éticamente ilícita debido a que supone una grave transgresión contra la naturaleza. Además, no se postulan grandes beneficios ni a corto ni a largo plazo, salvo la mera curiosidad de ver como se comporta la naturaleza en estos casos.

La aplicación de las técnicas de clonación a la ganadería y su posible aplicación al hombre, en un futuro relativamente próximo, tras un periodo suficiente de experimentación (el Dr. Wilmut estima que se podrían obtener progresos significativos tras un par de años de investigación), ha levantado comentarios, muchos de ellos críticos. En el caso de la aplicación a los animales, las mayores críticas se han dirigido contra la disminución de la biodiversidad de las especies clonadas: puede que se obtuviera una cabaña especialmente buena por lo que respecta a sus cualidades de producción de carne, leche, etc. Pero sería a costa de tener una población muy homogénea, que podría sucumbir completamente ante una epidemia, pues ésta afectaría por igual a todos los ejemplares. Sin embargo, también hay que reconocer que dicha aplicación resulta bastante problemática desde el punto de vista comercial: implica la manipulación de embriones y, por consiguiente menor supervivencia de éstos que en las técnicas de fecundación in vitro ya realizadas en el ganado. Estas últimas apenas se emplean por su escaso éxito,

la necesidad de realizarla en vacas jóvenes y sólo en primera preñez. Cabe, por tanto, prever muy serias dificultades antes de que la técnica llegue a ser comercialmente viable para la mejora de la producción ganadera.

Cuestión muy distinta es su aplicación para clonar animales muy especiales, concretamente, los manipulados genéticamente de modo que produzcan en su leche algunos productos extraños a ella, pero de gran utilidad en terapéutica humana. Así, existen actualmente ovejas y cabras que producen factor VIII y otros productos de interés terapéutico en su leche. Como conseguir un animal transgénico que segregue un determinado producto en la leche es bastante difícil, la nueva técnica de clonación evitaría tener que repetir la manipulación genética: bastaría clonar algunas de sus células para tener una fuente inagotable, sin por ello someter al animal a un trato inhumano. En esta misma línea cabría incluir las investigaciones actualmente en curso para obtener animales transgénicos como donantes de órganos para trasplante al hombre: aunque todavía bastante discutible en cuanto a su aplicación práctica, es una línea de investigación prometedora, que sólo podría dar resultados a gran escala con la incorporación de técnicas de clonación de los animales transgénicos obtenidos. Otra aplicación sería la clonación de animales en los que se diera un modelo adecuado de alguna enfermedad humana, de modo que se pudieran ensayar diversos tratamientos de modo controlado, cuestión que resulta actualmente casi imposible. Igualmente, se podría reducir el número de animales de experimentación al disponer de ejemplares exactamente iguales en los que ensayar los diversos procedimientos alternativos.

Los animales pueden ser tratados genéticamente para mejorar la ganancia de peso, crear animales que crezcan más rápido, mejorar la resistencia a enfermedades e incrementar la fertilidad. La ingeniería genética sobre el ganado se espera que tenga un gran efecto sobre la agricultura, pero plantea dudas éticas acerca del bienestar de los animales y de la seguridad. Los problemas de bienestar se pueden alcanzar por manipulación del tamaño corporal, forma o capacidad reproductiva mediante la crianza, la nutrición, la terapia hormonal o la inserción de genes, en vía a incrementar el riesgo en el deterioro, las enfermedades metabólicas, problemas esqueléticos o ginecológicos, mortalidad perinatal o trastornos mentales. Todos los trabajos deben ser sometidos a un análisis en el que se comparen los be-

neficios con el sufrimiento del animal. En la práctica es difícil poder medir el bienestar tanto humano como animal. Por esto, es necesario tener un buen asesoramiento sobre las consecuencias de la expresión de transgenes y establecer unos criterios que permitan asegurar el bienestar de los animales.

## **6.-CUESTIONES ÉTICAS DE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA DE SERES HUMANOS**

### **6.1.-ACTUACIONES SOBRE EL GENOMA HUMANO**

*"Una investigación, un tratamiento o un diagnóstico en relación con el genoma de un individuo, sólo podrá efectuarse previa evaluación rigurosa de los riesgos y las ventajas que entraña y de conformidad con cualquier otra exigencia de la legislación nacional"* (Declaración Universal sobre el Genoma y Derechos Humanos, artículo 4a).

El objeto del análisis genético, es decir la investigación del genoma, representa un hecho claramente positivo. Como en cualquier otra ciencia, de este modo se obtienen nuevos conocimientos. Sin embargo, en algunos casos, un análisis genético puede tener como objetivo un tratamiento que como consecuencia del diagnóstico obtenido puede conducir al aborto. Por esto para determinar la licitud de estas actuaciones hay que preguntarse cuál es el fin de estas.

Los análisis prenatales sirven para determinar si un embrión lleva o no una tara genética en familias en las que los padres son susceptibles de transmitir a su hijo cualquier defecto genético. El estudio puede prevenir futuras actuaciones terapéuticas, en este caso es éticamente lícito, porque se busca un fin terapéutico en el análisis.

Ahora bien, los diagnósticos prenatales no siempre se usan con esta finalidad. En la mayoría de los casos se hacen análisis genéticos para decidir sobre si se aborta o no. En estos casos el diagnóstico genético prenatal se pervierte y por tanto es éticamente inadmisibles. Si se reconoce la intención de abortar, en caso de diagnosticar la posible existencia de un gen defectuoso, el análisis genético no es admisible porque sería una indicación confirmatoria para una decisión tomada de antemano. Existen diferentes argumentos que tratan de justificar la interrupción del embarazo por motivos eugenésicos. Tal es el caso de la tesis que sostiene que

el nacimiento de niños minusválidos sería irresponsable. Otras afirmaciones sostienen que los niños con taras no se incluyen dentro de los niños deseados. Todas estas justificaciones y otras similares son inaceptables ya que ignoran totalmente el respeto a la dignidad de cada ser humano.

Cabe señalar que la mayoría de los estudios de diagnóstico prenatal se realizan con el fin de decidir sobre la continuidad o no del embarazo. Por esto se utilizan técnicas que tienen que actuar antes de que acabe el período de "aborto legal", que es justo el período de mayor riesgo para el embrión. Por lo que, además de la ilicitud que lleva implícita esta actuación, se añade el hecho del posible peligro que suponen estas técnicas para el correcto desarrollo del embrión.

La Declaración Universal sobre el Genoma y Derechos Humanos, en el artículo 10 dice que: *"Ninguna investigación relativa al genoma humano ni sus aplicaciones, en particular en las esferas de la biología, la genética y la medicina, podrán prevalecer sobre el respeto de los derechos humanos, de las libertades fundamentales y de la dignidad humana de los individuos o, si procede, de los grupos humanos"*. Con esto se ratifica la ilicitud de las actuaciones eugenésicas.

En las personas adultas los análisis del genoma también se usan para el diagnóstico de enfermedades que se desarrollan a edades avanzadas como cánceres o Corea de Huntington, permitiendo determinar el riesgo de esa persona a padecerlas. Con esto se puede intervenir terapéuticamente a tiempo (en los casos que sea factible). Pero éste no es el único fin de estos estudios. Últimamente se están usando mucho como método de discriminación, hecho que aparte de ilegal, moralmente es inaceptable.

Últimamente, muchas compañías de seguros están haciendo análisis genómicos de los peticionarios de seguros de vida. Con este fin buscan el mayor beneficio al discriminar (excluyéndolos o con tasas abusivas), a los que parece que tienen alguna mayor predisposición a enfermedades graves o a muertes prematuras, según los conocimientos hasta el momento. Una vez más se vuelve a atentar contra la igualdad humana.

A este respecto, la Declaración Universal sobre el Genoma y los Derechos Humanos dice que: "*Nadie podrá ser objeto de discriminaciones fundadas en sus características genéticas, cuyo objeto o efecto sería atentar contra sus derechos y libertades fundamentales y el reconocimiento de su dignidad*" (art. 6). Además, el Convenio para la protección de los Derechos Humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, en el artículo 11 indica que se prohíbe toda forma de discriminación de una persona a causa de su patrimonio genético.

Aparte de esto, se plantean dilemas sobre si una persona debiera conocer o no que va a tener una enfermedad, sobre todo si es grave, por los posibles trastornos psíquicos que esto pudiera originar.

## **7.-ACTUACIONES SOBRE CÉLULAS DIFERENCIADAS**

*"Únicamente podrá efectuarse una intervención que tenga por objeto modificar el genoma humano por razones preventivas, diagnósticas o terapéuticas y sólo cuando no tenga por finalidad la introducción de una modificación en el genoma de la descendencia"* (Convenio para la protección de los Derechos Humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, artículo 13).

En este capítulo se incluyen todas las actuaciones de la terapia génica. Aquí se trata de la curación de defectos genéticos bien delimitados. La ingeniería genética ofrece a este nivel, esperanzas fundadas de que en un futuro próximo se puedan tratar con éxito algunas enfermedades específicas.

Antes de poder aplicar estas operaciones terapéuticas en las células somáticas del hombre, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- La fase experimental llevada a cabo en animales debe haber demostrado que el nuevo gen está capacitado para llegar específicamente a la célula enferma y desarrollar allí su función.
- El nuevo gen implantado en el organismo receptor no debe expresar o producir su producto descontroladamente.
- El nuevo gen no debe perjudicar al organismo receptor.

Dado que todas las actuaciones de la terapia génica tienen un claro fin terapéutico, a priori son moralmente lícitas. Esta licitud desaparece cuando se usan los hombres a modo de "conejiillos de indias", desapareciendo el fin terapéutico. Estos casos, aparte de ser éticamente ilícitos están gravemente penados por las legislaciones.

La recombinación genética puede significar, además, la modificación de la información hereditaria de un organismo por cambio de sus genes por otros sintéticos, con manipulación directa de los mismos. La posible corrección de anomalías hereditarias justifica, par algunos, el desarrollo de estos procedimientos.

A pesar de las favorables perspectivas que las investigaciones genéticas abren en distintos campos, cabe también la proliferación de nuevos microorganismos con características peculiares y los consecuentes peligros para la especie humana. Entre ellos figuran la introducción de genes productores de neoplasias malignas, con secuela del aumento de incidencia; y en adición es previsible la formación de microorganismos de una virulencia extraordinaria y resistentes a la terapéutica usual conocida. Es por esto por lo que todas estas actuaciones deben tener un férreo control científico, ético y legal.

Diferente tratamiento merece los estudios de células humanas aisladas. En este caso los efectos no afectan de ningún modo a la persona humana. Todos los estudios sobre estas células en cultivo son éticamente lícitos, salvo que sus usos a posteriori lo ilegitimen (creación de nuevas enfermedades en personas,).

La terapia génica en células somáticas ha sido estudiada por las mayores entidades religiosas, gubernamentales y los organismos de moral pública, incluyendo la Iglesia Católica, el Consejo Mundial de Iglesias, la Comisión Presidencial de EE.UU. para el Estudio de Problemas Éticos en Medicina e Investigación Biomédica y la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa. Todos concluyen que el concepto es éticamente aceptable. Aunque en la práctica todavía existen riesgos asociados, ya que los virus son usados generalmente como vectores.

## 8.-ACTUACIÓN SOBRE CÉLULAS EMBRIONARIAS/GERMINALES

La terapia de genes en células embrionarias da origen a situaciones éticas sumamente conflictivas. Aquí se trata de una actuación sobre el óvulo fecundado, pero todavía con la capacidad de producir células omnipotentes. En general, esta posible intervención no es aceptada por ningún científico. Aquí entramos en el terreno experimental en donde la manipulación genética es total. Las consecuencias son imprevisibles y el abuso se halla programado en su inicio por lo que una discusión sobre la responsabilidad de una terapia en células embrionarias carece de sentido.

Ahora bien, como en cualquier acción médica sobre un paciente, son lícitas las intervenciones terapéuticas sobre el embrión humano, que no lo expongan a riesgos desproporcionados, que tengan como fin su curación, la mejora de sus condiciones de salud o su supervivencia individual.

El Convenio relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina dice en su artículo 13: *"Únicamente podrá efectuarse una intervención que tenga por finalidad modificar el genoma humano por razones preventivas, diagnósticas o terapéuticas y sólo cuando no tenga por finalidad la introducción de una modificación en el genoma de la descendencia."*

La comisión Benda en la antigua RFA menciona que contra la terapia génica con células embrionarias se establecen graves objeciones éticas: *"Aquí falta la garantía de que con esta intervención se eliminen exclusivamente defectos genéticos graves. El límite existente entre la terapia y las medidas eugenésicas es difícil de establecer. Cualquier divergencia de la norma, que en último término se establecería arbitrariamente, no podría utilizarse como fundamento para definir el concepto de enfermedad. La singularidad individual, así como la imperfección humana vienen dadas por su misma naturaleza. En caso de querer medir al hombre de acuerdo con una norma imaginaria para manipularlo genéticamente hacia esa norma se actuaría contra la ley fundamental sobre el hombre y se dañaría profundamente su dignidad".*

Actualmente deben resaltarse fundamentalmente dos peligros que pueden entrañar estas intervenciones:

- Abuso en los pasos preliminares. Los experimentos con embriones humanos deben rechazarse totalmente desde el punto de vista ético.
- El objetivo. La lucha contra la enfermedad no viene garantizada automáticamente. Por consiguiente, se trata aquí más bien de una manipulación genética que incide sobre las fuentes de la vida, y no de una terapia genética.

La investigación en el terreno concreto de la experimentación embrionaria lleva implícita la instrumentación de la persona humana. Con el planteamiento básico, impresentable a ojos vista, de que el hombre es sólo la mera suma de sus factores hereditarios.

En general, todas las actuaciones sobre células embrionarias/germinales son ilegales y éticamente ilícitas. Esta calificación moral tiene una amplia justificación. Para empezar, el modo de obtener estas células no es lícito, pues supone una agresión contra la dignidad de la persona y en concreto contra su sexualidad. En segundo lugar, desestima el fin de la procreación humana desvirtuándolo. Además, es una clara actuación eugenésica, con desprecio y discriminación hacia la persona humana debida a su genoma. Los efectos sobre la persona y sobre la descendencia de esa persona son desconocidos. Los embriones humanos no pueden ser tratados como objetos de investigación. Todo ello puede llegar a significar la completa negación de cualquier texto básico que garantice una sociedad democrática.

Las actuaciones sobre células embrionarias y germinales son muy variadas. Existe por un lugar, la fecundación in vitro con diagnóstico de pre-implantación. Esta técnica se usa con parejas que tienen riesgo de transmitir una enfermedad genética grave a la descendencia. En estos casos se realiza una fecundación in vitro y se deja dividir. En el período de 8 células se coge una y se estudia si ha heredado el carácter patogénico. En caso afirmativo se desecha la mórula y se procede a otra fecundación, en caso negativo se implanta en el útero de la mujer. Esta técnica es éticamente ilícita, aunque legalmente está permitida.

Otra técnica consiste en añadir a la mórula de 4 u 8 blastómeras una célula totipotencial que sea genéticamente correcta y capaz de corregir la alteración que padece el embrión, creando una quimera. También es técnicamente posible introducir vectores con genes en las blastómeras, pero es muy arriesgado. Esta técnica es posible utilizarla con las células germinales. Se diferencia de la terapia génica sobre células diferenciadas en que en estos casos todos los cambios pueden ser transmitidos a la descendencia.

También es posible actuar sobre las células germinales eligiendo el sexo del futuro hijo. Existe una clínica en Holanda que por unas 200.000 ptas ofrece elegir el sexo de los hijos con una probabilidad de éxito del 90%. Ciertos investigadores justifican la licitud de esta técnica como el modo de preservar a la descendencia de enfermedades vinculadas a un sexo (hemofilia, ...). Otros añaden que una persona tiene el derecho de elegir como va a ser su próximo hijo como si eligiera el coche que se va a comprar. Estas actuaciones aparte de éticamente ilícitas son ilegales en ciertos países. El Convenio relativo a los Derechos Humanos y a la Biomedicina prohíbe este segundo supuesto, pero no el primero.

Una posible actuación sobre los embriones consiste en la hibridación con otras especies animales. Pese a que está totalmente prohibida la implantación de embriones humanos para la experimentación, sí es posible realizar experimentos del tipo de mezclar un hombre y un perro e implantarlo en un mono. Estas prácticas están prohibidas, pero aún no hay legislación que las penalicen.

Actualmente hay una prohibición a nivel mundial de la investigación con embriones humanos. Están surgiendo peticiones de una regulación de las competencias sobre embriones a nivel mundial, argumentando que la línea germinal es algo compartido por todos y que ha surgido por diversificación de un punto común. Según los últimos estudios, todo el genoma de todas las personas deriva de una "Eva mitocondrial" de hace más de 100.000 años.

## 9.-CLONACIÓN

La palabra clon es utilizada en muchos contextos diferentes dentro de la investigación biológica, pero en su sentido más simple y estricto, se refiere a una precisa

copia de una molécula, célula, planta, animal o ser humano. Clonar se refiere también a establecer tecnologías que han sido parte de la agricultura durante mucho tiempo y actualmente forma una parte importante de las bases de la investigación biológica.

En realidad, copias genéticamente idénticas de todo un organismo son comunes en el mundo vegetal y muchas especies vegetales valiosas se mantienen y pueden ser propagadas gracias a la clonación. Conforme avanza la complejidad de los seres vivos es menos probable que puedan ser clonados. En los animales vertebrados la clonación es un fenómeno muy limitado de manera natural, sólo aparece en los gemelos unizigóticos.

A nivel molecular y celular, la clonación de células animales y humanas es factible desde hace mucho tiempo. La justificación científica para este tipo de clonación es que proporciona grandes cantidades de células idénticas o genes para el estudio, ya que cada célula o molécula es idéntica a las demás.

El tercer tipo de clonación se propone reproducir de manera artificial animales genéticamente iguales. La clonación de animales superiores puede ser dividida en dos procesos distintos: separación de blastómeras y el trasplante nuclear. La separación de blastómeras es lo que ocurre de manera natural en la formación de los gemelos unizigóticos. El trasplante de núcleos es el método que han seguido para clonar a la oveja "Dolly".

La publicación del trabajo de la clonación de "Dolly", ha supuesto un gran avance para la ciencia, al poder controlar desde el principio todo el proceso de reproducción de un mamífero. Esto abre muchas puertas para el futuro de la biología animal y para la medicina desde un punto de vista meramente científico. Pero a pesar de este éxito, aún quedan muchas dudas científicas:

- ¿Puede ser usado este método en otras especies?
- ¿Afectará el imprinting génico a la técnica de trasplante nuclear?
- ¿Qué edad tiene el ser que hemos creado?
- ¿Se acumulan las mutaciones en el nuevo ser?

Pero, a pesar de todo, se ha producido un gran revuelo en el público general, debido a las amplias posibilidades teóricas que plantean estas técnicas. Se podrían perpetuar a las personas, podríamos tener de nuevo a Einstein o a Newton, tendríamos mano de obra barata, la especie humana podría reducirse a los prototipos de hombre y mujer ideales, ...

En los animales, la investigación de la clonación por transferencia nuclear podría proporcionar información que sería útil en biotecnología, medicina y ciencia básica. Algunas de los éxitos inmediatos en estas investigaciones serían:

- Generar grupos genéticamente iguales de animales para la investigación.
- Propagar grupos de animales más beneficiosos para fines específicos.
- Mejorar la eficacia de la generación y propagación de animales transgénicos.
- Producir determinadas alteraciones genéticas en determinados animales
- Perseguir conocimientos básicos sobre la diferenciación celular.

Entre las posibles ventajas surgidas de la clonación se citan las siguientes: un mejor conocimiento del desarrollo embrionario; comprender las diferencias de las células; avanzar en la investigación sobre el cáncer. Son admisibles igualmente, beneficios económicos si se logran reproducir, en condiciones aceptables, animales productores de alimentos que consuman poco y produzcan mucho. Mediante la clonación cabe crear series ilimitadas de personas a partir de un modelo. Si la clonación se lleva a cabo, las próximas etapas podrían ser la partenogénesis —es decir, el desarrollo de un huevo no fertilizado— y la fusión de dos embriones para poder formar un ser humano con cuatro derivaciones biológicas en lugar de dos.

Los abusos en este terreno tienden a ser desmesurados, más aún si se llegan a romper las barreras naturales entre la especie humana y el animal. Como es presumible que tales formas de reproducción tengan ciertas implicaciones en el porvenir del ser humano, es recomendable a todas luces la prevención. No conviene olvidar que la presión social, en tantas ocasiones, convierte en usuales prácticas a priori inaceptables. Es obligado reconocer, que, en nuestros días, muchas de las

connotaciones repulsivas de la manipulación genética en el hombre son prácticamente inexistentes: y numerosos los que no sólo las aceptan, sino que las contemplan como algo natural y habitual.

La respuesta inicial del público a estas noticias fue de interés. En algunos casos, estos intereses fueron amplificados hacia hechos ficticios y erróneos de cómo esta técnica podría en un futuro reformar nuestra sociedad. Las fuentes de estas ideas son complejas, pero generalmente se asientan en el hecho de que esta técnica permitiría una reproducción asexual del hombre, permitiría un número ilimitado de descendencia genéticamente idéntica y nos daría un control completo sobre el perfil genético de nuestra descendencia.

Los problemas éticos que plantean estas técnicas afectan fundamentalmente a la dignidad humana. Estas técnicas plantean una serie de preguntas sobre qué significa "ser humano", sobre las relaciones familiares y entre generaciones, el concepto de individualidad y el tratamiento de los niños como objetos.

Desde un punto de vista ético, la clonación humana es éticamente ilícita, debido a que supone un grave intervencionismo sobre la reproducción humana y es un grave atentado sobre la dignidad de las personas. Con la clonación humana tendríamos hijos a la carta. Además, según el estado actual de las investigaciones, esta técnica es muy arriesgada. Si con una oveja sólo ha "funcionado" una de 277, con los hombres significaría destruir cientos vidas. Aparte de que los medios para realizar la clonación son éticamente ilícitos.

Hay quien argumenta que se comete un grave error al calificar de ilícita la clonación. Dicen que nunca se podría conseguir una persona igual a otra, debido a que las personas humanas no son sólo el producto de sus genes. Esto es cierto, pero siguen olvidando que se atenta contra la dignidad humana. Aparte se plantean los posibles problemas psicológicos que tendría una persona que sabe que no es "natural", sino que es una copia de otra. Otros opinan que todo esto es una marcha atrás para la ciencia, pero son tan graves las implicaciones éticas que plantean que se justifica de sobra.

Los mayores críticos a la prohibición de la clonación parten de que se han creado conceptos éticos a partir de hechos de ciencia ficción. Consideran que todas las

llamadas a la prohibición de la clonación parten de la ignorancia. Las oposiciones aparecerían porque se estarían sobreestimando los riesgos y desestimando los beneficios. Los posibles problemas que se plantean no serían más que razones vagas y especulativas, y que en el caso de que fueran ciertos serían muy difíciles de estimar.

Desde un punto de vista legal, la mayoría de los países están prohibiendo todo tipo de intento de clonación humana o están en vías de hacerlo. La C.E. ya ha prohibido la clonación humana, mientras que en EE.UU. sólo están prohibidas los fondos para la clonación. Actualmente, están a punto de penalizar la clonación. Para ello, el presidente Clinton solicitó un informe a la NBAC (National Advisory Bioethics Commission) sobre las implicaciones éticas de la clonación, en el que se concluye que es necesario más tiempo para pensar, pero que debido a los peligros que plantea debería ser prohibida temporalmente, hasta que se pueda tener una respuesta definitiva.

Hace poco ha vuelto a saltar la polémica en EE.UU. con el anuncio de Richard Seed de que iba a clonar seres humanos a toda costa para parejas estériles. El anuncio de este investigador ha acelerado los procesos de prohibición. Este investigador parte de que hay que usar los beneficios de la ciencia y que la clonación supone un medio con el que el hombre se acerca a Dios, haciéndose casi Él.

La C.E. en su informe ético sobre la clonación dice que: *"...el uso de las células embrionarias humanas como donantes de núcleos, para producir deliberadamente seres humanos genéticamente idénticos suscita graves cuestiones éticas, relativas a la responsabilidad humana y la instrumentalización de los seres humanos. (...) Si se empleasen células adultas como donantes nucleares, desconocemos aún los eventuales riesgos. Asuntos como la responsabilidad humana y la instrumentalización de los seres humanos se tornan más agudos, desde el punto de vista ético, en este contexto. (...) Debe prohibirse cualquier intento de producir un individuo genéticamente idéntico por la sustitución nuclear a partir de la célula un adulto humano o de un niño. Las objeciones éticas contra la clonación también rechazan cualquier intento de hacer embriones genéticamente*

*idénticos para su uso clínico en la reproducción asistida, bien sea por bipartición embrionaria o por transferencia del núcleo de un embrión existente, aún cuando resulte comprensible".*

El protocolo al convenio de Derechos humanos y Biomedicina, sobre prohibición de clonar seres humanos del Comité de Ministros de la C.E., indica en su artículo 1: *"Se prohíbe cualquier intervención que tenga por objeto crear un ser humano genéticamente idéntico a otro ya sea vivo o muerto. A los efectos de este artículo, la expresión ser humano idéntico "genéticamente idéntico" a otro ser humano significa compartir con otro la misma carga nuclear genética".*

## **10.-CONCLUSIÓN**

La ingeniería genética, por su gran variedad y por su múltiple aplicación no puede ser considerada como un todo, sino que debe ser calificada por partes. Los fines terapéuticos de estas técnicas son muy positivos, pero el fin nunca justifica los medios. En cuanto al estudio del genoma y a la terapia génica sobre células somáticas diferenciadas, la calificación ética es que son lícitas porque sirven para mejorar la situación de la persona humana y no afectan a su integridad. En cuanto a la actuación sobre embriones y sus células es necesario tener en cuenta todas las consecuencias a la hora de emitir un juicio ético, además hay que considerar si se atenta o no contra la dignidad de la persona. En cuanto a la clonación, hay que decir que es bajo todos los puntos de vista inaceptable, por todo lo que implica, al ser un grave atentado contra la dignidad humana.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Calls for human cloning banning: stem from ignorance. Nature, 387:324.

Comisión Europea. Opinión del grupo asesor sobre aspectos éticos de la biotecnología. Traducción de Diario Médico. <http://www.recoletos.es/dm/asesor/clonacion.html>.

Comisión Europea. Convenio relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina. Traducción Diario Médico.

<http://www.recoletos.es/dm/asesor/convenio.html>.

Fox JL. US bioethicists say continue human cloning moratorium. *Nature Biotech*, 15:609.

Gil C. La UNESCO veta la clonación y las intervenciones en línea germinal. *DM*, 13-11-1997.

Harold T. Ethical and policy issues of human cloning. Shapiro. *Science*, 277:195-196.

Human cloning requires a moratorium, not a ban. *Nature* 386:1.

Instrucción Vaticana sobre problemas de bioética. *ABC* 11-3-87.

Lucassen E. Teaching the ethics of genetic engineering. *J Biol Educ*, 29(2):129-138.

Macer DRJ. Universal Bioethics and the Human Germ-line. *Politics & Life Sciences* 14:27-29.

Marsall E. Clinton urges outlawing human cloning. *Science*, 276:1640.

Marwick C. Put human cloning on hold, say bioethicists. *JAMA*, 278(1):13-14.

McCarthy M. Clinton wants human cloning banned -for time being at least. *The Lancet*, 349:1752.

Morris K. UK hears evidence on cloning human beings.. *The Lancet*, 349:785.

National Bioethics Advisory Commission. Report and recommendations on Cloning Human Beings. <http://www.nih.gov/nbac/nbac.htm>.

Opposition to human cloning grows. *JAMA*, 277(22):1750.

Opposition to human cloning. *JAMA*, 277(14):1105.

Orella Unzué JL. Clonación de seres humanos. Diario DEIA 25 y 27 -10-1997.

Pardo A. Clonación humana. Dpto. Bioética- Universidad de Navarra. Revista OMC, Abril 1997.

Polaino-Lorente A et al. Manual de Bioética General. Rialp. 1993.

Protocolo al convenio de Derechos Humanos y Biomedicina, sobre prohibición de clonar seres humanos. Documentos Diario Médico. DM, 11-11-1997. <http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio.html> y <http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio1.html>.

Roberts MA. Human cloning: a case of no harm done? J Med Phil 21:537-554.

Sonnerfeld AR. Ingeniería Genética y dignidad humana. Revista de medicina de la Universidad de Navarra, 30(4):261-267.

Stephenson J. Threatened Bans on Human Cloning Research Could Hamper Advances. JAMA, 277(13):1023-1026.

Watson R. European parliament wants world ban on human cloning. Br Med J, 314:847.

White House bill would ban human cloning. Nature 386:644.







