

LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

La manipulación genética consiste en las técnicas dirigidas a modificar el caudal hereditario de alguna especie, con fines variables, desde la superación de enfermedades de origen genético (terapia genética) o con finalidad experimental (conseguir un individuo con características no existentes hasta ese momento).

Llegar a la posibilidad de realizar modificaciones en la composición hereditaria de una especie requiere una serie de pasos, de los cuales unos cuantos ya han sido dados.

El primero de ellos fue el descubrimiento del cromosoma humano, formado por ácido nucleico que conforma los genes, los cuales a su vez se "ubican" en los cromosomas.

Cada especie tiene un número específico de cromosomas, los humanos contamos con 23 pares, es decir, 46 cromosomas.

Hay que conocer el hecho de que la información genética es un conjunto de instrucciones que se transmiten en un único "idioma": esto quiere decir que es universal, por lo que la diferencia entre un clavel, un rinoceronte y una persona humana es la cantidad de información que tiene su cromosoma.

El Proyecto Genoma Humano, expuesto intensamente en otro de los puntos de nuestro trabajo, ha conseguido recientemente desvelar toda la información que contiene el cromosoma humano, secuenciando la información que transmite cada gen.

Este hecho crea grandes problemas en torno a la privacidad de esta información. Si no contáramos con ninguna protección desde el punto de vista del derecho, la manipulación genética sería realizable por cualquier empresa privada que quisiera efectuarla, es decir, estaríamos indefensos ante los intereses (capitalistas, fundamentalmente) de terceros.

Aunque este aspecto nos interesa en beneficio de toda la humanidad, es relevante saber que España es uno de los países legalmente más avanzados en esto, prohibiéndose mediante la "Ley sobre técnicas de reproducción asistida", de 1988, la clonación humana o la creación genética de razas humanas., materia también regulada por el nuevo Código Penal, en sus artículos 159 y 161. El artículo 159 castiga con penas de 2 a 6 años la alteración del genotipo con una finalidad meramente experimental, distinta de la terapia genética, así como el 161 castiga la fecundación de óvulos humanos con distinto fin de la procreación humana, siendo sancionada la clonación o procedimientos a favor de la selección de raza.

Por tanto, queda claramente probada la consideración del genoma humano como un bien jurídico protegido y protegible.

El problema está ahora en saber, teniendo en cuenta que nuestro Código Penal dice que "queda prohibida toda manipulación sobre el genoma excepto que sea para suprimir taras o enfermedades graves", ¿qué es una tara o enfermedad grave?

Un análisis superficial e inmediato nos haría pensar rápidamente en la admisión de la manipulación sobre personas con el síndrome de Down, por ejemplo. Sin embargo, el problema es más profundo.

El problema está en discernir cuál es el límite, y quien lo fija.

Esta consideración entremezcla la manipulación genética con el dilema ético que suscita, más allá de su regulación jurídica: ¿qué pasa con una persona que es muy baja, ciega, etc...?

El bien jurídico a proteger es el patrimonio hereditario de la humanidad, y debemos ir más allá todavía, no centrarnos en la especie humana únicamente, sino en la protección de la diversidad genética, que permite sobrevivir a nuestro planeta. Está comprobado un hecho cierto: en poblados en los que se casaban entre primos, por estar aislados, sucesos que se daban en la Antigüedad, aumentaba el número de defectos genéticos. Por este motivo si la manipulación

genética se hiciera masivamente o de forma incontrolada, afrontaríamos un nuevo peligro, que podría venir también en forma de plaga. El empobrecimiento genético sería un atentado contra la naturaleza.

En la vida social podría haber presión por conocer los datos genéticos obtenidos con el Proyecto Genoma una vez que estos sean interpretables. Pongamos varios ejemplos de este peligro:

- Las empresas: no contratarían a un obrero cuyos genes revelaran que concluiría pronto su vida útil.
- Las compañías aseguradoras: no asegurarían, o requerirían mucho dinero, para los que tuvieran propensión genética a las enfermedades o la muerte prematura.
- Las personas: podrían guiarse por la genética a la hora de escoger una pareja que encajara con ellos.

Sea como sea, desde una perspectiva ético-histórica, hay que comprender una cosa: lo nuevo genera angustias.

Cuando Copérnico, en el siglo XVI, formuló la teoría heliocéntrica, el hombre tuvo que aceptar que la Tierra no era el eje del universo. Eso crea angustia.

Y, ¿debió impedirse la difusión de la rueda porque, al usarla, los coches producirían contaminación en el sistema ecológico? Una de las características del científico es seguir adelante.

Relacionado con estos aspectos que estamos tratando, hay que hablar de la tan traída y llevada "clonación". La clonación no es exactamente una forma de manipulación genética, puesto que no altera la estructura del genoma humano. Consiste en hacer una copia genética idéntica de otro ser. Existe un tipo de clonación natural: los gemelos. Pregunta típica: "¿garantiza esto que las dos personas serán luego exactamente iguales?" No, pero tendrán la misma información genética.

Los clones naturales se producen espontáneamente, porque el óvulo fecundado se puede separar (hasta que tiene 16 o 32 células). Por este motivo podemos tomar un óvulo fecundado de 4 células, separarlo a su vez en células, y cada una tiene toda la información completa para hacer el ser humano perfecto. Esto es factible realizarlo también por laboratorio: por ejemplo, en Argentina se hace, cuando hay un óvulo fecundado "in vitro". Se le divide, para obtener por lo menos tres, y optimizar así las posibilidades de embarazo, puesto que tres es lo ideal para transferir al útero de la mujer, ya que si llega a prosperar el embarazo, trillizos es un número soportable, y lo más difícil en este proceso es la fecundación.

Aquí no hay objeción ética realizable, puesto que se está imitando a la naturaleza

CUESTIONES ÉTICAS EN LA MANIPULACIÓN GENÉTICA

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.

Ingeniería genética

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

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.

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 delecionados.

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 (1-

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 fabricas 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).

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 mas 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 practica 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 medicas 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.

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 una 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 beneficios 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.

Cuestiones éticas de la manipulación genética de seres humanos

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 las mismas.

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 las posibles trastornos psíquicos que esto pudiera originar.

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 exprimir 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 que todas estas actuaciones deben tener un férreo control científico, ético y legal.

Diferente tratamiento merecen 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.

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 eliminan 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 a 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 la 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.