

BIOTECNOLOGIA HUMANA: HERENCIA BIOLÓGICA Y HERENCIA CULTURAL

Andrés de Haro

Departamento de Biología Animal,

Facultad de Ciencias.

Universitat Autònoma de Barcelona

Introducción

Son muchos los progresos técnicos conseguidos en Biología, especialmente en la capacidad de aislar y clonar genes, esas moléculas que en conjunto forman el genoma de la especie y que determinan las propiedades de los seres vivos transmisibles por herencia.

Hasta hace pocos años, el genoma era un libro cerrado contenido en el núcleo celular, pero libro de importancia extraordinaria, ya que contenía escrita con un abecedario de cuatro letras, la historia evolutiva de cada individuo. Los avances tecnológicos de la Biología molecular han permitido ir descifrando ese código, formado en la especie humana, por 3×10^9 pares de letras agrupadas en unos 100.000 genes, con la información biológica suficiente para formar un individuo. El descifrado del mensaje contenido en el núcleo celular, introduce a la Biología en una nueva era.

La capacidad de manejar esta información genética para obtener el mensaje e incluso para modificarlo, se va haciendo realidad. Se puede actuar sobre el organismo final, y aun sobre el mismo código que lo origina, con la obtención de organismos distintos a los codificados. En realidad se puede modificar la naturaleza viviente, planteándose

cuestiones de gran trascendencia científica y humana, no planteadas hasta ahora. La entrada en esta nueva era hace necesario echar una mirada global sobre la bondad de dichas tecnologías y sobre su recepción por parte de nuestra sociedad.

Reproducción humana asistida

Las posibilidades de las técnicas biológicas se han puesto pronto de manifiesto en la capacidad de fecundar un óvulo fuera de su medio natural que es el útero materno. Los resultados fueron prometedores, lo que ha hecho que cada vez aumentara la ambición de los objetivos.

Desde la fecundación externa del óvulo por espermatozoides considerados normales, se pasó a hacer posible la reproducción de individuos cuyos espermatozoides eran incapaces de iniciar la fusión con el ovocito. Para ello se forzó la fertilización, inyectando un único espermatozoide directamente en el ovoplasma. Los pacientes con oligospermia podían así reproducirse y se dio un paso más haciendo posible la reproducción de individuos azoospermos, en los que no se producen espermatozoides libres, con inyección intracitoplásmica de una espermátida (1).

Todos estos pasos son científicamente muy forzados, ya que se desconocen los efectos de estas técnicas sobre la vida del hijo. En condiciones naturales es el espermatozoide más activo, con más vigor biológico, el que fertiliza primero, mientras que aquí es uno que en principio es incapaz de hacerlo. Se desconocen las consecuencias sobre la descendencia de esta fertilización forzada, ya que se ignoran las causas biológicas de esa incapacidad natural de fertilización.

Será después de estudios morfológicos y etológicos de la descendencia, controlados en animales, cuando podrá decidirse sobre la inocuidad científica de estos métodos con espermatozoides no maduros. Incluso se han de controlar las posibles mutaciones inducidas por la manipulación de los gametos en modelos animales, antes de trasladar estas técnicas a los humanos.

Clonación

El fenómeno de la clonación, por la que se consigue la réplica de un organismo, es frecuente en la Naturaleza, como la producción de yemas reproductoras en vegetales y animales inferiores, así como la producción de gemelos monovitelinos. Al conseguirse biotecnológicamente en mamíferos la producción de organismos a partir de la transferencia nuclear de células somáticas a óvulos desnucleados, se han puesto de manifiesto nuevas posibilidades técnicas. Se ha conseguido duplicados de un individuo a partir de células somáticas mamarias, aparentemente no diferenciadas, tomadas de una oveja de 6 años en su último trimestre de gestación (2). También se obtuvieron poblaciones de células somáticas a partir de un embrión de 9 días y de un feto de 26, cuyos núcleos se introdujeron en un óvulo desnucleado.

Los embriones reconstruidos se transfirieron a ovejas receptoras. En total se perdió el 62% de los fetos, proporción superior al 6% estimado después del acoplamiento natural, indicando la violencia de la manipulación.

Aunque la técnica está en sus comienzos, hay grandes posibilidades de alteraciones cromosómicas durante la manipulación, que han de ser puestas en evidencia en experi-

mentos animales controlados. Por otra parte, el experimento no es propiamente una clonación, ya que la célula somática sólo proporciona el DNA nuclear y no el mitocondrial, contenido éste en el citoplasma. El DNA mitocondrial es también importante para la expresión de todos los caracteres del donante. Las mitocondrias son orgánulos especializados en la respiración de las células eucariotas y en la transcripción y se han originado a partir de eubacterias endosimbiontes. Esta procedencia cada vez se consolida más, pues su estado ancestral puede verse en el genoma mitocondrial primitivo, recientemente descubierto en el protozoo flagelado heterotrófico de agua dulce *Reclinomonas americana* (3), con 69.034 pb y 92 genes, de los que 62 codifican proteínas. En la especie humana, después de un largo proceso evolutivo, sólo se conserva de este genoma mitocondrial, 17 Kb con 37 genes en total, de los que 13 codifican proteínas(4).

Se desconocen las consecuencias morfológicas y funcionales debidas a la ausencia de estos genes del donante en el nuevo individuo formado. Además, la producción de individuos clónicos tiene el inconveniente de la homogeneidad biológica, con los peligros inmunológicos consiguientes. También existe la posibilidad de envejecimiento del DNA nuclear, al tomar para su clonación células somáticas ya diferenciadas morfológica y funcionalmente y que han de desdiferenciarse no sabemos a qué coste. Los corderos empiezan a diferenciar sus células en estado embrionario de 8-16 células, mientras que el embrión humano de 4 células ya se diferencian.

Experiencias con embriones humanos y terapia génica

La clonación de mamíferos abre la posibilidad de clonar individuos humanos. Son muchos los interrogantes científicos que plantean estas técnicas, ni siquiera abordados en la experimentación animal. Se ha de ver la viabilidad somática y sobre todo etológica de los clones, seguir sus caracteres anatómicos y su comportamiento. La permisividad actual para experimentar con embriones humanos obtenidos por fecundación externa, con todos sus problemas de alteraciones cromosómicas, aumenta la problemática con la posibilidad de obtener esos embriones por clonación. Con ello se podrá obtener unas estirpes celulares definidas e incluso utilizar sus órganos para trasplantes sin problemas de histocompatibilidad. Todo ello con miras a una terapia humana, pero esta forma de enfoque de la terapia sería científicamente intentar coger un atajo, tanto de recorrido como de punto de llegada desconocidos.

Los caminos científicamente seguros, dadas las homologías genéticas humanas con los mamíferos, es utilizar tanto genes humanos como animales en la experimentación animal, sin necesidad de utilizar embriones humanos. La solución a los problemas biológicos ha de buscarse en modelos animales, en los que se experimenta el efecto de los genes introducidos. Después de controles rigurosos podrán aplicarse a la terapéutica humana.

Es ilustrativo a este respecto, la expresión del gen *Ets2*, un factor de transcripción que en el desarrollo de los ratones se expresa en el cartílago en formación, incluyendo la células precursoras del cráneo y primordios vertebrales. Este gen está localizado en el cro-

mosoma humano 21 y se sobreexpresa en el síndrome de Down (trisomía 21). La generación de ratones transgénicos para investigar las consecuencias de la sobreexpresión de *Ets2*, desarrolla anormalidades en el cráneo y esqueleto visceral, similares a algunas anomalías esqueléticas en humanos con síndrome de Down (5).

El rodeo por el mundo animal es más largo, pero más seguro y efectivo, antes de intentar resolver problemas patológicos humanos. Las inmensas posibilidades de la terapia génica en la línea celular somática están por desarrollar. La terapia génica aplicada a las células somáticas trata de encontrar el vector génico adecuado que pueda inyectar el DNA que transporta al tejido diana específico. El gran problema es proporcionar al vector en su envuelta molecular, la capacidad de reconocer la envuelta celular sobre la que tiene que descargar su contenido génico. Es cuestión de reconocimiento específico y para ello se han de buscar los caracteres moleculares propios de la superficie del tejido a tratar y fabricar la envoltura complementaria de acoplamiento del vector. Por supuesto que esta envoltura molecular complementaria ha de ser capaz de sortear la barrera inmunitaria. Los problemas moleculares a resolver son importantes, pero los medios técnicos actuales son adecuados para hallar la solución.

En cuanto a la línea germinal humana, no debe tocarse porque desconocemos las consecuencias sobre el conjunto del genoma. Apenas se conocen los efectos anatómicos y etológicos de la manipulación germinal en los animales y hay en ellos un amplio camino a recorrer. Su estudio abrirá nuevos enfoques

mucho más simples y seguros para la solución de los problemas humanos, sin la manipulación necesariamente burda, de tanteo y acientífica que se haría ahora. El gran desarrollo de las técnicas biotecnológicas abren caminos esperanzadores para la solución de problemas humanos, pero estos caminos apenas están esbozados en el mundo animal.

El compartir genes comunes con los animales ofrece una fuente inmensa de estudio. Los vertebrados poseen genes comunes con los invertebrados, como el complejo *Hox* que comparten con los insectos. Este conjunto de genes regulan la diferenciación del cuerpo en sentido longitudinal, determinando la segmentación del sistema nervioso e indicando con ello lo ancestral de la segmentación. Los genes *orthodenticle* y *empty spiracles* que dirigen la formación de la región anterior de la cabeza de los insectos, se han encontrado también en el desarrollo del telencéfalo y mesencéfalo de los mamíferos.

La segmentación del cerebro posterior de los vertebrados en rombómeros, es importante para la disposición anteroposterior de los núcleos motores craneales y nervios eferentes. Los genes *Hox* determinan dominios de expresión restringida. Así, el gen *Hoxb-1* controla las propiedades migratorias del cerebro posterior, manteniendo su identidad segmentaria (6).

La existencia de genes comunes muestra el camino a seguir en investigación científica, buscando en la experimentación animal el apoyo básico para la solución de los problemas biológicos humanos. El camino aparentemente fácil de intentar resolver los problemas experimentando con embriones humanos, es de dudosa rentabilidad, tanto

desde el punto de vista biológico como, sobre todo, ético y social.

El genoma de cada especie representa un equilibrio inestable entre los genes que lo componen, con interacciones entre ellos, que obligan a estudiar el efecto de la modificación de un gen del conjunto. Hay efectos multiplicadores en la especie humana, dada la idiosincrasia de su sistema nervioso y de su personalidad. De aquí que la terapia génica obligue a seguir minuciosamente la acción del gen introducido sobre el conjunto del genoma, especialmente si se trata de un embrión o de la línea germinal. Esta acción se pondrá de manifiesto sobre todo por cambios en el comportamiento, no fácilmente detectables. De aquí que sea necesario seguir un protocolo riguroso de detección de anomalías etológicas en la experimentación animal, bien en el individuo, bien en su descendencia. Con ello se verá el alcance real de la acción del nuevo gen y se verán sus efectos biológicos. Sólo con estas garantías científicas previas podrá intentarse después su aplicación a la patología humana. Las presiones económicas o sociales nunca justifican el debilitamiento de estos controles científicos en un tema de tanta importancia. La experimentación previa en animales ha de ser larga y minuciosa, dado que es ahora cuando se está haciendo posible la lectura del genoma. Las posibilidades de aplicación serán inmensas, pero la explotación de esta mina biológica requiere unos asentamientos firmes antes de hacer incursiones de dudosa rentabilidad por el genoma humano.

Eugenesia y variabilidad genética

La investigación científica tiene como finalidad propia, el conocimiento de los procesos biológicos. Después se podrá actuar sobre las manifestaciones anormales, reconduciendo al organismo hacia las vías biológicas naturales. El científico encuentra su plena satisfacción cuando reconduce a la naturaleza, no cuando la destruye. La destrucción de la naturaleza a la larga va contra el propio ser humano.

Por eso la biotecnología humana ha de intentar reconducir a sus cauces biológicos naturales a los organismos con manifestaciones consideradas patológicas, no destruirlos, ya que ello supondría una subversión del quehacer científico.

La terapia génica nunca puede justificar la eliminación de genes que se consideren nocivos en un ser humano, eliminando todo el genoma, o sea, practicando la eugenesia por eliminación del embrión. La investigación científica ha de perseguir la modificación del gen defectuoso, llevando a su portador a los mayores niveles posibles de bienestar. Ello es lo que justifica la investigación, no resolver el problema eliminándolo, sino realmente resolviéndolo. Si se eliminaran todos los embriones portadores de genes que se consideraran defectuosos, se eliminarían también genes altamente beneficiosos, produciendo una pérdida grande de variabilidad genética en la especie humana, con graves consecuencias inmunológicas y etológicas. Si en el pasado sólo se hubiera dejado vivir a las personas consideradas sanas, la humanidad no hubiera tenido gran parte de las personalidades que han sobresalido en las ciencias, en las artes, en la política y aún en la vida normal diaria.

Es aleccionadora la anécdota en que se pregunta a un premio Nobel que justificaba el aborto eugenésico, si hubiera permitido el aborto de una mujer tuberculosa y deprimida, dominada por un marido alcohólico, con el feto expuesto a defectos congénitos y graves perturbaciones emocionales. Ante la contestación afirmativa, el interlocutor contestó que acababa de eliminar a Beethoven.

Herencia biológica y herencia cultural

Los problemas biológicos planteados anteriormente sobre cuestiones terapéuticas, no debe hacernos olvidar que al ser humano no sólo le importa su bienestar físico, sino que también considera muy importante vivir según sus normas de vida.

El anuncio de clonación de una oveja (2), ha producido gran expectación, no tanto por el fenómeno en sí, sino por su posible aplicación a la clonación humana. El dominio biotecnológico sobre la reproducción y sus posibilidades desconcertantes, ha creado en el ciudadano medio motivos de inseguridad sobre el futuro de estas técnicas. La seguridad es una de las grandes motivaciones animales y humanas y estas técnicas crean recelos sobre el porvenir.

Ello justifica la gran oposición a la biotecnología demostrada en Europa y USA (7), en que el público consultado valora el riesgo, la utilidad y también la moralidad de estas aplicaciones.

En general han habido grandes debates bioéticos y se ha hablado de la dignidad humana a la hora de justificar la extensión de la clonación al hombre. También se ha de incluir en esta dignidad las consecuencias sobre el equilibrio mental y sentimental del

individuo y su descendencia. En general, al enfocar las técnicas de reproducción, entre las que se incluiría la clonación, en relación con los fines terapéuticos, también se tiene en cuenta los peligros de desviación con fines utilitarios, comerciales o simplemente caprichosos. El debate para encontrar solución no solo debe hacerse a nivel genético con sus consecuencias biológicas, ya que no todas las consecuencias en la aplicación humana serían de este orden. Para ver de forma global el problema, se ha de considerar que en el hombre existe otro tipo de herencia que no se transmite "por sus genes, y es la herencia cultural, lo que obliga a considerar el problema a nivel bioético.

La información adquirida en el genoma y básicamente contenida en el núcleo celular, tiene un límite de almacenamiento en sus 3×10^9 pares de bases en el hombre. La especie humana tiene una segunda fuente de acumulación de información en el gran desarrollo del cerebro, con 10^{11} neuronas, aunque también con capacidad limitada de memoria. Una tercera fuente de almacenamiento de información y ahora de memoria ilimitada y fruto del lenguaje, es la escritura, base de su gran expansión cultural y de carácter exclusivo humano. El almacenamiento de información biológica es limitada, mientras que la cultura no tiene límites en su expansión.

Tanto la herencia genética como la cultural, contribuyen al bienestar humano y se han de considerar ambos aspectos cuando se presentan problemas específicamente humanos que atentan a su felicidad, fin último del hombre, como decía Aristóteles (8). La cultura ha creado una serie de valores que forman parte del bienestar humano. No sólo el hombre ani-

malmente sano es feliz, sino que además necesita vivir unos valores que dignifican su existencia y su actuación sobre los demás.

Entendimiento, habla y trascendencia en la cultura helénica

Durante el período de hominización de unos tres millones de años de duración, el género humano ha desarrollado entendimiento y el habla, dos pilares básicos de su humanidad, que instintivamente le conducen a conocer la verdad y conseguir el bien, principios de la ética y normas de conducta. A través del entramado ético se constituyen los principios de convivencia social y es la amenaza para esta sociedad en la aplicación indiscriminada de la biotecnología lo que hace imprescindible el articular un código bioético que tenga en cuenta y garantice en estos experimentos la dignidad y libertad humana.

La polémica desatada con motivo de la aplicación de estas técnicas, indica la preocupación del hombre no sólo por los aspectos utilitarios, si no que considera a los aspectos bioéticos, fundamentales para el buen funcionamiento de la sociedad humana. El concepto tan aceptado de respetar la libertad y dignidad humana, puede conducirnos a una gran polémica sobre los límites y funciones de esa dignidad y esa libertad. Si no se acepta que hay una diferencia radical entre el hombre y los animales, no cabe establecer grados en los experimentos biotecnológicos. ¿Dónde está la diferencia?

La historia y aún la prehistoria han dado ya respuesta a esta pregunta y que ha sido decisiva en el desarrollo de la cultura. La creencia en la trascendencia humana ya está de manifiesto en los entierros rituales del hom-

bre fósil. Todos los pueblos consideran que el hombre ha sido creado, que es un ser trascendente y que hay en él una fuerza superior que lo diferencia de los animales. El hombre tiene también algo exclusivo que es la base de su libertad y de su dominio sobre los otros seres. Ese algo es el lenguaje, que Chomsky considera innato y fruto del entendimiento (9).

En la cultura helénica, base de la nuestra, ya se expresan claramente estas ideas. La trascendencia del hombre ya está de manifiesto en toda la épica griega. En la *Ilíada* describe Homero cómo "el alma del mísero Patroclo, semejante en todo a éste cuando vivía", se presenta a Aquiles y le dice: "Entiéndrame cuanto antes para que pueda pasar las puertas del Hades... Pues ya no volveré del Hades cuando hayáis entregado mi cadáver al fuego" (10).

Esquilo, en su *Prometeo encadenado*, pone de manifiesto los caracteres diferenciales humanos. El hecho de que Prometeo entregara a los hombres el fuego del cielo, "origen de todas las artes" fue causa de la condena del dios. También expone el origen divino de la razón cuando dice Prometeo: "De niños que eran antes, he hecho unos seres inteligentes, dotados de razón... Después descubrí también para ellos la ciencia del número, la más excelsa de todas y las uniones de las letras, memoria de todo".

Se ven aquí tres elementos entrelazados exclusivamente humanos: la razón, el fuego con las artes y la escritura como fruto del lenguaje. Por eso fue condenado por Zeus, pues con ello hizo a los hombre iguales que los dioses (11). La cultura helénica conocía bien los caracteres exclusivos humanos.

Relaciones con el Ser Supremo como base de la libertad y fraternidad en la cultura occidental

La cultura occidental ha sido, en parte, fruto de tomar como modelo el antiguo y nuevo testamento, con un nuevo enfoque de la dignidad humana, que queda profundamente expresada en las palabras del Génesis: "Dios hizo al hombre a su imagen y semejanza". La idea de libertad, base de la cultura occidental y también de la cultura científica, está magníficamente expresada por Pablo de Tarso cuando dice: "Donde está el espíritu del Señor, allí está la libertad".

El seguimiento del Nuevo Testamento ha contribuido decisivamente a crear una sociedad libre, pero unida por el amor, al mostrar un Dios amoroso y situado cerca del hombre, muy distinto de la lejanía del dios aristotélico. "Dios es amor", dice Juan evangelista. La civilización occidental se ha nutrido de estas raíces culturales, que han resultado ser fecundas porque permitían atender las exigencias más profundas de la naturaleza humana, manifestadas a lo largo de la Historia con sus proyectos, deseos, sueños e ilusiones. Nuestra cultura se ha nutrido durante siglos de los valores contenidos en el Antiguo y Nuevo Testamento. El Padre nuestro, *Pater noster*, expresión dirigida a Dios, es una de las formas más radicales de manifestar la igualdad y fraternidad entre los hombres, al considerarse hijos de Dios. Esta consideración es una firme expresión de la dignidad humana y la sociedad occidental ha sido guiada durante siglos por ella.

La cultura helénica y la occidental son dos modelos que consideran el valor trascendente del hombre, ambas culturas muestran los

caracteres de la naturaleza humana y coinciden en mostrar unas tendencias del hombre. Han habido intentos históricos de pretender cambiar esas tendencias naturales, imponiendo un bienestar determinado que iba en contra de las mismas, pero sin éxito. La naturaleza humana es tozuda en sus exigencias.

Código bioético y sociedad

Los aspectos exclusivos humanos expuestos anteriormente, podrían servir de base para enfocar unas normas bioéticas de aceptación común, que garanticen la dignidad del hombre. La trascendencia humana y la posesión de razón manifestada por el lenguaje, serían unos pilares firmes para edificar este código.

Dada la inmensa capacidad de manipulación del genoma humano, es urgente un código bioético de aplicación al hombre, dado lo especial de la situación, y adelantándose a los problemas que han de presentarse, este código ha de inspirarse tanto en sus motivaciones innatas como en el carácter trascendente y racional humano para que tenga valor de aceptación general y se imponga por sí mismo. Nunca unas normas que no estén basadas en las exigencias de la naturaleza humana (12), serán a la larga aceptadas por los hombres y por tanto sería superflua su redacción, con consecuencias imprevisibles para la convivencia.

Pero ello supone también que cada individuo sea consciente de sus responsabilidades hacia los demás. Según Eibl-Eibesfeldt, como el hombre, durante su larga historia, fue seleccionado para dar prioridad tanto al interés individual como al familiar, el interés por un grupo más amplio debe ser enfatiza-

do constantemente por indoctrinación y el nepotismo debe ser corregido (13).

En realidad, la cuestión fundamental estriba en que los valores culturales de un grupo amplio han de ser objeto de transmisión en un proceso docente individual, con el peligro de no llegar a grupos aislados, que dejarían de tener un desarrollo armónico, al faltarles el componente cultural. Estos valores se adquieren al principio en la familia y después en la escuela por planes docentes adecuados. Sin su componente cultural, el hombre quedaría reducido a su faceta animal. Son dos facetas necesarias y complementarias, que la sociedad necesita para poder juzgar sobre su futuro. De aquí el largo período de escolarización infantil, necesario para vivir estos valores. Los animales tienen un periodo corto de aprendizaje para buscar el alimento. El hombre tiene un lento desarrollo de su sistema nervioso para adaptarse a su medio social. De aquí la importancia básica de la educación. Esta adquiere especial relieve cuando las Comisiones que han de emitir informes, toman como base de referencia la opinión de los ciudadanos (7), por lo que es necesario la correcta información de éstos para que sean capaces de entrar de lleno en la cuestión que les atañe.

El hombre es un ser social y de la sociedad depende para su maduración. Una vez concebido, está ya sometido a influencias externas. Primero recibe la influencia de la madre en el útero materno y desde el nacimiento está sometido a la influencia familiar y social, en un proceso complejo de recepción de la herencia cultural. Esta herencia moldeará y hará posible el desarrollo de su personalidad en interacción con la herencia bioló-

gica. De aquí la importancia de la herencia cultural en el desarrollo del individuo humano, tan decisiva en el desarrollo mental y afectivo, que contribuirá decisivamente a su felicidad humana. Por eso en todas las cuestiones biotecnológicas y en la experimentación científica, se han de tener en cuenta la herencia biológica y en no menor grado la cultural. Y dado el posible carácter hereditario de los efectos de la manipulación, también en todos los aspectos se ha de considerar tanto a los padres como al hijo, como sujeto propio de valores. Así, la dignidad de éste, como ser humano, ha de tener un aspecto decisivo en cualquier decisión.

Frente al peligro de considerar sólo como problemas humanos los que inciden en su bienestar biológico, los valores culturales adquieren rango de primer orden. Frente a la consideración del dolor y la enfermedad como males en sí, se levanta la cultura que considera como valores humanos el soportarlos, ya que son capaces de humanizar a la persona.

La herencia biológica moldea la apariencia física y la cultura moldea la personalidad. Por eso los hijos adoptivos llegan a quererse tanto como los biológicos, debido a que los padres se proyectan afectiva y culturalmente en ellos. En la procreación, los padres se dan a sí mismos y la persona toma conciencia de que su forma de enfocar la vida, con sus proyectos, deseos, sueños e ilusiones, es decir, su componente afectivo y cultural, es parte esencial de su ser. Por eso un hijo adoptado desde su nacimiento puede proporcionar a los padres las mismas satisfacciones filiales que uno biológico. De aquí que sean innecesarios sortear los inconvenientes que se presentan en forzar una descendencia biológica,

cuando la paternidad queda satisfecha a través de la donación afectiva y cultural individual. Esta donación afectivo-cultural de sí mismo puede llegar a tener más importancia que la donación genética. Es decir, en la persona, la herencia cultural puede llegar a ser más apreciada que la biológica (12).

Como consecuencia de lo dicho, un clon humano sería el que posee tanto la herencia biológica como la cultural del individuo clonado y estas son dos condiciones difícilmente alcanzables, especialmente la herencia cultural. De aquí que las presiones ambientales para conseguir una herencia biológica, como tener un hijo a toda costa, pueden atenuarse grandemente si se tiene en cuenta la importancia de la herencia cultural, y ésta sí que la pueden transmitir los padres adoptivos.

Conclusiones

Los avances de la biotecnología en su aplicación al ser humano, capaces de alterar su integridad hacen necesario plantearse cuáles puedan ser los límites de estas aplicaciones y cuáles son los aspectos hereditarios que intervienen en la formación del individuo. Las técnicas de reproducción asistida, entre las que puede incluirse la clonación, así como la terapia génica, no influyen exclusivamente en el bienestar físico. Tienen enormes posibilidades, pero están en la actualidad muy lejos de haber pasado todos los controles de garantía científica en modelos animales. Antes de su aplicación humana, se han de conocer los efectos morfológicos y etológicos de la manipulación de genes, gametos o embriones, tanto sobre el individuo objeto de experimentación, como en su descendencia. El seguimiento de los problemas en el hombre tendría

que pasar por un control especial de posibles alteraciones mentales y emocionales que alteren su personalidad.

La terapia génica ofrece un campo de acción muy prometedor sobre la línea somática humana, dado la existencia de genes homólogos que el hombre comparte con los animales, como el complejo de genes *Hox*. La acción sobre la línea germinal humana no debe intentarse hasta la solución en modelos animales de los graves problemas que pueden presentarse.

El carácter racional humano, productor del habla y de la cultura, hace que la consideración de su bienestar tenga que realizarse, no sólo bajo el prisma de su herencia biológica y salud corporal, sino que los valores culturales, transmitidos también por herencia, adquieran un valor predominante en la felicidad del individuo. Estos valores se transmiten primero en la vida familiar y después en la social, en un proceso largo de aprendizaje. De aquí que la transmisión de la cultura sea esencial en el desarrollo del individuo y en el de la sociedad. El hombre sin estos valores quedaría reducido a su faceta animal, de aquí la función esencial de los planes educativos, máxime si el individuo es consultado sobre los problemas que le atañen en la aplicación biotecnológica, surgiendo de inmediatez cuestiones bioéticas referidas tanto al sujeto como al objeto de estas aplicaciones.

Dada la doble herencia que moldea el desarrollo humano, las cuestiones bioéticas se han de plantear no sólo en cuanto a la salud física, sino también teniendo en cuenta los valores culturales, que el ser humano necesita y considera fundamentales en su vida. La búsqueda de la verdad, el alcance de la felicidad y el sentido de la vida trascendente, son tenden-

cias innatas humanas que han condicionado el desarrollo de los valores culturales. Dada la inmensa capacidad de manipular el genoma humano, que abre una nueva era en Biología, es urgente articular un código bioético que se imponga como garante de la dignidad humana en el momento de aplicar los efectos bienhechores de la biotecnología al bienestar humano. Código que ha de adelantarse a los grandes problemas que se presentarán.

Este nuevo código bioético se ha de inspirar, para que sea de aceptación general, no sólo en sus particularidades biológicas sino también en las exigencias de la naturaleza humana, manifestadas históricamente, tanto en la cultura helénica como en la occidental y en otras muchas culturas. La consideración del hombre racional, creador del habla y el reconocimiento de la trascendencia humana, son valores que han servido para el desarrollo de la libertad, fraternidad y dignidad humana. Valores que pueden servir de base sólida para la inspiración del nuevo código.

El fenómeno social humano tiene mecanismos sustitutorios de la ligazón genética a través de los lazos culturales y afectivos. De aquí la importancia del contacto padres-hijos los primeros años de vida para el desarrollo de la personalidad, tanto de los padres como del hijo.

Por ello la idea del clonaje humano se muestra poco viable, ya que el clon tendría que poseer la misma herencia biológica y cultural, cosa prácticamente muy difícil. De aquí que las presiones sobre los matrimonios para conseguir descendencia biológica, pueden aflojarse al tener éstos en cuenta el papel primordial que juega la herencia cultural, la

forma de ser de los padres, en la formación del hijo.

Bibliografía

1. John Aitken, R & D. Stewart Irvine. Fertilization without sperm. *Nature* 379 : 493 (1996).

2. I. Wilmut, A.E. Schnieke, J. McWhir, A.J. Kind & K.H.S. Campbell. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature* 385 : 810-813 (1997).

3. Franz Lang, B. Gertraud Burger, Charles J. O'Kelly, Robert Cedergren, G. Brian Golding, Claude Lemieux, David Sankoff, Monique Turmel & Michael W. Gray. An ancestral mitochondrial DNA resembling a eubacterial genome in miniature. *Nature* 387 : 493-497 (1997).

4. Jeffrey D Palmer. The mitochondrion that time forgot. *Nature* 387 : 454-455 (1997).

5. Sony Heru Sumarsono, Trevor J. Wilson, Martin J. Tymms, Deon J. Venter, Catherine M. Corrick, Rihanna Kola, Mireille H. Lahoud, Takis S. Papas, Arun Seth & Ismail Kola. Down's syndrome-like skeletal abnormalities in *Ets2* transgenic mice. *Nature* 379 : 534- 537 (1996).

6. Michèle Studer, Andrew Lumsden, Linda Ariza-McNaughton, Allan Bradley & Robb Krumlauf. Altered segmental identity and abnormal migration of motor neurons in mice lacking *Hoxb-1*. *Nature* 384 : 630-634 (1996).

7. W. Wagner et al. Biotechnology and the European Public Concerted. Action Group. *Nature* 387 : 630-634 (1997).

8. Aristóteles. *Moral a Nicómaco*. Espasa Calpe. 1987.

9. Noam Chomsky. *Language and Mind*. Haarcourt, Brace and Jovanovich. New-York. 1972.

10. Homero. *La Iliada*. Bruguera. 1974.

11. Esquilo. *Teatro Completo*. Bruguera. 1982.

12. Andrés de Haro. *Introducción a la Etología*. Omega. Barcelona.1983.

13. Irenaeus Eibl-Eibesfeldt. *Human Ethology*. Aldine de Gruyter. New-York.1980.