

## **¿ES POSIBLE UNA SUPERACIÓN AL HOMBRE –SER HUMANO- CON LOS AVANCES GENÉTICOS Y TECNOLÓGICOS?**

MIGUELA DOMINGO

Departamento de Historia I y Filosofía  
Universidad de Alcalá  
Antiguo Colegio de Málaga. C/ Colegios 2  
28801 Alacá de Henares

Tras varios años de experimentación los resultados obtenidos continúan siendo pobres; según publicaciones científicas recientes, el proceso o la programación celular que conlleva la clonación ocasiona problemas en el control de la transmisión de la información genética.

Palabras clave: hombre, vida, Biología, Genética, Bioética.

After several years of experience, the success obtained keep on being scarce; according to recent scientific publications, the process or cellular programming which involves cloning causes mistakes in the control of the transmission of the genetic information.

Key-words: man, life, Biology, Genetics, Bioethics.

Las nuevas técnicas de Biología molecular y el conocimiento genético de la especie humana han abierto un mundo inexplorado que cuesta digerir. El futuro de la Medicina promete ser tan radicalmente diferente del presente que resulta “asombroso” para muchos y casi “maléfico” para otros. Algunos científicos están convencidos de que nos adentramos en una nueva era. Pero cada uno de estos pasos en el conocimiento humano despierta también nuevas dudas éticas y cientos de interrogantes : ¿vale todo si el fin es mejorar la salud?: matar para vivir; ¿cuál es la frontera de la clonación?: los embriones humanos generados por clonación son la materia prima para nuevos órganos. La técnica ya existe, sólo debemos decidir si queremos aplicarla<sup>1</sup>; ¿y de la reproducción asistida?; ¿es lícito experimentar con

---

<sup>1</sup> Incluye los siguientes pasos:

1- El genoma o información genética de un paciente se introduce -mediante el núcleo de una de sus células corporales-en un óvulo al que previamente se ha extraído el núcleo.

embriones humanos?; ¿quién tendrá acceso a los tratamientos más sofisticados?; ¿cómo se vetará la discriminación genética? ...

La última encuesta del Eurobarómetro desveló que sólo el 11 por ciento de los 6.000 europeos consultados tenía cierto conocimiento de lo que es la biotecnología. Puede que este desconocimiento aumente las incógnitas que la población media alberga sobre los nuevos avances de la Medicina, dudas que, en opinión de los expertos, sólo se despejarán si se establece un marco que garantice tanto el respeto a los valores personales y humanos como el máximo aprovechamiento de las posibilidades que ofrece la Ciencia<sup>2</sup>.

El Observatorio de Bioética y Derecho de la Universidad de Barcelona ha pedido un cambio en la legislación para poder investigar con los embriones sobrantes de los procesos de fecundación “in vitro”, sean o no viables. Se está partiendo de la idea de que los embriones no son personas, y que su estudio se desarrollará con miras a “solucionar problemas” ... (“ a los médicos la legislación nos suena lejana, los juristas nunca han visto un embrión al microscopio, ni a parejas con problemas de fertilidad, .. para hacer una buena valoración se debe estudiar a fondo el problema”, Pedro

---

2- De forma química o eléctrica, se estimula el crecimiento de este embrión creado artificialmente.

3- Una vez que el clon supera el estadio de ocho células, pasa a ser un individuo con la definición científica actual.

4- Al cabo de unos cuatro días se forma una blástula. En esta minúscula esfera hueca se encuentran células madres embrionarias que pueden ser “cosechadas”. Al hacerlo, el embrión muere.

5- Tras un complejo proceso, puede establecerse un cultivo con las células madre y conservarse para su posterior utilización.

6- Mediante ayudas químicas que en gran medida aún están por determinar, a partir de las células madre puede obtenerse cualquier tejido, y en el futuro también órganos completos que podrían ser transplantados. Como su información genética coincide con la del receptor, no existe riesgo de rechazo.

<sup>2</sup>De momento, el Grupo Europeo de Ética (GEE), un organismo independiente que asesora al Parlamento Europeo, considera prematuro poner en marcha proyectos para crear por clonación embriones y aboga por recurrir a tejidos fetales o a embriones sobrantes. La Convención del Consejo de Europa sobre Derechos Humanos y Biomedicina también coincide con el GEE, pero no aclara si podrían utilizarse los embriones excedentes de los tratamientos de fertilización o sólo los no viables, con lo que la Medicina se enfrenta a un vacío legal y a un nuevo reparo moral (salvo, en estos momentos, Gran Bretaña).

Barri, jefe del Servicio de Medicina de Reproducción del Instituto Universitario Dexeus)<sup>3</sup>.

Descifrar el código genético humano se convirtió, hasta hace muy poco, en una de las mayores aventuras en las que se ha involucrado la Ciencia. Curiosamente, por encima del hombre existen otras especies con un genoma mayor (hombre: 3.200 millones de pares de bases; guisante: 3.947; ajo: 15.290 m. de pares de bases, ..); los primeros borradores del genoma humano, obtenidos por un Consorcio Internacional, han marcado el inicio de una nueva era para la comprensión de la biología de nuestra especie y el descubrimiento de las pequeñas variaciones en nuestra dotación genética que provocan enfermedades. La información que se acumula a un ritmo vertiginoso y la aplicación de nuevas herramientas, como los “biochips”, auguran una futura revolución en el tratamiento de miles de enfermedades<sup>4</sup>. Sin embargo, la tarea de identificar los genes involucrados en enfermedades no será sencilla porque hay varios paradigmas de la biología humana pendientes de realizar una urgente revisión: en primer lugar ya no cabe hablar de que un gen produce una única proteína, sino muchas. Si los seres humanos sólo tenemos el doble de genes que una mosca y un tercio más que el gusano, la complejidad biológica de nuestra especie estaría determinada por la capacidad de nuestros genes para producir muchas proteínas a través de diferentes mecanismos. Tampoco hay genes “buenos y

---

<sup>3</sup>El caso de una niña norteamericana con anemia de Falconi que recibió un trasplante de células “madre” de un hermano concebido expresamente para ese fin, recordó hace unos meses una antigua discusión: la concepción de bebés “a la carta”. La biopsia de los embriones obtenidos en un proceso de fecundación “in vitro” permitió elegir el más adecuado para salvar la vida de la pequeña. Si era legítimo engendrar a una persona para que sirviera de donante, ¿por qué no utilizar la técnica para tener una niña cuando ya se tienen tres niños? Se piensa que no es lo mismo, que sólo se trata del primer paso y que posteriormente se concebirán niños con unas características físicas determinadas, mayor inteligencia, ..., aplicando las leyes biológicas de la herencia al perfeccionamiento de la especie humana.

<sup>4</sup>Los científicos conocen ya 1.100 genes asociados a enfermedades, pero descubrirán muchos más, gracias a los mapas sobre las variaciones mínimas existentes en el genoma de cada individuo. En el núcleo de cada célula madre existe una larga molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) formada por 3.000 millones de unidades o pares de bases, donde están contenidas todas las instrucciones necesarias para el nacimiento, desarrollo y funcionamiento de un ser humano. Con la secuencia descifrada en su orden correcto, los investigadores disponen ya de un borrador del manual de instrucciones del cuerpo humano, que esperan completar con detalle en 2003.

malos”, sino sistemas de genes interconectados en diferentes estados de susceptibilidad<sup>5</sup>.

Se sostiene también que la secuenciación del genoma humano ha revelado precisamente que la influencia del medio ambiente es mucho mayor y que los genes sólo determinarían una mayor o menor propensión a sufrir enfermedades. Muchas de ellas, como la hipertensión o la obstrucción de las arterias coronarias, son un buen ejemplo de la interacción entre muchos genes y el medio ambiente<sup>6</sup>.

Para descubrir genes asociados a enfermedades comunes y explicar por qué unas personas tienen mayor predisposición a enfermedades cardiovasculares que de tipo psiquiátrico, los investigadores están elaborando un mapa sobre las escasas variaciones que existen en el genoma de cada persona. Los borradores del genoma han revelado que los seres humanos somos prácticamente idénticos, ya que compartimos una secuencia que es común en un 99 por ciento. Pero en la secuencia de 3.000 millones de unidades del genoma, existen algo más de dos millones y medio de unidades que pueden variar entre los seres humanos. Se llaman polimorfismos de un solo nucleótido (“snip”) y en ellos se encuentra, probablemente, la base genética de la susceptibilidad al cáncer o la diabetes.

Casi cada semana se descubre un “snip” asociado a un trastorno humano. En los últimos meses se han descubierto varios implicados en la propensión a padecer colitis ulcerosa, el mal de Alzheimer o un mayor riesgo de adquirir la infección del virus del sida. El Consorcio público ya ha identificado 1,42 millones de “snips” y otra cifra similar ha sido obtenida por un grupo de doce grandes laboratorios farmacéuticos, que por una vez, se han unido debido a la envergadura del reto y sus aplicaciones (*Farmacogenómica* es el nombre de la nueva disciplina que intenta

---

<sup>5</sup>El resultado de estos procesos biológicos se producen en las variaciones notables de síntomas en personas con una misma enfermedad, explica Victor McKusick, de la Univ. Johns Hopkins. “De las 1.500 enfermedades monogénicas en las que se ha identificado un gen mutado, sólo unas pocas han sido estudiadas a fondo para comprobar la influencia de otros genes en su patogénesis”, añade este investigador. “Es muy probable que muchas enfermedades monogénicas acaben considerándose patologías complejas”.

<sup>6</sup>Los genes que contribuyen a elevar los niveles de lípidos en la sangre sólo se activarían si las personas ingieren dietas con altos niveles en grasas.

averiguar cómo la dotación genética de las personas influye en la respuesta del organismo a los medicamentos. La información ya obtenida será fundamental para diseñar fármacos individualizados con mayor eficacia, más seguros y más ajustados en sus dosis).

Por el momento, gracias a la información del genoma, los médicos ya pueden diagnosticar en recién nacidos enfermedades con curación, como la fenilcetonuria. Y en un futuro no muy lejano podrán identificar a neonatos con alto riesgo de enfermedad coronaria con el fin de prevenir las alteraciones que pueden obstruir sus arterias en la edad adulta. También es previsible que algunas enfermedades que se manifiestan en la vejez, como la osteoporosis, puedan ser diagnosticadas con años de antelación para evitar su aparición o paliar sus síntomas con fármacos o dietas específicas.

Pero ¿queremos vivir eternamente? El químico estadounidense Linus Pauling, dos veces premio Nobel, declaró que la muerte no era algo natural y que el ser humano era teóricamente inmortal. Aunque no logró demostrar su atrevida hipótesis, consiguió llegar a los 93 años con un régimen de dosis altísimas de vitamina C. El record de edad lo ostenta la francesa Jeanne Calment; cuando murió, en 1997, tenía 122 años. Pero esto sigue siendo demasiado poco. En pequeñas y discretas conferencias sobre Medicina del futuro -patrocinado por la industria farmacéutica Next-Med y las Fuerzas Armadas estadounidenses-, ya se plantea acabar con el temor de la muerte. Según el capitán de fragata Shaun Jones, organizador del evento, las investigaciones sobre los genes y las células madre, así como los experimentos de prolongación de la vida en moscas y lombrices, apuntan que nuestra generación podría ser la última que tenga que aceptar la muerte como algo inevitable<sup>7</sup>.

Pero, entonces, si clonamos, ¿cuándo es humano un humano? Desde el punto de vista biológico, ya un óvulo fecundado encierra todo el potencial de vida. ¡No hablemos ya de cuestiones de fe, de creencia!. Además, una vez superadas las ocho células, el embrión pasa a ser un individuo y ya no puede dar lugar a embriones múltiples. Pero nadie se ha atrevido aún a

---

<sup>7</sup>Cuando los militares dan dinero a la investigación, no suele ser causa de risa. Los que plantean, quizás demasiado optimistas, la posibilidad del sector genético de curar casi todas las enfermedades, no están muy lejos de la promesa de la vida eterna.

definir que es viable y qué no<sup>8</sup>. Ahora mismo, en España se encuentran a la espera de un destino cerca de 30.000 embriones, procedentes de los centros especializados en reproducción asistida.

No son los laboratorios de clonación quienes exigen una medicina omnipotente, sino que somos los propios seres humanos, los “pacientes”, quienes parece que pedidos estos avances apasionadamente, y sin medir las consecuencias de ellos. Porque acéptemos que las posibilidades de la Medicina son limitadas, y que hay que pagar un precio en el deseo de tener una salud permanente. Quizás tengamos que matar más para conservar la vida más allá de los límites. Quienes sueñan con la eterna juventud (tema, por otro lado, no novedoso), y quieren burlar a la muerte, deberán pagar un precio ... Los otros, la aceptarán como natural: “envejecer, no es para cobardes, Mae West -actriz estadounidense-”.

Bruselas<sup>9</sup> elevará un 10% el presupuesto de investigación de los próximos cinco años. La Comisión Europea<sup>10</sup> ya tiene perfilada su política de investigación comunitaria para el período 2002-2006. Con fecha 21 de febrero de este año, presentó su proyecto con un propuesta presupuestaria de 2,7 billones de pesetas, lo que representa un aumento del 9,8% al presupuesto del actual programa marco.

Los científicos europeos deberán centrar su actividad, según Bruselas, en la genómica, la informática, la nanotecnología y la industria espacial. Paralelamente, se desarrollarán una serie de iniciativas para lograr que

---

<sup>8</sup>Gran Bretaña se encuentra en un límite de 14 días: los embriones menos desarrollados pueden ser utilizados para la investigación. También en EE.UU. se estiran las conciencias: en el futuro, los institutos públicos podrán trabajar con células madre embrionarias. Sin embargo, su cosecha, queda en manos de investigadores financiados por el sector privado, a fin de no emplear dinero de los impuestos para destruir embriones.

<sup>9</sup>El Gobierno español ha anunciado que dedicará este año 8.000 millones de pesetas a la investigación genómica en los próximos dos años, lo que supondría, según cálculos oficiales, alcanzar un total de 26.000 millones de pesetas en el trienio 2001-2003 de ejecución del Plan Nacional de Investigación y desarrollo (I+D). La aportación pública se instrumentará mediante actuaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo, a través del Fondo de Investigación Sanitaria (FIS). La Comisión adoptó tres acuerdos:

1- La creación de la Fundación para la Ciencia y la Tecnología.

2. De modo inmediato, una Fundación para la Investigación del Genoma humano.

3- Un Comité de Ética en Investigación científica y Tecnológica.

<sup>10</sup>A principios del mes de febrero, Alemania destinó 870 millones de marcos (más de 70.000 millones de pesetas) a la investigación genética.

hagan de Europa un verdadero mercado único de la Ciencia. El gasto de investigación quedará repartido (según art. 164 del tratado de la UE):

. Primera partida:	13, 775 M.M. Euros	/2.291, 9 M.M. Pta
. Segunda partida	0,600 “	99,8 “
. Tercera partida	0,300 “	49,9 “
. Cuarta partida	1,800 “	299,4 “
TOTAL	16,475	2.741,2 “

- REPARTO INDICATIVO DE LAS PARTIDAS<sup>11</sup>

- 1- Integrar la investigación ----12,875 M.M. Euros/2.142,2 M.M. Pta.
- 2- Estructurar el espacio europeo de la investigación -----3,150 M.M. Euros/524,1 M.M. Pta.
- 3- Reforzar las bases del espacio europeo de la investigación ----- 0,450 M.M. Euros/74,8 M.M. Pta.

Es fundamental que un científico se sienta europeo más que británico, francés o español, y que pueda participar en proyectos competitivos. Europa, en estos momentos, se plantea como gran desafío de las ciencias y la tecnología de los seres vivos. La biotecnología y el análisis del genoma humano opera en la creciente participación de todos los países, y los candidatos a entrar (República Checa, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia o Hungría) en las siete áreas prioritarias de la Comisión Europea:

- 1- Genómica: Genoma humano con fines médicos (cáncer, resistencia a medicamentos y neurociencia)

---

<sup>11</sup>1- Genómica y biotecnología de la salud. Tecnología para la sociedad de la información. Nanotecnología, materiales inteligentes y nuevos procesos. Seguridad alimentaria y riesgos para la salud ...  
2- RRHH. Ciencia y Sociedad. Infraestructuras, ...  
3- Ayuda a la coordinación de actividades. Políticas, ...

- 2- Tecnologías de la información: Competitividad industrial. Desarrollo del comercio electrónico
- 3- Nanotecnología: Materiales inteligentes
- 4- Aeronáutica y espacio: Transporte aéreo para mejorar la seguridad (nuevos aparatos en 15 años)
- 5- Seguridad alimentaria: Mejora de los métodos de análisis, detección de contaminantes, riesgos medioambientales para la salud, ...
- 6- Desarrollo sostenible y cambio climático: Energías renovables. Mayor equilibrio de ecosistemas
- 7- Sociedad del conocimiento: Acercar la ciencia a los ciudadanos y promover el estudio de las ciencias económicas, políticas y sociales para profundizar en la democracia<sup>12</sup>.

El 13 de Febrero de este año comenzó una nueva y revolucionaria era para la Medicina. Ni el llegar a la luna, ni el haber conseguido dominar la energía nuclear tienen tanta importancia como haber secuenciado totalmente el ADN humano. Acababa de empezar la mayor aventura de la historia del hombre. El alfabeto de la vida había comenzado.

En 1997 se describía el genoma del primer organismo, el de la levadura, *Saccharomyces cerevisiae*; dos años después fue el del gusano, *Caenorhabditis elegans*. A mediados del 2000 el mundo científico se veía gratamente sorprendido por la descripción del genoma de la mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster*, y a finales del mismo año, el de una planta,

---

<sup>12</sup>EEUU obligará a publicar los riesgos de las terapias genéticas. La normativa es la respuesta al escándalo desatado con el caso de Jesse Gelsinger, un joven que murió tras haber sido inoculado con un virus alterado genéticamente para corregir sus insuficiencias hepáticas. El virus era similar al que provoca catarros y gripes, pero había sido modificado para introducir en el organismo nuevos genes. El Gobierno suspendió después los ocho experimentos de terapia génica que se desarrollaban en ese mismo centro, dependiente de la Univ. de Pensilvania, y prometió una nueva normativa, que es la que ahora entra en su última fase (hasta que el escándalo saltó - el mismo tratamiento había provocado la muerte de dos monos en ensayos anteriores - , el Instituto Nacional de Salud de EEUU (NIH) sólo había sido informado de 39 de los 691 experimentos fracasados en terapia génica en hospitales y universidades del país. Estas terapias son una gran promesa de futuro, pero también plantean riesgos remotos pero reales.



Arabidopsis arrives. Ya sólo quedaba el de un vertebrado, el del Homo sapiens y ... ¡ya está aquí!<sup>13</sup>

En 1990 nace oficialmente el Proyecto Genoma Humano con el objetivo de llegar a conocer toda nuestra dotación genética. Los genes se encuentran en todas nuestras células y son los responsables de las diferencias físicas y de un gran número de enfermedades de base genética, ya que dan lugar a las proteínas, unas estructuras que tienen una función concreta y específica en el organismo. Si los genes se alteran, esas proteínas pueden estar ausentes o funcionar de forma defectuosa, dando lugar a una enfermedad genética de mayor o menor severidad.

Actualmente no existe tratamiento para las más de 5.000 enfermedades genéticas conocidas y la esperanza pasa por conocer la proteína defectuosa, la función que tiene el organismo, y en diseñar nuevas estrategias terapéuticas basadas en la terapia génica y en la farmacogenética. De cualquier forma:

1- No todos los genes están dispuestos de forma uniforme a lo largo de los cromosomas<sup>14</sup>. El cromosoma con menos densidad de genes es el Y.

2- A pesar de tener sólo el doble de genes que el gusano o la mosca, el GH (Genoma Humano) es 25 veces mayor que cualquiera de ellos. Esto es porque hay una gran cantidad de material considerado -basura- que está formado por genes que no generan proteínas, secuencias repetidas sin aparente función, o secuencias que saltan de una parte a otra del genoma (trasposones).

---

<sup>13</sup>Inclusive el estudio genético de un animal extinto nos aclaró su evolución: es el caso del Moa, un ave que no volaba, extinguido hace al menos 500 años. Su aspecto era como el de un avestruz, sólo que mucho mayor, ya que podía medir hasta tres metros. Los aborígenes maories de Nueva Zelanda acabaron con estas aves y dejaron sólo algunos huesos como recuerdo. Ahora, la recuperación del código genético completo de sus mitocondrias (órganos de la célula) va a permitir conocer mejor la evolución del grupo animal al que pertenece y la de los continentes.

<sup>14</sup>Hay regiones muy ricas en determinadas bases, Citosina y Guanina, que confieren determinadas propiedades al genoma.

3- Los genes constituyen únicamente el 5% del genoma, pero es la parte más importante del mismo. El número de genes puede oscilar en torno a los 31.000, y aunque es una cifra menor de la esperada (100.000), la mitad tiene capacidad para generar no una sola proteína, sino dos o tres diferentes. Aunque parezca paradójico que sólo tengamos el doble de genes que la mosca del vinagre, la realidad es que tenemos capacidad para generar 5 veces más productos proteicos que los otros organismos.

4- Estos genes codifican para proteínas (proteoma) que van a tener una función concreta. Se puede decir que hay un incremento en la complejidad del proteoma, desde la levadura a los gusanos y a los vertebrados, debida a una innovación proteica a lo largo de la escala evolutiva.

5- La secuenciación del GH muestra que es tremendamente polimórfico en toda su extensión. Los polimorfismos, en este caso moleculares, son variantes que coexisten en la población general sin que esto suponga algo negativo. Hay un polimorfismo (SNP) cada 1.300 bases, y se han podido anclar 1,42 millones de SNP en el genoma. Esto representa una fuente extraordinaria para buscar genes de susceptibilidad a diversas enfermedades genéticas

Al GH<sup>15</sup> todavía le queda un largo camino por recorrer. Para el 2003, la secuencia completa; terminar de completar el catálogo de genes y de sus

---

<sup>15</sup>Si todo el ADN ( es una doble cadena. Cada cadena es una hilera de cuatro bases o letras a- Adenina, g- Guanina, t- Timina, c- Citosina ), del cuerpo humano fuera puesto en fila haría 600 veces el trayecto entre la Tierra y el Sol. Las cuatro letras del ADN ( es el archivo en el que están almacenadas las instrucciones que necesita un ser para nacer y reproducirse; 1- cuerpo humano; 2- 50 trillones de células; 3- célula-núcleo: 23 pares de cromosomas que contienen dos millones de moléculas de ácido desoxirribonucleico ) llevan las instrucciones para hacer todos los organismos; cada bloque de tres letras corresponde a un aminoácido (hay 20 aminoácidos que se usan en cualquier combinación para producir proteínas tan diferentes como la creatina para el pelo o la hemoglobina de la sangre). La mayor parte del ADN (más del 95%) no tiene función conocida. Entre una persona y otra en ADN difiere sólo en un 0,2%. Las fases del PGH constan:

1- Secuenciar: Identificar las letras químicas que componen cada gen humano (a,g,t,c).

proteínas correspondientes; pasar de la secuencia a la función concreta; completar el mapa de SNP para abordar los genes de enfermedades comunes (obesidad, hipertensión, ...) y terminar la secuencia de los genomas de otros vertebrados (ratón) e iniciar nuevos estudios (primates)<sup>16</sup>.

Sólo es posible hacer un cálculo aproximado del número de genes contenidos en el genoma humano. Hay varios motivos para esto. Uno, es que los genes humanos son pocos, y se encuentran alejados entre sí. Como media, existen aproximadamente 12 genes por millón de bases de ADN humano (en comparación con los 117 de la mosca del vinagre, los 197 del drosófila, ...). Encontrar auténticos genes entre la amalgama de ADN sin sentido -basura-, ha resultado una dura prueba para los programas informáticos actuales.

Otro motivo por el que resulta difícil detectar los genes humanos es que, en comparación con los genes de otras criaturas, se encuentran muy fragmentados.

Aparentemente no importa la cantidad de genes que se tengan, sino cómo se usan. La fragmentación de los genes humanos<sup>17</sup> hace posible que se construyan muchas proteínas distintas a partir de los mismos genes. Según parece, como mínimo el 35% de todos los genes humanos puede leerse de

---

2- Tras descifrar cuál es el orden correcto de cada letra, se lee la información de cada gen, y una vez identificado, se averigua su función (3.200 millones de pares de bases forman genes, repartidos entre los 23 pares de cromosomas).

3- La secuencia está completa en un 88%. Más del 90% de la secuencia es exacta en un 99,99%. Según el Consorcio público tenemos 31.780 Genes (22.000 identificados, el resto supuestos). Según Celera genomis 38.500 (26.588 identificados).

En el Proyecto de secuenciación pública han trabajado 20 grupos de seis países, y ha costado 55.000 millones de pesetas.

<sup>16</sup>El ADN humano es al menos en un 98% idéntico al de los chimpancés y otros primates, los parientes más cercanos del hombre.

<sup>17</sup>3.000 millones de bases. 1.000 billones de células. El ADN se replica sobre sí mismo. Planos íntegros para la fabricación de un individuo (A-T-, C-G, T-A, G-C, ..., base molecular de la herencia). Por ej.: las células de la médula ósea se multiplican óptimamente, pero en el caso de la niña norteamericana (niña burbuja), se llegan a callar. No se fija la nueva información, no se extrae lo defectuoso. En las enfermedades genéticas (transferencia génica), hay más de un gen defectuoso. Existen genes suicidas (ej.: cáncer). También señalar su utilización en el los objetivos militares, como arma biológica = selección, ... con unos diversos estudios de protocolo (niveles de contención: LK1 - LK3: si escapa algún gen, se destruye fuera de laboratorio). El GH se patenta. Su mapa queda fragmentado.

muchas formas. De esta manera, el GH podría codificar cinco veces más proteínas que los genomas menos flexibles de la mosca del vinagre o del gusano.

Pero el gran reto de descifrar el genoma necesita de otras disciplinas para comprender el “gran libro de la vida”. Los biólogos necesitan usar conceptos físicos y desarrollarlos. De la informática, de la ingeniería y sobre todo ya no ser antropocéntricos, es decir, parece que todos los mamíferos tenemos unos 30.000 genes. Esto parece una “afrenta” a la dignidad humana. Sin duda lo es para quienes busquen esta dignidad en su diferencia con respecto al resto de los animales, pero es lo que somos: animales y mamíferos típicos.

Primero se pensó “que nuestra presunta mayor complejidad se notaría en que nuestra secuencia génica sería más larga que la de los otros organismos, pero luego se descubrió que cebollas y tulipanes, por ejemplo, tenían más material genético por célula que nosotros. Se concluyó que eso no importaba, pues la mayor parte del genoma es basura. Se estimó que nuestro genoma tendría 100.000 genes, basándose en el prejuicio de que somos mucho más complejos que el gusano, por lo que deberíamos tener más genes. Sólo tenemos un tercio más, eso sí, quizás nuestros mecanismos sean más complicados, ... “(Prof. Jesús Mosterín, Investigación Inst. Filosofía- CSIC).

Pero ¿qué es, realmente, la vida? El uso de técnicas de clonación para fines terapéuticos (humanos) o para la obtención de un mayor rendimiento en ganadería se acerca a lo que podría ser su punto de inflexión. Tras varios años de experiencia, los éxitos obtenidos continúan siendo escasos y abundan los casos de abortos, muertes prematuras y malformaciones en los animales experimentales recién nacidos. No obstante empiezan a comprenderse las causas de los reiterados fracasos. Según publicaciones científicas recientes, el proceso de reprogramación celular que implica la clonación provoca errores en el control de los mecanismos de transmisión de la información genética.

Tras el nacimiento de la oveja Dolly, la tasa de éxitos actual continúa siendo tan baja como al principio, con el agravante de que muchos de los nacidos vivos fallecen a las pocas horas o presentan graves malformaciones (síndrome LOS -acrónimo de la expresión inglesa Large Offspring

Síndrome: obtención de animales de mayor tamaño en relación a animales no clonados); independientemente, problemas cardiocirculatorios, respiratorios, déficit en su sistema inmunitario, ...).

El nivel de éxito viable se mantiene entre la gestación de un feto viable por cada 300 a 600 embriones implantados en el útero de un animal que ejerce de madre biológica. “Todavía no comprendemos los mecanismos de la clonación” (Lorraine E. Young, investigadora del Instituto Roslin donde se gestó el nacimiento de Dolly). Pero la clave de todo ello estaba en la palabra *metilación*, y ¿qué es?, la metilación de ADN es una compleja reacción bioquímica que juega un papel determinante en la activación o inhibición de un buen número de genes. De su correcto funcionamiento depende que durante el desarrollo embrionario de un organismo, éste se desarrolle normalmente y se activen las funciones que determinarán no sólo su forma, sino también la formación de órganos y tejidos, además de otras características de la herencia genética transmitida de generación en generación<sup>18</sup>.

El uso de embriones humanos para investigación continúa levantando ampollas. Sin embargo, tomó un giro inesperado el pasado noviembre cuando el Gobierno británico amplió esa posibilidad extendiéndola a la clonación de embriones. Este papel es clave en la investigación sin trabas de las posibilidades de las células madre como fuente de órganos y tejidos para trasplante. Esta opción en España no es viable, dado el actual marco jurídico.

---

<sup>18</sup> La clonación: un proceso, dos resultados:

- 1- Persona de la que se realiza el clon (Se obtienen células de un tejido; Núcleo celular que contiene información genética).
- 2- Multiplicación (Las células extraídas son cultivadas en laboratorio).
- 3- Óvulo (A un óvulo humano no fertilizado se le extrae el núcleo que es reemplazado por el de una de las células)
- 4- Embrión (Los óvulos modificados permanecen en laboratorio hasta convertirse en embrión).
- 5- Madre portadora (Los embriones se implantan en el útero de una mujer).

RESULTADO (2)

- a- Clonación terapéutica ----- Se extraen células madre del embrión y se diferencian en los tejidos deseados.
- b- Clon humano ----- La portadora pare un bebé idéntico genéticamente a la persona clonada.

Para conseguir un feto, con independencia de su viabilidad, se requeriría en el mejor de los casos un centenar de óvulos femeninos, por ahora un recurso muy escaso. En 1998 James Thomson, de la Universidad de Wisconsin (EE.UU.), anunció que había logrado células madre procedentes de humanos y conservarlas en un cultivo de laboratorio. La fuente de Thomson son “embriones sobrantes” almacenados en clínicas reproductivas de Estados Unidos. Cuando una pareja decide que no quiere tener más niños, sus embriones unicelulares, que permanecen congelados, pueden destinarse a fines de investigación. En el laboratorio, Thomson hace madurar estos óvulos fecundados hasta que forman la llamada blástula. En la pared interior de esta esfera hueca de sólo una o dos décimas de milímetro, están las células madre embrionarias. *Para acceder a ellas, es necesario destruir la blástula, que en un útero podría convertirse en un ser humano.*

El Comité de Ética de Francia ha dado luz verde a la clonación humana con fines terapéuticos ... El CCNE se pronunció con fecha 7 de febrero de este año a favor de la polémica clonación con f. terapéuticos ..., contemplada en el anteproyecto de ley sobre la bioética que el pasado octubre presentó el Gobierno francés. El citado proyecto legislativo - prohíbe- explícitamente la clonación humana con fines reproductivos .... El dictamen de la Comisión sigue la estela del texto aprobado recientemente por la Cámara de los Lores Inglesa, que despertó una enorme polémica en toda Europa por sus implicaciones éticas.

La clonación de embriones humanos es, hoy por hoy, el gran debate bioético. Se aprueba la obtención de tejidos y órganos de recambio <sup>19</sup>y no la creación de personas genéticamente idénticas ...

---

<sup>19</sup> Principales enfermedades asociadas a los genes:

- 1- Cáncer de próstata
- 2- Cáncer de colon
- 3- Cáncer de pulmón
- 5- Parkinson
- 6- Diabetes
- 7- Obesidad
- 13- Cáncer de mama
- 18- Cáncer de páncreas
- 19- Arterioesclerosis
- x- Distrofia muscular

El 2001 va a ser el año en que se deberá resolver este asunto ético que dará paso a grandes debates morales y políticos. España es uno de los países en los que se tomará una decisión. Hasta ahora está prohibido, pero todo señala hacia una legislación, eso sí, con condiciones muy estrictas para evitar la clonación reproductiva que todos los países de la UE han prohibido y no pretenden legalizar, como mínimo, en medio plazo ...

Según datos oficiales, en Francia hay 500.000 embriones -actualmente congelados y abandonados del “proyecto de pareja”- y que carecen de “otra de acogida”. Los embriones están repartidos por una veintena de Centros especializados en la fecundación “in vitro”<sup>20</sup>. El proyecto que supondrá una revisión profunda de la ley de bioética de 1994, llegará al Parlamento en el segundo trimestre de 2001. Si sale adelante, el texto legal seguirá la estela del aprobado el pasado 22 de enero por la Cámara de los Lores del Parlamento Británico.

La decisión de los Lores cayó como una bomba en toda Europa, pero sobre todo en Gran Bretaña, donde se daba por supuesto que la Cámara vetaría la clonación humana, puesto que así lo habían solicitado los representantes de las religiones protestante, católica, judía y musulmana.

Se aprobó la clonación<sup>21</sup> de embriones humanos de menos de 14 días.

---

Cromosomas humanos: todos los genes del ser humano (genoma) están repartidos en 24 cromosomas: 22 + x + y. Los Cromosomas tienen dos cadenas paralelas “pegadas” en el centrómero. Cada cadena está formada por una larguísima molécula de ADN que se compone de cuatro nucleótidos -A,T,C y G-. Todas las células tienen un núcleo, que está rodeado por el citoplasma. En cada núcleo hay 23 pares de cromosomas (22 son iguales en los hombres y las mujeres y uno, x o y, es distinto). Cada órgano del cuerpo humano está compuesto por innumerables células especializadas y diferentes en cada individuo. Una secuencia determinada de pares de bases forma un gen.

<sup>20</sup>FIV - En ella es importante la estimulación ovárica para que la paciente cree unos diez óvulos, que serán extraídos mediante aspiración. Los óvulos son de la madre genética y el semen de la pareja o de un donante desconocido. En el laboratorio, a los óvulos se les añade semen del marido (pareja) o de un donante. A las 24 horas, la mitad fertiliza. Dos o tres óvulos se trasplantan al útero. Las posibilidades dependen del número y calidad de los embriones y en términos generales están entre un 35 y 40%.

<sup>21</sup>Se está redactando en España un informe sobre reproducción asistida que saldrá próximo. Las medidas afectarían a unos 25.000 embriones sobrantes de procesos de fertilización humana que permanecen congelados.

La tesis que reduce el embrión a una masa indiferenciada - con menos de 14 días- de células es objetable, porque olvida el hecho que no se han formado de la nada (ex nihilo), sino a partir del nuevo ser que ha comenzado a existir en el momento de la fecundación del óvulo. De hecho, todo el proceso está dirigido por la información genética que posee el embrión desde ese momento. ¿Por qué entonces distinguir entre el “preembrión” y el embrión como si fueran dos individuos diferentes? En este sentido, el Consejo de Europa declaró en 1986 que “desde la fecundación del óvulo, la vida humana se desarrolla de modo continuo, de forma que no pueden hacerse distinciones en el curso de las primeras fases (embrionarias) de su desarrollo (Recomendación 1046, del 24 de septiembre de 1986, relativa a la utilización de embriones y fetos humanos con fines diagnósticos, científicos, industriales y comerciales -punto 5-).

Si la noción biológica de “individuo” no es sinónimo de “indivisible”, la noción filosófica tampoco lo es. Se hace referencia a la unicidad del ser, a su singularidad concreta. El individuo es el sujeto que subsiste, que existe realmente y se distingue de toda otra realidad (Paul Grenet, *Ontologie*, Beauchesne, París, 1959, pág. 71)

Así, tanto en el plano biológico como en el filosófico, el embrión es un individuo. La cuestión central es ¿pertenece a una naturaleza racional como lo exige la definición de “persona”? Si se toma la noción de naturaleza humana en sentido biológico, es decir, como sinónimo de especie humana, estamos obligados a concluir que el embrión pertenece a una naturaleza racional y que es, por tanto, una “persona”. En cambio, si se toma la noción de naturaleza humana en un sentido filosófico, que implica necesariamente la presencia de un espíritu o alma humana, se llega a un callejón sin salida ...; pero dado que no existe ningún medio técnico para verificar la presencia en él de un alma racional, ¿cómo saber si su principio es espiritual o puramente vegetal o animal?

Ahora bien, es precisamente esta duda ontológica la que nos conduce, en el plano ético a respetarlo como a una persona. “Toda vez que hay dudas acerca de la posición a seguir, debe adoptarse la que sea más favorable al sujeto más débil” (solución comúnmente seguida en el ámbito ético y en el jurídico).



La misma solución es seguida por la Iglesia católica, que no se pronuncia de modo categórico sobre la cuestión ontológica del comienzo de la persona, sino sobre la cuestión ética: ciertamente ningún dato experimental es por sí suficiente para reconocer en el embrión un alma; sin embargo, los conocimientos científicos sobre el embrión humano ofrecen una indicación preciosa para discernir racionalmente una presencia personal desde este primer surgir de la vida humana. Por tanto, el fruto de la generación humana desde el primer momento de su existencia, es decir, desde la constitución del cigoto (término empleado por la Iglesia como sinónimo de embrión), exige el respeto incondicional que es moralmente debido al ser humano en su totalidad corporal y espiritual. El ser humano debe ser respetado y tratado como persona desde el instante de su concepción<sup>22</sup> y, por eso, a partir de ese mismo momento se le deben reconocer los derechos de la persona, principalmente el derecho inviolable de todo ser humano a la vida.

Por otra parte, si el embrión no fuera una persona ..., sería igualmente merecedor de respeto. No parece lícito someterlo a tratamientos degradantes. Nos encontramos aquí con varios problemas:

- 1- La no perspectiva de futuro de los humanos no plenos (malformaciones, enfermedades genéticas, ...)
- 2- Los no nacidos, sin libre elección
- 3- Los disminuídos psíquicamente ...
- 4- ...
- 5- Los animales <sup>23</sup>(Declaración de los Derechos del Animal- ... “los derechos del animal han de ser protegidos por la Ley, como lo son los Derechos Humanos” , art. 14-b ; “no se someterá ningún animal a malos tratos ni a actos crueles”, “si la muerte de un animal es necesaria, ésta ha de ser instantánea, indolora y no generadora de angustia”, art. 3-a y b-

---

<sup>22</sup>Especialistas fijan el inicio del respeto, ya sea en la octava semana, cuando la actividad eléctrica del cerebro es perceptible a través de un electroencefalograma, o en la vigésima semana, cuando el nuevo ser es capaz de ciertas funciones (sensaciones, memoria, aprendizaje, ...), o en fin, un cierto tiempo después del nacimiento, cuando el niño comienza a ser autoconsciente de su propia existencia.

<sup>23</sup>La Educación ha de enseñar desde la infancia a observar, comprender y querer a los animales.

Declaración del 15 de octubre de 1978, Liga Internacional; aprobada por la UNESCO y posteriormente por la Organización de las Naciones Unidas).

La autoconciencia al tratar de la noción de “persona” adolece de una falta radical: la ausencia de un sujeto, es decir, la autoconciencia no es en sí autosuficiente. Los actos de la conciencia son los actos de alguien. Para ser autoconsciente, primero es necesario ser. Además, si el ser de la persona reposara enteramente en la autoconciencia, ello implicaría que la persona viene a ser gradualmente. Un niño de un año no sería más que parcialmente una persona. Ahora bien, el ser personal, dotado de unicidad, no puede por principio venir a la existencia gradualmente.

No se debe confundir, como se está haciendo, el plano del ser y el plano del obrar. La substancia de la persona viene así a ser disuelta en sus funciones (por ej.: su autoconciencia) e incluso a ser identificada con ellas. La personalidad es asimilada a una suma de actividades en lugar de ser reconocida como el acto fundante del individuo que pertenece a una naturaleza racional.

El ser de la persona no depende del ejercicio de ciertas funciones en el ser vivo. Por tanto, no basta con observar en el embrión la ausencia de ciertas capacidades -que requieren forzosamente de tiempo para desarrollarse- para negar su personalidad.

Pero ante la “impotencia” de la biología y de la filosofía para decirnos con certeza si el embrión es una persona, corresponde a la ética y al derecho resolver la cuestión, ya no en el plano ontológico, en el cual la solución se revela imposible, sino en el plano práctico, del obrar, es decir, definiendo cuál ha de ser nuestra conducta respecto del embrión. Por tanto, de lo que se trata en definitiva es de nuestro DEBER SER hacia el embrión, y no tanto del SER del embrión en sí.

Ambas disciplinas se apoyan en la realidad, pero la superan, creando ficciones y presunciones, según las exigencias de la “justicia”, cuando el conocimiento de la realidad resulta difícil o imposible.

La regla *infans conceptus pro nato habetur quoties de commodis eius agitur* “el niño concebido es tenido por nacido toda vez que se trate de su

propio interés”, contenido bajo diversas formas en el Digesto de Justiniano (Derecho Romano), tenía el mismo valor de un verdadero principio general del derecho que asimilaba el concebido al ya nacido.

La persona humana es -procreada- no producida. Habitualmente, cuando se hace referencia a los seres humanos, se prefiere emplear el término -procreación- y no el de “reproducción” (técnicas), para poner de relieve que hay allí mucho más que un simple fenómeno biológico: es el comienzo de una persona ..., de un ser que es un fin en sí, que no es solamente cuerpo, sino también, y al mismo tiempo, espíritu ...

En este fenómeno hay sin duda una parte de misterio, que dice decir a Kant que “es imposible comprender cómo puede generarse un ser dotado de LIBERTAD a través de una operación física” (*Metafísica de las Costumbres*, Tecnos, Madrid, 2ª edic., 1994, párrafo 28 de la primera parte de la Doctrina del Derecho); o a Aristóteles “sólo queda como posibilidad que el intelecto venga de afuera y que sólo es sea divino, ya que una actividad corporal no tiene nada en común con la actividad suya” (*De la génération des animaux*, Les Belles Lettres, París, 1961, 736 b).