

Artículo

## **Implicaciones éticas de la transgénesis y la clonación.**

### **Ethic implications of transgenesis and cloning.**

**(1) Ayní Rodríguez Pargas (2) Jesús Arturo Junco Barranco (3) Aymed de la C. Rodríguez Pargas (4) María Antonia de la Cruz Cardoso**

1. Especialista de Primer grado en Farmacología Clínica. Profesora Auxiliar. Instituto Superior de Ciencias Médica "Carlos J. Finlay" Carretera Central Oeste, CP. 70100, AP 144, Camagüey, Cuba. E-mail: [jesus.junco@cigb.edu.cu](mailto:jesus.junco@cigb.edu.cu)
2. Especialista de Primer grado en Bioquímica Clínica. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camaguey.
3. Especialista de Primer grado en Oftalmología. Hosp.. Prov. Docente Manuel Ascunce Domenech.
4. Especialista de Primer grado en Pediatría. Hosp. Pediátrico de Camaguey Eduardo A. Piña.

### **Resumen**

La biotecnología, aunque tan antigua como la invención del vino y la fermentación de la cerveza por el hombre, tiene en los años 60 del siglo XX, un importante despegue con las técnicas de biología molecular y clonaje de genes foráneos en organismos unicelulares, y el surgimiento de los primeros medicamentos recombinantes. En la década de 1980 y 1990, se obtiene sorprendentes resultados de transgénesis de animales y plantas y ya finalizando el siglo aparece la clonación ó generación de animales idénticos a partir de células somáticas. En este trabajo se valora críticamente las oportunidades y riesgos de la transgénesis y la clonación en el plano ético actual, teniendo en cuenta la amenaza de los seres clónicos, la responsabilidad social de los científicos, la polarización del sistema científico internacional y los códigos morales, además de la ética del profesional científico cubano que

responde al principio de que el futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia.

Palabras claves: ETICA; CLONACION DE ORGANISMOS

## **Introducción**

Los trabajos de Crick y Watson culminaron en 1953 con la presentación de la primera evidencia real de que se visoraba una nueva era en el desarrollo de la biología como hecho a escala mundial. Desde entonces hasta nuestros días, se han sumado indiscutibles resultados que evidencian esta tercera revolución científica de la humanidad. Tomando los beneficios que generaron las revoluciones en el campo de la física y la química, las biotecnologías se constituyeron como tecnologías matizadas por su carácter abarcador, tan abarcador que muchas veces nos asombra su alcance.

Por otra parte, a pesar de que la biotecnología ha despertado recelos e inquietudes en diversas latitudes, su impacto en la salud humana y animal, la agricultura y la industria en general, la revela como una ciencia transformadora que, indudablemente, trae y traerá enormes beneficios para la humanidad.

Además de la obtención y aplicación de animales y plantas transgénicas, uno de los descubrimientos mas notables en este siglo que está por terminar, es sin duda, la clonación o generación de animales idénticos a partir de células somáticas. Esta nueva tecnología tiene grandes expectativas en el campo de la salud humana y veterinaria, mencionemos por ejemplo: la producción de proteínas terapéuticas, la generación de modelos animales para el estudio de enfermedades, la producción de órganos de animales para el transplante en humanos; así como la generación de animales de alto valor genético y productivo.

La posibilidad de aplicar esta tecnología en otras especies animales ha generado una ola de preocupaciones relacionadas con la necesidad de extender la clonación a humanos. En el presente trabajo valoramos críticamente las oportunidades y riesgos de la transgénesis y la clonación en el plano ético actual.

## Desarrollo

### Producción de fármacos por medio de animales transgénicos

Aunque los productos biomédicos derivados de animales de granja no son nuevos, los adelantos en ingeniería genética abren la perspectiva de utilizar el ganado para producir varios fármacos nuevos. Muchas proteínas diseñadas para la terapia humana sólo se pueden producir satisfactoriamente en cultivo de células de mamíferos. Los animales transgénicos, empero, ofrecen una alternativa y medios potencialmente más eficaces de producir grandes cantidades de tan valiosas proteínas. Por ejemplo, se ha logrado dirigir la expresión de proteínas heterólogas a las glándulas mamarias de animales transgénicos, utilizando las secuencias reguladoras de varios genes de proteínas de la leche. La leche se considera una fuente atractiva de proteínas recombinantes debido a la facilidad de acceso al tejido, los bajos costos de producción y el gran volumen potencialmente disponible. Además, es menos probable que las proteínas expresadas en la leche tengan efectos nocivos en el hospedero. Por consiguiente, los animales transgénicos constituyen “biorreactores vivos” y pueden ser apropiados para la producción a gran escala de varias proteínas terapéuticas.

Por ganado transgénico se hace referencia a animales en los que se ha introducido experimentalmente material genético clonado mediante microinyección de ADN extraño, ya sea directamente o en embriones o células diferenciadas.

Los rumiantes, las ovejas y las cabras son los que mejor se prestan a las mayorías de las aplicaciones, ya que representan un buen equilibrio entre la capacidad potencial de producción y el tiempo necesario para generar un rebaño de producción.

En cuanto a la importancia clínica, los productos de sangre humana, que son separados del plasma, son los más apropiados para su sustitución por productos derivados de animales transgénicos. En efecto, la antitrombina III humana recombinante producida en la leche de cabras transgénicas, obtenidas

por la empresa norteamericana Genzyme Transgenics Corp., ha pasado a la fase II de pruebas clínicas. Otros ejemplos de proteínas humanas sintetizadas en la leche de animales transgénicos son: en 1991, la antitripsina  $\alpha_1$  (más de 30 g/L de leche de oveja), en 1989, el factor IX de la coagulación de la sangre ( $2 \times 10^{-5}$  g/L de leche de oveja); en 1991, el activador tisular del plasminógeno (3 g/L de leche de cabra); y en 1992, la seroalbúmina humana ( $8 \times 10^{-4}$  g/L de leche de ratona).

En mayo de 1997, la empresa escocesa PPL Therapeutics anunció que había producido tres conejos transgénicos cuya leche contenía calcitonina de salmón; el gen de esta hormona, que es eficaz contra la osteoporosis, se ha introducido en el genoma de los embriones de los conejos.

Un inconveniente frecuente de la tecnología actual de transgénesis es el carácter aleatorio de la integración del ADN extraño. A consecuencia de ello, cada animal tiene un genotipo distinto, lo que provoca inevitablemente niveles de expresión imprevisibles y desiguales. Además, no todos transmiten de modo estable su conjunto completo de transgenes. Por consiguiente, es necesario generar varios animales de este tipo, mantenerlos y evaluarlos simultáneamente a fin de conseguir un buen animal de producción. Un inconveniente de tecnología actual es el tiempo que se requiere para generar un rebaño transgénico de producción (de tres a siete años), especialmente con especies de animales de gran tamaño. El tiempo mínimo requerido para generar un rebaño de producción varía según la especie transgénica: cuarenta y cuatro meses para las ovejas y las cabras, setenta y ocho meses para las vacas y treinta y tres meses para los cerdos.

Las cuestiones reglamentarias planteadas para los productos derivados de animales transgénicos, comprenden muchos aspectos comunes a los productos derivados de la tecnología del ADN recombinante, a los anticuerpos monoclonales y a los productos de la terapia génica. Estas preocupaciones comunes se refieren a la inocuidad, la eficacia, la identidad, la pureza, la potencia y el control del proceso. En agosto de 1995, la FDA de los Estados Unidos publicó un documento titulado "Puntos que se han de considerar para la fabricación y prueba de productos terapéuticos para uso humano derivados de

animales transgénicos". Algunos de los puntos clave de ese documento son los siguientes:

- la estructura del transgén;
- la fidelidad de la transmisión hereditaria del transgén;
- la constancia de la expresión del producto en la progenie a lo largo de varias generaciones;
- la gestión de rebaños de producción, incluidos los efectos de la expresión transgénica en la salud y la reproducción de los animales;
- la estabilidad de la expresión del producto durante la vida reproductiva del animal;
- el procedimiento de purificación del producto que ha de validarse para eliminar agentes adventicios.

PPL Therapeutics considera que la clonación es mucho más eficaz que la producción de proteínas terapéuticas por ovejas transgénicas derivadas de un embrión en el que se ha inyectado ADN humano. Este procedimiento es bastante pesado y su porcentaje de éxito es bajo, mientras que la clonación permitirá la multiplicación ilimitada del número de animales transgénicos.

### **¿Cómo hacer ovejas clónicas?**

La clonación es la manipulación de una célula de un animal para que crezca un duplicado exacto de ese animal.

El obstáculo a la clonación había sido que las células de un animal adulto ya han escogido lo que van a ser cuando sean grandes. Son células de hígado, o células de piel, o neuronas por ejemplo. Cualquier gen no necesitado en una célula es neutralizado, aunque sigue presente. Como resultado, las células de piel no producen estrógenos; las cerebrales no fabrican insulina. Por esta razón los científicos no habían podido clonar una célula adulta.

El descubrimiento clave de los científicos escoceses fue hacer que las células adultas respondieran a todo su potencial.

1. La oveja Dolly, la primera que se obtiene a partir de células de animal adulto, ha tenido tres madres y ningún padre. Su dotación genética es idéntica a la de una oveja blanca, la clonada, y se transmitió a través de un ovocito (precursor del óvulo) de una oveja de cabeza negra, que actuó de incubadora para la célula. Este ovocito se implantó para su desarrollo en otra oveja de cabeza negra, de la que nació Dolly. En términos científicos, se hizo una transferencia nuclear desde una célula donante diferenciada a un ovocito no fecundado y enucleado, que luego fue implantado en una hembra portadora.
2. Los científicos utilizaron para crear a Dolly células mamarias que procedían en origen de una oveja Finn Dorset de seis años, en el último trimestre del embarazo. Estas fueron cultivadas en laboratorio, hasta obtener miles de ellas genéticamente iguales. El medio de cultivo tenía determinadas características, de forma que las células, a dieta, entraran en hibernación, algo que resultó clave en el éxito del experimento.
3. La novedad en el nacimiento de Dolly es que la célula de la que procede es diferenciada o especializada, de un tejido concreto de un animal adulto. Hasta entonces se creía que sólo se podían hacer animales clónicos con células procedentes de embriones, no diferenciadas. Una vez cultivadas las células del animal a clonar (la oveja blanca), faltaba obtener los ovocitos de la segunda madre, para lo que se estimuló ováricamente a una oveja de cabeza negra y se extrajeron los ovocitos, que estaban en una determinada fase de su ciclo celular.
4. A los ovocitos les fue extraído, siempre en laboratorio, por micromanipulación, el núcleo, que contiene los cromosomas; o sea la información genética a transmitir a los descendientes. Luego, los ovocitos fueron conservados en un cultivo en determinadas condiciones de temperatura.
5. Las células receptoras (ovocitos sin núcleo) se pusieron en contacto con las células donantes (mamarias) dentro de un aparato especial y fueron sometidas a descargas eléctricas para propiciar su fusión y el comienzo del desarrollo del embrión. En cada ovocito, el núcleo desaparecido fue sustituido por el núcleo de la célula donante, cuya reprogramación

genética, debida a la hibernación, permitió que en muchos casos se iniciara el desarrollo de un embrión normal.

6. La sincronización de las fases entre las células donantes y las receptoras fue la clave del éxito del proceso. En los experimentos, realizados en enero de 1996, se obtuvieron más de 270 embriones, de los cuales sólo 29 se desarrollaron lo suficiente para implantarlos en el útero de 13 ovejas portadoras. El único feto que llegó a término fue Dolly, que nació el 5 de julio de 1996, con características aparentemente normales e iguales a las de su madre genética, la oveja blanca con cuyas células mamarias se inició todo el proceso.

Tras haber clonado una oveja (Dolly), un equipo de investigadores del Instituto Roslin, en asociación con la Empresa PPL Therapeutics, logró clonar la primera oveja transgénica transfiriendo el núcleo de una célula somática transgénica (que contenía el gen humano codificante para el Factor IX, una proteína relacionada con la prevención de la hemofilia) a un ovocito enucleado. El 25 de Julio de 1997, la oveja clonada, llamada Polly, tenía dos semanas de edad y su leche contenía una proteína sintetizada a partir del gen humano incorporado a su genoma. Un año después del nacimiento de Dolly, la clonación de animales transgénicos cuyo genoma contiene uno o varios genes extraños se ha convertido en realidad.

Aplicaciones prácticas de la clonación.

Las aplicaciones médicas de los trabajos desarrollados en el Instituto Roslin de Edimburgo son innumerables: modificación de células de superficie de corazón o riñón de cerdos para los trasplantes a humanos. Los avances en el conocimiento terapéutico de la osteoporosis deben mucho a los trabajos de la granja.

Una vez que se desarrolle la tecnología, una mujer que sabe que sus genes llevan información que podría transmitir una enfermedad a sus hijos , podría, a través de la clonación de células embrionarias, evitar un defecto de nacimiento trágico o una enfermedad.

Ian Wilmut dijo que lo que se ha descubierto sobre la clonación en los últimos tiempos “ha permitido que se llegue a pensar en la producción de proteínas necesarias para el tratamiento de enfermedades humanas”. Aunque los resultados en ovejas han sido alentadores, dijo Wilmut, “los experimentos clínicos en humanos no se realizarán hasta dentro de dos o tres años” “no estoy contento con la idea de hacer copias de personas que ya existan. No es realista quien piense en eso en este presente”.

El sueño se ha vuelto realidad, pues ahora es posible obtener, en una generación, rebaños de animales que producirán grandes cantidades de proteínas de gran importancia médica. PPL Therapeutics está tratando de adaptar la técnica de clonación a las vacas, que producen mucho más leche que las ovejas, con una consiguiente producción de proteínas terapéuticas mucho más importante.

¿Puede ser duplicado también el ser humano?.

Algunos científicos estaban tan seguros de que no se podían clonar los seres humanos, que en la década de los años 70 disuadieron a los biotecnólogos para que ponderaran sus implicaciones morales.

El verdadero interrogante era, por supuesto, ¿Cuánto falta para que los científicos clonen seres humanos? Nature, la revista que publicó el estudio de Dolly, dijo en su editorial que es probable que se logre clonar humanos a partir de tejidos adultos en cualquier momento de aquí a 10 años..

Pretender clonar a seres humanos es un engaño porque actualmente es imposible recoger suficientes óvulos de una mujer para entregarse a este tipo de experiencia, afirmó Harry Griffin, creador de Dolly. Por el momento es imposible obtener de una sola mujer el número suficiente de óvulos requeridos para realizar el clonaje humano.

Aspectos éticos de la clonación humana.



En la cuestión más profunda de qué sería exactamente la clonación humana, los escépticos y los creyentes son unánimes. Un clon humano podría parecerse superficialmente al individuo del cual se hizo. Pero diferiría dramáticamente en los rasgos que definen a un individuo: personalidad y carácter, inteligencia y talento. “Nunca se conseguirá una identidad del ciento por ciento por los factores fortuitos y porque los ambientes nunca son exactamente los mismos” según declaraciones del psicólogo Jerome Kagan, de Harvard en 1997.

Eso fue poco consuelo para los políticos, los moralistas y los incrédulos. El presidente estadounidense Bill Clinton, citando “serias cuestiones éticas”, ordenó (1997) a un equipo federal de bioética que informara en 90 días sobre si Estados Unidos debe regular en su territorio la clonación humana o prohibirla como lo hicieron Gran Bretaña, Dinamarca, Alemania, Bélgica, Holanda y España.

El objetivo del Instituto Roslin es crear un mejor vaso de leche. Los científicos, respaldados por PPL therapeutics y PLC de Edimburgo, querían hacer genéticamente ovejas y vacas para que su leche contuviera proteínas humanas. Pero no cualquier proteína, sino aquellas con uso farmacológico.

A comienzos de 1997, PPL presentó a Rosie, una vaca cuya leche contiene alfa-lactalbúmina humana, una proteína que posee casi todos los aminoácidos esenciales que necesita un recién nacido; la idea es purificar las proteínas de la leche de Rosie y venderla en el mercado, en polvo, para bebés prematuros que no pueden alimentarse de leche materna. Pero poner un gen humano en cada una y todas las Rosies en potencia no sólo es tedioso, sino ineficaz. Hay más posibilidades de fracaso que de triunfo. Wilmut se imaginó que la clonación ofrecía un mejor camino

Apenas los científicos de Roslin habían creado a Dolly, comenzaron a asegurar que nadie iba a aplicar jamás, pero jamás, la tecnología que hizo a Dolly en los seres humanos. Presionados para que respondieran si la clonación humana era lo que venía a continuación, los científicos comentaron lo inmoral, ilegal e

inútil que sería un paso así. Pero mientras tanto, el diario The Guardian de Londres decía: “Cosas inútiles, inmorales e ilegales suceden todos los días”. En el caso de las bombas nucleares, las potencias nucleares han controlado más o menos la proliferación, en parte porque Estados Unidos mostró en Hiroshima y Nagasaki los horrores que puede provocar la bomba. El tabú de las armas biológicas también fue mantenido. Y con algunas excepciones, las armas químicas también han permanecido bajo llave, por lo menos desde los horribles ataques con gas mostaza de la Primera Guerra Mundial. ¿Se necesitaran unos cuantos desastres con la clonación humana para que se lleve a cabo una prohibición?

Las tecnologías que requieren grandes inversiones de capital e infraestructura, como las armas, son más fáciles de controlar que las que pueden ser llevadas a cabo por un par de estudiantes en su laboratorio casero. Estados Unidos, por ejemplo, prohíbe el uso de fondos gubernamentales para investigaciones en embriones humanos.

Pero, en enero de 1997, un biólogo de la Universidad George Washington renunció después de ser descubierto haciendo experimentos de embriones humanos con el fin de encontrar una forma de diagnosticar a aquéllos que tenían anomalías genéticas. Es fácil imaginarse otro investigador, también con fines altruistas, intentando clonar humanos a pesar de una prohibición. Es igualmente fácil imaginar razones más horripilantes para clonar.

Nature informó que justo antes de que se imprimiera el número de Dolly, recibió un mensaje por correo electrónico de un académico de la Universidad de Harvard, implorando que se retirara el artículo porque “el abuso (de la técnica de clonación) por parte de grupos ilegales o extranjeros es casi inevitable” ¿Alarmismo? Dolly es una copia exacta de la oveja cuyo ADN ella porta.

Pero, de todas formas, con una oveja es algo difícil determinar las diferencias. Cuando se trata de gente, los genes son sólo el comienzo, como hasta Hollywood reconoció hace 19 años. En “Los niños de Brasil”, los 94 chicos hechos de una de las células de Hitler fueron expuestos a los mismos traumas

y a otras experiencias formativas del dictador, ya que los conspiradores sabían que los genes por sí solos no garantizaban segundas versiones del Führer.

Dolly se produjo justo cuando los genetistas de la conducta y los psicólogos han comenzado a imaginar exactamente cómo los genes – y la naturaleza – son encendidos o apagados por su medio.

Tomemos la timidez, considerado el rasgo de personalidad más hereditario. Kagan ha encontrado que los fetos con latidos rápidos tienden a nacer como bebés tímidos. Estos niños están biológicamente predispuestos a ser supercautelosos y ansiosos. Pero si los padres empujan a sus hijos tímidos a situaciones que de otra forma evitarían, como jugar con otros niños, los síntomas bioquímicos que indujeron la timidez al principio, podrían ser en cierta forma reprogramados. Lo que lleva a la primera lección para los clonadores potenciales: si uno duplica a una persona sociable pero luego protege la preciosa creación con celo, puede resultar una persona vergonzosa. El logro está bajo un control genético aún más débil. “Un Mozart nacido en una tribu primitiva de Papúa, Nueva Guinea, nunca habría escrito una sinfonía”, dice el neurólogo Harold Klawans, de la Escuela de Medicina Rush de Chicago.

Lo que no quiere decir que los genes no importen. Sí importan. Los genes gentilmente empujan a un bebé a ciertas conductas, las que luego moldean su mundo, entre otras cosas, provocando de los que lo rodean ciertos tipos de reacciones.

Pero las reacciones, y experiencias del bebé, no siempre son predestinadas y fuera del control humano.

Incluso los rasgos físicos, como el riesgo de contraer una enfermedad, pueden ser aumentados, disminuidos o hasta eliminados por las experiencias de vida. Alrededor del 15 % de las mujeres que heredan el BRCA1, conocido como el gen del cáncer de mama, no desarrollan la enfermedad. Algo en su medio, quizás la buena suerte, las protegió. Otro gen, relacionado con el cáncer de piel, es activado por la exposición a la radiación; si la persona que porta el gen

toma precauciones contra los rayos ultravioleta, quizás nunca sufra cáncer de piel. Enfermedades más complejas, como las del corazón y las mentales, están menos sujetas al control genético. Por ejemplo, la incidencia de la esquizofrenia se dobló entre los niños holandeses nacidos durante el “invierno de la hambruna” de la Segunda Guerra Mundial. La malnutrición maternal puede provocar la enfermedad. Pero un duplicado genético, podría eludir la esquizofrenia si es cultivado por una mujer que comió normalmente durante el embarazo. Otra lección: no cuente con evitar una enfermedad genética sólo porque clona lo que parece ser una persona libre de males.

Lo que se clona podría no ser lo que se obtiene, por una razón más básica aún: la célula que está siendo clonada ha pasado por años de mutaciones. Estos cambios en sus genes (causados por radiación, químicos o solo por casualidad) podrían no haber causado ningún problema aparente. Si un gen para un químico cerebral es mutado en una célula de la piel, ni siquiera es detectable. ¿Pero qué sucede si un laboratorio tiene la suficiente mala suerte para escoger esa célula para clonar? El bebé nacería con horribles y hasta fatales defectos.

Si la creación de Dolly ofrece algunas lecciones, son estas: Primero, que lo que no está absolutamente prohibido por las leyes de la naturaleza es posible. Segundo, la ciencia, para bien o para mal, casi siempre gana; los escrúpulos éticos podrían poner algunos obstáculos en su camino, o afectar a la amplitud con que llegue a ser una técnica, pero raramente los riesgos morales pueden con el empuje de la ciencia. La sociedad, entonces, haría bien en hacer frente al hecho de que ninguna ley conocida de la naturaleza prohíbe la clonación de seres humanos.

A pesar de la firma por varios países de un tratado de prohibición de la clonación en humanos, existen evidencias de los esfuerzos que realizan determinados investigadores en aras de aplicar esta tecnología con el afán individualista y mercantilista: por una parte, un proyecto sobre clonación de seres humanos comenzó a ser financiado en Rusia por un consorcio de instituciones y empresas privadas, según manifestó Alexei Mitrofanov presidente de la Comisión Geopolítica de la Cámara de Diputados, quien

manifestó, además, que el gobierno de Moscú debe abstenerse de firmar una Convención Internacional que prohíba la clonación de seres humanos e indicó que los financiadores del proyecto esperan obtener ganancias multimillonarias (4); por otra, el científico norteamericano Richard Seed, aseguró en Atenas, que la clonación de seres humanos es inevitable: “si no hago yo la clonación de seres humanos, la efectuarán otros, y si no se lleva a cabo ahora, se hará más tarde”. Indicó que continuará con sus experimentos en México u otra parte del mundo, ya que en Europa y Estados Unidos están prohibidos

La amenaza de los seres clónicos.

El clonaje es una involución hacia formas de vida inferiores en la escala biológica, puesto que se trata de una reproducción asexual. La función de la reproducción sexual consiste en promover la recombinación genética entre los padres. Este proceso es la fuente más importante de variabilidad genética, que desaparece en el individuo clonado, portador de los caracteres de una sola persona. “No existe ninguna razón que justifique que un individuo se considere tan importante como para pretender que se fabrique otro a su sola imagen y semejanza”, señaló el médico español José Antonio Abrisqueta.

Responsabilidad social de los científicos.

El papel creciente de la ciencia en la vida social ha colocado en primer plano la cuestión de la responsabilidad social de los científicos. La producción y uso del arma atómica catalizó de modo acelerado la toma de conciencia por los científicos de su responsabilidad social. Esta toma de conciencia tenía que conmover la idea bastante extendida de la ciencia como torre de marfil.

La ciencia es ya algo demasiado importante y está demasiado vinculada al contexto social como para suponer que ella es sólo un asunto de los científicos y que ellos sólo tienen que preocuparse por el conocimiento y no por sus efectos.

El científico es un funcionario a sueldo que trabaja frecuentemente bajo los subsidios de determinada empresa o gobierno. Esto se ve claramente en la ingeniería genética, en la que mucho de los capitales que mueven las investigaciones son aportados por grandes transnacionales y los propios científicos se han convertido en accionistas.

Todo esto ha generado grandes preocupaciones por las cuestiones éticas del progreso científico-técnico, la moral de los científicos, etc. A la ciencia y a los científicos no se les puede ya pedir sólo criterios cognoscitivos, sino ideológicos, morales y políticos.

Con todo, la toma de conciencia de su responsabilidad social por parte de los científicos también tiene sus contradicciones.

En esto hay matices. El físico y escritor británico Charles Show afirmó: “Nosotros creamos los instrumentos, mientras que ustedes, todo el resto del mundo y ante todo, los líderes políticos, tienen la obligación de preocuparse del uso que se hace de ellos. Estos instrumentos pueden ser utilizados con fines que la mayoría consideramos inmorales. Eso, por supuesto, es una lástima. Pero como científicos eso no nos importa”.

Mencionaremos también la posición de I. Lakatos: “En mi opinión, la ciencia, como tal, no tiene ninguna responsabilidad social. En mi opinión es la sociedad quien tiene una responsabilidad: la de mantener la tradición científica apolítica e incomprometida y permitir que la ciencia busque la verdad en la forma determinada por su vida interna”.

Polarización del sistema científico internacional.

El surgimiento explosivo de las aplicaciones del conocimiento biológico desde las universidades de Estados Unidos, llevó a la creación de nuevas empresas de biotecnología, donde se mezclaron los científicos con aquellos científicos convertidos en managers y con los managers que entendían a los científicos y a los nuevos negocios. Estas dinámicas empresas de alta tecnología fueron

creando una nueva cultura empresarial, la cual se mantiene y, en la actualidad, ha tomado características especiales con las nuevas empresas biotecnológicas que trabajan en terapia génica, las especializadas en el genoma y las proteínas y las dedicadas a la ingeniería de tejidos.

La industria farmacéutica internacional presenta dos características estructurales: las 20 empresas más grandes representan 50 % de las ventas del mercado mundial y 85 % de los gastos de investigación y desarrollo. Estas características son inusuales en tres aspectos:

- Es internacional. La mayoría de esas veinte empresas actúan en los mercados más importantes y existe poca presencia de las firmas nacionales a pesar del poder de compra del sector público.
- A pesar del grado de concentración de la industria en unas pocas grandes firmas, la más grande de éstas (Merck Sharp & Dohme, Estados Unidos) tiene el 4 % de las ventas mundiales.
- Hasta muy recientemente, ha existido una marcada estabilidad entre las principales firmas del ranking. No más de una o dos firmas por década han llegado hasta las primeras veinte.

Como podemos notar una de las características actuales del sistema científico internacional es su extrema globalización y polarización. Como lo demuestran varios indicadores, un grupo reducido de naciones desarrolladas concentran la inmensa mayoría de las capacidades creadas en estos campos, lo que tiene importantes consecuencias en las relaciones internacionales. El poder y el dominio del Norte frente al Sur, de los desarrollados frente a los subdesarrollados, se apoya en gran medida en su potencial científico y tecnológico. El sur no sólo es subdesarrollado y dependiente, sino que carece de los conocimientos y la capacidad de ponerlos en práctica que le pudieran permitir la superación de su atraso. Esto se agrava porque una parte importante del desarrollo científico-técnico es funcional a las necesidades de la producción y el consumo de los países desarrollados y no se orienta a la satisfacción de las necesidades humanas básicas de la mayoría de la población del planeta.

En conclusión el compromiso de la intelectualidad científico-técnica trasciende los límites de las prácticas de la investigación y el desarrollo, las que deben estar reguladas por la honestidad, el humanismo y la dedicación plena al trabajo, y debe extenderse a las aplicaciones de los conocimientos, la enseñanza y en general, la elevación de la cultura científico-técnica del pueblo.

Fidel y la necesidad de la ciencia.

Antes del triunfo de la Revolución, la investigación científica y técnica era de hecho desconocida en el país. En 1958 la educación superior no preparaba para satisfacer las necesidades del desarrollo y mucho menos las actividades de investigación. La urgencia de una revolución científica y técnica en el proceso revolucionario condujo al desarrollo de la actividad científica en diversos organismos y a la fundación de la Academia de Ciencias en 1962.

Al clausurar en 1969 el I Congreso del Instituto de Ciencia Animal Fidel precisó: “No somos unos intrusos en el campo de la ciencia (...) Somos hombres obligados por las circunstancias a la búsqueda de soluciones (...) Desgraciadamente las incontables obligaciones que tenemos (...) nos impedirían siquiera dedicar a esa hipotética aspiración (...) es obligación de cualquier hombre de responsabilidad pública tratar de disponer del mínimo de conocimientos para poder evaluar lo que los científicos, los técnicos, los especialistas, puedan indicar en uno u otro sentido” (i).

En este mundo complejo en que vivimos, los cubanos debemos estar conscientes que: “La independencia no es una bandera, o un himno, o un escudo; la independencia no es una cuestión de símbolo, la independencia depende de la tecnología, depende de la ciencia (...)”. (i).

**Los códigos morales y la ética profesional del científico.**



Por ética del científico puede entenderse el conjunto de principios que guían a este profesional en el proceso de su actividad cognoscitiva y el comportamiento que éste asume en el contexto de una comunidad científica determinada.

El conjunto de normas y principios que regula el comportamiento de los individuos en campos fundamentales de la vida, conforma los denominados códigos morales. Estos se caracterizan por su contenido normativo, educativo y clasista.

El surgimiento, desarrollo y consolidación de los códigos de la moral profesional, puede ser considerado uno de los índices del progreso moral de la humanidad, en la medida en que históricamente han expresado y reforzado el crecimiento del valor del hombre, confirmando los principios humanistas en las relaciones interpersonales.

Toda actividad científica debe orientarse por el reconocimiento del individuo como valor supremo, pues es precisamente el ser humano, su vida, su bienestar y salud, su cultura, su libertad y progreso, quien le confiere sentido real a la ciencia.

### **La ética del científico cubano.**

Antes del triunfo de la Revolución en 1959, no existía en Cuba un desarrollo científico coordinado, ni definiciones claras acerca de hacia dónde orientar el desarrollo de la ciencia y la técnica.

Desde su inicio, nuestro proyecto revolucionario tuvo como objetivo de trabajo el desarrollo de diversas ramas de la ciencia y la técnica en el país.

Fidel, como impulsor fundamental de este esfuerzo de desarrollo, en 1960 en el conocido discurso de clausura en el acto conmemorativo del XX aniversario de la Sociedad Espeleológica de Cuba, expresó que "el futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia", y con el devenir de los años, estas palabras cobran un significado mayor.

En particular, el desarrollo de la Biotecnología en Cuba, ha estado marcado por las concepciones éticas de Fidel. En el pensamiento de Fidel ha estado siempre presente la vinculación de las investigaciones a los problemas concretos del país y la necesidad de la aplicación inmediata de los resultados en la práctica, con el objetivo de revertirlos en progreso social y bienestar del hombre. Al analizar la relación entre la política y la ciencia Fidel expresó "la política puede estar al servicio del bien o del mal. Si está al servicio del bien es una política revolucionaria, como la ciencia también puede estar al servicio del bien o del mal. Si está al servicio del bien, puede decirse que es una ciencia humana, noble, revolucionaria, como también la ciencia se pone - como se ha puesto muchas veces - al servicio del mal, de la guerra, de la destrucción..." (i).

Al inaugurarse el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología en 1986, en su discurso de clausura expresó una vez más su concepción humanista de la ciencia, que no se limita al estrecho marco del interés nacional. En su discurso de clausura expresó que la India y otros países del Tercer Mundo, y el Centro de Ingeniería Genética instalado por ellos, podrán contar con nuestra cooperación en este campo y en cualquier otro campo. De modo que nosotros debemos estar muy conscientes de que aquí vamos a trabajar para nosotros y vamos a trabajar para otros pueblos.

El científico cubano se debe caracterizar por su incondicionalidad y la subordinación de sus intereses personales a los intereses de la sociedad. Es precisamente la subordinación de los intereses individuales a los colectivos, un principio moral que debe distinguir al científico cubano y que en muchos casos contrasta con la conducta que vemos a diario en muchos científicos de los países capitalistas, sin dejar de considerar que, efectivamente, existen honrosas excepciones. En la actualidad, es una práctica común que los científicos estén más interesados en la publicación de trabajos y en la obtención de patentes, que en la propia investigación o en los beneficios sociales que puedan derivarse de ella.

Otro de los principios morales del trabajador de la ciencia en nuestra sociedad es la consagración al trabajo. Como dijo Fidel, no hay derecho a regatear horas de esfuerzo, cuando la vida de muchas personas puede depender del trabajo que estamos haciendo.

La Revolución Cubana ha dedicado ingentes esfuerzos en la construcción de institutos de investigación, desarrollo y producción en diversas ramas de la ciencia; pero por encima de todos estos recursos materiales con que cuenta el país, está el valor incalculable que representa el contar con una masa de científicos altamente calificados gracias al esfuerzo educacional de la Revolución. En el Código sobre la Ética Profesional de los Trabajadores de la Ciencia en Cuba se plantea "el trabajador de la ciencia en Cuba es un exponente del sistema de valores inherentes a la sociedad socialista, forma parte activa de ésta y tiene un trascendente papel que va desde la estima y consideración que es objeto la comunidad científica cubana, hasta la inmensa responsabilidad que se deriva del decisivo aporte que de ella espera, de ahí la importancia de su conciencia moral" (ii). Por eso, el trabajador de la ciencia en Cuba, tiene ante sí una alta responsabilidad ético-moral, por lo que debe:

- "... estar atentos ante las implicaciones negativas para la sociedad, la naturaleza y el individuo que pueda tener la aplicación práctica de uno u otro conocimiento científico" (ii),
- "Evitar que se produzcan daños o molestias a las personas como resultado de los trabajos de investigación, asegurando el beneficio máximo posible del o de los individuos objetos de investigación" y
- "Evitar en la experimentación con la fauna, la flora o cualquier otro recurso natural, así como con animales de laboratorio, el daño innecesario de los mismos. Proteger el medio ambiente y cuidar su uso racional".

## **Conclusiones**

Cuba ha obtenido magníficos resultados en la Transgénesis en plantas y animales. En estos momentos cuenta con el potencial científico necesario para aplicar la Clonación.

- En nuestro país no existen riesgos de la Clonación en Humanos. Lo impiden los principios éticos que sostienen nuestra sociedad y las normas establecidas en el Código sobre la Ética Profesional de los Trabajadores de la Ciencia.
- La Transgénesis en plantas y animales, así como la Clonación fortalecerán el impacto en la sociedad de la biología y su nexos con el progreso social.
- Internacionalmente existen defensores y detractores de la aplicación de la Transgénesis y la Clonación.
- Debe existir un Tratado Internacional que prohíba la Clonación en Humanos, así como un organismo que verifique su estricto cumplimiento.
- Se debe trabajar en la divulgación y extensión de la cultura ético-ambiental y científico-técnica a los más amplios sectores de la población, como vía para contribuir a la educación científica de los pueblos.
- Personalmente coincido con las normas del Código sobre la Ética Profesional de los Trabajadores de la Ciencia y conque a pesar de que la biotecnología ha despertado recelos e inquietudes en diversas latitudes, su impacto en la salud humana y animal, la agricultura y la industria en general, la revela como una ciencia transformadora que, indudablemente, trae y traerá enormes beneficios para la humanidad.

## **Summary**

Even though Biotechnology is as old as the invention of wine and beer fermentation by men, it experiences an important take off in the 60s, with the development of molecular biology techniques and cloning of strange genes in unicellular organisms, and the emergence of the first recombinant medications.

In the decade of 1980 and 1990, surprising results in transgenesis of animals and plants are obtained and by the end of the century cloning or generation of identical animals starting from somatic cells is carried out. In this work the opportunities and risks of transgenesis and cloning are analyzed critically taking into account the current ethical perspective, keeping in mind the threat of cloned beings, the social responsibility of scientists, the polarization of the international scientific system and moral codes, as well as the Cuban science professionals' ethics that responds to the principle that the future of our homeland is necessarily a future of science men.

Key words: ETHICS; CLONING ORGANISM

Recibido: 24/1/03      Aprobado:30/4/03

### **Bibliografía**

1. Cable de EFE, Atenas, 20 de Febrero de 1999.
2. Cambio 16, p.133, 14 de Marzo de 2000.
3. Cable de UPI, Washington, 26 de junio de 2001.
4. Colectivo de autores. Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, GESOCYT. 1994.
5. Munasinghe, K. Searching the patent pipeline, *Nature Biotechnology*, 2002; (14): 1165-1166.
6. Nakata, Y. et al. "Serving the emperor without asking: Critical care ethics in Japan", *J.Med. Phil.* 23 (2001), 605-1514. Escobar A. El desarrollo sostenible: diálogos y discursos. *Ecología Política*. Número 9. Icaria:20
7. Félix Pérez y Pérez (2002). Clonación y células madre. Impacto social, ético y moral. *Diario Médico*. Com.
8. Manzur María Isabel. Acceso a los recursos genéticos. Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y La Fauna, Santiago de Chile, 1997.
9. Simmons, C.P. (1997). Potential for transgenic animal in the biopharmaceutical industry. *Australasian Biotechnology*, 7: 13-16.
10. Sasson, A. (1998). Biotecnologías aplicadas a la producción de fármacos y vacunas. *Elfos Scientiae*.

11. Clark, MA. "The xenotransplantation and xenozoonose debate", *JLME* 27 (2000), 137-52.
12. The Proceedings of the 5th session of UNESCO IBC held in December 2002 are available from UNESCO, in two volumes in A5 size. Gender and race are discussed in *JAMA* 282 (1999), 583-9.
13. Aysegul D., *Lectures in medical history and medical ethics* (Nobel Tip Kitabevleri Limited (Millet Cad. No. 111, Capa-Istanbul, Turkey), 2003, pp.175

### **Notas**

(i) Castro Ruz F. *Ciencia, tecnología y sociedad, 1988-1991*. La Habana: Editora Política; 1991. p.118-119.

(ii) Proyecto del Código de Ética profesional de los trabajadores de la Ciencia en Cuba. Anteproyecto. Facultad de Filosofía e Historia de la Universidad de la Habana. 1993.