

BIOÉTICA DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO DE LA GLOBALIZACIÓN

Luis T. DÍAZ MÜLLER*

SUMARIO: I. *Introducción: el marco conceptual.* II. *Globalización y conocimiento.* III. *Bioética de la biotecnología: asuntos centrales.* IV. *Bioética y biotecnología: el misterio de la conciencia.* V. *Niveles o áreas de relación entre la bioética y la biotecnología.* VI. *Conclusiones. Hacia el alba.*

I. INTRODUCCIÓN: EL MARCO CONCEPTUAL

El término de la Segunda Guerra Mundial (1945) significó un hito fundamental en la evolución del desarrollo científico-tecnológico.

A partir de esta fecha, se inició una carrera entre las dos potencias mundiales que dominaron el periodo de la Guerra Fría: Estados Unidos y la Unión Soviética (1947-1990).

En mi opinión, fue a partir de 1971, con el nacimiento de la bioética, que los avances científico-tecnológicos se encontraron con los imperativos morales que permitirán discutir acerca del futuro de la *revolución del conocimiento*.¹

Con cierto rigor, puede decirse que esta tercera revolución industrial o revolución del conocimiento, está caracterizada por

* Doctor en derecho y relaciones internacionales, investigador nacional e investigador del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

¹ Véase Díaz Müller, Luis T., *Bioética de la biotecnología: problemas bioéticos de las biotecnologías del cerebro*, México, UNAM, Facultad de Medicina, 2002.

el dominio de las nuevas tecnologías: robótica, informática, semi-conductores, comunicaciones, Internet, nuevos materiales y nuevas conquistas espaciales.

La idea central de este ensayo consiste en proponer, describir y explicar, en grandes líneas, las áreas del conocimiento que relacionan a la bioética con la biotecnología. Aquí radica el tema central del estudio.

Como un precedente de lo anterior, analizo la vinculación entre globalización y conocimiento, antecedente fundamental para intentar el asalto a las conexiones entre bioética y biotecnología.

Asimismo, como un derivado muy importante de esta ecuación, analizo y sugiero algunas hipótesis-claves para observar la relación mente-cerebro, especialmente, a través de una de sus áreas de investigación más fascinantes:

El misterio de la conciencia²

El cambio del paradigma industrializador hacia el paradigma científico-tecnológico me permite indicar que estamos en presencia de una *nueva civilización*. Este cambio de paradigma, todavía en transición, implica una mutación del modo de vida: los hábitos, las costumbres, la organización del trabajo, el tiempo libre, las relaciones sociales, la misma estructura de la familia, la importancia negativa de la televisión: el hombre domesticado.

Uno de los efectos o consecuencias principales que intervienen en el marco conceptual de este trabajo viene dado por la estructura y apropiación del *conocimiento*. El conocimiento se ha transformado en un bien elitista, desigual, jerárquico, dominado por las Grandes Potencias. En este sentido, puede afirmarse que el conocimiento se ha transformado en el motor del desarrollo.

Ahora bien, como consecuencia del carácter desigual y elitista del conocimiento, en manos de los grandes poderes que pueden realizar gigantescas inversiones en ciencia y tecnología, los

² Véase Clark, Andy, *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*, Barcelona, Paidós, 1999.

países subdesarrollados quedaron al margen de esta tercera revolución industrial o revolución del conocimiento.³ En el tema del nuevo orden mundial de la salud puede observarse claramente en el caso de las industrias farmacéuticas por ejemplo, el carácter absolutamente asimétrico de la relación países desarrollados y países subdesarrollados: el caso de la investigaciones sobre el mal de Parkinson, el Sida, la neumonía atípica, la Corea de Huntington, reflejan que la salud pareciera ser un bien propio de los países industrializados. Para no mencionar el tema del medio ambiente.

El marco de conceptos que intervienen en este trabajo exploratorio se nutre de las ciencias cognitivas y de la bioética, teniendo siempre presentes las vinculaciones entre bioética y biotecnología, tema central del presente ensayo.

II. GLOBALIZACIÓN Y CONOCIMIENTO

Destacar los principales elementos de la globalización del conocimiento me parece un precedente fundamental para abordar el tema central que nos ocupa.

La globalización, que no es sólo económica, consiste en un conjunto de interdependencias complejas.⁴

La globalización transcurre desde el reino del mercado hasta un cierto tipo de régimen político (la democracia neoliberal), la revolución de las comunicaciones como dimensión cultural de la globalización, el cambio científico-tecnológico y la transición hacia una nueva civilización.⁵

La globalización, en términos reales y actuales, comienza en 1989-1990 con la caída del Muro de Berlín y el derrumbe de los países de la Europa del este. Ciertamente, como he planteado en

³ Véase Horgan, Yohse, *El fin de la ciencia. Los límites del conocimiento en el declive de la era científica*, Barcelona, Paidós, 1996.

⁴ Véase Díaz Müller, Luis T., *El relámpago en la piedra. Los derechos humanos en el mundo de la globalización*, en prensa.

⁵ Véase Furtado, Celso, *El capitalismo global*, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.

otros trabajos, el proceso de la globalización consiste en una profundización del modelo transnacional de desarrollo inaugurado después de la Segunda Guerra Mundial.

Se pasó, entonces, de un modelo transnacional a un modelo global (o con tendencias globales) de desarrollo. En este sentido, la interacción globalización-conocimiento se transformó en un modelo de múltiples vertientes:

- 1) En primer lugar, la relación globalización-conocimiento significó, a partir de 1989-1990, una nueva manera de organizar el mundo. En efecto, con el término de la Guerra Fría se pasó a un modelo global de desarrollo, en que el factor *conocimiento*, en poder de las Grandes Potencias, impuso un modelo neoliberal de desarrollo. En este sentido,⁶ puede afirmarse que se construyó un trinomio particularmente significativo: *globalización-conocimiento- desarrollo*;
- 2) En segundo lugar, la relación globalización-conocimiento se impuso como una estructura total. En este sentido, prefiero hablar de una cierta globalización del conocimiento.⁷

¿En qué consiste esta globalización del conocimiento?

- a) Consiste en una expansión a nivel mundial (y desigual) de la ciencia y tecnología.
- b) Se trata de una aparente posesión igualitaria de los beneficios del proceso científico-tecnológico. Afirmo que se trata de una posesión aparente (CNN, por ejemplo) porque la propiedad real de los inventos y descubrimientos pertenecen en un gran porcentaje al Primer Mundo (alrededor del 90%).
- c) La globalización del conocimiento impacta al manejo cotidiano de los bienes tecnológicos: la televisión, el satéli-

⁶ Passet, René, *La ilusión neoliberal*, Madrid, Debate, 2001.

⁷ Véase Horgan, Yohse, *op. cit.*, nota 3, pp. 42 y ss.

- te, la radio, los artículos o artefactos domésticos, es decir, se proyecta hacia la vida cotidiana.
- d) La relación globalización-conocimiento va ser el marco general que permitirá trazar las grandes bases de las relaciones entre bioética y biotecnología, como lo trataré más adelante.
 - e) La globalización del conocimiento está significando una nueva forma de organización de la vida. La llamada empresa del siglo XXI⁸ significa una nueva forma de organizar las relaciones laborales, la competitividad y el trabajo. Las neurociencias están permitiendo descubrir nuevos caminos que aproximen (y aquí entra la filosofía) a la mente y el cerebro. La revolución de los transportes permite la aceleración del tiempo, especialmente en los viajes por tren y por avión: la revolución de las comunicaciones.
 - f) La globalización del conocimiento significa que el mundo se ha hecho más pequeño. Las nuevas tecnologías permiten (o deberán permitir) mejores y mayores niveles de vida. Lo que hay ahí se llama la calidad de la vida.

En suma: lo que quiero sostener en este apartado es que la globalización del conocimiento⁹ está transformando todas las áreas del saber, del trabajo, de las instituciones y de la vida misma.

La globalización del conocimiento significa un cambio profundo en el estudio de la ingeniería genética, la memoria, las neuronas, la relación cerebro-mente (a la que me referiré posteriormente), la percepción, el conocimiento de nuevas enfermedades, la inteligencia artificial, el sueño, la evolución del hombre, el sexo, las neurociencias, la inteligencia emocional, los sentimientos;¹⁰ conocer es construir el mundo.

⁸ Véase Díaz Müller, Luis T., *Derecho de la ciencia y la tecnología*, México, Porrúa, 1995.

⁹ Véase Armowitz, Stanley *et al.*, *Tecnociencia y cibercultura, la interrelación entre cultura, tecnología y ciencia*, Barcelona, Paidós, 1998.

¹⁰ Véase Ayala, Francisco J., *Ciencia y sociedad, desafíos del conocimiento ante el tercer milenio*, Madrid, Fundación Central Hispánica, 1998.

III. BIOÉTICA DE LA BIOTECNOLOGÍA: ASUNTOS CENTRALES

En realidad, la bioética, como ciencia de la vida, se caracteriza por ciertos principios que la integran:

- 1) El principio de autonomía
- 2) El principio de justicia
- 3) El principio de beneficencia¹¹

La biotecnología, por su parte, es una rama del conocimiento basada en procesos biológicos, que se refieren a la calidad de la vida.

Desde esta impronta, es posible sostener que la relación bioética-biotecnología está profundamente marcada por la perspectiva de los derechos humanos. Así, el término bioética fue utilizado por primera vez por Van Rensselaer Porter (Boston, 1971). En este mismo sentido, el Kennedy Institute of Ethics (Boston) definió a la bioética de la siguiente manera: “es el estudio sistemático de la conducta humana, en el rasgo de las ciencias biológicas y de la atención de la salud, en la medida que esta conducta se examine a la luz de valores y principios morales”

Fernando Lolas redefinió la bioética diciendo: “Es el estudio de los juicios de valor que determinan la conducta de las personas en relación con la vida y las técnicas que las afectan”.¹²

Parece claro que la bioética está directamente relacionada con el principio de equidad: todos somos iguales ante la salud.

De tal manera que entre los varios asuntos centrales que me preocupan en la interacción o juego de factores entre la bioética y la biotecnología me referiré a tres cuestiones principales:

¹¹ Véase Francapani, Marta *et al.*, *Bioética. Sus instituciones*, Argentina, LUMEN, 1991.

¹² Véase Lolas, Fernando, *Bioética y antropología médica*, Santiago de Chile, Andrés Bello, 1998.

- Bioética y biotecnología: mente y cerebro: los sistemas autopoieticos;
- Bioética y biotecnología: el misterio de la conciencia;
- Niveles de relación entre bioética y biotecnología.

1. *Bioética y biotecnología: mente y cerebro. La teoría de la autopoiesis*

A propósito de la relación mente-cerebro aparece, en primer lugar, el papel de la inteligencia y su clasificación más conocida: por influencia de los genes o por influencia del medio ambiente.¹³

El dilema que plantea el papel de la inteligencia en la relación mente-cerebro consiste en el rol que el atribuyamos a este último en esta dialéctica:

- ¿El cerebro: es un gran ordenador?
- ¿Es tan sólo un lugar físico de ubicación de la mente y la conciencia?
- En principio, planteo que la conciencia posee un “núcleo duro”: es lo que llamo la conciencia-medusa.

2. *¿Dónde está, entonces, el papel de los procesos biotecnológicos?*

Para resolver esta situación, comienzo por plantear que el propio cerebro es un sistema complejo y autónomo. No hay respuestas absolutas ni definitivas.

En segundo lugar: planteo la inexistencia (Descartes) de la separación entre la mente y el cuerpo.

Tercero: atribuyo un rol importante a la memoria y a la inteligencia.

Cuarto: en consecuencia, aparece que la biotecnología consiste en un conjunto de procesos destinado a modificar las relaciones entre la mente y el cerebro. El futuro del camino científico se

¹³ Es menester recordar la conversación entre sir John Eccles (Premio Nobel, 1963, neurofisiólogo) y sir Karl Popper acerca del yo y el cerebro.

encargará de evaluar hasta dónde es posible llegar en estas investigaciones.

Quinto: “saber, sentir, pensar”, en principio, no constituyen procesos biotecnológicos.¹⁴

¿Cómo es posible que mis pensamientos y mis sentimientos quepan en el mismo mundo (¿unificado?) que las células nerviosas y las moléculas que componen mi cerebro?, ¿qué pasa si la mente se escapa o rebasa al cerebro?

Este conjunto de problemas se relaciona con el tema del conocimiento. Es lo que Francisco J. Varela, Eleanor Thompson y Rosh denominan una propuesta inactiva, entendiendo por tal “la cognición o conocimiento consiste en la representación de un mundo que es independiente de nuestra actividad perceptiva y cognitiva. El sistema cognitivo, por tanto, existiría independientemente del mundo”.¹⁵

En este sentido, la propuesta cognitiva se relaciona con el procesamiento de la información. El mejor paradigma (en el sentido de modelo) se encuentra en los estudios de Humberto Maturana sobre la corteza visual: una zona del cerebro donde es posible detectar las respuestas elícticas de las neuronas cuando se presenta una imagen visual.¹⁶ Por la complejidad integradora de muchas disciplinas es que hoy en día se habla de la neurofilosofía.¹⁷

En la relación mente-cerebro (el misterio de la conciencia se tratará más adelante) aparece la notable aportación de Humberto Maturana y Francisco J. Varela acerca de la autopoiesis.

Es decir, los sistemas autopoéticos (del griego: vivir por sí mismos) plantea la autonomía del sistema nervioso y de la au-

¹⁴ Véase Maturana, Humberto y Varela, F., *El árbol del conocimiento*, Santiago, Universitaria, 1985.

¹⁵ Varela, Francisco J., *et. al.*, *De cuerpo presente*, Barcelona, GEDISA, 1998.

¹⁶ Véase Maturana, H. y Varela, F., *El árbol del conocimiento*, Santiago, Universitaria, 1985.

¹⁷ Si bien Sigmund Freud planteó que no todas las representaciones eran accesibles a la conciencia.

to reproducción de los seres vivos. ¿Es posible la autoreproducción de la mente?

En términos generales, el planteamiento de H. Maturana y Francisco J. Varela se caracteriza por:

- 1) La idea de autopoiesis: auto-organización y auto-reproducción de lo vivo.
- 2) La organización de lo vivo es, en lo fundamental, un mecanismo de constitución de su entidad como cantidad material.
- 3) El proceso de constitución de la identidad es circular.
- 4) Toda interacción de la unidad autopoietica, según Maturana y Varela, reúne en términos de su estructura físico-química, y como unidad organizada, a una identidad que se autoreproduce.
- 5) Los fenómenos autopoieticos inauguran en la naturaleza el fenómeno interpretativo.
- 6) La variación autopoietica hace posible la evolución a través de series reproductivas en variación estructural y conservación de la identidad.¹⁸

De aquí se decide que sólo una circularidad del tipo de la autopoiesis puede ser la base de una organización autónoma. En principio, se ha establecido una relación entre la noción de autopoiesis y la teoría de sistemas.¹⁹

Para Maturana y Varela, el corazón del funcionamiento del sistema es constitutivo de la identidad somática: “mediante la provisión de una red de intercomunicaciones al interior del paisaje celular y molecular de organismo, y no una serie de respuestas de anticuerpos dirigidos al exterior”.²⁰

¹⁸ Anecdóticamente, el trabajo presentado por H. Maturana y Francisco J. Varela fue rechazado por las revistas *Nature* y *Science*. Cosas de la ciencia.

¹⁹ Véase Maturana, Humberto y Varela, Francisco J., *De máquinas y seres vivos. Autopoesis. La organización de lo vivo*, Santiago. Universitaria, edición de 1994, (o sea, 20 años después).

²⁰ Sobre autopoiesis, véase: Maturana, H. y Francisco J., *op. cit.*, nota anterior.

La historia de los cambios estructurales sin pérdida de identidad en las tesis de Maturana y Varela en una unidad autopoietica, es la ortogenia; misma que en relación con su medio ambiente se llama adaptación ontogénica.

En realidad para la autopoiesis la adaptación ontogénica del sistema nervioso se denomina aprendizaje, dado que la estructura del sistema nervioso es plástica y que el sistema nervioso está subordinado a la autopoiesis del organismo que integra.

Resulta difícil realizar una síntesis de la teoría de los sistemas autopoieticos. Esta teoría plantea tres dominios fenomenológicos:

- 1) El dominio de los cambios de estado internos de un sistema en el que todas las transiciones de estado ocurren sin que el sistema pierda identidad.
- 2) El dominio de alteraciones de un sistema, en que el sistema pueda interactuar a través de sus componentes en el espacio en el que existe como unidad y, como resultado, experimenta cambios de estructura sin pérdida de identidad.
- 3) El dominio de interacciones de un sistema como unidad: que se da en un espacio independientemente de cómo se originen esas propiedades.

Me limito a plantear algunas conclusiones generales de la teoría de los sistemas autopoieticos:

- La autopoiesis (auto-organización) se realiza a través de una estructura distributiva que asegure una autopoiesis distributiva.
- Todos los estados que un sistema autopoietico puede adoptar son estados autopoieticos.
- Si dos sistemas autopoieticos interactúan, se desarrolla un dominio de conducta entre los dos organismos mediante un proceso que se llama acoplamiento estructural. Se trata, para H. Maturana y Francisco J. Varela, de plantear una serie fundamental de conceptos necesarios y suficientes para explicar toda la fenomenología de los seres vivos.

IV. BIOÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA: EL MISTERIO DE LA CONCIENCIA

El misterio de la conciencia atraviesa por distintas incógnitas. Empiezo por una simple hipótesis de trabajo:

La conciencia es el resultado de la relación contradictoria o no entre el cerebro y la mente.²¹ El resultado de esta relación contradictoria puede ser adaptativo o desadaptativo. Por lo tanto, siempre a nivel de hipótesis, es posible postular que la conciencia es una zona intermedia, no geográfica, sino dialéctica, entre la mente y el cerebro.

La mente, sin lugar a dudas, realiza el proceso de pensar. El cerebro, por su parte, es un mecanismo de procesamientos de la información y de toma de decisiones.²² Además, es menester agregar que en el cerebro se ubican numerosas zonas de funcionamiento del ser humano: el dolor, las enfermedades, el placer, el aprendizaje, entonces: ¿qué es la conciencia? He aquí el misterio (Gardner, Penrose, Goleman y otros).

Los libros de Roger Penrose: *Las sombras de la mente* y *La mente del emperador* (1991) proponen un conjunto de asuntos:

- a) Mediante el estudio de la conciencia estamos capacitados para ejecutar acciones (mundo real) que están más allá de cualquier tipo de actividad computacional.
- b) La idea central de *Las sombras de la mente* (1994), plantean la existencia de un mecanismo en la función cerebral por el que una acción física no computacional podría subyacer realmente en nuestro comportamiento controlado conscientemente.²³

²¹ Véase Searle, John R., *El misterio de la conciencia*, Barcelona, Paidós, 2000.

²² Véase Díaz Müller, Luis T., *Bioética de la biotecnología: problemas bioéticos de las biotecnologías del cerebro*, México, UNAM, tesis de doctorado en bioética, Facultad de Medicina, 2002.

²³ Véase Penrose, Roger, *Las sombras de la mente. Hacia una comprensión científica de la conciencia*, Barcelona, Crítica, 1994.

- c) Aparecería, en mi opinión, y como lo ha señalado el psicoanálisis, la existencia de un *tercer patio*: que determinaría la conducta y la relación del hombre con la realidad y el mundo: el tercer patio es el sótano del inconsciente.²⁴

En la perspectiva de resolver el misterio de la conciencia, aparece el libro de Francis Crick (premio nobel) denominado: *La búsqueda científica del alma. Una revolucionaria hipótesis para el siglo XXI*, en que plantea un conjunto de avances sobre el tema:

- Para entendernos a nosotros mismos debemos entender cómo se comportan e interactúan las células cerebrales.
- La naturaleza general de la conciencia y su relación la visión.
- El cerebro y el sistema de la visión.²⁵
- La anatomía del cerebro y el sistema nervioso.
- La conciencia visual.

1. ¿*El cerebro: es el “gran timonel”*?

Para F. Crick, entonces, todas nuestras experiencias conscientes se explicarían por la conducta de las neuronas. La neurona sería un excelente sistema de información. Sería, además, un excelente sistema de conocimiento, todavía no revelado en forma absoluta, y que plantea numerosas relaciones en el marco de la interacción mente-cerebro-conciencia.

Por su parte, Gerald Edelman plantea una teoría de la conciencia denominada cartografía de reingreso.²⁶ Propone una teoría global del cerebro que ponga a la ciencia en relación con la física y la biología evolucionista.

²⁴ Roger, Penrose se apoya en el famoso teorema de Gödel: las facultades mentales pueden estar más allá de lo que puede lograrse computacionalmente.

²⁵ Véase Crick, Francis, *La búsqueda científica del alma. Una revolucionaria hipótesis para el siglo XXI*.

²⁶ Véase Searle, John R., *El misterio de la conciencia*, op. cit., nota 21.

Gerald Edelman propone trabajar con la noción de mapas. Un mapa es una lámina de neuronas en el cerebro. En el sistema visual hay más de 30 mapas en el cortex visual. Se trata de láminas de neuronas. De aquí se constituye el sistema cerebral.

La otra propuesta de G. Edelman se refiere a la teoría de la selección neuronal de grupo. Aquí se plantea la noción de reingreso: es un proceso mediante el cual señales paralelas van y vienen entre los mapas propuestas por G. Edelman.

No se trata, en todo caso, de un efecto *feedhack* o de retroalimentación. Por el contrario, para Edelman existen diversos caminos paralelos de retroalimentación.

2. ¿Cómo resuelve problemas el cerebro?

A través de estímulos (*inputs*) que finalmente, resulten seleccionados en el mapa. Este mecanismo da paso a la formación de redes de mapas neuronales:

Cuando tenemos mapas por todo el cerebro, que se mandan señales unos a otros mediante el reingreso, tenemos lo que G. Edelman llama: cartografía global.²⁷ Estas señales son las que permiten al sistema, no ya tener categorías perceptivas y generalizaciones, sino también coordinar la percepción y la acción: la teoría del reingreso.

3. A modo de conclusión preliminar

La sinapsis, o punto de contacto entre una neurona y otra, a través de las *dendritas* se da en la denominada hendidura sinóptica. La señal se transmite por la emisión de pequeñas cantidades de fluidos llamados neurotransmisores. Toda nuestra vida mental estaría causada por la conducta de las neuronas: ¿podremos a las neuronas en el banquillo de los acusados?

²⁷ Véase Edelman, Gerald, *The Remendered Present*.

V. NIVELES O ÁREAS DE RELACIÓN ENTRE LA BIOÉTICA Y LA BIOTECNOLOGÍA

En breve, por la extensión de este trabajo, tenemos varias áreas de relación entre la bioética y la biotecnología relacionadas con el tema del desarrollo. En especial, me interesan entre estos niveles de relación los alimentos transgénicos, protección ambiental, agricultura, sistemas de alimentación, incremento de la producción de bienes de uso, y protección de la salud. Me referiré exclusivamente a las cuestiones de la bioética de la biotecnología relacionadas con el desarrollo sustentable.²⁸

En este plano, pueden mencionarse numerosas áreas de conexión entre la bioética y la biotecnología: ingeniería y genética, biotecnología humana agrícola, industrial, patentes y marcas, medio ambiente, ADN, bioseguridad, seguridad alimenticia, recursos naturales, biología evolutiva, fecundación asistida y tantas otras áreas del conocimiento.

De tal suerte que referirse a la bioética de la biotecnología incluye todos estos aspectos procedentes mencionados. Ahora bien, al escribir en términos generales de la bioética de la biotecnología en relación con el desarrollo y, en especial, con el desarrollo sustentable, debemos tener en cuenta algunas precisiones:

- 1) El derecho al desarrollo, en mi opinión, está consagrado desde el artículo 25 de la Declaración Universal de Derechos Humanos (10 de diciembre de 1948).
- 2) El derecho al desarrollo,²⁹ desde su inicio, se planteó como un derecho teológico o jurista, como *deber ser*: propiciar el desarrollo de los países periféricos. En este sentido, se observó y reconoció que el desarrollo consiste, al menos, en la satisfacción de las necesidades básicas (sa-

²⁸ Véase Pereiro, María Delia, “Bioética, biotecnología y desarrollo sustentable”, *Revista Conceptos*, Buenos Aires, año 75, núm. 3, mayo-julio-agosto de 2000, pp. 33-55.

²⁹ Véase Amador, F., *El derecho al desarrollo*, Madrid, Civitas, 1986.

- lud, vivienda, educación, trabajo) de la mayoría de la población que vive en la pobreza.
- 3) Una tercera precisión reconoce que la biotecnología consiste en la utilización de organismos, sistemas y procedimientos biológicos para actividades industriales, manufactureras y de servicios.³⁰ Lo que en este trabajo se reclama, en el marco de una discusión profunda e interminable, es que la biotecnología debería estar al servicio del desarrollo.
 - 4) Una última precisión tiene que ver con la bioética. Nacida en 1971, esta disciplina consiste en estudiar los aspectos valorativos (éticos) de las ciencias de la vida.

Por lo tanto, al escribir sobre la relación entre bioética de la biotecnología y desarrollo me referiré a los aspectos globales del asunto. En efecto, se trata de estudiar la relación entre hombre y naturaleza destacando la necesidad de la seguridad alimentaria del planeta, la protección del medio ambiente, y la decisión sobre las teorías del desarrollo. Todo esto, naturalmente, en el plano de la globalización (1989-1990) y el desarrollo sustentable.

Este tipo de desarrollo (sustentable) significa y requiere de un uso racional de los recursos naturales evitando su agotamiento y la extinción de la diversidad de las especies. Se trata, pues, de no ingerir el inmenso desarrollo científico-tecnológico.³¹ Hace falta un marco normativo y bioético para estas cuestiones: el derecho del desarrollo.

La biotecnología, *v. gr.*, puede prevenir o reducir el deterioro ambiental, elaborar biomateriales que sirvan de materia prima en la manufactura de productos de bajo impacto ambiental, la biotecnología (tan importante) en la limpieza de contaminantes

³⁰ Véase Sarricolea, María Luisa y García-Noblejas, María-Pilar, "Biotecnología: aplicaciones y problemas éticos", *Revista Cuadernos de bioética*, Santiago de Compostela, núm. 35, julio-septiembre de 1998.

³¹ Véase, Díaz Müller, Luis T., *Derecho de la ciencia y la tecnología del desarrollo*, México, Porrúa, 1995.

(biodescontaminación),³² purificación de aguas de desechos, y la discusión, especialmente en la Unión Europea, sobre los organismos genéricamente modificados³³ (OGMs).

Se trata de preservar la salud y el medio ambiente de la humanidad. En este sentido, puede hablarse de una estrecha relación entre desarrollo sustentable y desarrollo autónomo.

En otro aspecto importante, aparece que los productos que resultan de la biotecnología, figuran de manera importante en la producción agrícola y la cadena de alimentos. Asimismo, aparece el tema de bioseguridad ambiental, seguridad alimenticia, certificación de semillas, manejo de recursos biológicos. biotecnología y agricultura de los países desarrollados³⁴ y subdesarrollados.

El desarrollo sustentable significa un reto considerable a la realidad de hoy. En otras palabras, no se puede seguir viviendo con este modo (desigual) de la vida. Es necesario combatir los males que impiden el desarrollo sustentable: 1) la era atómica; 2) los Estados totalitarios y los autoritarios; 3) el sistema financiero internacional creado en Bretton-Woods; 4) la concentración del poder en manos de conglomerados trasnacionales; 5) la explosión poblacional (seremos 11,000 millones de personas en el año 2030); 6) la desintegración de la familia; 7) la pobreza de un 60% o más de la población mundial; 8) la creación de megalópolis: no existe una teoría política de las megalópolis como unidades políticas; 9) el desempleo estructural y tecnológico; 10) la desnutrición infantil; 11) la mala calidad de la educación; 12) la destrucción sistemática del ambiente.³⁵

³² Consiste en la utilización de microorganismos que descomponen los contaminantes.

³³ Véase Díaz Müller, Luis T., "Biología y derecho: del modelo industrializador al modelo tripolar de la modernidad", México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1994. Cuaderno de Trabajo núm. 1, Núcleo de Salud y Derecho.

³⁴ Véase Pereiro, María Delia, *Bioética, biotecnología y desarrollo sustentable*, op. cit., nota 28, pp. 35 y ss.

³⁵ Véase Gigena, César Augusto, "El orden jurídico de la posmodernidad y la teoría del desarrollo sustentable, *Revista Conceptos*, Buenos Aires, Museo Social Argentino, año 72, núm. 4, julio-agosto de 1997.

Todos estos factores repercuten en la alternativa posible del desarrollo sustentable. Así, el desarrollo sustentable se transformó, en mi opinión, en el puente de plata entre la bioética y la biotecnología.

V. CONCLUSIONES: HACIA EL ALBA

- 1 La revolución del conocimiento, tercera Revolución Industrial o Revolución de las Nuevas Tecnologías, en el marco de la globalización, está permitiendo un tránsito sin hoja de retorno: del paradigma industrializador al paradigma científico-tecnológico.³⁶ Se trata de una nueva civilización.
- 2 La bioética, como disciplina de las ciencias de la vida, contiene y establece los límites morales al desarrollo vertiginoso de la ciencia y la tecnología. Desde el desciframiento del ADN (1953) hasta el mapa genético (2001) observamos la notable interacción, muchas veces contradictoria, entre bioética y biotecnología.
- 3 La biotecnología, y su punta de lanza: la ingeniería genética, está planteado problemas bioéticos de notable importancia: la clonación, la duplicación, la biotecnología humana, los procesos biotecnológicos, la *solución* a muchas enfermedades (Huntington, Alzheimer).
- 4 Este modesto apunte preliminar pretendió dar cuenta y presentar una visión general de los principales problemas. En esta razón, el análisis comenzó con el marco conceptual de la globalización, la relación entre globalización y conocimiento, los temas centrales de la relación bioética y biotecnología, hasta llegar a examinar un problema científico de insondables incógnitas: el misterio de la conciencia.

³⁶ Véase Díaz Müller, Luis T., “Salud, bioética y derechos humanos”, México, Porrúa, 2001.

- 5 A través de la noción de desarrollo y de desarrollo sustentable establecimos el puente que culmina en la bioética de la biotecnología.³⁷
Aquí se hace menester aclarar y precisar dos asuntos. Primero: las distintas áreas que relacionan la biotecnología con la bioética: agrícola, procesos productivos, virus y microbios, mares y bosques. Segundo: la necesidad de armonizar la biotecnología con la bioética (ciencia de la vida), a través de cuerpos normativos actuales y bien planteados.
- 6 Por último, agradezco los valiosos comentarios y sugerencias de distintos colegas, de distintas especialidades, para este trabajo preliminar y exploratorio.

³⁷ Véase, Grace, Eric. S., “La biotecnología al desnudo”, Barcelona, Anagrama. 1998, en que se estudian: 1) El advenimiento de la biotecnología; 2) La ingeniería genética: las bacterias; 3) La biotecnología y el cuerpo; 4) La biotecnología en la granja; 5) Biotecnología y medio ambiente 6) La biotecnología en mares y bosques; 7) Las cuestiones éticas: seres humanos patentados. En general, véase: “Daedalus”, Nueva York, Fall, 1995 sobre: *Bioethics and beyond*.