

REFLECTIONS ABOUT BIOETHICS  
AND BIOMEDICAL ENGINEERING:  
INTRINSIC COMPLEMENTARITY

REFLEXÕES EM BIOÉTICA E  
ENGENHARIA BIOMÉDICA:  
ESSENCIAL COMPLEMENTARIDADE



# Reflexiones sobre bioética e ingeniería biomédica: intrínseca complementariedad

- ▶ Margarita María Pineda Romero\*
- ▶ Karolina González Guerrero\*\*

▶ Fecha Recepción: Septiembre 13 de 2010

▶ Concepto Evaluación: Noviembre 4 de 2010

▶ Fecha Aceptación: Noviembre 29 de 2010

\* Ingeniera Biomédica, Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Especialista en Bioética, Universidad de La Sabana. E-mail: margaritapinedar13@gmail.com  
\*\* Licenciada en Electrónica, Universidad Pedagógica Nacional, Magistra en Educación – Pontificia Universidad Javeriana. Docente planta Universidad Militar Nueva Granada. Investigadora Grupo PYDES categoría B. E-mail: karolina.gonzalez@unimilitar.edu.co



## RESUMEN

El presente artículo de reflexión intenta un acercamiento al estudio de la relación entre la Bioética y la Ingeniería Biomédica, por considerar que dichas ramas del saber no pueden seguir aisladas, debido a la multidisciplinariedad de los conceptos que ellas abordan. Es importante entender que la labor del ingeniero biomédico no puede de ninguna manera desconocer los principios fundamentales de la bioética, debido a que su trabajo tiene como finalidad el diagnóstico y tratamiento de personas, lo que implica que debe tener conocimiento de los principios básicos éticos para hacer un trabajo comprometido y de calidad, recordando que su actuación en algunos casos está directamente relacionada con la preservación de la vida del paciente.

## Palabras Clave

Ciencia, Tecnología, Ingeniería Biomédica, Bioética, Principios.

## ABSTRACT

The aim of the present article is to establish an approach to the study of the relation between Bioethics and Biomedical Engineering. These branches of knowledge cannot be considered in isolation one from the other; on the contrary, due to the multidisciplinary character of the concepts under consideration in these fields it turns out necessary to treat them in a complementary manner. It is important to understand that professional activities of a biomedical engineer cannot ignore the fundamental principles of bioethics since the goal of his/her job is the diagnostics and treatment of living persons, which implies that he/she must have a knowledge of the basic ethical principles in order to have a high-quality and responsible performance always having in mind that his/her actions in some cases are directly related to the preservation of a patient's life.

## Key Words

Science, Technology, Biomedical Engineering, Bioethics, Principles.

## RESUMO

Neste artigo se reflete sobre o estudo da relação entre bioética e engenharia biomédica, considerando que estes ramos do conhecimento não podem ficar isolados devido à natureza multidisciplinar dos conceitos que estudam. É importante compreender que o engenheiro biomédico não pode ignorar os princípios fundamentais da bioética, pois seu trabalho visa o diagnóstico e o tratamento das pessoas. Isso significa que deve conhecer os princípios éticos a fim de fazer um trabalho de compromisso e qualidade, destacando que seu desempenho em alguns casos está diretamente relacionado com a preservação da vida do paciente.

## Palavras Chave

Bioética, ciência, engenharia biomédica, princípios, tecnologia.

## INTRODUCCIÓN

Reflexionar sobre el fundamento de la Bioética para el ejercicio de la Ingeniería Biomédica es esencial en la vida contemporánea, debido que el ingeniero biomédico actualmente cumple funciones de investigador y diseñador de equipos biomédicos, consultor en la gestión de tecnologías biomédicas, gerente, asesor técnico o ingeniero de proyectos en la modernización el equipamiento tecnológico de hospitales, jefe de departamento de mantenimiento en instituciones hospitalarias, supervisor e instructor de personal médico y paramédico en su área de competencia, jefe del departamento de ingeniería clínica, gerente o promotor comercial para las empresas productoras o comercializadoras de equipos médicos, asesor de instituciones hospitalarias para la implementación y supervisión de las normas nacionales e internacionales de bioseguridad y las que regulan el uso de equipamiento tecnológico biomédico (Ministerio de Educación Nacional, 2009)

De forma tal que, se debe reconocer que la función social del ejercicio profesional debe estar enfocada a proteger y ayudar a los pacientes, responsabilizándose del manejo y diseño de nuevas tecnologías que permitan un diagnóstico y tratamiento de la vida humana en la que se respete la dignidad como principio rector y que además propenda por mejorar la calidad de vida de las personas.

En esa perspectiva es importante que el ingeniero biomédico reconozca que la Bioética es parte fundamental de su ejercicio profesional y que, aunque hasta hace pocos años sólo se aplicaba el Código de Ética Médica, debido al desarrollo tecnológico de los últimos años, y por las problemáticas que su uso ha generado, se ha vuelto de notable el hecho de reconsiderar los planteamientos de la bioética y su aplicación en el campo de la ingeniería biomédica.

### 1. BREVE REPASO SOBRE LA CONCEPCIÓN DE LA BIOÉTICA

Siempre que el actuar humano implique la vida, la bioética estará presente. En la sociedad actual se hace necesario hacer algunas reflexiones debido al acrecentado avance tecnológico y científico ya que para muchos investigadores y científicos pareciera que prima lo científico-tecnológico y lo económico por encima de los valores naturales y fundamentales de la vida.

Previamente a 1970 "nadie hablaba de bioética, ni siquiera existía el término en lengua alguna. Por esto no sorprende que no exista una definición compartida de bioética y que existan muchas discusiones sobre su estatus epistemológico. Incluso la historia de sus orígenes, a pesar de hallarse tan cercana a nosotros, es compleja y discutida en muchos de sus detalles." (Ciccone, L. 2010).

Algunos autores (Espejo y Castilla, 2001; Tomas, G. 2001), expresan que la bioética "se debe ocupar de unir la ética y la biología, los valores éticos y los hechos biológicos teniendo como tarea enseñar cómo utilizar el conocimiento en el campo científico – biológico." Con el paso de los años el concepto sigue profundizándose y es así como para Blazquez y Pastor (1996) "la bioética debe ser concebida como aquella parte de la ética o filosofía moral que estudia la licitud o no licitud de las intervenciones sobre la vida del hombre, particularmente de aquellas relacionadas con la práctica y el desarrollo de las ciencias médicas y biológicas".

Con esta definición se hace evidente que la sociedad urgentemente necesita formular principios y lineamientos que le permitan reflexionar sobre la conceptualización de la vida, las condiciones en que se desarrolla y el tratamiento que debe tener por parte de los profesionales comprometidos con ella. Es importante, por lo tanto, aclarar cuáles deben ser los principios éticos que regulan la aplicación de la tecnología para el cuidado de la vida y su trascendencia, constituyéndose ésta última como la que preside en primera instancia todas las reflexiones anteriores.

Para comprender la importancia de la bioética, tenemos que reseñar los "antecedentes cercanos" como son todos los problemas éticos que en la actualidad hay con respecto a la investigación con seres humanos, la eutanasia, el aborto, la eugenesia, la ingeniería genética, el cambio de sexo y otros más que ponen de manifiesto su inevitable y dedicado estudio para entenderlos mejor (Abel, F. 1989). Algunos de los bioeticistas más destacados como Giuseppe Antonelli (1891) publicó, en dos grandes volúmenes, la obra *Medicina Pastoralis In Usum Confessariorum* y el Papa Pío XII, quien contempló en sus discursos problemas que demandaban el estudio de la bioética e hizo grandes contribuciones en este campo.

Sin embargo, se puede aseverar que es en Estados Unidos, en la década de los sesenta donde nace la bioética como consecuencia de "la divulgación de abusos cometidos en la experimentación con seres humanos y en otros ámbitos de investigaciones biomédicas que

suscitó discusiones vivaces en la opinión pública y en el mundo científico, con significativas repercusiones también a nivel político” (Ciccone, L. 2010).

En 1970 se habló por primera vez del término Bioética. El oncólogo Van Rensselaer Potter (1971) publicó un estudio en el que planteaba que el avance tecnocientífico podía poner en riesgo la supervivencia del hombre sobre la tierra, debido a que la experimentación con seres vivos sin ningún control ni respeto podría terminar acabando con la humanidad, pues se genera una separación entre la cultura científica y la humanística – moral. Según Potter, esta dicotomía dañaba el ecosistema y planteaba que la bioética tenía por objeto enseñar a usar el conocimiento en el campo científico biológico, teniendo como referentes principales los principios éticos.

Es innegable que muchos de los avances científicos han tenido repercusiones positivas para el hombre y le han permitido el progreso y el bienestar, pero también es necesario recordar, que muchos de esos avances han generado catástrofes y daño no sólo para el hombre, sino como el mismo Potter lo planteaba para el ecosistema. Por lo tanto, no sobra retomar la siguiente afirmación de Ciccone (2010):

*“Los criterios morales hay que buscarlos en la naturaleza moral del hombre. Se trata de localizar en qué consiste la plena realización del hombre y los valores que la promueven. En otras palabras, se trata de localizar a través de qué elecciones transcurre la realización de todo el hombre en todos los hombres. Ser hombre es un dato que establece una tarea... En este planteamiento coinciden sustancialmente quienes no tienen una concepción antropológica reductiva, es decir, no materialista ni tampoco inmaterialista, sino que responde a la realidad corpóreo – espiritual del hombre, abierta a su trascendencia.”*

## 2. LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

De la misma manera que es reciente el concepto de Bioética, podemos decir que el surgimiento e innovación de la Ingeniería Biomédica como disciplina también es reciente. Con el fin de esclarecer cuál es el perfil, rol y actividades propias de los profesionales de esta disciplina tomaremos cuatro definiciones que aunque complementarias, cada una hace énfasis en intereses propios. Ellas son:

- “La Ingeniería Biomédica se encarga de estudiar la aplicación de las herramientas de análisis de la ingeniería en la solución de problemas biológicos y médicos. Durante el período de formación este profesional

profundiza en materias relacionadas con la ingeniería de rehabilitación que le dan el conocimiento para diseñar, implementar y adaptar soluciones tecnológicas relacionadas con la discapacidad motora y sensorial, temporal o permanente, que permitan habilitar-rehabilitar y mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Estudian señales e imágenes médicas para diseñar e implementar soluciones tecnológicas relacionadas con la adquisición, procesamiento y observación de las variables biológicas y médicas que contribuyan en los procesos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación en salud humana. Finalmente, aborda la biotecnología en salud para aplicar éticamente las técnicas de manipulación genética y cultivo de tejidos para dar soluciones desde la ingeniería a problemas de la salud humana.” (Colombia Aprende, 2010)

- La Ingeniería Biomédica es la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina. “Se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de productos sanitarios y tecnologías sanitarias tales como equipos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico (imagenología médica) y de terapia. También interviene en la gestión o administración de los recursos técnicos ligados a un sistema de hospitales. Combina la experiencia de la ingeniería con necesidades médicas para obtener beneficios en el cuidado de la salud. El cultivo de tejidos suele ser considerada parte de la bioingeniería y en ocasiones la producción de determinados fármacos.” (Gobierno de la Provincia de Misiones, 2010)
- Se puede concluir con la definición que traza la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, pionera en ingeniería biomédica en Colombia y que la define como “una profesión en desarrollo, cuya principal característica es una aproximación multidisciplinaria a la solución de los problemas de la medicina y la biología, basado en la aplicación de los avances de la ciencia, la tecnología, la biología, la medicina y la ingeniería. El mejoramiento de la calidad de vida de las personas con condiciones médicas que restringen su independencia y la integración con la comunidad es su principio esencial.” (ECCI, 2010)

Finalmente y a partir de las cuatro definiciones anteriores, es importante destacar que la Ingeniería Biomédica es una disciplina en la que convergen dos grandes ciencias: la medicina y la ingeniería.

No obstante determinados escritores (Berlinguer, G. 2002; Ferrer, J. 2003) creen que existe la ingeniería biomédica desde que se aplicaron "remedios" a problemas particulares del individuo, como por ejemplo el famoso caso de la prótesis de un dedo del pie descubierta en una tumba egipcia hace más de 3000 años. Otros autores (Dyro, J. 2004) mencionan a los dibujos anatómicos de Leonardo Da Vinci y sus aproximaciones a brazos de palanca o los trabajos de Luigi Galvani y de Lord Kelvin sobre la conducción eléctrica en los seres vivos. No obstante, el desarrollo de la instrumentación eléctrica y electrónica produjo una explosión de resultados y se puede considerar como uno de los orígenes más cercanos de la ingeniería biomédica. Esto se da principalmente entre los años de 1890 y 1930. Orduña, W. y Quiroga, D. (2010) presentan ejemplos de esto refiriendo los diseños para el registro de señales electrofisiológicas, comenzando por los registros de Waller (1887), en corazones de humanos el refinamiento de la técnica por parte de Einthoven (1903) al desarrollar un galvanómetro de cuerda y la aplicación de este al registro de señales electroencefalográficas en humanos.

Se puede afirmar que dichos intentos de aplicación de técnicas ingenieriles a la medicina fueron muy significativos para el desarrollo de la hoy llamada ingeniería biomédica. Sin embargo, se puede también afirmar que la antecesora más cercana de la ingeniería biomédica es la cibernética que ha jugado un papel determinante en la revolución tecnológica, y nombres como Arturo Rosenblueth, el fisiólogo Walter B. Cannon y Norbert Wiener fueron quienes desde el concepto de cibernética dieron impulso al concepto de instrumentación, y se consolidó como importante antecesor de la relación de la ingeniería con la medicina (Quintanilla, S. 2002).

En 1972, se crea en México desde el Departamento de Fisiología y Biofísica una maestría en Bioelectrónica y es allí donde se promueve la formación de los primeros profesores interesados en los programas de Ingeniería Biomédica y que en 1988 dieron origen a lo que se llamó Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología y Biónica con la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería que en 1996 exponen el programa en Tecnologías Avanzadas.

*"Es bien conocido que los programas de Ingeniería Biomédica se iniciaron formalmente en el mundo en la década de los años 60. En Colombia no se ha realizado todavía un estudio detallado y sobretodo imparcial sobre la historia de la bioingeniería. Sin embargo, en los congresos y jornadas académicas*

*y científicas de las últimas décadas suelen citarse algunos hitos de colombianos destacados en el área, como el marcapasos y la biotelemedicina desarrollados por el ingeniero Jorge Reynolds Pombo en los años 60 y la válvula para hidrocefalia desarrollada por el médico Salomón Hakim y el ingeniero José Gabriel Venegas." (Hernández, M. 2010)*

Se sabe que fue la Universidad de Antioquia quien desde 1979 ofreció el área de electromedicina en el programa de ingeniería electrónica y un área de énfasis en bioingeniería desde 1986. Simultáneamente y un poco antes, otras universidades como la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad Nacional, la Universidad de los Andes, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad del Valle y la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, venían desarrollando proyectos en las áreas de física médica, electromedicina e ingeniería biomédica.

Actualmente se ha logrado un posicionamiento importante de esta profesión y se ha generado un reconocimiento en la sociedad debido las nuevas necesidades planteadas en ésta área de estudio y que tienen que ver con el desarrollo tecn científico de la ingeniería y la medicina. "Ya se empiezan a vislumbrar algunos resultados como son el corazón artificial y el equipo de diálisis que hace las veces de riñón. Pero es hasta ahora que la ingeniería biomédica, la ciencia encargada de estos inventos que salvan vidas, está ganando terreno en Colombia." (Semana, 2010).

La importancia de esta disciplina es crucial para un país en el que diariamente se sabe de personas desmembradas o que mueren desangradas en poblaciones apartadas como consecuencia de la guerra. En Colombia ya hay un grupo de investigadores dedicados a temas como la biomecánica y la rehabilitación (precisamente para casos en los que hay que reemplazar extremidades del cuerpo), dinámica cardiovascular, hemosustitutos (compuestos que reemplazan temporalmente la sangre mientras se traslada a una persona a un centro asistencial), ingeniería de tejidos, neurociencias y oftalmología, entre otros." (Semana, 2010). Pero es importante destacar instituciones como el Hospital Militar y la Clínica Universitaria Teletón que atienden muchos casos producidos por la guerra que vive el país.

Todas estas necesidades de la vida contemporánea, dan paso al nacimiento de nuevas especialidades en las Universidades e Instituciones de Educación Superior,

que hoy ofrecen posgrados en campos que hasta hace algunos años eran inimaginables, como la cibernética, la genética y la ingeniería biomédica. Por último, es imperativo reconocer que en la historia de la ingeniería biomédica vemos como el afán de conocimiento, provocó que muchas de las técnicas recién encontradas, rápidamente fueran aplicadas en seres vivos sin un control social. Situación que requiere que en la actualidad se regulen dichas prácticas, donde cobra vida el presente artículo, planteando la intrínseca complementariedad entre la Bioética y la Ingeniería Biomédica.

### 3. APLICACIÓN DE LA BIOÉTICA EN LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

*A la Bioética, como disciplina, le corresponde el estudio de un conjunto abierto de problemas prácticos nuevos (no sólo éticos, sino morales y políticos: la Bioética arrastra desde su constitución la confusión con la biomoral y, por tanto, con la biopolítica) que giran en torno a la vida orgánica de los hombres y de los animales, y por un conjunto, también abierto, de resoluciones consensuadas por las instituciones competentes, desde los comités asistenciales de los hospitales hasta las comisiones nacionales o internacionales que suscriben algunas de las citadas resoluciones o convenios (Bueno, G. 2001).*

Intentar hacer un acercamiento sobre la Bioética aplicada a la Ingeniería Biomédica, sólo es posible a partir de algunas de las definiciones que en el medio académico se han generado. Para el Doctor Gerardo Sela Bayardo (2009) la bioética es "La conciencia de las ciencias medicas y biológicas, como una práctica dinámica, racional, y reguladora de los valores éticos y deontológicos con la característica de ser multidisciplinaria y que tiene como objetivo la preservación de la dignidad humana en sus diversas expresiones". Para el Doctor Julián Bayardo (2009) "a bioética es el cuidado de la vida", y para la Doctora Silvia Brussino (2009), filósofa argentina, la bioética es "un conjunto de temas atravesados por el cuestionamiento de la ética ante la idea del avance tecnocientífico como progreso lineal de la humanidad.

Esta forma de hacer bioética es más bien teórica y se inscribe en la visión crítica de la ciencia y la técnica", pero es así como se pretende analizar los fundamentos de la bioética y su aplicabilidad a la Ingeniería Biomédica con el fin de lograr un acercamiento que propicie una práctica

De forma tal que, se debe reconocer que la función social del ejercicio profesional debe estar enfocada a proteger y ayudar a los pacientes, responsabilizándose del manejo y diseño de nuevas tecnologías que permitan un diagnóstico y tratamiento de la vida humana en la que se respete la dignidad como principio rector y que además propenda por mejorar la calidad de vida de las personas.

responsable de la ingeniería y que le sirva al profesional como material de estudio y reflexión, para afrontar las responsabilidades que implican la aplicación de la tecnología a la ciencia médica, en la que el biomédico tendrá que tomar decisiones y plantear soluciones a problemáticas propias de su ejercicio profesional.

#### 4. IMPLICACIONES ÉTICAS

Es importante para el desarrollo real de la ciencia y, por lo tanto, de la humanidad, pensar en la actitud ética que debe acompañar todo el progreso tecnológico y científico. De nada le servirá al hombre alcanzar grandes descubrimientos, retos y metas en el campo del conocimiento, si no es para el beneficio propio enmarcado en el de toda la humanidad.

Muchas de las actuaciones de la ciencia y la tecnología el hombre las mira con desconfianza y con miedo. Algunos pensaban que la experimentación con animales era válida en la medida en que permitía saber sobre los efectos de medicamentos y procedimientos, primero en animales y luego aplicarlos al hombre. Pero jamás se pensó en el dolor, sufrimiento y devastación de muchas especies que fueron sometidas a la irracionalidad del hombre que en su afán de lucro, no solamente en el ámbito académico sino también económico, redujeron poblaciones de especies animales (como por ejemplo lo sucedido en nuestra Amazonía y que se relata en diversos artículos sobre el tema).

En el artículo científico "Cambios del comportamiento como respuesta a la supresión de alimento suplementario en una población semicautiva de *saimiri sciureus*" (mono ardilla) demuestran que "de las 27 especies de primates colombianos, 19 están bajo algún tipo de amenaza debido principalmente a la pérdida de hábitat y al comercio ilegal de al menos 13 especies" (Jaramillo, J., Pérez, J.; Sarmiento, D. 2009). Otro tanto ha sucedido con la flora y la fauna no solamente en la región.

En general, puede decirse que son prácticas globalizadas que responden a la irracionalidad del ser humano que ha convertido en objetos a los sujetos de las especies animales – vegetales y muchas veces a los de su propia especie cómo lo muestra el artículo "Experimentación en fetos humanos" de N. López Moratalla (2009): El significado de "vida humana": Las investigaciones acerca del diagnóstico prenatal y del tratamiento intrauterino son de una gran importancia y, de hecho, se prevén considerables avances en un futuro próximo. Sin

Intentar hacer un acercamiento sobre la Bioética aplicada a la Ingeniería Biomédica, sólo es posible a partir de algunas de las definiciones que en el medio académico se han generado. Para el Doctor Gerardo Sela Bayardo (2009) la bioética es "La conciencia de la ciencias medicas y biológicas, como una práctica dinámica, racional, y reguladora de los valores éticos y deontológicos con la característica de ser multidisciplinaria y que tiene como objetivo la preservación de la dignidad humana en sus diversas expresiones".

embargo, algunas prácticas biomédicas con fetos hacen presagiar que estos avances en el campo de la ciencia pueden con facilidad convertirse en terribles retrocesos en el campo de lo humano. El retroceso supone, en primer término, arrogarse el poder de decidir sobre la vida de un no-nacido, por el simple hecho de ser una vida "no deseada"; a sabiendas de que es una vida humana que exige, por tanto, todo el respeto. Muchas organizaciones empiezan a luchar contra el tráfico de animales y piden a la comunidad científica que respete la vida animal. Pero, cuando el hombre se da cuenta de esta problemática con respecto a los animales ya es tarde muchos científicos y laboratorios han empezado a desarrollar experimentación con seres humanos.

Tiempo atrás se evidencia desde las primeras experimentaciones en los seres humanos como las relacionadas con "abusos cometidos en los campos de concentración durante la época nazi y puesto de maniifiesto durante el juicio en Nuremberg en 1946" (Espejo, M. D.; Castilla, A. 2001). Otro caso muy conocido "es el estudio sobre la sífilis realizado en Tuskegee en el estado de Alabama. Durante cuarenta años 1932-1972 se estuvo observando la evolución de esta enfermedad en un grupo de personas de raza negra y bajo nivel socioeconómico". No siendo suficiente para la investigación, se pasa a hacer experimentación con los habitantes de los países pobres, con la idea de que si ya se padecía de la "enfermedad de la pobreza" se podía servir como medio para generar calidad de vida a otros hombres que no padecían esta enfermedad y que estaban en condiciones de vivir mejor.

Más tarde, no era solamente el bienestar en sí, lo que llevaba a experimentar y a ejecutar acciones en contra de la vida, sino también lo era lo social y lo económico. En aras de acabar con los niños hambrientos del mundo, se volvieron todas las miradas hacia los anticonceptivos y luego frente al aborto, de tal suerte que se generó el siguiente planteamiento: "es mejor abortar, que tener un niño hambriento", como si, por el hecho de que no ha nacido, se pudiera decir que no fuera un ser humano que tiene derecho a la vida.

Igual aconteció con los ancianos, fuente de sabiduría para nuestros antepasados, seres en los que estaba impresa la cultura y los sueños de las comunidades. Hoy los ancianos deben tener derecho a una muerte sin sufrimientos físicos, y en ese sentido para muchos ancianos enfermos se pide la eutanasia. Claro que, ésta no es sólo para los ancianos, sino para todos aquellos hombres,

mujeres y niños que estén sufriendo una enfermedad terminal, negándole al hombre la posibilidad de ver en el sufrimiento una posibilidad de crecimiento personal.

Si nos detenemos a mirar, estas actuaciones son el fruto de una sociedad hedonista, donde lo único que importa es el estar bien, sin medir las consecuencias que pueda traer para el hombre como sujeto autónomo - racional y, por lo tanto, para la humanidad.

Sin embargo, vemos cómo muchos de los avances tecnológicos y científicos son muy importantes para el hombre y aunque la tecnología nos permite encontrar fuentes de mejoramiento y de desarrollo humano, como es el caso de la creación del robot Da Vinci en el 2005 y que fue el primer robot en hacer un trasplante de riñón en el mundo, facilitando básicamente que haya precisión en los cortes y eliminando muchos traumatismos después de realizada la cirugía. "Lo último en tecnología médica, es el robot llamado Da Vinci, que ya ha hecho presencia en varias partes del mundo. Éste ha sido fabricado por *Intuitive Surgical* y ya tienen en sus manos 800 unidades, que están ayudando a muchos médicos a reducir a cero, el riesgo en operaciones no invasivas. Es más, se ha comprobado que las personas que son operadas con una cirugía abierta, demoran más en el quirófano que aquellas que fueron intervenidas con el robot Da Vinci" (Robot Da Vinci, 2009)

En la entrevista que Darío Arizmendi, Director de Noticias de Caracol Radio, hizo al cirujano Humberto Villavicencio, Jefe del Servicio de Urología de la Fundación Puigvert en Barcelona, quien coordinó el robot para la primera cirugía de próstata dice que el robot siempre está manejado por un médico que es un instrumento que "traduce los impulsos de los mandos en suaves y precisos movimientos del diminuto instrumental" (Ambrojo, J. 2005). Con lo que se demuestra que aunque el robot es un gran avance tecnológico, no se puede ni siquiera intentar pensar que la máquina puede desplazar al hombre. Ese argumento es un grave error. Lo positivo para la humanidad es que la tecnología sirve para mejorar procedimientos que van a beneficiar la vida de los seres humanos. El robot, no puede en un momento dado tomar decisiones, mientras que el profesional médico, el ser humano, sí puede decidir sobre usos y/o correctivos necesarios en un determinado momento. Es importante resaltar que la capacidad de razonar en el hombre es superior a la precisión del robot.

Junto a esta noticia positiva, el mundo recibió otra en la que se informa que en Corea del Sur, se está experimentando con embriones humanos clonados con fines

terapéuticos: En el Diario El País de Madrid – España se anuncia la noticia en el artículo que lleva por nombre: La clonación de 30 embriones humanos permite extraer células madre con fines terapéuticos. “El diario señala que los científicos surcoreanos investigan los tratamientos médicos que pueden derivarse de sus investigaciones y que no tienen interés en la clonación de seres humanos. Sin embargo, es muy probable que el controvertido experimento genere nuevas preocupaciones sobre la clonación de seres humanos, intentos que han sido ampliamente criticados en Estados Unidos y otros países.”

También hace referencia a que “sería inocente decir que éste no es un paso más hacia la clonación reproductiva por parte de gente irresponsable”, ha reconocido Gerald Schatten, un investigador de la Escuela de Medicina de la Universidad de Pittsburgh, que se opone a la clonación pero es partidario de investigarla.”

Nuevamente aparece aquí el conflicto ético: se le quita a la vida la dignidad y los embriones humanos, clonados o no, pierden valor y son tratados como simples objetos de ciencia.

## CONCLUSIONES

Pensar en ciencia, tecnología y bioética como complementariedad, nos lleva a tener que referirnos a la responsabilidad de la actuación del ser humano y su compromiso con el cuidado y preservación de la vida en cualquiera de sus manifestaciones. El rol del investigador científico y tecnológico dentro de la sociedad implica tener claro el horizonte de su trabajo, los medios y los fines de los que dispone como sinónimo de complementariedad entre los avances que genera y la dignidad de los seres que habitan el universo.

El uso indebido e irracional de los seres humanos, de la flora y la fauna, no es sinónimo de progreso. Lo que demuestra es que son fuente de retroceso y destrucción. Por eso es importante hacer un llamado a la responsabilidad y la conciencia de quienes tienen en sus manos el poder de la ciencia y la tecnología para que se revisen procedimientos y prácticas en busca de un trabajo colaborativo y comprometido con la dignidad para que se pueda decidir cuál es la noción de futuro y progreso que anhelamos y estamos dispuestos a construir.

Se han dejado de lado los valores de la persona primando el reconocimiento y el valor económico por encima de los valores naturales y fundamentales de la vida. Por esto es necesario abordar normas cada vez más exigentes, con el fin de recordar la importancia de los principios rectores de la Bioética aplicada a Ingeniería Biomédica como son los principios fundamentales de la Bioética centrada en la persona y relacionarlos con el rol profesional del ingeniero biomédico para que se reconozca y tenga claros los alcances de la profesión y no sólo con relación a los equipos sobre los que tiene que trabajar, sino con respecto a lo más importante de su profesión que es la vida de los pacientes, sus familias, las instituciones para las cuáles trabaja y en general para la sociedad.

Pensar en ciencia, tecnología y bioética como complementariedad, nos lleva a tener que referirnos a la responsabilidad de la actuación del ser humano y su compromiso con el cuidado y preservación de la vida en cualquiera de sus manifestaciones. El rol del investigador científico y tecnológico dentro de la sociedad implica tener claro el horizonte de su trabajo, los medios y los fines de los que dispone como sinónimo de complementariedad entre los avances que genera y la dignidad de los seres que habitan el universo.

Los grandes avances científicos y tecnológicos que desde la ingeniería biomédica se han alcanzado, también han generado múltiples problemas éticos que tienen que ver con el aumento de la expectativa de vida, la ingeniería genética, el control de la natalidad, las técnicas de soporte vital que han llevado a generar nuevos cuestionamientos sobre el significado de la vida humana y su relación con el mundo que lo rodea. El estudio de la Bioética cada vez pone mayor interés en comprender los retos que plantean los avances científico - tecnológicos cuando son aplicados a la vida humana lo que genera un gran desafío que consiste en no perder de vista lo realmente importante y que tiene que ver con la vida y dignidad humana.

El hombre en el transcurrir de la historia ha pensado alcanzar la inmortalidad, sin embargo, es importante retornar la mirada sobre lo natural de la vida, que tiene que ver con sus inicios, su desarrollo, conservación y término, lo que nos obliga a pensar en la vida humana desde perspectivas más amplias, dónde lo importante no es solamente el cuidado del cuerpo y la mente, sino que es necesario indagar por principios rectores que regulan la permanencia del hombre sobre la tierra y su desarrollo. No como un simple objeto en busca de conocimientos, sino como sujeto responsable y solidario que entiende el verdadero valor de la vida humana y su dignidad.

## REFERENCIAS

- ABEL, F. (1989) "Comités de Bioética: Necesidad, estructura y funcionamiento". Labor Hospitalaria.
- AMBROJO, J. (2005). *La cirugía robótica arranca en España*. Recuperado el 3 de Agosto de 2009, en: [http://www.elpais.com/articulo/salud/cirugia/robotica/arranca/Espana/elpsalpor/20051004elpepisaal\\_4/Tes](http://www.elpais.com/articulo/salud/cirugia/robotica/arranca/Espana/elpsalpor/20051004elpepisaal_4/Tes)
- ANTONELLI, G. (1891) "Medicina Pastoralis in usum Confessoriorum" Potter V.R. Bioethics: the science of survival, "*Perspectives in Biology and Medicine*"
- BAYARDO, G. ( 2009). Bioética y universo Libre. Obtenido de <http://bioeticayuniversolibre.blogspot.com/2007/06/delimitando-el-concepto-biotica.html>
- BAYARDO, J. (2009). Bioética y universo Libre. Recuperado el 27 de Julio de 2009, de <http://bioeticayuniversolibre.blogspot.com/2007/06/que-es-la-bioetica-y-como-afecta-el.html>
- BEAUCHAMP, T.; CHILDRESS, J. (1989) *Principles of Biomedical Ethics*. Oxford University Press. New York, Oxford.
- BERLINGUER, G. (2002) *Bioética Cotidiana siglo XXI*. Editores s.a de c.v isbn 968-23-2393-2
- BLAZQUEZ, N.; PASTOR, L. M. (1996). *Bioética Fundamental*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.
- BRUSSINO, S. (2007). Recuperado el 31 de Julio de 2009, de [http://arboldmedicina.blogspot.com/2007\\_12\\_01\\_archive.html](http://arboldmedicina.blogspot.com/2007_12_01_archive.html)
- BUENO, G. (2001). *¿Qué es la Bioética?* Madrid: Biblioteca Filosofía en español.
- CICCONE, L. (2010). Bioética: Historia, principios, cuestiones. Recuperado el 25 de Abril de 2010, de Google Académico: <http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wxrWiRsU11MC&oi=fnd&pg=A14&dq=Vent%27anni+di+bioetica:+idee,+protagonisti,+istituzioni,+Padua+199.+Gracias+D.+Fundament os+de+Bio%C3%A9tica+Madrid&ots=7ij0oSE-TU&sig=5DNZpfwzHfleNBeg9sf921X4#v=onepage&q&f=f>
- COLOMBIA APRENDE, I. B. (2010). [www.colombiaaprende.edu.co](http://www.colombiaaprende.edu.co). Recuperado el 12 de Mayo de 2010, de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/estudiantesuperior/1608/article-189766.html>
- DYRO, J. (2004). *Clinical Engineering Handbook*. Elsevier. ed ISBN 0-12-226570
- ECCI (2010.). Recuperado el 2 de Mayo de 2010, de [http://www.ecci.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45%3Aingenieria-biomedica&catid=15%3ACiclo+Profesional&Itemid=43&limitstart=2](http://www.ecci.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=45%3Aingenieria-biomedica&catid=15%3ACiclo+Profesional&Itemid=43&limitstart=2)
- EINTHOVEN, W. (1903) Galvanometrische Registrierung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurtheilung der Anwendung des kapillarElektrometers in der Physiologie. *Pflügers Arch Ges Physiol*.
- ESPEJO, M. D.; CASTILLA, A. (2001). *Bioética en las ciencias de la Salud, Historia y definición de la Bioética*. Granada: Asociación Alcalá.
- FERRER, J. (2003) *Para fundamentar la bioética: teorías y paradigmas teóricos en la bioética contemporánea* Edicoes Loyola, 559 páginas
- GARRIDO, T. (2001). Eutanasia. Ariel 480 páginas ISBN: 8434480409
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE MISIONES. (2010). Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de: [http://www.salud.misiones.gov.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2228](http://www.salud.misiones.gov.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=2228) Hall).
- HERNÁNDEZ, M. (2010). *La Bioingeniería en Colombia, por el camino de las alianzas estratégicas*. Recuperado el 22 de Abril de 2010, de: [http://www.google.com.co/search?hl=es&source=hp&q=La+bioingenier%C3%ADa+en+Colombia%2C+por+el+camino+de+las+alianzas+estrat%C3%A9gicas.&rlz=1R2GGLL\\_esCO339&aq=f&aql=&aql=&oq=&gs\\_rfai=](http://www.google.com.co/search?hl=es&source=hp&q=La+bioingenier%C3%ADa+en+Colombia%2C+por+el+camino+de+las+alianzas+estrat%C3%A9gicas.&rlz=1R2GGLL_esCO339&aq=f&aql=&aql=&oq=&gs_rfai=)
- JARAMILLO, J., PERÉZ, J., & SARMIENTO, D. (2009). Recuperado el 28 de Julio de 2009, de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/457/45710205/45710205.html>
- LÓPEZ, M. (2009). Experimentación en fetos humanos. *El significado de la "vida humana"*. Recuperado el 28 de Julio de 2009, de <http://www.unav.es/cdb/dbcapo18a.html>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, (2009). *Consolidación del seguimiento a graduados y evaluación de la pertinencia institucional por los empleadores*. Bogotá: Antiquus Editores Ltda.
- ORDUÑA, W.; QUIROGA, D. (2010). *Biomédica*. Recuperado el 22 de Marzo de 2010, de Fundación Universitaria Castellanos: <http://www.slideshare.net/zulith93/biomedica-3115735>
- POTTER, V. (1971): *Bioethics. Bridge to the future* (Englewood Cliffs, Prentice
- QUINTANILLA, S. (2002) *Arturo Rosenbluth Y Norbert Wiener: Dos Científicos En La Historiografía De La Educación Contemporánea*. "Revista Mexicana de Investigación Educativa", mayo-agosto, Vol. 7, número 15
- ROBOT DA VINCI, (2009). Recuperado el 29 de Julio de 2009, de: <http://www.creativewebcolombia.com/blog/2007/10/02/robot-da-vinci-es-lo-ultimo-en-tecnologia-para-la-medicina>
- SEMANA. (2010). Los Posgrados del Siglo XXI. Recuperado el 20 de Abril de 2010, de [http://www.semana.com/wf\\_lmprimirArticulo.aspx?IdArt=20974](http://www.semana.com/wf_lmprimirArticulo.aspx?IdArt=20974)
- WALLER, A.(1887) *Demonstration on Man of Electromotive Changes accompanying "Heart's Beat"*. J Physiol.