

ENSEÑANZA DE LA BIOÉTICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Jorge Norberto Cornejo, Facultad de Ingeniería (UBA), jorgenor.cornejo@gmail.com

Liliana Saidon, Centro Babbage, Facultad de Arquitectura (UBA), lilianasaidon@gmail.com

Carmen Barrero, Facultad de Ingeniería (UBA), cbarrerster@gmail.com

María Beatriz Roble, Facultad de Ingeniería (UBA), mbroble06@yahoo.com.ar

Doris Barbiric, Facultad de Ingeniería (UBA), dbarbiri@fi.uba.ar

Patricia Roux, Facultad de Ingeniería (UBA), p-roux@hotmail.com

Resumen— La ingeniería es una disciplina que presenta, simultáneamente, un componente técnico y una fuerte impronta social. Dentro de esta última, ha sido poco explorada la relación existente entre ingeniería y bioética. Tal relación es relevante, ya que son los ingenieros quienes realizan el diseño y el mantenimiento de los aparatos y dispositivos utilizados en medicina. Además, algunas ramas de la ingeniería contemporánea, por ejemplo, la bioingeniería y dentro de esta la nanotecnología, en tanto plantean importantes cuestiones de naturaleza bioética, ponen de manifiesto la necesidad de incluir esta disciplina en la formación de los ingenieros. En el proyecto UBACYT “La bioética en la formación del ingeniero – Primera y Segunda parte” (2012-2017), desarrollado en el Gabinete de Desarrollo de Metodologías de Enseñanza (GDME) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) exploramos la vinculación entre tecnología y bioética, con el objetivo de generar estrategias didácticas para la enseñanza de la bioética en carreras de ingeniería. Como resultado de dicho proyecto, en el segundo cuatrimestre de 2016 llevamos a cabo un Curso de Formación Continua orientado a la enseñanza de la bioética para ingenieros, estudiantes de ingeniería y docentes de la referida facultad. El objetivo del presente trabajo es analizar fortalezas y debilidades del curso, así como las conclusiones obtenidas y la posibilidad de desarrollar acciones similares en el futuro.

Palabras clave— *Biotechnología, Nanotecnología, Bioingeniería y Materiales, Ejercicio Profesional de la Ingeniería, Enseñanza en Ingeniería.*

1. Introducción

Para Danner Clouser [1], la bioética es la respuesta de la ética tradicional a las tensiones y urgencias que se han originado en virtud de los nuevos descubrimientos y desarrollos tecnológicos. La medicina es el campo en el que los avances referidos tienen un impacto más inmediato sobre los seres humanos, de donde la ética biomédica resulta el área más desarrollada en los estudios acerca de la interacción entre la ética y la tecnología.

En tal sentido, Boccardo [2] ha concluido que, en América Latina, la educación en bioética se encuentra concentrada en la formación de profesionales relacionados con el área de la salud. Por esta razón las principales instituciones de bioética se encuentran en las Facultades de Medicina. Existe un vacío en la enseñanza de la bioética para estudiantes de otras carreras, de donde concluye que es importante la formulación de proyectos de formación bioética para alumnos de Ingeniería. Barrero *et al* [3] sostienen la misma idea, afirmando que muchos de los problemas derivados de la aplicación de las nuevas tecnologías exceden la ética específicamente médica. Al respecto, diversos autores han comenzado a estudiar las problemáticas bioéticas que trascienden las cuestiones tradicionales de la relación médico-paciente, el aborto o la eutanasia, entre otras, para dirigir su atención a las cuestiones derivadas específicamente del empleo de la tecnología.

Por ejemplo, en un trabajo dedicado a analizar la distribución, composición y funcionamiento de una amplia muestra de Comités Hospitalarios de Bioética en Argentina, Digilio [4] reproduce algunas conclusiones extraídas de las entrevistas realizadas, que fortalecen la idea de interdisciplinariedad invocada con relación a la medicina moderna. La autora referida señala, entre otras conclusiones, que:

- a) existe una valoración insuficiente del trabajo multidisciplinario,
- b) es necesario observar con mayor detenimiento los dilemas éticos que surgen en el campo de la salud y que no atañen exclusivamente a la práctica médica y
- c) la escasa multidisciplinariedad en los grupos que realizan estudios de tipo bioético impide profundizar y variar el ángulo de análisis de los problemas.

Concluye finalmente que la perspectiva bioética habilita una vía para introducir variables en la evaluación de los procedimientos científico-técnicos que vayan más allá de considerar sólo su eficacia y eficiencia.

En el mismo orden de ideas, Develaki [5] manifiesta que se debe proponer el estudio de la bioética en su carácter de puente entre las ciencias, la tecnología y las humanidades.

Por otra parte, según Montoya [6] las nuevas aplicaciones de la ingeniería a sistemas biológicos requieren la incorporación de las ciencias humanas en la formación de los ingenieros, a los efectos de desarrollarse en un marco regido por la ética. Además, dado que las tecnologías médicas evolucionan de forma tal que el acceso a ellas se vuelve cada vez más limitado, es una responsabilidad ética de los ingenieros el desarrollo de tecnologías que, a nivel económico, resulten accesibles para sectores amplios de la población.

Todos los trabajos mencionados concluyen que la relación de la bioética con la ingeniería conduce a una problemática más amplia, centrada en precisar qué concepción de tecnología sostendrán los futuros ingenieros, y cuál debe ser el sustento ético en que debe apoyarse tal concepción.

Este camino, que conduce desde la bioética hacia la ética de la ingeniería en forma general, es el que los autores del presente trabajo hemos seguido en los proyectos UBACYT “La bioética en la formación del ingeniero”, cuya primera parte se desarrolló en el período 2012-2014 y la segunda en 2014-2017, habiéndose propuesto una ampliación de esta temática con el proyecto “Formación Social del Ingeniero”, para el período 2018-2020, actualmente en proceso de evaluación.

Es interesante mencionar que, según Lozano [7], tal recorrido es una suerte de constante histórica, dado que, de acuerdo con la opinión de este autor, la ética de la ingeniería se desarrolló a partir de la emergencia de la bioética con fuerza específica en la década de 1960, de donde concluye que, en paralelo con su devenir histórico, la bioética puede ser el punto de partida para acceder a una formación ética integral en los futuros profesionales de la ingeniería, centrada en la noción de responsabilidad.

Si bien numerosos trabajos centran la ética de la ingeniería en la economía y la relación del profesional con las empresas [8], es aquí cuando toma su lugar la bioética, como punto de encuentro entre la ingeniería, la medicina y la ética. En efecto, dada su índole interdisciplinaria, el pensamiento bioético implica la necesidad de integrar un conjunto de diversos campos disciplinares y profesionales, reuniendo conocimientos antropológicos, saberes técnicos de las distintas ramas de la ingeniería, y éticos para elaborar sus decisiones. Santilli *et al* [9] afirman que es la tecnología la que pone de manifiesto tal carácter interdisciplinario, de donde la tecnología es el “nodo central” de la red de disciplinas que mencionamos previamente. Este nodo es alimentado por las disciplinas individuales que se encuentran conectadas y, a su vez, las enriquece y estimula la interacción entre las mismas. Por ello, los estudios bioéticos pueden coadyuvar a la construcción de un concepto social de la tecnología, y la bioética transformarse en el punto de partida para la generación de un concepto de la ingeniería en el que lo ético-social sea la referencia que oriente el desarrollo de la tecnología.

La bioética es, por obvias razones, fundamental en la bioingeniería y la ingeniería biomédica. La bioingeniería se define como la disciplina que apela a herramientas, métodos y principios de la ingeniería para el análisis de cuestiones vinculadas a la biología, mientras que la ingeniería biomédica es el resultado de la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina.

La ingeniería biomédica se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de artefactos y tecnologías sanitarias, tales como los equipos y dispositivos médicos, prótesis, aparatos de imagenología diagnóstica, dispositivos e instrumentos utilizados en métodos terapéuticos. Ahora bien, ambas disciplinas se fundamentan en las ingenierías eléctrica y electrónica, y presentan relaciones y aplicaciones importantes para las ingenierías química e industrial, todas ellas sostenidas por la ingeniería informática, de donde la cuestión bioética finalmente se “derrama” hacia casi todas las especialidades de la Ingeniería.

La nanotecnología, que promete ser una de las armas terapéuticas más importantes en el futuro, por su carácter invasivo debe necesariamente ser regulada por los principios bioéticos. La ingeniería mecánica presenta, entre sus aplicaciones actuales, la biomecánica, una opción para mejorar la calidad de vida de pacientes con dificultades motrices. La radioterapia requiere el concurso de médicos, físicos e ingenieros en un accionar multidisciplinario, y del correcto cálculo de las dosis de radiación utilizadas puede depender hasta la vida del paciente. En dicho cálculo es esencial el software utilizado, desarrollo de la ingeniería informática.

Respecto de esta última podemos mencionar también la telemedicina, que se ha transformado en un importante aporte para el funcionamiento hospitalario y, a la vez, en una fuente de nuevos problemas bioéticos. Respecto de los desafíos informáticos, el gran reto consiste en definir y concretar una agilizada gestión pública, acorde a la configuración social actual, para enfrentar modelos que han agotado los mecanismos de administración clásica, conjugando la superación del desmembramiento del sistema, y

abordar esta tarea salvaguardando las dimensiones éticas respecto de la debida privacidad de los datos y, en particular, de los derechos de los pacientes.

Existen, además, desarrollos tecnológicos que, si bien no se orientan hacia la problemática médica, tienen importantes consecuencias en el campo de la salud, y se vinculan de esa forma con la bioética, entendida en sentido amplio. Por ejemplo, el auge de las comunicaciones inalámbricas y la consiguiente exposición de los seres humanos a las radiaciones no-ionizantes (RNI), que han generado preocupación hasta en el Parlamento Europeo¹.

Suazo [10] resume estas ideas cuando afirma que:

“En los tiempos modernos ha habido un desarrollo extraordinario del conocimiento y la tecnología. El concepto de salud ha desbordado con creces a la medicina y hablar de ella implica hablar de la intervención de múltiples profesiones y profesionales. La ingeniería genética, la tecnología usada para los trasplantes de órganos humanos, la diálisis, requieren del juicio médico para su implementación, pero previo a ello requieren el concurso de ingenieros, físicos y otros”.

La pregunta que surge naturalmente es: ¿cómo enseñar elementos de bioética a los estudiantes de ingeniería? Para Santilli [11] la historia, tanto la propia de la disciplina como el análisis de casos históricos específicos, surge como una necesidad de la investigación, a los efectos de comprender el fenómeno bioético y su relación con la tecnociencia. En general, y como veremos en el curso del presente trabajo, podemos considerar que el análisis de casos, tanto históricos como presentes, resulta una metodología útil para el desarrollo de estas temáticas.

Siqueira [12] propone el método problematizador-deliberativo, que parte de una pregunta en la que se tiene en cuenta el contexto cultural que enmarca cada problema bioético. Este método no intenta adoctrinar, sino discutir y debatir problemas, buscando una educación basada en el cambio de actitud. Intenta crear procesos educativos que tengan como meta el desarrollo de una moral abierta, fomentar el espíritu crítico y transformador del educando, propiciar su autonomía y ampliar el sentido de responsabilidad en su quehacer tecnocientífico.

A partir de estas consideraciones, durante el segundo cuatrimestre de 2016 hemos llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) un Curso de Formación Continua titulado “Bioética e Ingeniería”, dirigido a la discusión y profundización de las cuestiones previamente planteadas, así como a contrastar las alternativas propuestas para la enseñanza de la bioética para ingenieros.

El objetivo del presente trabajo será analizar las conclusiones que el referido curso nos permitió obtener, así como sus fortalezas y debilidades, incluyendo la puesta en práctica del método de análisis de casos y del método problematizador-deliberativo, y su importancia para la formación de los futuros ingenieros.

¹ Ver la resolución “Campos electromagnéticos: condiciones sanitarias”, del Parlamento Europeo, fechada el 2 de abril de 2009.

2. Descripción del curso

El curso referido fue no-arancelado y comprendió un total de 32 (treinta y dos) horas, divididas en 8 (ocho) clases de 4 (cuatro) horas, siendo la frecuencia de una clase semanal.

Los temas dictados fueron:

- Principios básicos de bioética
- Historia de la bioética – su relación con los desarrollos tecnológicos
- Análisis de documentos sobre el tema
- Regulaciones internacionales a las que adhiere la Argentina
- Ingeniería y bioética
- Tecnología y medicina
- La ingeniería en el diagnóstico por imágenes
- El desarrollo de los equipos de tomografía computada
- La tecnología del marcapasos
- La tecnología y las patologías oncológicas
- La electrocirugía
- La tecnología y la determinación del instante de la muerte
- El desarrollo del electroencefalógrafo

El curso incluyó además una clase especial dictada por un profesional del Instituto de Ingeniería Biomédica de FIUBA, sobre el tema “Tecnologías de asistencia a trastornos de la motricidad”.

La evaluación consistió en la presentación de un trabajo sobre algún tema que relacione desarrollos tecnológicos con problemáticas de bioética. Los trabajos presentados versaron sobre los siguientes temas:

- Repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas
- Implantes cocleares
- Aplicaciones del láser en medicina

3. Evaluación del curso

El primer dato fue la baja participación alcanzada, fundamentalmente por parte de los estudiantes de ingeniería. Iniciaron el curso 5 (cinco) alumnos, cumpliendo con todos los requisitos necesarios para su aprobación 3 (tres). De ellos, sólo uno es estudiante de Ingeniería, en la especialidad Electrónica, y las dos restantes poseen los títulos de Doctora en Química y Profesora de Física respectivamente, siendo ambas docentes de la FIUBA.

A los efectos de evaluar los resultados del curso se entregó a los asistentes la siguiente encuesta escrita:

Curso de Formación Continua
“Bioética e Ingeniería”
Encuesta final de evaluación

1. El curso en su conjunto ha sido:

Excelente Muy Bueno Bueno Regular Malo

2. Para la formación de un profesional de la ingeniería los contenidos del curso fueron:

Muy útiles Útiles Poco útiles Nada útiles

3. Mencione la mayor fortaleza y la mayor debilidad que, a su juicio, presentó este curso:

4. ¿Qué podría sugerir para mejorar el dictado del curso en futuros cuatrimestres?

5. ¿Considera útil y/o necesario que el curso se repita en futuros cuatrimestres?

Figura 1. Encuesta final entregada a los asistentes al Curso de Formación Continua “Bioética e Ingeniería”

Describiremos a continuación las principales fortalezas y debilidades del curso.

3.1 Fortalezas

De acuerdo con las respuestas obtenidas en la encuesta, la mayor fortaleza estuvo en el análisis de los casos presentados por los docentes. Dichos casos fueron tratados a la luz de los principios bioéticos, reforzando siempre la idea de la no fragmentación del cuerpo humano; considerando a la persona como un todo y sin aislar cada órgano observado. Esto es especialmente importante desde el punto de vista de la relación de la ingeniería con la bioética, porque distintos autores [13] [14] han señalado que una de las consecuencias de la aplicación de los recursos tecnológicos contemporáneos al diagnóstico médico ha sido la fragmentación del cuerpo, el dejar de considerarlo como una unidad funcional completa. Tal fragmentación alcanza su punto máximo con la

aplicación de las técnicas digitales, de las que, figurativamente, se ha dicho que dividen el cuerpo de un ser humano en millones de bytes [15].

Como recurso disciplinar y didáctico se apeló a casos que operaron como contra-ejemplos de los principios bioéticos y a que se contemplara el análisis así como la conclusión de aquello que podría haberse llevado adelante para no llegar a tales situaciones. En general, los contra-ejemplos son escasamente utilizados como medio de enseñanza y a lo largo de los casos y situaciones presentados se analizaron no solo como vía para la denuncia sino como un instrumento para buscar "reparaciones" tanto éticas en sentido estricto como técnicas y tecnológicas. Los propios docentes del curso expresaron que diversos contenidos específicos de electrónica aparecieron situados y re-contextualizados a medida que se presentaban algunos de los casos.

Esto permitió contrastar la utilidad del método problematizador-deliberativo como un instrumento útil en la enseñanza de la bioética para ingenieros. En efecto, el contra-ejemplo plantea una situación provocativa, tanto para contrastar la práctica tecnológica con los principios bioéticos como para analizar qué cuestiones de seguridad e higiene el ingeniero debería tener en cuenta en el diseño de los aparatos e instrumentos en función del bienestar de profesionales y pacientes. Los errores asumidos propician la búsqueda de explicaciones y la de una causalidad de la que surjan medidas superadoras.

Por supuesto, el contra-ejemplo debe complementarse con casos y situaciones que demuestren el valor y la utilidad de la tecnología, a los efectos de desarrollar una postura equilibrada frente al empleo de la misma. Se trata de presentar casos que lleven a clarificar tanto los factores de riesgo presentados por los recursos tecnológicos, analizando sus causas, como los beneficios otorgados a la humanidad por la aplicación de la tecnología en medicina.

Concordamos, en síntesis, con los autores (ver ref. [12]) que proponen el método problematizador-deliberativo para la enseñanza de la bioética en contextos no-médicos, dado que genera un espacio de reflexión sobre temáticas que no son frecuentes en la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería.

También se señaló como un aspecto positivo el hecho de que los contenidos del curso implican para los estudiantes de Ingeniería una aproximación a las problemáticas bioéticas que podrían presentarse en el desarrollo de su profesión. Y que a los graduados de esta u otras facultades les es de provecho tener un ámbito de reflexión y de intercambio de miradas desde profesiones diferentes a la propia, involucradas en temas que son cada vez más interdisciplinarios. El curso brindó la posibilidad de dotar de entidad al futuro rol del ingeniero dentro de los Comités Hospitalarios de Bioética, como integrante, colaborador o asesor de los mismos, para poner en consideración las cuestiones tecnológicas imbricadas, que las instituciones de salud pudieran obviar.

3.2 Debilidades

La principal debilidad del curso fue su escasa matrícula. La difusión se realizó a través de los canales habituales existentes para los cursos de formación continua dictados en FIUBA; claramente el impacto de tal difusión no resultó suficiente.

Independientemente de la cuestión de la difusión, queda claro que la importancia de la problemática bioética en la formación del ingeniero aún es prácticamente desconocida por los estudiantes de la facultad. En una investigación realizada en 2016 se consultó a los estudiantes de FIUBA acerca de en qué aspectos debería centrarse la ética de la ingeniería, presentándose cinco opciones [16]:

Aspectos empresariales

Problemas de tipo bioético

Soluciones de problemas vinculados a la pobreza

Manejo de recursos y/o energías no renovables

Impacto de las obras de ingeniería en el medio ambiente

Sólo el 7,29% de los encuestados priorizó que la ética de la ingeniería debería centrarse en problemas bioéticos. Cabe señalar que en FIUBA la Bioingeniería no es aún carrera de grado, contando sí con el Instituto de Ingeniería Biomédica como ámbito para el desarrollo de investigaciones en el área de biomateriales para prótesis, neuroingeniería, procesamiento de señales biológicas, procesamiento del habla y neurobots, entre otros. Por lo tanto, quizás previamente a la realización de un curso de estas características debería haberse efectuado una más amplia tarea de difusión acerca de la importancia de la bioética en cuestiones de ingeniería.

4. Conclusiones

La interacción entre tecnología y bioética forma parte de las problemáticas importantes que debe enfrentar la sociedad actual. Esto ha sido reconocido incluso por acuerdos internacionales; por ejemplo, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), suscripto por la ONU en 1966 y actualmente vigente, establece *“el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental”*. Esto ha sido literalmente interpretado como el derecho al acceso pleno a la tecnología y ha sido sintetizado en la expresión *“el derecho de acceso a la última tecnología existente”* [17]. Agregamos que, según Seguí [18], en un diseño de estructura de gestión hospitalaria una de las fortalezas principales a considerar es *“contar con la tecnología necesaria para un óptimo servicio”*. Tecnología, salud y bioética se encuentran así en un marco de estrecha relación y colaboración; de ahí la importancia de este curso, el que resultó muy importante para la auto-formación de los docentes que participaron en el dictado del mismo.

Se advirtió también la importancia y la utilidad de trabajar con estudio de casos, dado que los participantes los vincularon a los correspondientes contenidos y a experiencias vividas o referidas que excedían el carácter de "caso" por la honda implicación que transmitían. De este modo, cada principio bioético resultaba vívidamente situado en contextos personalizados.

Al respecto, agreguemos que la noción de implicación puede ser rastreada en sus usos epistemológicos, sociológicos y psicológicos, aunque es frecuentemente empleada fuera de todo contexto teórico. Se la asocia a 'compromiso', 'participación', 'inversión afectiva', 'motivación' y otros términos que suelen surgir en los análisis de casos como consecuencia de la identificación. La implicación produce resonancias en la formación de los estudiantes, reverberando en el campo socio-profesional, incluso en el de los futuros ingenieros. Propicia una vívida identificación con una tarea y hasta determina la carga afectiva invertida en la cooperación en ámbitos institucionales, tanto en los instituidos Comités de Bioética como en espacios menos pautados del desempeño profesional.

De esta forma, los casos de tipo histórico que fueron presentados se pudieron relacionar con circunstancias actuales, resaltando cómo los desarrollos tecnológicos han

modificado la percepción sobre las distintas problemáticas que asocian bioética con ingeniería. Esto dio como resultado el aumento de la percepción de riesgo de los participantes respecto de los empleos de la tecnología. Encuestas previas realizadas en distintas investigaciones daban, en general, una percepción de riesgo baja [19]. En forma complementaria, también se expusieron los logros y avances estimulados por el desarrollo tecnológico, a los efectos de lograr una postura equilibrada frente a la tecnología.

Se ha propuesto que el presente curso sea incorporado a la currícula de Ingeniería Industrial como asignatura electiva; tal propuesta aún no fue considerada por la comisión curricular correspondiente. Ingeniería Industrial se encuentra, por la misma naturaleza de su temática, muy próxima a cuestiones asociadas al medio ambiente, la biodiversidad y los efectos de la tecnología sobre la población y el entorno natural que la rodea desde un punto de vista centrado en lo humanístico¹; por lo que es importante disponer de un curso regular de bioética para esa especialidad. De todas formas, en caso de aprobarse, el curso estaría disponible para estudiantes de todas las especialidades.

De acuerdo con la opinión expresada por el investigador del Instituto de Ingeniería Biomédica que participó como docente invitado en el curso, de concretarse la incorporación del mismo como asignatura electiva, esto acercaría a los estudiantes al hábito de tratar los problemas de ingeniería en forma interdisciplinar, ya sea en esta temática o cualquier otra que se les presente, por lo que podría operar como un disparador para incorporar una nueva competencia profesional.

Existe un elemento más para considerar la utilidad de incluir este tipo de contenidos en la formación del ingeniero. Según Cuello [20] la bioingeniería es una disciplina que opera en forma bidireccional y no consiste exclusivamente en la aplicación del conocimiento ingenieril a sistemas biológicos. De acuerdo con este autor, la bioingeniería, además, implica aprovechar el conocimiento de los atributos de un sistema biológico para informar o guiar el diseño de un sistema físico de naturaleza tecnológica con el propósito de lograr un fin deseado. Por lo tanto, el estudio de sistemas biológicos, necesario para comprender cabalmente las problemáticas bioéticas, puede ser útil en la formación integral del ingeniero como un profesional del diseño tecnológico.

Dado que la temática abordada en este trabajo es novedosa y poco conocida en nuestro ámbito, son importantes las acciones tendientes a instalar el tema de la bioética en la comunidad de estudiantes de ingeniería. Conocemos pocas acciones similares que se hayan llevado a cabo en otros países; por ejemplo, la iniciativa de Folgueras Méndez [21] de incorporar la bioética en los estudios referidos al diseño de equipos médicos. Con el propósito de continuar con la instalación y posterior difusión del tema, nuestro Grupo de Investigación planifica seguir trabajando en la temática desarrollando distintas actividades y realizando publicaciones frecuentes de trabajos en el área referida.

Nota

(1) El plan de estudios actual de Ingeniería Industrial establece que los estudiantes deben obtener 4 créditos en asignaturas de corte humanístico.

Referencias

[1] DANNER CLOUSER, K. (1978). Bioethics. En: Reich, W. (ed.), *Encyclopedia of Bioethics*, 124-125. Free Press, New York.

- [2] BOCCARDO, Pedro (2009). Formación en bioética para estudiantes universitarios de Ingenierías y Ciencias de la Vida. *Revista Electrónica de Educación, Didáctica y Formación de Profesores*. 2(1): 38-59.
- [3] BARRERO, Carmen, SANTILLI, Haydée y MARTÍN, Ana María (2011). Intersección entre ciencia, tecnología y biomedicina. Ponencia presentada en el *Congreso de Antropología Social*, Buenos Aires, 2011. Publicado online en: <http://www.xcaas.org.ar/grupostrabajos sesiones.php?eventoGrupoTrabajoCodigoSelecc ionado=GT20>. Acceso: 10 de agosto de 2013.
- [4] DIGILIO, Patricia (2008). Comités hospitalarios de bioética y políticas públicas. En: Rivera, S. (comp.), *Ética y gestión de la investigación biomédica*, 177-197. Paidós, Buenos Aires.
- [5] DEVELAKI, María (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity and the contribution of education. *Science and Education*. 17: 873-888.
- [6] MONTOYA, Dolly (2007). Nuevas necesidades en ingeniería para el desarrollo de la biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*. IX (2),:64-71.
- [7] LOZANO, José (2003). Ethical Responsibility in Engineering: A Fundamentation and Proposition of a Pedagogic Methodology. Ponencia presentada en la *International Conference on Engineering Education*, Valencia, España, Julio 2003, publicado online en: <http://www.ineer.org/events/icee2003/proceedings/pdf/4776.pdf>. Acceso: 15 de julio de 2013.
- [8] ERTAS, Atila y JONES, Jesse (2013). *The Engineering Design Process*. John Wiley & Sons, New York.
- [9] SANTILLI, Haydée; MARTÍN, Ana María; BARRERO, Carmen, ROBLE, María Beatriz y CORNEJO, Jorge (2010). Cómo introducir cuestiones bioéticas en la formación de los ingenieros. Ponencia presentada en las *VIII Jornadas de Bioética, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales*, Universidad Nacional de Río Cuarto, publicado online en: <http://www.exa.unrc.edu.ar/>, p. 106-115. Acceso: 8 de agosto de 2011.
- [10] SUAZO, Miguel (2002). *Bioética para nuevos*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo: Santo Domingo.
- [11] SANTILLI, Haydée (2012). Science and Technology: Autonomous and More Interdependent Every Time. *Science and Education*. 21 (6): 797-811.
- [12] SIQUEIRA, José (2006). Del estudio de casos a la narrativa en educación en Bioética. En VIDAL, S. M. (Ed.) *La Educación en Bioética en América Latina y el Caribe: experiencias realizadas y desafíos futuros*. Programa para América Latina y el Caribe en Bioética y Ética de la Ciencia Sector de Ciencias Sociales y Humanas Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe Montevideo, Uruguay. P.53 – 68. Publicado on-line: <unesdoc.unesco.org/images/0022/002255/225533s.pdf>. Acceso: 10 de agosto de 2014.
- [13] KOLLER, Lynn. (2011). The Evolution of Medical Imaging Technologies: Electric Meat and the Physician's Shifting Gaze. *Eä*. 2(3): 1-22.
- [14] CARESTIA, Paula; BORDEGARAY, Susana; CARESTIA, Fernanda; COPPE, Stella Maris; MERCURI, Guillermo y PASQUARÉ, Claudia. (2008). Medicina por

Imágenes: la visión globalizada. Parte II: la visión desde Gestión de Recursos Humanos, Psicología y perspectiva Bioética. *Revista Argentina de Radiología*. 72 (2): 185-193.

[15] PERA, Cristóbal (2003). El cuerpo bajo la mirada médica. *Humanitas, Humanidades Médicas*. 1 (4): 27-36.

[16] CORNEJO, Jorge y ROUX, Patricia (2016). La visión social en los estudiantes de Ingeniería. *Revista Argentina de Ingeniería*. 5 (7): 68-76.

[17] CANTAFIO, Fabio (2018). *Los amparos de salud*. En: CORTESI, María C. (comp). *Judicialización de la Salud y Métodos Alternativos para Resolver Conflictos*, p. 65-89. Visión Jurídica Ediciones, Buenos Aires.

[18] SEGUÍ, Christian (2018). *Sistema de salud y gerenciamiento*. En: CORTESI, María C. (dir.). *Enfoques sobre salud, bioética y derecho*, p. 217-233. Visión Jurídica Ediciones, Buenos Aires.

[19] FRICKEL, Scoot; GIBBON, Saha; HOWARD, Jeff; KEMPNER, Joanna; OTTINGER, Gwen y HESS, David (2010). Undone Science: Charting Social Movements and Civil Society Challenges to Research Agenda Settings. *Science, Technology and Human Values*. 35 (4): 444-473.

[20] CUELLO, Joel (2006). “Engineering to Biology” and “Biology to Engineering”: The bi-direccional connection between Engineering and Biology in biological engineering design. *International Journal of Engineering Science*. 22 (1): 28-34.

[21] FOLGUERAS MÉNDEZ, José (2014). *La ética en el diseño de equipos médicos*. Publicado online en: <http://files.sld.cu/boletincnscs/files/2014/12/2-conferencia-bioingenieria.pdf>. Acceso: 31 de mayo de 2018.