

Planes de estudio en Ingeniería y... ¿(bio)ética?

Saidon, Liliana Mónica¹

Universidad de Buenos Aires.

Cornejo, Jorge Norberto²

Universidad de Buenos Aires.

Saidon, L. M. y Cornejo, J. N. (2023). "Planes de estudio en Ingeniería y... ¿(bio)ética?". *Campo Universitario*. 4(8) Julio 2023-Diciembre 2023, pp 36-61

Fecha de recepción: 03/08/2023

Fecha de aceptación: 20/12/2023

Resumen

El objetivo del presente artículo es analizar la pertinencia de incorporar la bioética en planes de estudio de carreras de Ingeniería y distinguir la serie de factores causales que obstaculizan su inclusión pese a la multiplicidad de criterios que respaldan tal decisión. La idea es estudiar las dinámicas de diseño y selección curricular en carreras de tipo tecnológico y su comportamiento frente a contenidos de corte humanista, específicamente, la bioética.

El análisis se sustentó en la investigación documental de planes de estudio de universidades argentinas que ofrecen carreras de Ingeniería Biomédica, Ingeniería en Física Médica y

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Centro de Investigación Babbage. Contacto: lilianasaidon@gmail.com

² Gabinete de Desarrollo de Metodologías de Enseñanza, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Contacto: jorgenor.cornejo@gmail.com

Bioingeniería; publicaciones vinculadas a la formación de ingenieros y relativas a la educación en ingeniería; resoluciones ministeriales y en la revisión de opiniones de diversos actores involucrados con la problemática bioética en la Argentina. Concluimos que las dificultades halladas responden a dos causas: a) las debidas a la “novedad” que la bioética representa para los ingenieros y b) aquellas intrínsecas a la conformación de todo currículum.

Palabras Clave: bioética – ingeniería – tecnología – currículum - educación.

Abstract

The objective of this paper is to analyze the relevance of incorporating bioethics into engineering career curricula and distinguish the series of causal factors that hinder their inclusion despite the multiplicity of criteria that support such decision. The idea is to study the dynamics of design and curriculum selection in technological careers and their behavior with a humanistic content, specifically, bioethics.

The analysis was based on the documentary research of study plans of Argentine universities offering careers in Biomedical Engineering, Engineering in Medical Physics and Bioengineering; publications linked to the training of engineers and related to engineering education; ministerial resolutions and in the review of opinions of various actors involved with the bioethical problems in Argentina. We conclude that the difficulties encountered respond to two causes: a) those due to the "novelty" that bioethics represents for engineers and b) those intrinsic to the conformation of all curricula.

Keywords: bioethics - engineering – technology – curriculum - education.

1.-Introducción

El objetivo del presente artículo será analizar la cuestión curricular a partir de un planteo puntual: la eventual incorporación de la ética y/o la bioética como asignatura en planes de estudio de carreras de Ingeniería y los eventuales factores causales que obstaculizan tal decisión, pese a la multiplicidad de criterios que la respaldarían. La idea es estudiar el “comportamiento” de la bioética dentro de las dinámicas de selección en el diseño curricular. Al encarar facetas del análisis del currículum que se desenvuelven en las prácticas y que tienden, según Feldman (1999), “más a

los procesos deliberativos que a los técnicos”, vale destacar los análisis que plantean la eventual dicotomía entre el dominio de la racionalidad técnica y las cuestiones éticas y sociales involucradas en la formación de profesionales. Deliberación permanente de colectivos como los congregados en torno a la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)³, cuya Asociación de Estándares (Standards Association IEE), en relación al ejercicio de los futuros graduados enfatiza en su documento **IEEE 802®⁴ standards** que su trabajo “impulsa la funcionalidad, capacidades e interoperabilidad de una amplia gama de productos y servicios que transforman la forma en que la gente vive, trabaja y se comunica”. En el texto referido, el colectivo⁵ IEEE subraya la responsabilidad sobre derivaciones de tal potencial para la transformación, reflejada a su vez en el artículo 43 de la Ley de Educación Superior (LES), sancionada en la Argentina en 1995. Esta ley involucra a un conjunto creciente de profesiones, incluyendo el conjunto casi completo de las ingenierías, cuyo ejercicio pudiera “poner en riesgo de modo directo la salud, la seguridad y los bienes de los habitantes”.

Varias carreras de ingeniería se vinculan a la salud en general, no solo la de los seres humanos sino la de lo vivo en términos amplios. En particular, es creciente el campo de ejercicio asociado con los cuidados de la salud que convoca a ingenieros, profesionales médicos y técnicos que apelan a la tecnología para diagnósticos y tratamientos. Esto requeriría un encuentro para debatir sobre cuestiones éticas y bioéticas emergentes a incorporar en los planes de estudio. Inclusión que podría establecerse en forma transversal para propiciar, desde la formación de grado, una construcción dialógica, si no de las respuestas, al menos de los complejos interrogantes interdisciplinarios a enfrentar en equipo⁶. Dada la dinámica intensa de las tecnologías que impactan en los cuidados de la salud, su inclusión “literal” en los planes exigiría una flexibilidad inviable. Incluso inconveniente, porque reaccionar al ritmo de las innovaciones tecnológicas, demandaría una inmediatez que

3 Refiere al Institute of Electrical and Electronics Engineers, más conocido por su sigla IEEE ('I-triple-E'), la reconocida sociedad técnica profesional mundial que, como indican las páginas de su sección Argentina es la “más grande del mundo, sirviendo los intereses de más de 400.000 miembros en las comunidades de la electrotecnología y la información en cerca de 160 países”, siendo su lema 'Vinculando al Mundo' (Networking the World). La IEEE “fomenta la innovación tecnológica, contribuye al desarrollo profesional de sus miembros y promueve la comunidad profesional mundial”.

4 IEEE International Standard Systems and software engineering -Life cycle processes - Requirements engineering STANDARD by IEEE/ISO/IEC, 11/30/2018 Published:11/30/2018ISBN(s): 9781504453288, 9781504453028, 9781504453035, 9781504451611

5 La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA) forma parte activa de este colectivo hace casi 80 años. Al punto que la Sección Argentina de la IEEE, en 2015 organizó en su sede la jornada conmemorativa del 131 aniversario de la IEEE, de los 150 de la creación de la carrera de ingeniería en la UBA, de los 76 de la Sección Argentina de la IEEE, de los 150 de la publicación de las Ecuaciones del Electromagnetismo de Maxwell y de los 100 de la Teoría de la Relatividad General de Einstein.

6 Equipos como los que se proponen para un enfoque transdisciplinario del dolor, por ejemplo. Enfoque y área que la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, IASP (International Association for the Study of Pain) propone incluir, desde su Comité dedicado al currículo, en los planes de estudio de grado pero solo en torno a las carreras de la salud, a diferencia de los que abordan el campo desde las tecnociencias que suelen extenderse más ampliamente.

sortearía la responsabilidad mancomunada de evaluar tanto el abordaje científico como el pedagógico, acorde a las necesidades de los contextos socio-educativos y a la proyección regional, contemplando tanto la articulación entre niveles de enseñanza como las conexiones intra e inter universitarias y de institutos de investigación asociados.

Las cuestiones (bio)éticas irrumpen en la subjetividad por la mera “naturalización” de lo habitual, en las instituciones en que se ejercen esas prácticas profesionales.

La reflexión anticipada tendría, en el nivel de grado, un ámbito privilegiado en la medida que docentes expertos pudieran instrumentar la crítica vinculándola a casos y problemas que orienten el estudio y los debates, propiciando una perspectiva holística.

La bioética puede ser el punto de partida para acceder a una formación ética integral. Según manifiestan algunos especialistas, se debiera introducir estas temáticas convocando a graduados, científicos y estudiantes avanzados de diversas carreras para ir articulando un lenguaje común entre futuros profesionales de la salud e ingenieros, estableciendo vínculos entre ambas culturas (Cornejo et al, 2019).

Esta confluencia propicia la conciencia sobre la inclusión de la bioética como disciplina, en proyectos de investigación y planes de todas las carreras de ingeniería, como uno de los ejes que evidencien la responsabilidad y el rol social de los ingenieros. Para ahondar respecto de su eventual inclusión curricular, en el presente trabajo se estudian las relaciones entre bioética e ingeniería, revisando diferentes fuentes de información:

- planes de estudio de las carreras universitarias vinculadas con tecnología y bioética,
- documentos relativos a la formación de ingenieros,
- actas de congresos y publicaciones periódicas y
- entrevistas a ingenieros realizadas en el marco de un proyecto de investigación sobre el tema (Cornejo et al, 2014).

Del análisis se desprende el interés y la vacancia simultáneos sobre la ética en general y la bioética en particular como problemática específica, en los planes de estudio de las carreras de Ingeniería.

2.-Criterios Preliminares

2.2-Bioética e Ingeniería

Existen diversas definiciones de ingeniería. Soberón Kuri y Neri Vela (1980) la caracterizan como “el arte de tomar decisiones importantes, dado un conjunto de datos incompletos e inexactos, con el fin de obtener, para un dado problema, aquella entre las posibles soluciones que funcione de manera más satisfactoria”. Para Pitt (2000), una solución tal debe incluir no sólo la máxima eficiencia y rentabilidad, sino también el empleo racional de las fuentes de energía, el bien común y la preservación de la biosfera, procurando que la ingeniería así concebida se desarrolle dentro de normas éticas que comporten una actitud de responsabilidad social. Covarrubias (1998) agrega que la consideración de los aspectos ético-sociales implica que la formación de los ingenieros debería concebirse en términos de una capacitación profesional abarcadora, para que puedan diseñar, construir y operar las obras y los sistemas tecnológicos con una visión integradora y multidisciplinaria.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), coincidiendo con la American Society for Engineering Education (Grinter, 1994), recomienda que los futuros ingenieros logren proyectar y diseñar sistemas que tengan en cuenta los factores económicos, ambientales, de seguridad, de estética y de impacto social⁷.

La formación de ingenieros presenta, por lo tanto, una dicotomía entre el dominio de la racionalidad técnica y la consideración de cuestiones éticas y sociales que siempre están presentes, y que se vuelven fundamentales al desarrollar ingeniería asociada a temáticas médicas. Si bien numerosos trabajos centran la ética de la ingeniería en la economía y la relación del profesional con las empresas (Ertas y Jones, 2013; Bosch, 2011), para Lozano (2003), es aquí cuando toma su lugar la bioética.

7 Documento disponible al 11 de marzo de 2019 en https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf Competencias de Ingeniería emitido en concordancia con la “Declaración de Valparaíso” sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano suscripto por la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería. Las “Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino” las suscriben el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería y a su vez por el Foro de Decanos de las Facultades de Química y la Red de Universidades con Carreras de Informática.

Esto se debe a que las nuevas aplicaciones de la ingeniería a sistemas biológicos requieren, por un lado, la incorporación de las ciencias humanas, a los efectos de desarrollarse en un marco regido por la ética, y por otro, plantean nuevos dilemas que sólo pueden resolverse adecuadamente dentro del contexto de la bioética (Montoya, 2007).

Los trabajos mencionados concluyen que la relación de la bioética con la ingeniería conduce a una problemática más amplia, centrada en la concepción de tecnología y en el sustento ético en que esta debería apoyarse (Lind, 2007). Lo que se plantea, entonces, es la relación entre la bioética y el desarrollo de la tecnología. Al respecto, Hottois (2007) establece la bioética como una ética paradigmática de la tecnociencia, siendo sus principales misiones responder a las expectativas sociales y servir como elemento transformador de los estudiantes y de la sociedad. Este hecho ya fue mencionado por Danner Clouser (1978), para quien “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 tecnologías”.

En particular, en el contexto de una educación tecnológica que promueva valores tales como la ética y la responsabilidad social, la bioingeniería es una disciplina esencial, por su directa relación con la calidad de vida de los seres humanos.

La bioingeniería es una rama de la actividad tecnológica de carácter esencialmente multidisciplinario (Dremstrup y Elberg, 2008; Sierra Cuartas, 2008), alimentada, entre otras, por las ingenierías eléctrica y electrónica, de donde la cuestión bioética finalmente se “derrama” en todas las especialidades de la ingeniería. La importancia de la bioética en la formación de los ingenieros no puede ser minimizada, dado que esta disciplina tiene en cuenta no sólo los derechos del paciente o el bienestar de los seres humanos y de la vida en general, sino también la evaluación de las tecnologías y el control de calidad de los equipos utilizados en medicina.

En tal sentido, Sánchez (2009), analizando las estadísticas de accidentes fatales derivados del mal funcionamiento de equipos médicos, concluye que:

- a) es necesario un mayor número de ingenieros capacitados en problemáticas de tipo médico, y
- b) tales ingenieros deben recibir una amplia capacitación en cuestiones de bioética, relaciones humanas y vinculación con el paciente.

Según Carrera (2011), la aplicación consecuente del principio bioético de justicia puede suscitar problemas éticos que están en relación directa con los adelantos tecnológicos utilizados en procedimientos diagnósticos o terapéuticos. Lozano (2003) menciona que la ética de la ingeniería se desarrolló a partir de la emergencia de la bioética, con fuerza específica, en la década de 1960. Concluye que la bioética puede ser el punto de partida para acceder a una formación ética integral en los futuros ingenieros, centrada en la noción de responsabilidad. Para Martin y Schinzingler (1989) la comprensión adecuada de la responsabilidad profesional depende de una teoría ética general acerca del lugar de la tecnología en la sociedad.

Boccardo (2009) 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 es que 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 deduce que es importante la formulación de proyectos sobre bioética en otras carreras de salud y, desde ya, en las de Ingeniería. Obando (2010) sostiene la misma idea, afirmando que muchos de los problemas derivados de la aplicación de las nuevas tecnologías exceden la ética específicamente médica. Para Carrera (2011), la bioética se basa no sólo en cuestiones morales relativas al ámbito de la medicina, sino que, siendo básicamente interdisciplinaria, reúne conocimientos antropológicos, saberes técnicos de las distintas ramas de la ingeniería, y éticos para elaborar sus decisiones. En general, es la tecnología la que pone de manifiesto tal carácter interdisciplinario, de donde se deduce la necesidad de una intensa comunicación entre profesionales de la ingeniería y de las ciencias biomédicas.

Digilio (2008) dice que la bioética, como disciplina, no sólo implica un cambio fundamental en las concepciones hegemónicas de salud, enfermedad, relación médico-paciente, derechos del paciente, etc., sino 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.

Según Obando (2010), debe quedar claro que la bioética no está reducida al horizonte de la medicina, o de cualquier otra ciencia o praxis en particular. Develaki (2008) manifiesta que se

debe proponer el estudio de la bioética en su carácter de puente entre las ciencias, la tecnología y las humanidades.

Para Obando (2010), es imperativo que la formación universitaria incluya en su contexto curricular la formación en valores, a los efectos de generar una cultura de respeto por la vida que influirá en todos los escenarios de actuación del ser humano.

Para estos autores, dado que los modelos pedagógicos no son neutrales, sino que parten de una determinada visión del mundo, y promueven la construcción de actitudes específicas ante la realidad, se vuelve necesario el análisis de los currículos, tanto reales como ocultos, así como de las posturas, opiniones e ideas que docentes y estudiantes sostienen acerca de aquellos aspectos que permiten formar no sólo profesionales exitosos, sino también ciudadanos comprometidos con el bienestar del ambiente y de la sociedad. Según Del Cueto (2003), tal reflexión debe centrarse en la relación existente entre el progreso tecnocientífico, los valores y derechos humanos y los objetivos de la sociedad; de donde la bioética se impone como una disciplina nuclear tanto para la educación en sí misma como para la investigación educativa. En el mismo orden de ideas, Linares Márquez et al (2012), Obando (2010) y Rodríguez Córdoba et al (2010) plantean la necesidad de propiciar una formación profesional-humanística integral en los futuros profesionales de la tecnología.

A nivel macro e institucional, se destaca el documento elaborado en el Taller Extraordinario de CONFEDI, realizado en el Ministerio de Educación de la Nación, entre el 9 y 10 de agosto de 2010 y presentado en el Congreso Mundial de Ingeniería (Buenos Aires, octubre 2010). El documento lista y detalla entre los propósitos de las carreras de ingeniería, los siguientes:

- Formar en valores, principios éticos universales y respeto por la multiculturalidad y diversidad (p. 13)
- Formar ingenieros socialmente responsables, comprometidos con el medio-ambiente y el desarrollo sustentable y sostenido de la sociedad en que viven, comprendiendo y respetando las diferencias (p. 15).

(...) Se deben revisar las currícula actuales, desde la perspectiva de la pertinencia respecto a la cuestión sociocultural y ambiental, y definir proyectos y programas que ayuden a los alumnos a comprender cómo su actividad profesional interactúa con la sociedad y el medio ambiente, local y globalmente, identificando posibles desafíos, riesgos e impactos...

Se debe dotar a los alumnos de las competencias necesarias para aplicar conocimientos profesionales acorde con principios deontológicos y valores y principios éticos universales (p. 16).

- Formar profesionales con competencias para actuar con conocimiento técnico, ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad, en un marco de desarrollo sostenible local y regional (p. 20).

(...) El mundo actual demanda a la Universidad en general, y a las Facultades de Ingeniería en particular, la formación de personas responsables, con conciencia ética y solidaria, reflexivas y críticas...

(...) Con visión amplia y sistémica contribuyan a una mejor calidad de vida, del hombre individual, y de la sociedad en general, al desarrollo sostenible regional y nacional, al respeto al hombre y a la humanidad... (p. 22).

Más recientemente, en 2015, la cuestión aparece destacada en el Canon de Ética publicado por el Centro Argentino de Ingenieros⁸, que en primer lugar establece:

- a. Los ingenieros consideran como de máxima importancia la seguridad, la salud y el bienestar público y se esfuerzan en cumplir con los principios del desarrollo sustentable en el ejercicio de sus funciones profesionales.
- b. Los ingenieros reconocen que la vida, la seguridad, la salud y el bienestar de la población dependen de evaluaciones, decisiones y prácticas de ingeniería que se encuentran incorporadas en estructuras, máquinas, productos, procesos y dispositivos.
- c. Los ingenieros aprobarán sólo aquellos documentos de diseño, revisados o preparados por ellos, que los ingenieros determinen estén en conformidad con las normas de ingeniería aceptadas y sean aptos para la seguridad y el bienestar público.
- d. Aquellos ingenieros cuyo juicio profesional sea desestimado bajo circunstancias en las cuales la seguridad, la salud y el bienestar del público están en peligro, deberán informar a sus clientes y/o empleadores de las posibles consecuencias.
- e. Los ingenieros se comprometen a buscar activamente oportunidades para servir constructivamente en asuntos cívicos y para trabajar en el avance de la seguridad, la salud y

⁸ “Canon de Ética de Ingenieros” del Centro Argentino de Ingenieros avalado por la Comisión de Empresas Proveedoras de Servicios de Ingeniería) Disponible en http://www.cai.org.ar/wp-content/uploads/CEPSI/SC03-01-o-Etica_y_responsabilidad_profesional.pdf (al 11 de marzo de 2019)

el bienestar de sus comunidades y en la protección del medio ambiente a través de la práctica del desarrollo sustentable.

f. Los ingenieros se comprometen a mejorar el medio ambiente mediante la adhesión a los principios del desarrollo sustentable con el fin de mejorar la calidad de vida de la población en general.

Por lo tanto, si bien la bioética no se menciona explícitamente, las cuestiones relacionadas con la misma surgen tácitamente en los principios enunciados en el referido Canon.

2.3- Interrogantes planteados

La formación integral de ingenieros requiere el acceso a un pensamiento inter y multidisciplinario, tanto en lo relativo a la necesidad de integrar conceptos provenientes de la biología (Herrera Rodríguez y Serra Toledo, 2011), como de la ética aplicada a la formulación de políticas y a una concepción filosófico-sociológica que conciba al ser humano como un todo (Pinilla González, 2011).

La generación de tal forma de pensamiento ha encontrado numerosos problemas, en parte producidos por dificultades en la comunicación (Ertas y Jones, 2013). Para Vidal (2007), la educación en bioética presenta tres modalidades: institucional, normativa y espontánea, siendo esta última la que predomina en América Latina. Tal modalidad es característica de grupos que se auto-constituyen en un hospital o en una unidad académica y comienzan a trabajar para posteriormente interactuar con estructuras mayores. El autor referido agrega que es necesario innovar las mallas curriculares, incorporando la enseñanza de la bioética en forma institucional. Al respecto, se han elaborado diversas propuestas, a partir de distintas posturas didácticas.

Por ejemplo, Siqueira (2006) propone el método problematizador-deliberativo, planteando preguntas en las que se toma 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 fomentar el espíritu crítico y transformador del educando, propiciar su autonomía y ampliar el sentido de responsabilidad en su quehacer tecnocientífico.

Dentro de esta línea de pensamiento, una alternativa en la enseñanza de la bioética para ingenieros consiste en la presentación de casos históricos que permiten, además de la discusión de problemas específicos, acceder a una adecuada conceptualización de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología (Cornejo et al, 2019). Por otra parte, Hanegan et al (2008) han resaltado la importancia del debate y confrontación de argumentos para la enseñanza de la bioética, técnica que no es frecuente en la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería.

El interrogante continúa abierto, y puede resumirse en las siguientes preguntas:

- *¿Cuáles son los métodos y estrategias más adecuados para incorporar y llevar a la práctica la enseñanza de la bioética en carreras de Ingeniería?*
- *¿Hasta qué punto el obstáculo central que detiene la incorporación de la bioética obra dentro de las determinaciones implícitas o el problema es la falta de consenso en el marco social de las facultades? En tal caso, dado que, según Feldman (1999), “el consenso en un currículum universitario es clave” en tanto todo plan de estudios es, en definitiva, “producto de un acuerdo”, ¿qué impide lograrlo?*
- *¿En qué medida el cambio involucrado en la incorporación de la bioética al currículum es resistido por la inercia de tradiciones que obran, a nivel institucional, más allá de los criterios de visibilidad incuestionables?*

2.4 Metodología

El análisis de una carrera universitaria desde una perspectiva ético-social requiere dilucidar el desarrollo de procesos institucionales que involucran, entre otros, a graduados, especialistas, docentes y estudiantes, así como el estudio comparativo entre diferentes currículum.

A partir de estas propuestas metodológicas, se efectuaron las siguientes indagaciones:

1. Carreras universitarias vinculadas con tecnología y bioética:

Se analizaron los planes de estudio de las universidades públicas y privadas que, en Argentina, ofrecen las carreras de Ingeniería Biomédica, Ingeniería en Física Médica y Bioingeniería.

2. Documentos

Se revisaron documentos vinculados a la formación de ingenieros emitidos por diversas instituciones, como el Centro Argentino de Ingenieros, así como publicaciones relativas a la educación en ingeniería.

Se analizó el impacto de la Resolución Ministerial 1603 que en 2004 incluyó los títulos de Bioingeniero e Ingeniero Biomédico en el régimen del artículo 43 de la Ley N° 24.521 de Educación Superior (LES).

Ese artículo establece que:

“...los planes de carreras de profesiones cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público, poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad y los bienes de los habitantes, deben tener en cuenta –además de la carga horaria mínima prevista por el artículo 42 de la misma norma- los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología en acuerdo con el Consejo de Universidades”.

3. Opiniones de diversos actores como:

- integrantes del Instituto de Ingeniería Biomédica que conformaron el equipo de elaboración de la carrera de Bioingeniería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires;
- docentes de carreras de salud;
- directores e integrantes de proyectos de investigación sobre temáticas afines.
-

3. Antecedentes y actualidad de carreras y planes y de criterios curriculares.

A partir del modelo respecto del currículum que desarrollaron autores clásicos, el de Taba (1974), organizado en siete pasos, permite vincular el caso de la bioética con el de “diagnóstico de necesidades”, es decir, desde lo que surge como incipiente demanda social, más que de las asociadas a los contenidos específicos. Máxime que la teoría curricular de Taba se fundamenta en las exigencias y necesidades de la sociedad y la cultura.

Las formulaciones más recientes apuntan al currículum basado en competencias y abarcan los diversos aspectos en relación a conocimientos generales y específicos (saberes). Este abordaje refiere

tanto a la capacidad de internalizar conocimientos (saber-conocer) como destrezas técnicas y procedimentales (saber-hacer). Una concepción de orden más general integra a las competencias propias del *saber* y el *saber hacer*, las que implican al *ser* y al *convivir*⁹. Los requerimientos bioéticos se encuadrarían en el desarrollo de actitudes (saber-ser) y el de competencias sociales (saber-convivir).

Tales actitudes estarían asociadas a aquellas capacidades del profesional en el campo de su desarrollo como persona, como actor social, que involucran una conciencia ética y una deontología particular, constituyendo un horizonte para entender el sentido humano.

Las competencias referidas al *convivir*, las de comunicarse con sensibilidad y respeto a las personas y desarrollar solidaridad, despliegan atributos que la bioética requiere en tanto aptitudes, actitudes y valores.

3.1-Antecedentes y actualidad de las carreras

En Argentina, se inician las primeras actividades en el área de bioingeniería impulsadas por la creación, en 1968, del Instituto de Ingeniería Biomédica (IIBM) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA).

Su creador, Premio Nobel de Medicina en 1947, fue el Dr. Bernardo Alberto Houssay. Respecto de la apertura específica de la carrera de Bioingeniería en la misma Facultad, su Plan de Estudios fue aprobado unánimemente en 2015 en sesión del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería y está desde entonces elevado para su sanción ejecutiva por el Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires.

Siendo hoy una realidad a nivel mundial, la Bioingeniería entretene planteos interdisciplinarios que requieren la convergencia multidisciplinaria para la elaboración de respuestas, no exclusivamente desde lo científico y tecnológico, sino desde lo bioético, en un encuadre transdisciplinario.

⁹ En su reciente informe (disponible en http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (1995) fija cuatro bases de la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir en sociedad.

3.2-Carreras y planes acordes al profesional socialmente demandado

La actualización de las carreras, a partir de los recursos con los que se cuenta y la historia y tradiciones institucionales, se despliega desde cada Plan de Estudios mientras los actores involucrados debaten, en simultáneo, qué tipo de profesional se requiere actualmente y a futuro, y su responsabilidad e implicación social, acorde a lo que a nivel de la legislación más reciente se demanda. Al respecto, un fundamento de la vigente ley 26.906 promulgada a fines del 2013 que regula en la República Argentina el “Régimen de trazabilidad y verificación de aptitud técnica de los productos médicos activos de salud en uso”, señala:

“A pesar de la importancia que la aparatología y las instalaciones asociadas tienen en la práctica médica cotidiana, no existen controles y regulaciones a nivel nacional del uso creciente de estas tecnologías a fin de prevenir y disminuir los riesgos que por su mal uso impactan en el paciente. En nuestro país, existen antecedentes de daños y perjuicios que fueron ocasionados por la falta de control de la tecnología médica en distintos pacientes, en algunos casos con el costo de la vida misma.”

A las demandas de saber técnico requerido para este tipo de controles, se suma la implícita responsabilidad social en el quehacer de los ingenieros y, más allá de la deontología convencional el actualizado compromiso ético y bioético situado y consensuado con los otros profesionales de la salud con quienes se coopera y colabora.

Este requisito enfatiza la necesidad de incorporar la disciplina o sus contenidos en todas las carreras de ingeniería en general y en las de bioingeniería en particular. Sin embargo, la bioética sigue ausente como disciplina, incluso en las diversas carreras de Bioingeniería o Ingeniería Biomédica que en nuestro país ofrecen varias universidades. Acaso, la oportunidad de su incorporación surja en el marco de concepciones más amplias, que apunten a la responsabilidad social de los ingenieros.

El siguiente cuadro sintetiza la oferta carreras de bioingeniería o ingeniería biomédica de las diversas universidades argentinas.

Se aprecia que, en general, los dos primeros años de las carreras incluyen biología, además de las disciplinas que tradicionalmente corresponden a la formación básica de los ingenieros: matemática, física, química e informática.

Universidades	Públicas Nacionales	Privadas
Más antiguas	Universidad Nacional de Entre Ríos	Universidad de Mendoza
	Universidad Nacional de Tucumán	
	Universidad Nacional de San Juan	Universidad Favaloro
	Universidad Nacional de Córdoba	
Más recientes	Universidad Nacional de San Martín	Maimónides
	Universidad Nacional Arturo Jauretche	Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)
	Universidad Nacional de Villa Mercedes	

A partir del tercer año, se orientan hacia los contenidos correspondientes a ingeniería electrónica: transductores y sensores, señales y sistemas, etc., y se profundizan las disciplinas asociadas a la biología y en el ciclo superior, se desarrollan materias de sesgo biofísico.

Encontramos, además, disciplinas orientadas a la problemática médico institucional y otras asociadas a la problemática del medio ambiente y/o a la economía o la gestión empresarial. Con respecto a las cuestiones socio-éticas, se observa que en algunos planes de estudio figuran materias de enfoque social, tales como “Introducción a la Ingeniería” y “Tecnología, Ciencia y Sociedad”, pero no aparece ninguna con contenidos específicamente asociados a la ética en general o a la bioética en particular.

En algunos planes, ya avanzada la carrera y con carácter optativo, figuran asignaturas de mayor profundidad: “Introducción al Estudio de la Cultura y la Sociedad”, “Epistemología”, “Historia de la Ciencia”, “Ética y Ejercicio Profesional”.

En el Plan de Estudios 2013 de una nueva carrera, la Licenciatura en Bioinformática de la UNER, se ha incorporado “Bioética” como asignatura de 4º año, no así en la carrera de Bioingeniería de la misma Universidad, que se viene desarrollando desde 1966 (Cornejo et al, 2014).

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, tal como se mencionara, está a la espera de la aprobación ejecutiva del Consejo Superior de la Universidad, la carrera de Bioingeniería, de Plan de Estudios aprobado en 2015 por el Consejo Directivo de la Facultad. Dicho Plan incorpora específicamente, más allá de lo transversal, contenidos propios de lo bioético en dos asignaturas clave: Seguridad e Higiene en Bioingeniería y Bioingeniería en la Salud Pública.

3.3 La disciplina curricular en cuestión

En un proyecto de investigación sobre las relaciones entre bioética e ingeniería se realizaron entrevistas al director del Instituto de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ingeniería de la UBA, a cinco ingenieros que desempeñan tareas de relevancia en las carreras de Bioingeniería de distintas universidades de la Argentina y a un físico dedicado a la Ingeniería Biomédica (Cornejo et al, 2014 y 2019). Si bien las referencias explícitas a la bioética en los planes estudiados son escasas, surge del análisis de las entrevistas que la problemática bioética algunas veces es abordada transversalmente en disciplinas de tipo científico-tecnológico, tanto en carreras de bioingeniería en particular como en las restantes especialidades de ingeniería en general.

La opinión mayoritaria que surge de las entrevistas realizadas, parece adjudicarle a la ética al menos dos facetas: la que se desprende de lo regulado por normas, reglamentos o leyes (aquello que se resuelve a nivel de lo legal/legítimo o ilegal/ilegítimo) y la que, desde un nivel implícito de consenso intersubjetivo, se comparte en una comunidad en tanto forma de pensar/actuar.

La primera faceta normativa justificaría incluir a la ética como asignatura y/o integrarla en una o más asignaturas; la segunda, parece propiciar la idea de una ética “transversal”, embebida en varias/todas las asignaturas del ciclo profesional.

Las opiniones que reflejan algunos estudios, como los de Stappenbelt (2012), en cuanto a que la ética no se puede enseñar, no se enuncian. Se manifiestan algunas referencias a las modalidades usuales en que se encara la enseñanza de la ética profesional en ingeniería en otros países, a través

del estudio de casos analizados a la luz de los códigos de conducta de colegios y asociaciones. Algunas opiniones se debatían entre la validez de ilustrar relatos de errores y sus tremendas repercusiones para incursionar, desde esa motivación, al estudio de las normativas y la convicción de que las actitudes éticas se aprenden, en definitiva, por “endoculturación”. Es decir, que la identidad profesional se conforma desde lo vivencial y acorde al modelo de docentes en el marco de la formación y colegas en las instituciones de ejercicio y desempeño, en paralelo a lo que también refiere Stappenbelt (2012). Más allá de lo explícito en los discursos de los entrevistados, el enfoque transversal permite el abordaje en espiral de las cuestiones éticas, en un estudio sucesivamente más amplio y profundo de notorias ventajas respecto del “vertical”.

La ventaja central de incluir como asignatura la ética o la bioética en los inicios de la carrera, lo que podría darle contexto y motivo a las problemáticas a estudiar, estaría limitada al horizonte inicial de lo que entonces fuera observable para el estudiante y el alcance, conceptual e instrumental, se vería acotado notablemente. De dejar esta asignatura para el final, solo la capacidad de dar sentido retrospectivamente a lo estudiado desde el punto de vista ético, permitiría la problematización de cuestiones previas.

La presencia transversal de la (bio)ética evade las restricciones mencionadas aunque mantiene como desventaja la vacancia de responsabilidad didáctica específica de “institucionalizar” lo que se cursó transversalmente y, desde el punto de vista de la dialéctica herramienta-objeto, es notoria la carga en el polo instrumental y el desbalance en el dedicado a la construcción y estudio del objeto.

Otra de las causas concurrentes a preferir el abordaje transversal a la incorporación vertical podría encontrarse en la necesidad de evitar la sobrecarga de horas en las carreras que requieren formación diversificada y profunda y tienen, a su vez, que cumplir con el conjunto de estándares para la acreditación fijados en la Resolución Ministerial que en el 2004 en Argentina, como ya dijimos, incluyó a los diversos títulos de ingeniería en el régimen del artículo 43 de la Ley de Educación Superior (LES) N° 24.521¹⁰.

10 Art. 43: “Cuando se trate de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiere comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes, se requerirá que se respeten, además de la carga horaria a la que hace referencia el artículo anterior, los siguientes requisitos: a)- **Los planes de estudio deberán tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Cultura y Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades;** b)- Las carreras respectivas deberán ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria o por entidades privadas constituidas con ese fin debidamente

Estándares de tanto detalle, extensión y profundidad que por un lado dejan poco margen de maniobra a la definición diferenciada de los Planes de Estudio de cada Universidad tornándolos prácticamente homogéneos y, por el otro, establecen un recorrido en común muy amplio, entre el conjunto de carreras de ingeniería¹¹. Lo que podría ocasionar, como reacción, la de atenerse a lo pedido (el Anexo lo sintetiza y pone en evidencia su peso) y evitar sumar horas y, por tanto, años de estudio derivados de asignaturas específicas como la (bio)ética.

Esto implicaría que en la definición de planes se estaría más próximo a acatar las definiciones internas evidenciadas en resoluciones ministeriales que a necesidades pedagógicas o propias de la formación o a interpelaciones sociales y/o de instituciones vinculadas a las prácticas.

Los planes resultantes, por ende, además de la carga horaria mínima prevista por el artículo 42 de la ya mencionada Ley de Educación Superior registran, a veces “literalmente”, los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica establecidos en Argentina hace más de década y media por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología en acuerdo con el Consejo de Universidades.

Como el problema central del currículum es el problema de selección, surgen categorías que la orientan como, a decir de Feldman (1999), las de “básico, general, especializado, orientado, aplicado” solo que, lo “básico” añade una perspectiva adicional a las habituales. Porque, siguiendo al autor mencionado, “básico quiere decir varias cosas” en el currículum:

- el problema de lo básico, en el plan de estudios refiere a la formación más que a una epistemología. Lo que no obvia las consideraciones epistemológicas vinculadas al currículum sino que implica que toda reflexión que se haga desde lo curricular sobre el conocimiento, se hace desde el punto de vista de los propósitos de formar “en cierto campo de actividad o conocimiento”;
- se puede pensar lo básico en términos de secuencia, como “lo mínimo imprescindible” para que los destinatarios pasen a ser lo que tienen que ser. Lo mínimo que se tiene que conocer, lo que se tiene que saber hacer para contar con capacidades para elegir y dirigir la acción y

reconocidas. El Ministerio de Cultura y Educación determinará con criterio restrictivo, en acuerdo con el consejo de universidades, la nómina de tales títulos, así como las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ello”.

11 El Anexo detalla los requisitos para las carreras de ingeniería incorporadas al Artículo 43 de la Ley de Educación Superior Argentina.

actitudes profesionales del egresado. En ese sentido, lo básico tiene más bien un rol instrumental con respecto a lo futuro;

- la tercera acepción, es la de lo básico como fundamento, como las ciencias de base, qué hay que saber primero para saber otra cosa después.

En cuanto al conjunto de restricciones que los estándares especifican, aparece otra acepción de “lo básico” como lo mínimo indispensable para cumplir con lo que el organismo de acreditación indica. En ocasiones, esta es la base y el techo de un currículum que se completa con tradiciones, consensos y condiciones de confusa visibilidad cruzadas con las que pueden explicitarse desde lo profesional y pedagógico. Sobre todo porque, atendiendo al primer principio que en Francia elaborara en 1988 la comisión para el estudio de los contenidos de la enseñanza¹², presidida por Pierre Bourdieu y Francois Gros, la introducción de nuevos conocimientos (impuestos por los avances de la ciencia y los cambios económicos, tecnológicos y sociales), debiera compensarse con una supresión concomitante.

Si no es posible suprimir contenidos que son los exigidos por los estándares, no parece posible incorporar nuevos elementos: los estándares despliegan una extensión tal de los planes de estudio, que no es dable, sensatamente, sobrepasarla.

Las normativas que fijan los contenidos mínimos, se superponen sin perder vigencia, lo que restringe la posibilidad de suprimir contenidos en tanto son exigidos por sus regulaciones. Cuando se adopta la mencionada Ley 24.521, sus prescripciones se anexan a las de normativas previas, en particular las del “Encuadre General de los Nuevos Planes de Estudio de las Carreras de Ingeniería, Licenciatura en Ingeniería, Agrimensura y Licenciatura en Análisis de Sistemas” por Resolución del Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires, del 8 de Marzo de 1986. Las prescripciones conjuntas respecto de los estándares generan condiciones sumamente restrictivas para incorporar asignaturas dado que ya es pesada la carga de las requeridas como mínimo por una y otra normativa.

12 Commission de Philosophie et d'Épistémologie, cuyo preámbulo y reporte está disponible en:
https://www.snes.edu/IMG/pdf/rapport_commission-Derrida-Bouveresse.pdf

A estas condiciones objetivamente fijadas, se suman las instituidas por usos y costumbres, las que circulan de boca en boca y se asumen perpetuas. Dado que se debe acatar lo regulado, sería necesario al menos distinguir los condicionamientos nominales de los circulantes porque en tanto permanezcan invisibles para los agentes y los actores, nos privan hasta del estrecho margen de maniobra disponible.

4. Conclusiones

En el presente trabajo consideramos haber abordado dos cuestiones:

- a) La necesidad de incorporar la bioética en los estudios de ingeniería.
- b) Las dificultades implícitas en tal incorporación.

Consideramos que la primera cuestión ha quedado suficientemente justificada, conviniendo que, de hecho, el desarrollo de la tecnología médica involucra a los ingenieros con cuestiones éticas y bioéticas en particular, y con la problemática de la salud humana en general. La formación de grado de los ingenieros, que en sí misma ya debería presentar un fuerte componente social, no puede permanecer indiferente ante esta realidad.

Por el contrario, en la segunda cuestión solo alcanzamos a plantear el problema, a la espera que iniciativas concretas de incorporación de la bioética en carreras de ingeniería ofrezcan alternativas de solución, o contrasten empíricamente las alternativas existentes. Las dificultades halladas responden a dos causas: a) las debidas a la “novedad” que la bioética representa para los ingenieros y b) aquellas intrínsecas a la conformación de todo currículum.

Por otra parte, a partir de este estudio se podría concluir que las construcciones curriculares más que ceñirse a una racionalidad explícita y lineal, devienen de intensas tensiones entre lo visible y lo tácito, los conatos instituyentes y las tradiciones, los juegos de poder y las representaciones y reformas, las regulaciones de las normativas de control y el entusiasmo de las iniciativas, las restricciones presupuestarias y el despliegue de recursos, el amplio horizonte de expectativas y el acaso estrecho margen de maniobra cotidiano. Planes y programas de estudio que encuentran un modo de manifestarse desde y para docentes, estudiantes y graduados y, hacia esa sociedad que da cabida y territorio a cada universidad, para seguir una compleja dinámica en que lograr



situarse y suceder, en nuestro caso particular en la Argentina, en el extremo austral de las Américas.



Referencias bibliográficas:

- Boccardo, P., 2009, Formación en bioética para estudiantes universitarios de Ingenierías y Ciencias de la Vida. *Revista Electrónica de Educación, Didáctica y Formación de Profesores*, 2, 38-51.
- Bosch, J., 2011, La dimensión ética en la profesión del ingeniero técnico en topografía: el caso de España en el siglo XXI. Tesis de Maestría.
- Bourdieu, Pierre & Gros, Francois, 1988, Principios para una Reflexión sobre los Contenidos de la Enseñanza. París. Ministerio de Educación Nacional Francés.
- Carrera, O., 2011, La Bioética y las Biotecnologías en Medicina.
- Cornejo, J., Santilli, H., Roble, Mb., et al, “*La bioética en la formación del Ingeniero*”, publicación de la 2º Mención del Premio Roca de Bioética 2014, URL: http://www.tcba.com.ar/PREMIO-BIOETICA/premio-bioetica_003.4-publicacion.html.
- Cornejo, J.; Saidon, L.; Roble, M.B., Roux, P., 2019, Problemáticas bioéticas en Ingeniería, *Revista Inmanencia*, 7, 105-112.
- Covarrubias, J., 1998, Tres documentos sobre la formación de ingenieros, *Ingenierías*, 1, 5-9.
- Danner Clouser, K., 1978, Bioethics. En: REICH, W. (ed.), *Encyclopedia of Bioethics*, 124-125. New York: Free Press.
- Del Cueto, A., 2003, Del profesor de física en la formación Bioética de los estudiantes en las ciencias de la vida. *Boletín Academia*, 3, 66-68.
- Develaki, M., 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.
- Digilio, P., 2008, Comités hospitalarios de bioética y políticas públicas. Capítulo 8 de *Ética y gestión de la investigación biomédica*, S. Rivera (comp.). Buenos Aires: Paidós.
- Dremstrup, K., Elberg, P., 2008, Five Year Biomedical Engineering Curriculum – Experiences and Results from the First Eight Years. *NBC 2008 Proceedings* 20, 409-412.
- Ertas, A., Jones, J., 2013, *The Engineering Design Process*. New York: John Wiley & Sons.
- Feldman, D., 1999, El currículum como proyecto formativo integrado, Seminario Taller El Currículum Universitario Editorial Académica de la Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires.

Grinter, L., 1994, Summary of the Report on Evaluation of Engineering Education. *Journal of Engineering Education* January 1994.

Hanegan, N.; Price, L., Peterson, J., 2008, Disconnections between teacher expectations and student confidence in Bioethics. *Science and Education*, 17, 921-940.

Herrera Rodríguez, R., Serra Toledo, R., 2011, Aspectos que se deben considerar en la formación del ingeniero biomédico. Ponencia presentada en el XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI 2011 - VII Jornadas de Ingeniería Clínica.

Hottois G., 2007, Qué es la Bioética. Universidad El Bosque. Edición parcial en español, Bogotá,

Huidobro, M., González, M., 2006, Manual de Ética para la Ingeniería. Viña del Mar, Chile: DUOC.

Linares Márquez, P.; Rocha Flores, S., Garibay Pardo, L., 2012, Elementos bioéticos para la formación profesional en América Latina, *Revista de Bioética Latinoamericana*, 9, 1-22.

Lind, G., 2007, La moral puede enseñarse. México: Trillas.

Lozano, F., 2003, Ethical Responsibility in Engineering: A Fundamentation and Proposition of a Pedagogic Methodology. Ponencia en International Conference on Engineering Education, Valencia.

Martin, M., Schinzinger, R., 1989, Ethics in Engineering. New York: McGraw-Hill.

Montoya, D., 2007, Nuevas necesidades en ingeniería para el desarrollo de la biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9, 64-71.

Obando, D., 2010, La Bioética en el sector de la educación superior. *Revista Electrónica Facultad de Ingeniería*, 4(2), 248-260.

Pinilla González, 2011, Formación de profesores de ciencias en bioética, biojurídica y biopolítica para la educación básica y media. Ponencia presentada en el XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería, Mar del Plata, 2011.

Pitt, J.C., 2000, Thinking About Technology, Foundations of the Philosophy of Technology. New York: Seven Bridge Press.

Rodríguez Córdoba, M.; Pantoja Ospina, M., Salazar Gil, V., 2010, Educación ética en Ingeniería: una propuesta desde el currículum oculto. *Revista Educación en Ingeniería*, N° 9, 104-116.

Sánchez, G., 2009, Accidentes fatales en radioterapia. Ponencia presentada en las 4° Jornadas de Protección Radiológica del Paciente, Buenos Aires.

Sierra Cuartas, C., 2008, Bioética y ensayística. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 8, 88-105.



Siqueira, J., 2006, Modelos de educación en Bioética, Programa de educación permanente en bioética, Curso de educación permanente en bioética, RedBioética.

Skinner, I., et al, 2009, Some lessons from a decade of teaching ethics to undergraduate engineering students, *Journal of Professional and Applied Ethics*, MacGill & Hugh Outhred, Australia.

Soberón Kuri, R. Y Neri Vela, R., 1980, *El ingeniero en electricidad y electrónica: ¿qué hace?* México: Alhambra Mexicana.

Stappenbelt, B., 2012, *Ethics in Engineering: Student Perceptions and their Professional Identity Development.* School of Mechatronic Engineering, University of Wollongong Press, Australia.

Taba, H., 1974, *Elaboración del Currículum.* Buenos Aires. Editorial Troquel.

Unesco, 1995, *La Educación encierra un tesoro, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI (compendio).*

Vidal, S., 2007, *Aspectos éticos de la investigación en seres humanos,* Programa de Educación Permanente en Bioética, RedBioética.



Anexo

La carga horaria mínima total del plan de estudio para las carreras de ingeniería incorporadas al Artículo 43 de la LES N° 24.521 será de 3750 horas, recomendándose su desarrollo a lo largo de cinco años.

En la carrera se considerarán 4 grupos básicos de materias que deben tener como mínimo las horas totales de teoría, práctica y laboratorio correspondiente al 55% de la carga horaria homogeneizada según esta tabla:

Cuadro 1. Resumen de la carga horaria por bloques y áreas temáticas

Grupo	Horas
Ciencias Básicas	750
Tecnologías Básicas	575
Tecnologías aplicadas	575
Complementarias	175
TOTAL	2075

Las 1675 horas mínimas adicionales necesarias para llegar al mínimo de 3.750 horas del total de la carrera deben permitir que cada Institución Académica establezca las orientaciones y contenidos específicos que considere más adecuados en cumplimiento de los objetivos específicos de la misma.

La distribución de las 750 horas mínimas de Ciencias Básicas debe cubrir las siguientes disciplinas:

Disciplinas	Horas
Matemática	400
Física	225
Química	50
Sistemas de representación y Fundamentos de Informática	75
TOTAL	750