



Ingeniería y saberes humanísticos: aportes para saldar una deuda pendiente

Héctor Gustavo Giuliano¹

RESUMEN

En este trabajo se hace una reseña del desarrollo y de las conclusiones a las que se arribaron en el marco del Proyecto de Investigación PICTO 2017-0036², referido a la necesidad de ampliación de la racionalidad ingenieril mediante la incorporación del pensamiento crítico en la formación de ingenieros e ingenieras. Para ello, se parte de la deconstrucción de la definición canónica de ingeniería propuesta por el organismo de acreditación norteamericano ABET y se propone una formalización analítica del concepto de “buen juicio” incluido en ella. Se concluye que una adecuada enseñanza de las asignaturas denominadas “humanísticas” resulta imprescindible para alcanzar este objetivo.

PALABRAS CLAVE

Racionalidad ingenieril, Buen juicio, Pensamiento crítico.

¹ Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia (Universidad Nacional de Tres de Febrero). Ingeniero en Electrónica (Universidad Nacional de La Plata). Profesor Titular e Investigador en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. gustavo_giuliano@uca.edu.ar.

² El equipo estuvo conformado por los profesores Fabiana Ferreira Aicardi, Leandro Giri, Sergio Mersé, Fernando Nicchi, Martín Parselis, Federico Vasen y Walter Weyernstall, y fue dirigido por Héctor Gustavo Giuliano, quien escribe este artículo en representación de todos ellos.

ABSTRACT

This paper reviews the development and conclusions reached in the framework of the Research Project PICTO 2017-0036 regarding the need to expand engineering rationality through the incorporation of critical thinking in the training of engineers. To reach this end, the deconstruction of the canonical definition of engineering proposed by the American Accreditation Body ABET is started, and an analytical formalization of the concept of “judgment”, included in it, is proposed. It is concluded that an adequate teaching of the so-called “humanistic” subjects is essential to achieve this objective.

KEYWORDS

Engineering rationality, Judgment, Critical thinking.

1. INTRODUCCIÓN

El ordenamiento de las carreras de ingeniería en Argentina desde la promulgación de la Ley Nacional de Educación Superior está reglamentado en la Resolución N° 1.232/2001. Respecto a la preocupación que nos atañe en este trabajo, se hace expresa mención allí a que “el plan de estudios debe cubrir aspectos formativos relacionados con las ciencias sociales, humanidades y todo otro conocimiento que se considere indispensable para la formación integral del ingeniero” (14), quedando establecido que la definición de los contenidos en éstas áreas queda al arbitrio de cada una de las instituciones, debiendo su diseño abarcar aspectos significativos y mantener coherencia con el perfil del graduado que se propone formar. Las materias del ciclo denominado “complementario” tienen como fin propender a esta formación más amplia.

A cinco años de emitida la Resolución, la CONEAU publicó un informe realizado por Emilce Moler (2006), donde la autora señala la existencia de “tensiones no resueltas” al momento de la instrumentación de la normativa en las diversas instituciones nacionales estudiadas. Moler identifica que a pesar de que en la citada reglamentación no se realizan ponderaciones de valor sobre sus diversas exigencias, atribuyendo a todas ellas una misma importancia, en el campo de aplicación se observaban “estándares

sobreevaluados” –entre ellos, la gran exigencia de investigación científica– y “estándares ignorados”, siendo “el más representativo de este grupo de estándares el relacionado con la formación humanística del ingeniero” (24). Adicionalmente, Moler postula la existencia de “temas ausentes” en la reglamentación, como la falta absoluta de materias de epistemología o política de ciencia y tecnología, que permitan hacer emerger preguntas dentro de la comunidad de ingenieros acerca de cómo evaluar los proyectos con atención a sus consecuencias sociales.

A doce años del informe Moler, el CONFEDI, en su reciente “Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina”, conocida como *Libro Rojo*, de 2018, lejos de renunciar a la incorporación de estos saberes, insiste en la importancia de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos científicos, tecnológicos y de gestión, con una formación humanística que permita a los futuros profesionales considerar de manera crítica y creativa los aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales presentes en todo diseño tecnológico.

En el plano internacional, la edición 2-3, del volumen 7, del año 2015, de la destacada revista académica *Engineering Studies*, está dedicada a la presentación y discusión de la propuesta de Louis Bucciarelli y David Drew, en torno a pensar, de acuerdo con los intereses del organismo de acreditación norteamericano ABET, el diseño de un nuevo plan de estudios con enfoque humanístico para carreras de ingeniería. El número recoge la opinión fundada de 31 profesores de prestigiosas instituciones convocados para tratar la temática en discusión, lo que conforma un corpus de gran riqueza, de hecho, sin precedentes, para profundizar sobre la pertinencia y las posibilidades de la implementación de una reforma como la planteada por los autores. Esta necesidad es expresada de manera taxativa por uno de ellos, quien, en su propuesta de marchar hacia una “ingeniería holística”, afirma:

En este mundo en evolución se hace necesario un nuevo tipo de ingeniero, uno que pueda pensar de manera amplia a través de las disciplinas y considerar las dimensiones humanas que se encuentran presentes en el corazón de cada desafío de diseño. En este nuevo orden, el pensamiento clásico de la ingeniería no es suficiente (Grasso y Martinelli, 2010: 11, traducción propia).

Interesados en contribuir a saldar la deuda enunciada por Moler, y compartida por la comunidad internacional, en el año 2017, un grupo de pro-

fesores y profesoras de distintas instituciones de ingeniería de la Argentina concursó y accedió a un proyecto de investigación con el auspicio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la Universidad Católica Argentina³. En el este trabajo presentamos sintéticamente la fundamentación teórica que hemos desarrollado a lo largo del proyecto, la que esperamos permita ayudar a integrar, de forma natural, no forzada, los saberes humanísticos en la formación ingenieril.

2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La estrategia implementada comenzó con la deconstrucción de la definición canónica de ingeniería propuesta por el ABET y que el CONFEDI adopta literalmente solo con el agregado de un último párrafo que explicita una serie de restricciones a satisfacer:

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad.

Su análisis muestra una oración que consta de dos partes unidas por un conector. La primera hace referencia al tipo de conocimiento que caracteriza a la profesión y su forma de adquisición. Son “los de las ciencias matemáticas y naturales adquiridos mediante el estudio la experiencia y la práctica”. ¿Sólo éstos? Según la definición de marras, sí. Si bien no entraremos aquí a esbozar una crítica, esta mirada epistemológica ha sido discutida desde los estudios de filosofía y sociología de la ingeniería que reconocen en la actividad ingenieril conocimientos con características singulares.

La segunda parte refiere a los alcances y objetivos de estos saberes adquiridos: “desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”. Aquí es donde la especificidad de la ingeniería se muestra a cara descubierta y se diferencia de otras profesiones que también emplean el conocimiento científico. Su objetivo es transformar la naturaleza, emplear sus

³ PICTO UCA-CONICET 2017-0036: “Hacia una enseñanza de la ingeniería contextualizada: dilucidaciones teóricas y propuestas curriculares para una formación tecnológica comprometida con el desarrollo humano sostenible”.

recursos y potencialidades “de manera óptima”, no de cualquier forma. Aprender a optimizar es sin dudas una cualidad que toda ingeniera y todo ingeniero reconocerá como propia.

El conector de la primera parte del texto con la segunda es justamente en el que creemos se encuentra implícita la clave para la integración buscada entre saberes científicos y humanísticos. Nos referimos al que señala que los saberes se deben emplear “con buen juicio”.

El empleo con “buen juicio” de los saberes y el *dictum* del “beneficio de la humanidad” enmarcan la actuación profesional responsable. Su importancia contrasta con la poca atención que se les ha dado a estos conceptos en la formación ingenieril. ¿Qué es un buen (o mal) empleo del juicio? ¿Cómo se desarrolla en las aulas la capacidad para su correcto ejercicio? ¿Qué herramientas teóricas y actividades prácticas se brindan a los estudiantes para aprender a ponderar el beneficio (o perjuicio) que ocasiona nuestra actividad en la naturaleza y en la sociedad? ¿Se resuelve todo esto con el conocimiento y la aplicación de las matemáticas y las ciencias naturales?

Llegamos de esta forma al hueso que estábamos buscando en la investigación. Porque la respuesta a esta última pregunta es no, o no de manera suficiente. Para abordar seriamente estas cuestiones cruciales se necesitan, además de las “ciencias matemáticas y naturales” enunciadas explícitamente en la definición canónica, las “ciencias sociales y humanas” (por ejemplo, a través, pero no exclusivamente, de las llamadas “materias humanísticas” o “materias complementarias”). Por supuesto habrá que enseñar algo, no todo, y no cualquier contenido; del mismo modo que enseñamos algo, y no cualquier cosa, de matemáticas o de física o de química y no la totalidad de estas disciplinas. Son las humanidades las que pueden al menos mostrar la complejidad que se esconde tras estos mandatos. Son las humanidades las que, a diferencia de las ciencias exactas, muestran que puede existir más de una forma de entender “la misma realidad” (incluso en relación antagónica). Son las humanidades las que ofrecen formas de vérselas con estas diferencias de juicio. Son las humanidades, en definitiva, las que pueden hacer emerger el anclaje valorativo presente en toda actividad ingenieril, y sobre cuya base toda presunción de beneficio humano queda relativizada.

Lo dicho admite una formalización lógica que hemos desarrollado en el equipo de investigación para avanzar en la comprensión del concepto de “buen juicio” (y su enseñanza):

Un agente A utiliza el buen juicio si y sólo si dado un espacio de cursos de acción posibles C, elige el curso de acción Ci, siendo Ci el más satisfactorio según la racionalidad Rj.

Siendo Rj la racionalidad que el agente A considera la más adecuada para alcanzar el fin K, seleccionada dentro de un espacio de racionalidades R mediante el empleo del pensamiento crítico.

De esta formalización se desprende, en primer lugar, que el “buen juicio” es potestad de un agente genérico. En este sentido, podría tratarse de un ingeniero, de un grupo de especialistas o incluso de un algoritmo de inteligencia artificial. En segundo lugar, que para cada problema abordable por un agente aparecen una multiplicidad de alternativas a seguir: desde no hacer nada hasta diseñar una solución entre varias posibles. Este espacio de cursos de acción posee restricciones, tanto fácticas como construidas. Las primeras son objetivas y universales (por ejemplo, la ley de la gravedad), mientras que las segundas varían con la cultura, con el momento histórico e incluso con el individuo (por ejemplo, la prohibición de fabricar armas químicas). Todas estas restricciones configuran entonces la forma que toma el espacio de cursos de acción C. Incluido en C está Ci, el más satisfactorio de todos los cursos de acción posibles de acuerdo con una racionalidad Rj subyacente. Por último, Rj debe a su vez haber sido seleccionada dentro de un espacio más amplio de racionalidades R. No cualquier racionalidad permite alcanzar del mismo modo el fin K buscado.

A modo de ejemplo, si el horizonte del sistema racional Rj es la economía neoclásica, los criterios centrales para argumentar los juicios sobre las decisiones Ci del ingeniero estarán dominados por la maximización del beneficio individual a corto término (*homo economicus*). En cambio, si el horizonte de la racionalidad Rj fuese el desarrollo sustentable, la argumentación sobre las acciones Ci se centraría en la consideración del bienestar de las generaciones futuras (*homo solidarius*).

Esta dilucidación analítica permite hacer emerger una cuestión de suma importancia. No se trata de señalar, estigmatizar, a una racionalidad como mejor o peor que otra. Tal cosa implicaría un sesgo inadmisibles. La educación debe ser lo suficientemente abierta, no dogmática, como para permitir que cada individuo elija libremente la racionalidad que considere la más apropiada. Lo crucial es que sea capaz de reconocerla, ponderarla y seleccionarla frente a otras también posibles. Caso contrario, le podría ser impuesta desde afuera por su contexto socioinstitucional (por ejemplo, la organización en la que desempeña su trabajo) o básicamente por cualquier trasfondo ideológico que opere de forma velada, lo que convertiría

al ingeniero en un agente acrítico, que puede llegar incluso a operar en contra de sí mismo.

Por ello es fundamental para afirmar que el ingeniero posee buen juicio, y que actúa en consecuencia de forma responsable, que le brindemos a los estudiantes posibilidades de aprender y practicar el pensamiento crítico, además del pensamiento calculador formado por las matemáticas y las ciencias naturales. Es mediante este pensar reflexivo que podrá justificar sus acciones desde paradigmas racionales enriquecidos más allá de la mera técnica. Para lograr este fin, la enseñanza de las humanidades ocupa un papel central e insoslayable.

3. CONCLUSIONES

Esperamos que con esta propuesta formal haya quedado demostrada la importancia de la necesidad de incorporar los saberes humanísticos en la formación en ingeniería. Ella permite resaltar que la racionalidad técnica-instrumental opera en un nivel inferior al espacio de racionalidades crítico que hemos descrito, conformando solo la capacidad de un pensar calculador. Este pensar permite solucionar problemas de manera técnica óptima mediante la selección de buenos cursos de acción dentro de una racionalidad dada, pero no permite cuestionar la validez de dicha racionalidad o su adecuación hacia una serie más amplia de valores éticos, estéticos o de otros tipos que puedan constituir al ingeniero en sentido pleno. En tal sentido, limitar la formación de los estudiantes solo a los contenidos científicos y tecnológicos lleva a desacoplar tales valores constitutivos del curso de sus acciones y, por ende, del producto de su trabajo. De ahí la necesidad, a través de las humanidades, de fomentar una educación en pensamiento crítico que pueda actuar en un nivel superior al de las soluciones técnicas. Formará parte de una segunda etapa de la investigación pensar diseños curriculares posibles que permitan operacionalizar la integración buscada.

4. APÉNDICE: EL ARTÍCULO DE BUCCIARELLI Y DREW Y SUS CRÍTICAS

El artículo de Bucciarelli y Drew (2015) se inscribe en el interés del organismo de acreditación norteamericano ABET en promover una reflexión crítica que permita a los futuros egresados disponer de capacidades para

poder contextualizar culturalmente sus prácticas profesionales. Adicionalmente, pretende atraer hacia la ingeniería a jóvenes aún indecisos respecto de su vocación, a estudiantes mujeres que no se identifican con el enfoque de la ingeniería clásica y contribuir a paliar el sesgo por color de piel que aún se observa en la matrícula norteamericana.

Según los autores, para alcanzar los objetivos buscados se debe comenzar por diferenciar entre dos enfoques: *engineering science* y *engineering design*. El primero requiere que los estudiantes se entrenen en trabajos aislados de todo contexto, mientras que el segundo los involucra en procesos más cercanos a lo social y lo político. Para pasar del primero al segundo, no alcanza con la incorporación de materias humanísticas optativas o incluso de un programa con un enfoque en ciencia, tecnología y sociedad, sino que se debe diseñar un nuevo plan completo que los estudiantes sientan como su “hogar intelectual”. Un programa que los entrene no solo en adquirir las capacidades tradicionales de la ingeniería, como la racionalidad instrumental, la realización de pruebas empíricas y la transformación de ideas en productos, sino también en pensamiento analítico, manejo de marcos múltiples de análisis, pensamiento crítico y razonamiento práctico.

¿Cómo transmitir estas nuevas capacidades? ¿Qué tipo de docentes podrán hacerlo? Estas preguntas forman parte de los interrogantes que Bucciarelli y Drew dejan abiertos para discutir *ad intra* la comunidad académica, entendiendo que existirán matices en función de los diferentes perfiles y posibilidades institucionales donde se aloje la propuesta. Para ejemplificar el tipo de integración buscada, proponen tres cursos posibles. El primero de ellos busca integrar conceptos provenientes de la filosofía, la historia y la literatura, estudiando el desarrollo de la teoría de la fractura estática de vigas, visitando los textos sobre la temática desde los estudios iniciales realizados por Galileo hasta llegar a la formulación actual del problema en los textos contemporáneos. El segundo curso propone pensar la relación existente entre los discursos científicos, tecnológicos y legales desde el estudio de un caso real tratado por la Suprema Corte de los Estados Unidos que refiere a un ciudadano sometido a un proceso judicial por manejar en supuesto estado de ebriedad. El tercer curso considera la problemática de la protección frente a inundaciones en las localidades del sur de la península de Florida, donde se ha desarrollado, durante los años 1960, una intrincada infraestructura de canales y de estaciones de bombeo que ha alcanzado el fin de su vida útil y que requiere de una actualización.

Según los autores, este tipo de cursos permite a los estudiantes de ingeniería apprehender las complejas implicaciones sociales y culturales de la

profesión desde el inicio de la formación, contrariamente a lo que sucede en las facultades tradicionales que “blindan” a los alumnos frente a esta temática transmitiéndoles una errónea imagen de neutralidad valorativa. De este modo, la propuesta pretende desplazar desde la periferia hacia el centro de la atención “las implicancias sociales de la tecnología”, que ellas no aparezcan como “parches” en el esquema de temáticas humanísticas aisladas y descontextualizadas dentro de un programa, sino como núcleo teórico central articulador de los contenidos de la carrera. Todo esto necesitará de investigar, repensar y rehacer buena parte de las estrategias educativas y del material educativo utilizado.

El número de *Engineering Studies* donde se publicó este artículo de Bucciarelli y Drew recoge también una importante serie de opiniones sobre ella. Sin ánimo de sistematizarlas en profundidad, recorremos a continuación las que nos parecen las más sustanciosas desde el punto de vista de nuestra experiencia. En buena parte de ellas emergen problemas de corte administrativo-curricular. Lehr (2015) destaca el temor que surge entre los administradores porque la incorporación de “materias blandas” vaya en desmedro de la calidad de las “materias duras”: No querer correr ese riesgo se traduce en una inmovilidad conservadora. Por su parte, Winebrake (2015) pone el dedo en la llaga cuando afirma provocativamente que las facultades “simplemente no saben qué es lo que no saben”, lo que genera una arrogancia disciplinaria en donde se considera a los propios conocimientos duros como los únicos válidos, despreciando a las humanidades.

Otro problema no menor considerado se refiere a la falta de docentes capacitados para relacionar los contenidos con los contextos, como proponen Bucciarelli y Drew: para formar Leonardos, ¿deberíamos tener Leonardos enseñando?, ¿de dónde saldrían?, se pregunta Douglass Klein (2015). También, para este autor, es importante tener consciencia de lo que no se sabe, conocer los límites de la propia disciplina. Silbey (2015) duda si, aun disponiendo de estos profesores calificados, sería posible que una carrera de cuatro años de duración permita una formación amplia.

Desde un punto de vista más ontológico que pragmático, Pitt (2015) y Didier (2015) proponen que se deben formar estudiantes con grandes sueños, “para cambiar el mundo”, no solo para ser ingenieros que cumplan funciones instrumentales dentro de una empresa. Para ello, son necesarias las humanidades, para conocer y valorar las necesidades reales y los futuros posibles en un mundo de base tecnológica. No es que no se necesiten “ingenieros clásicos”, sino que también se necesita de este otro tipo de perfil, formado de manera más amplia, para poder liderar cambios.

Con esta mirada coincide también Kroes (2015), quien afirma que las humanidades deben servir para aplicar el pensamiento crítico de manera de ayudar a los estudiantes a responder preguntas centrales sobre los fines de la ingeniería y reconocer qué tipo de valores promueve.

Epistemológicamente, Newberry (2015) distingue entre estudiar cosas, artefactos (la ingeniería tradicional), y estudiar cuestiones, asuntos, propio de las humanidades y de las ciencias sociales. Nieuwsma (2015) observa que las humanidades deben estar orientadas a enmarcar el núcleo duro técnico; no deben ser, como sucede en algunos *Colleges*, materias humanísticas descontextualizadas. Su rol es integrar, a través de un programa especialmente pensado en su totalidad de modo interdisciplinar, el marco técnico con un análisis que dé un sentido más amplio a la ingeniería que el de mero instrumento. Downey (2015) da un paso más allá cuando sostiene que se debe romper con la distinción entre contenido y contexto, ya que esta visión tradicional mantiene a las ciencias sociales en la periferia de la formación ingenieril. Siguiendo a Bruno Latour, considera que se debe ir hacia una mirada que internalice las temáticas humanísticas como parte inseparable de las cuestiones técnicas.

Con una autocrítica a destacar, Riley (2015) sostiene que se están haciendo las cosas mal, no se está logrando enseñar las humanidades correctamente. Sucede que, o bien se las presenta de modo muy general, o bien de forma instrumental, o bien solo se dan caricaturas indulgentes o hasta diletantes: “¡con amigos así, el movimiento por la inclusión de las humanidades no necesita enemigos!”, enfatiza irónicamente. Hay que evitar el peligro y el bochorno de que la existencia de un menú de materias “más fáciles” de humanidades tienta a los estudiantes a elegir las solo para eludir las dificultades de la carrera tradicional. Se debe tomar a las humanidades en serio, afirma Riley, abarcar menos temas pero hacerlo rigurosamente y en profundidad, y, sobre todo, desarrollar el pensamiento crítico. Esto generará respeto y conciencia de su desconocimiento por parte de la comunidad de profesores tradicionales. De otra manera, hasta podría ser contraproducente incorporarlas: se corre el riesgo de creer que se sabe todo y que se puede opinar y decidir como si se supiera.

5. REFERENCIAS

Bucciarelli, L. y D. Drew (2015): “Liberal studies in engineering – a design plan”, *Engineering Studies*, Vol. 7, N° 2-3.

- CONFEDI (2018): *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina (Libro Rojo)*.
- Didier, Ch. (2015): “A good answer to (perhaps) not such very good questions”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 185-186.
- Douglass Klein, J. (2015): “Teaching and learning limits in engineering education”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 135-137.
- Downey, G. (2015): “Opening up engineering formation”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 217-220.
- Grasso, D. y D. Martinelli (2010): “Holistic engineering”, en Grasso, D. y M. Burkins (Ed.), *Holistic engineering education. Beyond technology*, Nueva York, Springer.
- Kroes, P. (2015): “Critical thinking and liberal studies in engineering”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 126-128.
- Lehr, J. (2015): “Co-creating liberal studies in engineering program(s) – a perspective from Ethnic Studies, Women’s & Gender Studies, and Science & Technology Studies”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 123-125.
- Moler, E. (2006): “Procesos de acreditación en las carreras de Ingeniería: ¿Mejoramiento en la calidad o adaptación a las normativas?”, Serie Estudios, 5, CONEAU, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Newberry, B. (2015): “The engineering adjective, and why it might matter”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 142-144.
- Nieusma, D. (2015): “Conducting the instrumentalists: a framework for engineering liberal education”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 159-163.
- Pitt, J. (2015): “Motivating an engineer to be a leader”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 209-210.
- Resolución N° 1.232/2001: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina.
- Riley, D. (2015): “Facepalms and cringes: liberal education misapprehended”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 138-141.
- Silbey, S. (2015): “The elephant in the room: constraints and consequences of a four-year undergraduate engineering degree”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 164-167.
- Winebrake, J. (2015): “The integrative liberal arts and engineering – The ‘grand challenge’ of curricular implementation”, *Engineering Studies*, 7:2-3, 193-195.

