

Pensamiento crítico como horizonte formativo en el currículum de ingeniería

Héctor Gustavo Giuliano ^a & Stella Maris Abate ^b

^a Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina, Buenos Aries, Argentina

^b Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina
gustavo.giuliano@uca.edu.ar, smabate@ing.unlp.edu.ar

Resumen— En este artículo se presentan algunas sugerencias acerca de cómo tematizar en carreras de ingeniería el desarrollo de competencias sociales, políticas y actitudinales que colaboren al despliegue de un perfil de egreso que garantice que el graduado posea una adecuada formación que lo habilite para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa. Específicamente se focalizará en el pensamiento y el actuar crítico como saber enseñable. Se considera a este saber constitutivo de las habilidades intelectuales y actitudes profesionales que despliega o deberían desplegar los estudiantes en sus trayectorias formativas: leer y escribir textos académicos en contexto; argumentar y justificar decisiones, y analizar y proyectar procesos o artefactos tecnológicos contemplando la dimensión social, económica y ambiental. Finalmente, se suman algunas posibilidades, como puntos de referencia provisionales, para ayudar a pensar su inclusión en las propuestas curriculares.

Palabras Clave— Pensamiento y actuar crítico, habilidades y actitudes, materias complementarias e integradoras

Recibido: 28 de septiembre de 2022. Revisado: 29 de octubre de 2022. Aceptado: 1 de noviembre 2022.

Critical thinking as a formative horizon in the engineering curriculum

Abstract— This article shares some suggestions on how to address the development of social, political and attitudinal competencies in engineering careers to contribute to the deployment of a graduate profile that guarantees that the graduate has adequate training to learn and develop new technologies, with an ethical, critical and creative attitude. Specifically, the focus will be on critical thinking and acting as teachable knowledge. This knowledge is considered constitutive of the intellectual skills and professional attitudes that students develop or should develop in their formative trajectories: reading and writing academic texts in context; arguing and justifying decisions, and analyzing and projecting technological processes or artifacts contemplating the social, economic and environmental dimensions. Finally, some possibilities are added, as provisional reference points, to help think about their inclusion in the curricular proposals.

Keywords— Critical thinking and acting, skills and attitudes, complementary and integrative subjects

1 Introducción

Alineado con las iniciativas que se vienen desarrollando desde ámbitos internacionales desde los años 2000, dentro de las prescripciones curriculares propuestas por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) se sostiene que las carreras de ingeniería deben desarrollar un perfil de egreso que garantice “que el graduado posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite al ingeniero para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa” [1]. Es

interesante observar que esta actitud está comprendida implícitamente, de manera velada y poco explorada, dentro del concepto de “buen juicio” que el propio CONFEDI incluye en su definición canónica de ingeniería como nexo entre los saberes y su aplicación concreta. Téngase en cuenta que la 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, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales. Algunos autores [2], [3], proponen que el correcto ejercicio del buen juicio conlleva necesariamente, en un sentido fuerte, la necesidad de que los estudiantes adquieran, además de conocimientos en ciencias matemáticas y naturales, conocimientos en ciencias sociales y humanidades y entrenamiento en el uso del denominado “pensamiento crítico”. Sin embargo, como sostienen Ahern y colaboradores en [4], el desarrollo de la competencia del pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería es un tema relativamente poco explorado que requiere de mayor elaboración:

Es necesario un enfoque más cohesionado del pensamiento crítico [PC] en los programas de ingeniería, en el que las competencias se enseñen a lo largo de todo el programa y en el que se establezcan vínculos y relaciones entre módulos y etapas. Aunque los autores han identificado una serie de intervenciones interesantes y loables para promover el PC, el impacto de estas intervenciones en las habilidades de los estudiantes parece limitado al no formar parte de un enfoque coordinado transversalmente e integrado en todo el programa. (...) Por lo tanto, es necesario llevar la teoría del PC a los educadores y profesionales de la ingeniería y hacerlo de una manera que sea tangible, práctica y comprensible. (pp. 9-10, traducción propia)

El problema se complejiza, ya que existen diferentes interpretaciones sobre los alcances del concepto de pensamiento crítico [4], [5], [6], [7]. A pesar de ello, se puede decir en líneas generales que se trata de un pensamiento que se ejercita, y que por ende debe ser enseñado y aprendido, que se lo necesita para pensar nuestra vida en común, para discernir entre posicionamientos

universales y singulares, para actuar de manera prudente y responsable. Su uso no invalida el pensar instrumental o calculador, sino que lo complementa en busca de hacer emerger el sentido final que lo impulsa. Hay momentos en que su uso es más importante que en otros. Si se trata, por ejemplo, de emitir juicios profesionales en momentos de crisis sociales, o de tomar decisiones en situaciones de conflicto -tanto técnicas como no técnicas-, o de jerarquizar prioridades con argumentos válidos, o de innovar en el sentido profundo de la palabra, su aplicación se torna imprescindible. Por ejemplo, para Moore y Parker (citado en [6]):

El pensamiento crítico es simplemente la determinación deliberada y cuidadosa acerca de si debemos aceptar, rechazar o suspender el juicio sobre una afirmación, y del grado de confianza con el que la aceptamos o rechazamos. La capacidad de pensar críticamente es de vital importancia; de hecho, nuestra vida depende de ella. La forma en que conducimos nuestras vidas depende de lo que creemos, de las afirmaciones que aceptamos. Cuanto más cuidadosamente evaluemos una afirmación y más plenamente separemos las cuestiones que son relevantes para ella de las que no lo son, más crítico será nuestro pensamiento. (p. 41, traducción propia)

Se podría decir entonces, que pensar críticamente supone la capacidad de detenerse en la configuración de un problema para ir más allá de sus síntomas, problematizar las posibles soluciones desde un contexto amplio, vislumbrar y ponderar alternativas, superar miradas egocéntricas y locales descontextualizadas, tener en mente horizontes propositivos y comprometidos con el actuar, reconocer límites disciplinares y propios, estar abiertos a la interdisciplina, atreverse a pensar desde los bordes, a cuestionar lo establecido, a hurgar detrás de lo aparente, entre otras cuestiones.

Estas consideraciones previas permiten observar que detrás de la afirmación sobre la importancia del desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería, subyace una premisa fundamental: el diseño tecnológico tiene la forma de un problema abierto, estructurado de manera incompleta y sujeto a múltiples interpretaciones y soluciones posibles [8]. En este sentido, Cooney, Alfrey y Owens en [9] proponen una estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería basada en analizar problemas reales presentados de manera general de modo que los estudiantes analicen la situación con los datos que se disponen, reconozcan cuáles son relevantes, busquen nuevos de ser necesarios, discutan posibles soluciones, justifiquen una elección y finalmente describan todo el proceso de manera escrita y reflexiva. La redacción crítica, es a su vez tomada como un problema abierto que debe ser resuelto por los alumnos de manera efectiva, promoviendo un desarrollo claro y correctamente articulado. Caratozzolo y colaboradores en [10] sostienen a su vez que la lectura crítica de textos –poder identificar conceptos e ideas principales– es una de las principales vías para desarrollar el ejercicio del pensamiento crítico. Adicionalmente, y dándole una vuelta aún más profunda a la cuestión, Claris y Riley en [11] señalan que no se trata solo de pensar críticamente la solución de problemas, sino también de pensar críticamente a la ingeniería en sí misma, promoviendo preguntas acerca de los saberes, alcances y condiciones de sus

prácticas, haciendo emerger intencionalidades, relaciones de poder e ideologías subyacentes:

El PC debería implicar algo más que las prácticas convencionales de la ingeniería, como considerar y articular los supuestos en la resolución de problemas, seleccionar las hipótesis/métodos adecuados para los experimentos, considerar múltiples perspectivas en un estudio de caso de ética, evaluar los impactos sociales de la tecnología y estructurar problemas de diseño abiertos. El PC debería implicar también un pensamiento crítico sobre la propia ingeniería, planteando preguntas sobre la producción de tecnología y nuestra relación con ella: ¿Quién hace ingeniería y para quién? ¿Quién decide lo que es y lo que no es ingeniería y qué formas de conocimiento (epistemologías) son apropiadas para la disciplina? ¿Quién se beneficia y quién pierde con la ingeniería? ¿Cómo influyen las estructuras sociales, políticas, culturales y económicas nuestra comprensión del conocimiento científico y las tecnologías que diseñamos basándonos en ese conocimiento? (p. 102, traducción propia)

El objetivo de este artículo es presentar habilidades y actitudes vinculadas al pensamiento y al hacer profesional teniendo como referencia los aportes de los autores citados anteriormente. Estas habilidades y actitudes podrán traducirse en saberes transversales del currículum o desplegarse centralmente en los espacios curriculares en los que se estudia la ingeniería desde una perspectiva integral: asignaturas introductorias a cada carrera, talleres de trabajos integradores o materias complementarias que, como sostienen los estándares de acreditación de nueva generación, permitan ubicar a la práctica de la ingeniería dentro de un contexto social, histórico, ambiental y económico que asegure una formación en ingeniería en aras del desarrollo sostenible.

Metodológicamente, el trabajo se desarrolló sobre la base de una indagación bibliográfica en la que se relevaron publicaciones académicas internacionales, empleando como clave heurística la búsqueda de fuentes que abordan el tema del pensamiento crítico desde una mirada integral aplicada a la educación en ingeniería. Posteriormente, se integraron las fuentes estudiadas junto con propuestas del pragmatismo crítico y las experiencias y saberes propios de los autores para generar propuestas para la acción.

2 Leer y escribir en contexto

Como se mencionó en el apartado precedente, el desarrollo en los estudiantes de la competencia de la lectura y escritura crítica de textos ocupa un lugar clave, conforma, se podría decir, el “piso cero” donde se asentará todo lo demás. Leer de este modo no sólo implica identificar lo que el texto dice, comprender sus conceptos, sino también lo que el texto nos dice, aquello hacia donde el texto se dirige. Al momento de escribir, la cuestión se invierte, y las ideas compartidas serán confiables e invitarán a ser parte de una conversación social, académica y política en la medida en que sean desarrolladas con argumentos claros y precisos y cuenten con referencias teóricas y empíricas pertinentes. En esta tarea es primordial comprender que la búsqueda de la objetividad conlleva un proceso dialógico donde deben ser consideradas todas las voces y saberes involucrados desde una posición de humildad epistémica.

Una buena manera de entrenar esta habilidad es ubicar estas prácticas en el contexto de una trama de temas controversiales.

Entendidos éstos en términos de conflictos sociales candentes, es decir aquellos que dan lugar a opiniones contrapuestas y se expresan con cierta vehemencia y generan algún tipo de confrontación en la sociedad. El problema ambiental en una sociedad desigual, los reclamos de los movimientos feministas, la ingeniería genética y el transhumanismo, la inteligencia artificial y la tecnología autónoma, serían algunos ejemplos en este sentido. Este tipo de lecturas, y los ensayos escritos respectivos que se propongan, permiten hacer emerger los sentidos que se le otorga a la relación con la vida humana, con la naturaleza y con la sociedad. Preguntarse por ejemplo si la naturaleza, el ambiente, el entorno están al servicio del ser humano o si el mismo es parte de un sistema que lo incluye y excede a la vez; si los problemas ambientales y sociales son externos al proyecto y al diseño o si son parte constitutiva del quehacer tecnológico; si hay voces y profesiones más autorizadas que otras para hablar del impacto de la tecnología; si es posible seguir pensando que el saber experto o científico-tecnológico por sí mismo pueda encontrar soluciones adecuadas para estos temas.

Emprender la lectura de artículos del área de la filosofía e historia de la tecnología es también un efectivo motivador, ya que reúnen en un solo lugar la lectura atenta junto con el problema de pensar el diseño tecnológico, otros de los tópicos propuestos como relevantes para el accionar del pensar crítico. Como suelen sostener estos artículos reflexivos, el diseño tecnológico no es una actividad socialmente neutral sino que lo que concebimos e implementamos tiene consecuencias en nuestros modos de vida, en la cultura y en la naturaleza. Por ejemplo, el filósofo norteamericano Langdom Winner afirma que:

Los elementos que unen o dividen a las personas dentro de una sociedad particular no se construyen sólo por medio de las instituciones y prácticas políticas, sino también, y de manera menos evidente, por medio de planes tangibles de acero y hormigón, cables y transistores, tuercas y tornillos [12].

Alertando, mediante un ejercicio de deconstrucción crítica, el hecho de que detrás de toda intervención tecnológica se encuentran intereses de distinta índole, tanto positivos como negativos.

La reflexión crítica en la etapa de escritura puede ser ejercitada, si se incorpora a la etapa de definición de los proyectos de diseño posibles respuestas a preguntas formuladas desde el concepto de desarrollo sustentable, un objetivo hoy imprescindible de ser considerado al momento de hacer ingeniería como señala el CONFEDI. La recomendación de la Organización de las Naciones Unidas sobre este tema, propone desglosar este concepto en tres planos interrelacionados, sociedad, medioambiente y economía, los que conforman la denominada “triple línea de llegada” de la sustentabilidad

ampliada: sociedades equitativas, que se desarrollan en ambientes habitables bajo una economía viable [13]. Ejemplos de estas preguntas a formular en el aula podrían ser entonces algunas de las siguientes:

- Medioambiente: ¿Cuáles son sus efectos sobre la salud del planeta y de las personas? ¿Pone en peligro a las generaciones venideras? ¿El uso de qué recursos aumenta, disminuye o reemplaza? ¿Qué cantidad y qué tipos de residuos genera? ¿Dónde va a parar cuando se desecha? ¿Cómo considera los problemas ambientales? ¿Qué compromiso tiene con su entorno? ¿Participan las comunidades afectadas en su diseño?
- Economía: ¿Cuál es su contexto de producción? ¿Qué permite hacer que sin ella fuera imposible? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto? ¿Puede ser reparada? ¿Qué tipo de capital requiere? ¿Qué se gana con su uso? ¿Qué se pierde con su uso? ¿Qué nuevas tecnologías hace posible? ¿Cómo contempla la problemática del empleo? ¿Promueve el bien común y la distribución de los bienes o profundiza los procesos de acumulación?
- Sociedad: ¿A quiénes beneficia? ¿A quiénes perjudica? ¿Qué valores fomenta? ¿Qué simboliza? ¿Cómo afecta a las diversas culturas? ¿Respeto o atenta contra la dignidad de las personas? ¿Fomenta la participación democrática o es funcional al ejercicio de proceder autoritarios? ¿Anima al desarrollo de prácticas solidaritarias o exacerba el individualismo?

3 El pensar crítico en el actuar profesional

La formación del criterio profesional en la universidad es otra ventana para asomarse a la posibilidad de formación de un pensamiento crítico. Proyectar, programar, idear, diseñar y sus distintas puestas en acto requiere en cada comunidad profesional el cumplimiento de criterios.¹ Con distintos matices y, con mayor o menor grado de explicitación, son parte de estos criterios la búsqueda de proceder eficaces, eficientes, seguros y funcionales en el marco de normativas preestablecidas. El cumplimiento de estos requisitos acerca la actividad tecnológica a una acción instrumental, que debería incluir la visión crítica como modo de salvar la ingenuidad del actuar pragmático. Cherryholmes en [15] distingue, en este sentido, el pragmatismo vulgar del crítico. El pragmatismo vulgar encuentra su premisa en la aceptación irreflexiva de normas, convencionalismos, reglas y prácticas discursivas explícitas e implícitas a nuestro alrededor. Se da cuando se persigue la eficiencia en ausencia de crítica, cuando se privilegian las acciones antes que el pensamiento, cuando se valora la práctica y se descarta la teoría, con el propósito de hacer que las cosas funcionen mejor. El pragmatismo vulgar promueve a menudo la ventaja de aquellos que ya disfrutaban de ventajas, al mismo tiempo que afirma retóricamente ayudar a quienes se ven desfavorecidos.

¹ “El tan mentado ‘criterio ingenieril’ que muchos docentes y profesionales mencionan como valor esencial del desempeño profesional, expresa esa valoración al interior de la profesión, sintetizando una jerarquía en los atributos que debe tener una realización ingenieril para ser considerada aceptable. Con esto queremos decir que en el criterio ingenieril están incluidos tanto los saberes técnicos como una idea de ‘lo que es mejor’, construida socialmente.” “A

diferencia de las técnicas, basadas en la aplicación de procedimientos estandarizados, el ingeniero se prepara para ‘crear’ sistemas técnicos -simples o complejos. Esta capacidad de ‘crear artificialidad’ confiere a los ingenieros la responsabilidad por el enorme potencial de transformación que la misma implica.” [14]

A modo de propuesta, se pueden considerar cuatro dimensiones para dar espesor al tratamiento del criterio profesional desde una perspectiva crítica: el buen hacer, la apreciación de las normas, la actitud de escucha y la toma de decisiones en contexto.

3.1 *El buen hacer*

Los aportes de Richard Sennett en [16] son claves para vincular la perspectiva crítica de las prácticas profesionales con el buen hacer. Este autor aborda la figura del buen artesano como aquel que tiene habilidad de hacer las cosas bien y que toma a la técnica como un asunto cultural. La artesanía, según Sennett, designa un impulso humano, duradero y básico: el deseo de realizar bien una tarea, sin más. La artesanía abarca una franja mucho más amplia que la correspondiente al trabajo manual especializado. Efectivamente es aplicable al ingeniero, al médico y al artista ya que estas prácticas mejoran cuando se practican como oficios cualificados, lo mismo que la ciudadanía. Se trata de “preocuparse por la cosa en sí misma” no solo por hacer el trabajo solicitado. Existen otras recompensas además del cumplimiento meramente instrumental a una solicitud, que, si bien menos tangibles, son incluso hasta más deseadas por los propios profesionales que sienten muchas veces que su capacidad de trabajo “no es valorada”, que las condiciones empresariales, sociales o económicas se interponen en el camino por lograr una solución de calidad óptima, cercenando el sentimiento de orgullo por el trabajo bien realizado.

Para Sennett, todo buen artesano mantiene un diálogo entre unas prácticas concretas y el pensamiento; este diálogo evoluciona hasta convertirse en hábitos, los que establecen a su vez un ritmo entre la solución y el descubrimiento de problemas. Es decir, propone un hacer en el que la acción-producción y el pensamiento-juicio no están separados. El hacer y el pensar sobre lo que se hace –como decía John Dewey– no son momentos claramente diferenciados. La no separación entre hacer materialmente y pensar posibilita un juicio más responsable, y así una mayor posibilidad de limitar muchos de los posibles perjuicios derivados de lo producido, no fuera del proceso, en una instancia diferente, sino como parte del propio hacer.

Por otra parte, la consigna de “actuar con buen juicio para el beneficio de la humanidad” que promueven las definiciones canónicas de ingeniería, obligan a un ejercicio responsable de los saberes adquiridos, no basta con hacer un “buen uso” en sentido técnico si no se enmarca esta acción en alguna categoría de racionalidad que la contenga. No es lo mismo ponderar lo que se considera “un buen proyecto de ingeniería” desde una racionalidad de corte egoísta/individual que desde una altruista/colectiva. Lo que puede ser bueno desde una perspectiva, puede resultar malo desde la otra, y a la inversa.

3.2 *La apreciación de las normas*

Se debe reconocer que las normas son restricciones a tener en cuenta en la actividad profesional ubica al ingeniero en un hacer prudente. Identificar que las mismas fueron construidas por grupos que representan modos de entender el “buen hacer” desde algún interés particular y que las normas pueden ser

modificadas con otras interpretaciones y otras valoraciones, invita a relacionarnos de otra manera con éstas.

Como señala Louis Bucciarelli en [17], las normas son el resultado de un complejo proceso social de negociación en el que diferentes actores interactúan tratando de imponer sus miradas sectoriales, no son un condensado “puramente técnico-neutral”, sino que muchas veces representan el resultado contingente de una situación de poder o de capacidad retórica en particular. Como tal, no siempre deben ser aceptadas acríticamente, como si fuesen derivadas de una “ley natural”, sino que ameritan ser puestas en cuestión, promoviendo revisiones periódicas e incluso abriendo procesos de lucha por su reforma.

3.3 *La actitud de escucha*

De acuerdo con el tema/problema/proyecto que se aborde será la necesidad de escucha de otras voces. La escucha como actividad y actitud son rasgos centrales en la construcción de un proceder crítico. La escucha nos permite tomar distancia de visiones prejuiciosas y estigmatizantes de quiénes son y qué hacen los otros. La escucha ayuda a movilizar las creencias que tenemos sobre las necesidades e intereses de los otros y a reconocer nuestras propias limitaciones disciplinares.

Es necesaria entonces una posición de humildad que nos haga receptivos al decir del otro, el que muchas veces habla “otro lenguaje” que no resulta fácil de comprender. Cada disciplina o áreas de saberes y prácticas disponen de paradigmas sobre los cuales se construyen sus significados, los que pueden parecer incomprensibles si no se les presta el debido esfuerzo. Hay incluso ocasiones en que estas incomprensiones dan lugar a enfrentamientos que podrían ser evitados manteniendo una posición de apertura.

3.4 *La toma de decisiones en contexto*

Decidir qué hacer, qué camino recorrer, son momentos de elección. La mayoría de las veces sucede que existe más de una alternativa viable a ser explorada. Cualquier elección involucra decisiones técnicas, cuál es la mejor teoría, la mejor metodología, el uso del mejor concepto o recurso disponible. Ser crítico es antes que nada manejar bien el saber técnico para un desempeño responsable. Pero en el hilo que se viene desarrollando no basta este saber para tratar aquellas actividades que no son rutinarias y de carácter mecánico.

Aquí el pensamiento crítico ayuda a la orientación con base en criterios que exceden lo técnico, permitiendo que emerjan preguntas contextuales como las vinculadas en los puntos anteriores con el ejercicio del buen hacer, el uso de las normas y la actitud de escucha, que abren el sentido del problema.

La decisión final puede de todas formas manifestarse luego inadecuada. Sucede que no todos los resultados son posibles de ser anticipados, por lo que el tener que vérselas con la incertidumbre es un rasgo propio de la ingeniería que se debe contemplar. Esta característica epistémica enfrenta al diseño con el concepto de “riesgo” el que requiere nuevamente de un pensamiento crítico para su análisis: si no siempre es posible anticipar todas las consecuencias de las acciones tecnológicas ¿cómo evaluar si llevarlas o no adelante? Si bien algunos

métodos como los propuestos por el Principio de Prevención o el Principio de Precaución pretenden dar una respuesta objetiva al problema mediante el uso del concepto de daño y del cálculo de probabilidades, en muchos casos los datos que intervienen en el análisis son o bien desconocidos, o bien su evaluación es relativa respecto de quienes los juzgan, sea que sufrirán o gozarán de la intervención tecnológica pretendida [18], [19]. Para destrabar este dilema será imprescindible recurrir a valoraciones que nuevamente exceden el ámbito de lo técnico.

4 Saberes, habilidades y actitudes en acción

Se han compartido hasta aquí algunas ideas acerca de cómo materializar temáticamente aspectos del perfil de egresado anhelado en los distintos documentos que enmarcan los planes de estudio de las carreras de ingeniería de la Argentina. Esto se hizo reconociendo que usos habituales de ciertos términos en el ámbito académico necesitan ser explicitados y puestos a consideración, una y otra vez, en función del contexto, para que su uso no pierda sentido prescriptivo. Ahora bien, como señalan [20] y [21], las formas en las que llevar adelante en los ámbitos educativos este tipo de tematizaciones conforman a su vez una muy importante discusión que debe darse al interior de las instituciones. Estos autores se preguntan, por ejemplo, si estos saberes deben ser objeto de nuevos cursos específicos, o si deben incluirse en los cursos disciplinares ya existentes, o si deben proveerse estrategias mixtas. Por la naturaleza del tema, las respuestas a este tipo de interrogantes serán de carácter singular debido a lo propio de las culturas de cada institución, así como a los diversos momentos de cambio de época que se transitan. Sin desmedro de ello, en este ítem se suman algunas posibilidades, como puntos de referencia provisionales, para ayudar a pensar su inclusión en las propuestas curriculares.²

4.1 Saberes transversales

Las habilidades y actitudes vinculadas al pensamiento crítico y al buen hacer profesional admiten, al menos en algunos casos, traducirse como referencias para jerarquizar los saberes a enseñar en las materias tecnológicas. Es importante señalar aquí que no es ni posible ni necesario pretender universalidad en esta aplicación. La inclusión no debe ser forzada, sino natural a la temática en cuestión. A veces la traducción puede darse en clave de contextualización histórica, en otras como encuadres epistemológicos, en otras como controversias políticas o medioambientales, etc.

Adicionalmente puede darse también como forma del currículum ampliado, diagramando actividades extracurriculares como expresiones que colaboran a configurar los proyectos institucionales en su relación con proyectos sociales más amplios.

4.2 Saberes específicos

Las asignaturas de introducción a la ingeniería son un espacio propicio para presentar la disciplina en clave crítica,

analizando y problematizando la relación con otros saberes, como el conocimiento científico, así como reconociendo su vínculo con los problemas y las demandas sociales y con las restricciones ambientales.

También se pueden alojar estos saberes explícitamente en talleres o materias destinadas a orientar los trabajos integradores o de trabajo de final de carrera, incluyendo parte de lo presentado aquí en el índice del informe de las propuestas, en el diseño de encuentros específicos o a través de la incorporación de un ítem particular en las rúbricas de evaluación.

Las materias del área de economía pueden contribuir grandemente si suman a sus contenidos de microeconomía, administración y gerenciamiento de proyectos, modelos de macroeconomía e incluso estudios de geopolítica.

4.3 Materias complementarias o electivas

Un lugar privilegiado para abordar explícitamente el pensamiento crítico son las asignaturas llamadas en algunas instituciones como “materias humanísticas”. En éstas, es clave desentrañar y discutir las categorías de tecnología y progreso de la mano de autores provenientes de la filosofía, la sociología, las letras y la historia.

Por otra parte, disponer de un espacio para pensar lo artístico –como es central en arquitectura– permitirá incluir en la formación el aspecto sensible, vital para escapar a una visión puramente funcionalista de la técnica.

Así también, es imprescindible habilitar encuentros de conversación interdisciplinarios que promuevan la reflexión amplia sobre el actuar y la formación de estilos profesionales en relación con otros saberes y culturas.

4.4 Asignaturas básicas

Por último, se debe continuar insistiendo en intentar incluir algunas de estas habilidades y actitudes en horizontes formativos comunes a todas las carreras de ingeniería como son la matemática y la física. Nuevamente no se trata de pretender universalidad, pero sí de seguir analizando críticamente los contenidos y las didácticas de estos espacios tradicionales.

5 Conclusiones

En este trabajo se han presentado posibilidades curriculares y didácticas para abordar el pensamiento crítico como horizonte formativo en estudiantes de ingeniería. Ellas se sustentan sobre dos premisas básicas. Por un lado, la convicción de que tal pensamiento es fundamental para complementar el saber profesional científico-técnico en una época donde los desafíos y complejidades que debe enfrentar la ingeniería son cada vez mayores. Por el otro, la realidad de que no alcanza con declamar su necesidad, sino que se trata de un saber que debe ser enseñado y evaluado como parte del compromiso de una educación completa y responsable.

² En esta línea, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes de Bogotá (Colombia) se han realizado experiencias áulicas muy interesantes. Ver Mejía [3] y Camargo Uribe y García Rozo [22].

Se propone además, en línea con otros estudios sobre el tema, que no existe un modo único para su implementación, sino que la mejor forma de hacerlo dependerá de las características de cada institución, por lo que todo lo dicho toma solo la forma de lineamientos generales para ayudar a viabilizar esta tarea.

Sin desmedro de ello, se ha sugerido que existen espacios más propicios que otros para dar lugar a la reflexión crítica, por lo que su ejercitación no debe por ende entenderse como necesaria de ser extendida a toda materia del currículum de la carrera, una presunción que lleva muchas veces a discusiones estériles e incomprensiones dentro de los claustros docentes.

Por último, se ha manifestado que el pensamiento crítico no debe ser comprendido sólo en su sentido estrecho de capacidad cognitiva argumental, sino que debe ampliarse sustantivamente para permitir abarcar la reflexión sobre la propia práctica de la profesión, la que, conforme a las definiciones canónicas, debe propender al beneficio de la humanidad.

Referencias

- [1] CONFEDI, "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina", *Libro Rojo*, Universidad FASTA Ediciones, Buenos Aires, 2018.
- [2] H. G. Giuliano, L. A. Giri, F. G. Nicchi, W. M. Weyerstall, L. F. Ferreira Aicardi, M. Parselis y F. Vasen, "Critical Thinking and Judgment on Engineer's Work: Its Integration in Engineering Education", *Engineering Studies*, 14:1, pp. 6-16, 2022
<https://doi.org/10.1080/19378629.2022.2042003>
- [3] A. Mejía, "Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería", *Revista Iberoamericana de Educación*, 49:3, pp. 1-9, 2009.
<https://doi.org/10.35362/rie4932091>
- [4] A. Ahern, C. Dominguez, C. McNally, J. O'Sullivan y D. Pedrosa, "A literature review of critical thinking in engineering education", *Studies in Higher Education*, 44:5, pp. 816-828, 2019.
<https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
- [5] R. Niewoehner, "A critical thinking model for engineering", *2nd International CDIO Conference*, Linköping, 2006.
- [6] T. Ceylan y L. W. Lee, "Critical thinking and engineering education", *Annual Conference & Exposition of American Society for Engineering Education*, Valparaíso, 2003.
- [7] D. Adair y M. Jaeger, "Incorporating critical thinking into engineering undergraduate learning environment", *International Journal of Higher Education*, 5:2, pp. 23-39, 2016.
<http://doi.org/10.5430/ijhe.v5n2p23>
- [8] D. Jonassen, J. Strobel y C. B. Lee, "Everyday Problem Solving in Engineering: Lessons for Engineering Educators", *Journal of Engineering Education*, 95:2, pp. 139-151, 2006.
<http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00885.x>
- [9] E. Cooney, K. Alfrey y S. Owens, "Critical thinking in engineering and technology education: a review", *Annual Conference & Exposition of American Society for Engineering Education*, Pittsburgh, 2008.
- [10] P. Caratuzzolo, A. Alvarez-Delgado y S. Hosselini, "Strengthening critical thinking in engineering students", *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13:5, pp. 1-18, 2019.
<http://doi.org/10.1007%2Fs12008-019-00559-6>
- [11] L. Claris y D. Riley, "Situation critical: critical theory and critical thinking in engineering education", *Engineering Studies*, 4:2, pp. 101-120, 2012.
<http://doi.org/10.1080/19378629.2011.649920>
- [12] L. Winner, *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Gedisa, Barcelona, 1987.
- [13] H. G. Giuliano, *La ingeniería: una introducción analítica a la profesión*, Nueva Librería, Buenos Aires, 2016.
- [14] S. Abate y C. Lucino (coord.), *Ingeniería y saberes sociales: diálogos posibles*, Edulp, La Plata, p.15, 2017.
- [15] C. Cherryholmes, *Poder y Crítica*, Ediciones Pomares, Barcelona, 1999.
- [16] R. Sennett, *El artesano*, Anagrama, Barcelona, 2009.
- [17] L. Buccionelli, *Designing engineers*, MIT Press, Massachusetts, 1996.
- [18] C. Sunstein, *Riesgo y razón*, Katz Editores, Buenos Aires, 2006.
- [19] D. Steel, *Philosophy and the Precautionary Principle. Science, evidence, and environmental policy*, Cambridge University Press, Cambridge, 2015.
- [20] A. Ahern, T. O. Connor, G. McRuairc, M. McNamara y D. O'Donnell, "Critical thinking in the university curriculum – the impact in engineering education", *European Journal of Engineering Education*, 37:2, pp. 125-132, 2012.
<https://doi.org/10.1080/03043797.2012.666516>
- [21] A. Mejía y R. Zarama, "La promoción del pensamiento crítico en ingeniería", *Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes*, 20, pp. 90-104, 2004.
- [22] J. A. Camargo Uribe y A. García Roza, "Pensamiento crítico y aprendizaje activo en ingeniería", *Revista Educación en Ingeniería*, 7, pp. 98-106, 2009.
<https://doi.org/10.26507/rei.v4n7.76>

H. G. Giuliano es Ingeniero en Electrónica de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Es Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia de la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Argentina. Es Ingeniero Senior con especialización en electroacústica. Profesor Titular de "Introducción a la Ingeniería" en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA). Profesor Adjunto de "Historia Social de la Tecnología y la Ingeniería" y Coordinador del curso de posgrado "Método Científico y Teoría del Conocimiento Tecnológico" en la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Director de Proyectos de Investigación en el marco de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCYT). Director del Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad y de la revista académica "Tecnología y Sociedad" (CESIS-UCA). ORCID: 0000-0002-4193-6257.

S. M. Abate es Profesora en Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Es Magister en Educación con Orientación en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina. Profesora Adjunta en la cátedra "Teoría y Desarrollo del Currículum", Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP. Directora de proyectos de Investigación sobre los saberes sociales en carreras tecnológicas en el marco del Programa de Incentivos. Docente en Seminarios y Cursos de Formación Docente en la Facultad de Ingeniería y en la Especialización en Docencia Universitaria de la UNLP. Coordinadora del Área Pedagógica y Profesora Adjunta en la asignatura "Ingeniería, Comunicación y Educación", Facultad de Ingeniería, UNLP. ORCID: 0000-0002-4819-5164.