

REFLEXIONES EPISTEMOLÓGICAS EN TORNO A LA CUESTIÓN DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Gustavo Adolfo Galland – gustavogalland2@gmail.com

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo – Departamento Mecánica
París 532

1706 – Haedo – Provincia de Buenos Aires – República Argentina

Resumen: *El propósito de este trabajo consiste en realizar algunas consideraciones epistemológicas en torno a la cuestión de la ciencia y la tecnología en carreras de ingeniería. Nuestro estudio comenzará con el análisis de las distintas conceptualizaciones que sobre ciencia básica, ciencia aplicada y tecnología realiza la Resolución Ministerial de la República Argentina que fija los estándares de acreditación para carreras de Ingeniería y un Diseño Curricular típico de carrera de ingeniería, para luego llegar a contrastar las distintas posiciones con las que provienen del campo de la filosofía de la tecnología. Precisamente, es en dicho campo en donde se encuentra la matriz interpretativa a partir de la cual es posible analizar la cuestión propuesta. Lo que nos proponemos aquí es contribuir a la elucidación de estas complejas relaciones y el modo en el que impactan en los Diseños Curriculares.*

Palabras clave: *Ciencia, Tecnología, Epistemología, Ingeniería, Enseñanza*

I INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo consiste en realizar algunas consideraciones epistemológicas en torno a la cuestión de la ciencia y la tecnología y su impacto en los diseños curriculares de carreras de ingeniería. La cuestión que intentamos abordar encierra por un lado el problema de los fines y relaciones entre ciencia y tecnología, es decir el problema de la demarcación y por otro cómo se trasladan dichas conceptualizaciones a los diseños curriculares y por ende a la formación de los futuros ingenieros.

La cuestión que intentamos abordar por lo general no es discutida en profundidad en la elaboración y el diseño de los planes de estudio, puesto que se asume que estos planteos sólo le atañen a la Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología y que no guardan relación directa con la enseñanza de las ciencias y disciplinas en la ingeniería. Lejos de ser así, la temática que se presenta no solamente afecta en forma directa a la definición curricular sino también a la composición de los planes de estudios en lo que se refiere a materias científicas y tecnológicas, horas dedicadas a cada una de ellas y planteos didácticos propuestos o llevados a cabo en las distintas asignaturas. ¿Es posible no prestarle atención a esta problemática? ¿En

qué medida afecta esto a la formación de grado de los ingenieros?

Numerosos son los autores, que desde distintas perspectivas, han abordado la cuestión de la demarcación entre la ciencia y la tecnología y que al mismo tiempo reflexionaron específicamente sobre el tema de la epistemología de la tecnología. Carl Mitcham (1989; 1994; 2004), Mario Bunge (1997a; 1997b; también en Mitcham 2004), James Feibleman (1983), son solo algunos de los principales investigadores actuales que han incursionado en esta materia. Esto demuestra la importancia y lo no acabado de la misma, siendo todavía materia pendiente la formulación de una epistemología general y especial de la tecnología que den lugar a una epistemología de la ingeniería¹.

II DESARROLLO

En la República Argentina, a raíz de los procesos de acreditación que lleva adelante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), el Ministerio de Educación de la Nación dictó una serie de Resoluciones en las que se fijaron los estándares para la acreditación de carreras de ingeniería. Así, la Resolución N° 1232/2001 fija los estándares para los títulos de ingeniero aeronáutico, ingeniero en alimentos, ingeniero ambiental, ingeniero civil, ingeniero electricista, ingeniero electromecánico, ingeniero electrónico, ingeniero en materiales, ingeniero mecánico, ingeniero en minas, ingeniero nuclear, ingeniero en petróleo, e ingeniero químico; la Resolución N° 1054/2002 para los títulos de ingeniero agrimensor e ingeniero industrial y la Resolución N° 786/2009 fija los estándares para los títulos de licenciado en ciencias de la computación, licenciado en sistemas/sistemas de información/análisis de sistemas, licenciado en informática, ingeniero en computación e ingeniero en sistemas de información/informática. En las tres Resoluciones, en sus artículos resolutivos, se establece entre otros aspectos, los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima, los criterios de intensidad de la formación práctica y los estándares para la acreditación así como la nómina de actividades reservadas para quienes hayan obtenido el título de ingeniero. En dichas Resoluciones, los contenidos curriculares se dividen en cuatro campos epistemológicos, a saber:

- ciencias básicas
- tecnologías básicas
- tecnologías aplicadas

¹ La cuestión que se presenta en este trabajo, constituye mi línea principal de investigación: la elaboración de una epistemología general y especial de la tecnología y específicamente la elaboración de una epistemología de la ingeniería. En los trabajos “Concepciones sobre ciencia y tecnología. Implicancias en la formación de grado de ingenieros y docentes de ingeniería” presentado en el I Simposio de Pedagogía Universitaria. Departamento de Docencia Universitaria. Universidad de Costa Rica. San José - Costa Rica, año 2001; “Ciencia y tecnología. Relaciones e implicancias en los diseños curriculares de carreras de ingeniería” presentado en el III Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología. Buenos Aires – setiembre 2010; “Ciencia y tecnología. Supuestos epistemológicos en los diseños curriculares de carreras de Ingeniería Industrial en la UTN” a presentar en el COINI 2011 y el de “Supuestos epistemológicos en los diseños curriculares de carreras de ingeniería. La cuestión de la ciencia básica y la tecnología” a presentar en las JEIN 2011, he desarrollado la tesis que sostengo en este trabajo.

- complementarias

Las ciencias básicas, matemática, física y química, “(...) abarcan los conocimientos comunes a todas las carreras de ingeniería, asegurando una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos” (Resoluciones Ministeriales 2001; 2002; 2009). Las tecnologías básicas apuntan a “(...) la aplicación creativa del conocimiento y la solución de problemas de la Ingeniería teniendo como fundamento las ciencias básicas” (Resoluciones Ministeriales 2001; 2002; 2009). Las tecnologías aplicadas persiguen la “(...) aplicación de las ciencias básicas y tecnologías básicas [con el fin de] proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas” (Resoluciones Ministeriales 2001; 2002; 2009), mientras que el bloque complementario incluye contenidos curriculares que le permitan al futuro ingeniero tener conciencia de sus responsabilidades sociales y que al mismo tiempo le permitan relacionar los diversos factores que se hacen presentes en los procesos de toma de decisiones.

De la lectura de los cuatro bloques que estamos tratando, si bien no se explicita una línea epistemológica, se distingue claramente que las ciencias básicas (matemáticas, física y química) tienen la finalidad de lograr una sólida formación conceptual, no solamente como basamento de las disciplinas ingenieriles, sino también para poder adecuarse al cambio de dichas disciplinas debido al mismo progreso de la ciencia y de la tecnología. En el caso de las tecnologías aplicadas, se persigue la aplicación de las ciencias básicas y tecnologías básicas, para la resolución y diseños de los problemas y sistemas ingenieriles.

Los Diseños Curriculares de las carreras de ingeniería, atendiendo las particularidades propias de cada universidad, se estructuran según lo que se establece en cada una de las Resoluciones Ministeriales. Ejemplo paradigmático, por su presencia a nivel nacional a través de veintinueve Facultades Regionales de Ingeniería, por su distribución geográfica en todo el territorio de la República Argentina y por concentrar el sesenta por ciento de los egresados de ingeniería del país, es el caso de la Universidad Tecnológica Nacional². Sus Diseños Curriculares organizan sus contenidos curriculares en función de los cuatro bloques epistemológicos ya descritos. A la hora de analizar la conceptualización epistemológica acerca de la tecnología, sólo se encuentra una escueta referencia en la sección referida a Metodología de Enseñanza en donde los Diseños consideran a la tecnología y al aprendizaje como construcción (Cfr. el Diseño Curricular de Ingeniería Mecánica. Ordenanza N° 1027/2004). Al prescribir distintos criterios metodológicos para la enseñanza de las ciencias y las tecnologías, ponen énfasis en que la formación debe girar en torno a la resolución de los problemas ingenieriles pues esta forma de enseñanza es la que permite recrear los procesos característicos de la profesión. Bajo esta importante prescripción metodológica los Diseños incluyen desde el primero de los años una asignatura que se denomina Integradora. Dichas asignaturas vertebran la carrera de Ingeniería estableciendo relaciones horizontales con las disciplinas y ciencias que se dictan en cada año y verticales entre un año y otro. El núcleo de

2 La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) data de 1948 y en ella se dictan todas las carreras de ingeniería y se distribuye geográficamente desde Río Grande, Tierra del Fuego, hasta Tucumán.

esta integración de contenidos es, precisamente un problema ingenieril y su solución es la que determina el tipo de relaciones que se establecen con los demás contenidos que se subordinan a ella.

Fuera ya de los Diseños Curriculares, en documentos de apoyo para el desarrollo de dichas asignaturas, sí es posible encontrar una posición epistemológica explícita acerca de la tecnología. Afirman que parten de una "*concepción moderna de la Tecnología*" en la que se entiende el desarrollo tecnológico como "*respuesta a necesidades y problemas básicos sociales, rompiendo con la concepción tradicional de tecnología como ciencia aplicada*" (Cfr. el documento: Materias Integradoras. Nuevo Diseño Curricular. Observaciones y Recomendaciones para 1997, 1997). La tecnología, según aquellos, parte de los problemas básicos a resolver y no de buscar campos de aplicación a una determinada ciencia. Los problemas a los que se hace referencia son de índole social y al mismo tiempo son origen de la profesión. Consideran que la formación básica debe tener un alto contenido de preparación científica, pero centrada alrededor de los problemas que dan origen a las carreras de Ingeniería. ¿Cómo trasladan estos principios a los planes de estudio? Eliminando la secuencia ciencias básicas - ciencias aplicadas - técnicas de solución - problemas ingenieriles, reemplazándola por una formación que se desarrolla alrededor de la problemática. Entonces, los "*pilares*" de las ciencias básicas como la Matemática, Física o Química, ahora, revelan su potencial a partir de esta nueva concepción. Este "tronco integrador" posibilita que a partir de estas materias en las que se estudian problemas básicos ingenieriles, surjan conceptos y se determine la necesidad de producir nuevos enfoques y desarrollar modernos conocimientos. La perspectiva de la formación de ingenieros centrada alrededor de los problemas que dan origen a las carreras de Ingeniería, se traslada claramente a los distintos programas sintéticos de las asignaturas del bloque de ciencias básicas.

El caso de la Universidad Tecnológica Nacional permite llevar a un primer plano una problemática general para todo diseño curricular de carreras de ingeniería: el de las consideraciones epistemológicas y las relaciones existentes entre ciencia básica, ciencia aplicada y tecnología. En definitiva lo que se está poniendo para el debate es la consideración de la tecnología como un cuerpo de conocimientos autónomos o con una mayor dependencia del conocimiento científico previo, es decir como ciencia aplicada. Es innegable el permanente proceso de cambio al que está sometida la tecnología, y la rapidez con que ello ocurre. El ingeniero tendrá que vivir sucesivas discontinuidades tecnológicas y quizás cambios de paradigmas científicos a las que deberá responder. ¿Podrá hacerlo si en su formación la ciencia sólo gira alrededor de los problemas tecnológicos de ese momento? Es más, numerosos docentes de ciencias básicas han internalizado a tal punto esta perspectiva epistemológica que llegan a afirmar que las ciencias básicas en la formación del ingeniero deben ser consideradas como "herramientas". ¿Qué se debe entender por "herramienta"?

Responder a estos interrogantes nos conduce hacia definiciones que deben provenir desde la filosofía de la tecnología estableciendo concepciones y relaciones entre la ciencia básica, ciencia aplicada, técnica y tecnología, como así también las relaciones entre teorías científicas y tecnológicas, sustantivas y operativas y sus vinculaciones con las reglas tecnológicas. Sin embargo, a nuestro entender, la problemática de la tecnología abarca un amplio espectro

constituído, entre otros, por los procesos de innovación, la investigación científica básica y aplicada, la técnica, la industria, la economía, los valores que sustenta una sociedad, la cultura, la ética y la filosofía y al mismo tiempo las múltiples relaciones e interdefinibilidades que se establecen entre éstos. No obstante ello, centraremos nuestro análisis en la elucidación del concepto de tecnología.

Numerosos autores han abordado la cuestión que nos ocupa. Uno de ellos es Carl Mitcham (1989; 1994; 2004) quien al analizar los aspectos filosóficos de la tecnología sostiene que la misma puede ser abordada desde cuatro perspectivas básicas: como cierto tipo de objetos (los artefactos), como una clase específica de conocimiento (el saber tecnológico), como un conjunto de actividades (resumidas en producir y usar artefactos) y como manifestación de determinada voluntad del ser humano en relación al mundo (tecnología como volición). Es claro que las cuatro perspectivas no pueden ser separadas, pero es posible prestar atención a una de ellas, preferentemente. En cuanto a la relación de la tecnología con la ciencia aplicada, el mismo autor, expresa que “(...) *En las diferentes filosofías de la ciencia, sin embargo, la definición de la tecnología como ciencia aplicada no resulta tan obvia*” (Mitcham, 1989: 102). Otro de los autores que han reflexionado sobre la temática es James Feibleman quien en su trabajo *Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions* distingue claramente ciencia básica o pura, ciencia aplicada y tecnología: “*by pure science or basic research is meant a method of investigating nature by the experimental method in an attempt to satisfy the need to know*” (Feibleman, 1983), “*by applied science is meant the use of pure science for some practical human purpose. Thus science serves two human purposes: to know and to do*” (Feibleman, 1983). Por último, al diferenciar ciencia aplicada de tecnología expresa que “*The technologist has a problem which lies a little nearer to practice. Both applied scientist and technologist employ experiment, but in the former case guide by hypotheses deduced from theory, while in the latter case employing trial and error or skilled approaches derived from concrete experience*” (Feibleman, 1983).

Mario Bunge (1997a) es uno de los autores que ha hecho numerosos aportes a la problemática que estamos tratando. Precisamente, en “Ciencia, Técnica y Desarrollo” da luz a las diferencias y particularidades que existen entre ciencia básica, aplicada y tecnología, a partir del estudio de la práctica del científico básico y aplicado y del tecnólogo. Bunge, concibe la ciencia aplicada como el conjunto de las aplicaciones de la ciencia básica que emplea el mismo método que el científico básico. La diferencia entre el científico básico y aplicado radica en el tipo de problemas. El investigador básico trabaja en los problemas que le interesan, por motivos puramente cognoscitivos, mientras que el investigador aplicado estudia solamente problemas de posible interés social. La técnica se propone controlar ciertos sectores escogidos de la realidad con ayuda de conocimientos de todo tipo, en particular científicos. El punto de partida de los problemas técnicos es de índole práctica mientras que los científicos son cognoscitivos. Al técnico no le interesa todo el universo sino tan sólo lo que puede ser recurso natural o artefacto. Finalmente, en cuanto a la génesis del conocimiento, Bunge sostiene que la ciencia puede tener algún resultado utilizable, aun sin proponérselo, y la técnica puede producir algún conocimiento científico aun sin querer.

Aclarados los conceptos de ciencia aplicada y tecnología y las relaciones entre ellas existentes, pasaremos ahora a analizar el papel de las teorías en el campo tecnológico y la conformación de las reglas. Bunge en su trabajo *Acción* (en Mitcham 2004) analiza el papel de la teoría en las ciencias, ya sean básicas o pura o aplicadas, sosteniendo que constituyen la culminación de un ciclo de investigación y una guía para la investigación posterior. En cambio, en las técnicas, las teorías además de lo expresado para el caso de las ciencias, constituyen la base de un sistema de reglas que prescriben el curso de la acción práctica óptima. Posteriormente, analiza la presencia de teorías en las artes y oficios y expresa que en éstas o bien no pueden haber teorías o bien ser simplemente instrumentos de acción. Sin embargo, aclara Bunge, que esto no alude a la teoría entera sino a su parte periférica. Al hombre práctico solo le interesan los resultados finales de la teoría. Hoy en día, el hombre práctico ejecuta acciones tomadas a la luz del conocimiento tecnológico, no científico. La mayor parte del conocimiento científico puede estar lejos de la práctica y llegar hasta el punto de ser irrelevante para la acción. El conocimiento tecnológico que está constituido por teorías, reglas fundamentadas y datos, resulta de aplicar el método científico de la ciencia a problemas prácticos. Es por ello que la acción racional guiada por una teoría científica o tecnológica presenta actos basados en hipótesis fundamentadas, datos precisos y no simplemente en conocimiento práctico o tradición acrítica. ¿Cómo influye la teoría en la acción? La teoría puede ser relevante para la acción debido a dos razones: a). suministra conocimiento sobre los objetos de la acción (p/ej. teoría del vuelo), b). se refiere a la acción misma (p/ej. teoría de las decisiones óptimas para el tránsito aéreo).

Los dos casos anteriores constituyen ejemplos de teorías tecnológicas. A las que suministran conocimiento sobre los objetos de la acción se las denomina sustantivas, mientras que las que se refieren a la acción misma, reciben el nombre de operativas. Las teorías sustantivas son aplicaciones de teorías científicas a situaciones aproximadamente reales. Las teorías operativas se refieren a las operaciones de complejos hombre – máquina en situaciones aproximadamente reales. Las teorías sustantivas siempre están soportadas en teorías científicas, mientras que las operativas surgen de la investigación aplicada y pueden hasta llegar a no tener relación con las teorías sustantivas. En el caso de las teorías del valor, de la decisión, de los juegos y de la investigación operacional, no utilizan el conocimiento científico sustantivo sino el método de la ciencia. Pueden considerarse científicas y dirigidas a la acción o llamarse también teorías de la acción. Siguen siendo teorías tecnológicas pues su objetivo es más práctico que cognoscitivo, pero no presentan grandes diferencias con las de la ciencia. Las teorías operativas presentan entonces algunos rasgos característicos comunes con las de la ciencia, a saber: a). no se refieren a piezas de la realidad sino a modelos más o menos idealizados, b). Utilizan conceptos teoréticos, c). Absorber información empírica y enriquecer la experiencia dando predicciones o retrodicciones, d). Son empíricamente contrastables pero no en forma tan rigurosa como las teorías científicas. Asimismo, se pueden comparar las teorías tecnológicas con las científicas desde el punto de vista práctico y conceptual. Desde el punto de vista práctico son más ricas, pues pueden dar cuenta de averiguar lo que hay que hacer para evitar o conseguir o para cambiar el ritmo de los acontecimientos o su desarrollo de un modo predeterminado. Desde el punto de vista conceptual, son más pobres pues son

menos profundas. Esto se debe a que al hombre práctico le interesan los efectos brutos que ocurren y que son controlables a escala humana, quiere saber cómo puede hacer que las cosas trabajen para él las cosas que encuentra a su alcance. El investigador aplicado modelizará su sistema como una caja negra e identificará variables de entrada y salida y al resto de las variables las podrá tomar como intermedias útiles y manejables pero sin alcance ontológico. Aceptar trasladar sin más esta posición, lleva a un empobrecimiento conceptual de la teoría científica. Valgan como ejemplos los siguientes casos: el ingeniero molecular puede utilizar las teorías atómicas y molecular como meros instrumentos, lo que lleva a muchos a afirmar que las teorías científicas son meros instrumentos, un físico aplicado que trabaja en el diseño de instrumentos ópticos, usará casi exclusivamente lo que se sabía de óptica a mediados del siglo XVII sin tomar en cuenta mayormente la teoría ondulatoria de la luz. Podríamos encontrar numerosos ejemplos en distintos campos de la ciencia y la tecnología. Es por ello que Bunge sostiene de manera enfática que “(...) *si la investigación científica se hubiera sometido dócilmente a las necesidades inmediatas de la producción, no tendríamos ciencia*” (en Mitcham 2004: 68).

Pasando ahora a las Reglas Tecnológicas, siguiendo con la tesis que sostiene Bunge, diremos que una regla prescribe un curso de acción, es decir indica cómo debe uno proceder para conseguir un objetivo predeterminado. Se desprende entonces que las reglas son normativas, mientras que las fórmulas legaliformes dan cuenta de cuál es la forma de hechos posibles siendo su campo la realidad entera incluyendo a los que hacen o producen reglas, sus enunciados son interpretativos y descriptivos. Por tanto, las fórmulas legaliformes podrán ser verdaderas o no mientras que las reglas serán más o menos eficaces. De todo el espectro posible de reglas, las que nos interesan en este trabajo son las reglas de la ciencia y la tecnología que constituyen reglas fundamentadas de la investigación y la acción. Las reglas son fundamentadas cuando sí y sólo sí se basan en un conjunto de fórmulas de leyes capaces de dar razón de su efectividad. Previo a la adopción de una regla como efectiva se debe saber por qué es efectiva, se la debe separar o aislar de forma tal de conseguir una comprensión de su *modus operandi*. La fundamentación resulta fundamental pues indica el paso de las artes y oficios precientíficos a la tecnología contemporánea. ¿En qué consiste la fundamentación? En un sistema de fórmulas legaliformes pues dan cuenta de la causa de los hechos siempre que la regla funcione. Esto no implica que la efectividad de la regla esté dada solamente por la fundamentación. Lo que se quiere expresar es que para juzgar la condición de posibilidad de una regla de ser efectiva, se deben determinar los enunciados legaliformes subyacentes. Sostiene Bunge, que el nacimiento y el desarrollo de la tecnología moderna se basa en dos movimientos: a). el intento por fundamentar las reglas, b). transformar fórmulas legaliformes en reglas tecnológicas efectivas. Un ejemplo de reglas tecnológicas y su fundamentación es el siguiente:

- *El magnetismo desaparece por encima de la temperatura de Curie* (enunciado de la ley).
- *Si la temperatura de un cuerpo imantado rebasa su punto de Curie, entonces el cuerpo pierde su imantación* (reformulación de la ley como condicional explícito).

- *Si se calienta un cuerpo por encima de la temperatura de Curie, entonces pierde su imantación (enunciado nomopragmático).*
- *Para desimantar un cuerpo caliéntese por encima de la temperatura de Curie (R1).*
- *Para evitar la desimantación de un cuerpo, no se lo mantenga por encima de su temperatura de Curie (R2).*

Para el caso planteado, aparecen otras variables y elementos en juego como la presión, el tipo de horno, que la composición del material no se altera al entrar en contacto con el aire y el horno, etc. En algunos casos, el no considerar todas las variables y elementos puestos en juego puede conducir a la disminución de la efectividad de la regla. Surge entonces el siguiente interrogante: si no se puede predecir la efectividad de la regla a partir de la fórmula legaliforme ¿qué ocurriría con el procedimiento inverso? Esto conduce, desde la perspectiva que venimos analizando a afirmar que la tecnología es la ciencia aplicada que se manifiesta en el empleo de reglas fundadas.

La tesis de Mario Bunge, en la que se considera la tecnología como la ciencia aplicada que se manifiesta en el empleo de reglas fundadas, ha recibido y recibe numerosas objeciones desde los campos epistemológicos e históricos. Precisamente desde la historia de la tecnología se intenta demostrar que ésta no tuvo vínculo y/o dependencia directa con el conocimiento científico, y se llega así a señalar que la tecnología fue y es el motor del desarrollo científico. En algunos aspectos existen, a mi entender, indicios de verdad en este planteo. Hasta principios del siglo XX numerosos desarrollos tecnológicos no fueron una consecuencia de un conocimiento científico previo, sino que más bien actuaron como posibilitadores de éste. Sin embargo, en la actualidad, resulta por lo menos complejo concebir la tecnología como no sea en una relación estrecha con la ciencia básica y aplicada, y es impensable una tecnología "acientífica" o que sólo se desarrolle por el método de prueba y error sin necesidad de algún tipo de conocimiento científico. Pensemos solamente en el desarrollo de la microelectrónica y sus vínculos con la Química y la Física del Sólido o en los Sistemas de Control de Procesos Digitalizados y su relación con el Análisis Matemático y Matemática Discreta. Así, podría advertirse una suerte de epistemología subyacente a esta postura cuya metodología, propia del conocimiento tecnológico, llevaría a que la enseñanza de las ciencias y las tecnologías gire en torno a la resolución de los problemas ingenieriles, recreando de esta manera los procesos característicos de la profesión. En definitiva, lo que se está haciendo es romper con la concepción tradicional de tecnología como ciencia aplicada sustituyéndola por otra que la concibe como respuesta a necesidades y problemas básicos sociales.

Esta perspectiva, a nuestro juicio, genera una serie de interrogantes: ¿no se corre el riesgo de aplicar simplemente reglas tecnológicas y de esta forma empobrecer la formación del futuro ingeniero?, ¿cuál es el recorte que se hace de los conocimientos científicos básicos?, ¿se estaría generando en el estudiante una impronta que a lo largo de su formación lo lleve a afirmar: el conocimiento científico que no se ha transformado en regla tecnológica no es significativo o más aún, no sirve?

Finalmente y más allá de los interrogantes planteados en párrafos anteriores, la discusión que verdaderamente constituye el centro de la cuestión es el rol de la ciencia misma en la

formación de un profesional. Si no se aplica la Matemática, la Física o la Química, ¿lo que se postula no es acaso una tecnología pre científica?

III CONCLUSIONES

Acabamos de analizar lo que a nuestro entender resulta medular en un Diseño Curricular de carreras de Ingeniería: las posiciones que subyacen a ciencia básica y aplicada y tecnología y sus vinculaciones con las teorías científicas, tecnológicas (sustantivas y operativas) y las reglas tecnológicas bien fundadas. Por tanto, creemos que se percibe como necesaria la elaboración de una epistemología general y especial de la tecnología como así también una epistemología de la ingeniería.

Por otra parte, a través del desarrollo de esta ponencia, hemos puesto de relieve que la cuestión no sólo le atañe o le es específica a la Filosofía de la Ciencia y la Tecnología. Sus consecuencias se hacen presentes en forma directa en los planes de estudios, materias científicas y tecnológicas, horas dedicadas a cada una de ellas y planteos didácticos propuestos o llevados a cabo en las distintas asignaturas.

Finalmente, hemos expuesto y creemos haber demostrado lo potencialmente limitativo que puede ser sostener un concepto de tecnología escindido de la ciencia aplicada, en el que se suele confundir regla con teoría. Esta toma de posición netamente pragmatista, concibe a las ciencias como un instrumento y le asignan un papel subsidiario. Al respecto y a modo de cierre, sería importante tener en cuenta lo que expresase Covarrubias, al referirse al papel de las ciencias en la formación del ingeniero: *“...el sentido común en el ejercicio profesional del ingeniero, está dado principalmente en el conocimiento que se tenga de la naturaleza, donde a través de la física y la química y de las posibilidades de la razón humana para modelar ese comportamiento a través de las matemáticas, permitiendo actuar profesionalmente con sentido común, sobre lo que la teorías y herramientas poderosas como la computadora indiquen en múltiples ocasiones. Para ser realmente “Ciencias de la Transferencia” entre las ciencias puras y servicios útiles a la sociedad, se requieren conocimientos de esas ciencias puras que se transformen en servicios y productos útiles que se utilicen con sentido común, el menos común de todos los sentidos de acuerdo con Chesterton”* (Covarrubias, 1998).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTINA. Ministerio de Educación. Resoluciones N° 1232/2001, 1054/2002 y 786/2009.
- ARGENTINA. Universidad Tecnológica Nacional. Documento Materias Integradoras. Nuevo Diseño Curricular. Observaciones y Recomendaciones para 1997, 1997.
- ARGENTINA. Universidad Tecnológica Nacional. Ordenanza N° 1027/2004.
- BUCH, Tomás. **Tecnología en la vida cotidiana**. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2004.
- BUNGE, Mario. **Ética, Ciencia y Técnica**. Buenos Aires: Sudamericana, 1997b.
- BUNGE, Mario. **Ciencia, Técnica y Desarrollo**. Buenos Aires: Sudamericana, 1997a.
- BUNGE, Mario. **La Relación entre la Sociología y la Filosofía**. Madrid: EDAF, 2000.
- BUNGE, Mario. **Seudociencia e Ideología**. Madrid: Alianza, 1989.
- BUNGE, Mario. **Sociología de la Ciencia**. Buenos Aires: Sudamericana, 1998.
- CIAPUSCIO, Héctor. **Dédalo, tecnología y ética**. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2006.
- CIAPUSCIO, Héctor. **El Fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad**. Buenos Aires: EUDEBA, 1994.
- COVARRUBIAS, José Manuel. Tres documentos sobre la formación de ingenieros. **Revista Ingenierías**, México, Vol. 1, N° 1, Enero – Junio 1998.
- CUPANI, Alberto. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. **Scientle Studia**, Sao Paulo, vol. 4, N° 3, 2006.
- FEIBLEMAN, James. **Pure Science, Applied Science, and Technology: An Attempt at Definitions**. En Philosophy and Technology Reading in The Philosophical Problems and Technology, New York – London: The Free Press, 1983.
- GIULIANO, Gustavo. **Interrogar la tecnología: algunos fundamentos para un análisis crítico**. 1° ed. Buenos Aires: Nueva Librería, 2007.
- GÓMEZ, Ricardo J. CALIFORNIA STATE UNIVERSITY of LOS ÁNGELES. **What is that thing called philosophy of technology?**, 2007.
- HABERMAS, Jürgen. **Ciencia y técnica como “ideología”**. 4° ed. Madrid: Tecnos, 1999.
- HABERMAS, Jürgen. **Teoría y praxis. Estudios de filosofía social**, Madrid: TECNOS, 2002.
- LE GOFF, Jean Pierre. **La barbarie edulcorada: la modernización ciega de las empresas y la escuela**. 1° ed. Buenos Aires: Siglo XXI Editora Iberoamericana, 2009.
- MITCHAM, Carl, Mackey, Robert (Eds.). **Filosofía y tecnología**. Madrid: Encuentro, 2004.
- MITCHAM, Carl. **¿QUÉ ES LA FILOSOFÍA DE LA TECNOLOGÍA?** Barcelona: Anthopos, 1989.
- MITCHAM, Carl. **Thinking though technology. The Path between Engineering and Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel. **Tecnología: un enfoque filosófico**. Buenos Aires: EUDEBA, 1991.
- VÁZQUEZ, Stella Maris. **LA TEORÍA DEL CURRÍCULUM EN LA ACTUALIDAD**. Buenos Aires: CIAFIC EDICIONES, 1994.
- VEGA ENCABO, Jesús. **Los saberes de Odiseo: una filosofía de la técnica**. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2010.

Abstract: *The purpose of this paper is to perform some epistemological in respect to the question of science and technology in engineering studies. Our study begins with the analysis of the various approaches to basic science, applied science and technology taken by the Resolución Ministerial de la República Argentina, which sets the standards of validation for the engineering courses and dictates a typical curriculum design for engineering carrers; and we will confront these approaches to those coming from the philosophy of technology field. It is precisely in the latter field where the interpretive matrix that allows us to analyze the proposed question is found. We aim to contribute to the elucidation of this complex relationships and the way they impact in curriculum designs.*

Key words: *Science, Technology, Epistemology, Engineering, Teaching*