

IV Conferencia

Concepciones sobre Ciencia y Tecnología. Influencia en la formación de ingenieros y docentes para la carrera de ingeniería

Gustavo Adolfo Galland



El propósito de esta conferencia es el de analizar las distintas concepciones que sobre **ciencia** y **tecnología**, subyacen en los Diseños Curriculares de las carreras de Ingeniería y de Formación Docente para las carreras de Ingeniería. Sin embargo, y como veremos a lo largo de nuestro desarrollo, la cuestión es común a numerosas carreras de grado no limitándose a las de ingeniería.

La estructura que presenta este trabajo está dividida en cuatro bloques fundamentales, a saber: la primera de carácter introductorio, en la que realizaremos el planteo del problema, la segunda en donde presentaremos dos de los paradigmas que sustentan los diseños curriculares de las carreras de ingeniería, la tercera donde limitaremos los vocablos ciencia y tecnología y la cuarta y última en donde arribaremos a las conclusiones y propuestas sobre cursos de acción a seguir.

Introducción

La cuestión que intentamos abordar por lo general no es discutida a profundidad en los diseños de planes de estudio, puesto que se asume que este campo de conocimientos sólo le atañe o le es específico a la Filosofía de la Ciencia. 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.

Por otra parte, es común que en el ámbito de las Facultades de Ingeniería un número considerable de docentes no preste atención a la temática en cuestión. Pareciese que el tema epistemológico y filosófico conforman un tópico menor en el desarrollo de las distintas asignaturas o se acepte la postura vigente sin objeciones. Se olvida que de la consideración que se adopte en los **diseños curriculares**¹ se desprenden distintas prácticas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias y de las asignaturas tecnológicas. ¿Es posible no prestarle atención a esta problemática? ¿En qué medida afecta esto a la formación de grado de los ingenieros?

Ciencia básica aplicada y tecnología.
Paradigmas dominantes en los Diseños Curriculares.

Tecnología y ciencia aplicada, son utilizadas en muchos casos como sinónimos. Se habla de una “revolución científica-tecnológica” o se afirma cosas tales como que “la tecnología es ciencia aplicada” sin precisar el sentido de cada uno de estos términos. El problema excede ampliamente la currícula en la formación de grado de ingenieros y profesores de ingeniería puesto que, esta indeterminación, también alcanza a la asignación de recursos para planes de investigación en universidades y centros especializados.

Centrándonos ahora en el problema que nos ocupa, ciencia, ciencia aplicada y tecnología reciben distintas connotaciones según cuál sea el paradigma científico

adoptado en la concepción de los diseños curriculares. Delimitar el sentido de cada uno de estos vocablos no es tarea sencilla, puesto que supone la adopción de una postura epistemológica determinada. Uno de los problemas radica, por ejemplo, en la sutil frontera que separa a la ciencia aplicada de la tecnología que llegan a tomarse como sinónimos en algunos sistemas. Sin embargo, es mi deseo que esta exposición logre cuanto menos iniciar un proceso de debate seguido de propuestas sobre el tema que nos ocupa.

La tendencia dominante actual en los diseños curriculares de ingeniería, parece concebir a la tecnología como respuesta a problemas sociales a resolver, así el desarrollo científico asume un papel instrumental, con vistas a la solución del problema planteado. En tal sentido, existen numerosos trabajos² en los que se va aún más allá, llegándose a sostener la aparición de un nuevo paradigma en la ingeniería, sustentado en lo que han dado en llamar “la revolución científico-tecnológica del siglo XX”³.

El Diseño Curricular que típicamente manifiesta la adopción de este criterio, se centra en la inclusión de asignaturas integradoras que 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 esta integración de contenidos es, precisamente un problema ingenieril⁴ y su solución es la que determina el tipo de relaciones que se establecen con los demás contenidos que se subordinan a ella.

Podemos decir que estos diseños curriculares se centran fundamentalmente en una “concepción moderna de la Tecnología”⁵ 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”⁶. 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.

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.

El análisis de las posturas adoptadas sobre ciencia y tecnología, que subyacen en el modelo al que venimos haciendo referencia, presentan una serie de aspectos importantes de destacar. Cuando se afirma que se rompe con la concepción tradicional de tecnología como ciencia aplicada, se infiere que la tecnología estuvo relacionada con la ciencia aplicada y que en la actualidad ya no lo está o que la correlación ciencia aplicada-tecnología presentaba un error conceptual. Concedamos que sea verdad que la tecnología no es ciencia aplicada y que las ciencias giran alrededor del problema tecnológico. ¿Es posible afirmar entonces que el conocimiento científico se origina como respuesta a un problema concreto?

¿Tendríamos que aceptar que existe una relación de subordinación del conocimiento científico respecto del tecnológico? ¿Cuál es la concepción epistemológica de ciencia implícita en esta postura? ¿Es posible concebir la formación de grado de un ingeniero con un cuerpo de conocimientos científicos que sólo atiendan al estado actual del desarrollo tecnológico? 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 a las que deberá responder. ¿Podrá hacerlo si en su formación la ciencia sólo gira alrededor de los problemas tecnológicos de ese momento? Sin duda, todos estos interrogantes no encuentran respuesta satisfactoria en el marco de diseños curriculares como el antes descrito.

Estas cuestiones están íntimamente relacionadas con el perfil del graduado de las carreras de Ingeniería. Al respecto, la Oficina Internacional del Trabajo al clasificar a los Profesionales Científicos e Intelectuales, particularmente el grupo comprendido por Arquitectos, Ingenieros y Afines, expresa que “...investigan y perfeccionan o desarrollan conceptos, teorías y métodos o aplican los conocimientos de su especialización en campos como la arquitectura, la ingeniería o la tecnología o en la especialización de la eficiencia económica de procesos de producción”⁷. Dentro de las tareas típicas se destacan las de Investigación de conceptos o teorías y aplicación de conocimientos al campo de la tecnología. Sería válido entonces volver a preguntarse, si esto es posible con una formación que sólo atienda al estado actual del desarrollo tecnológico. Podríamos hacer más explícita la cuestión si nos detenemos a analizar, por ejemplo, el grupo primario de los Ingenieros Mecánicos. Estos “...proyectan y dirigen la producción, el funcionamiento, la conservación y la reparación de máquinas y maquinaria e instalaciones, equipos y

sistemas de producción industrial e investigan y asesoran al respecto, o estudian aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos y dan asesoramiento pertinente”⁸. Una de las funciones enumeradas anteriormente es la de investigación sobre nuevos materiales. Valga como referencia que en algunos diseños sólo se tiene un curso de Química General.

La concepción de tecnología que sustentan los diseños y reformas a los que venimos haciendo referencia, se relaciona con una postura filosófica acerca del conocimiento que entiende que éste se genera únicamente por intereses y está condicionado por la circunstancia histórico-social. Aquí se advierte una fuerte influencia de la Teoría de los Intereses Constitutivos de Saberes de Habermas en la que se postula que no existe el conocimiento puro, sino que los diversos intereses guían la manera de construir los saberes en relación con las distintas actividades del hombre. Al condicionar la construcción de los saberes a diversos intereses, que no son puramente cognoscitivos, comienza a notarse un deslizamiento del conocimiento científico hacia la técnica. Es por ello, que en los diseños curriculares se pone tanto énfasis en la técnica y la tecnología como generadoras de los saberes, y se les asigna a las ciencias básicas una función subsidiaria.

Por otra parte, y desde la visión histórica de la tecnología, se manifiesta una preocupación por señalar el lugar de ésta en relación con la ciencia. Se llega a interpretar “...la praxis tecnológica como una forma de conocimiento antes bien como una *aplicación de conocimiento*” (CIAPUS-CIO, 1994), señalando así “el carácter único del conocimiento tecnológico” (CIAPUS-CIO, 1984). Lo que se intenta fundamentar, a partir del estudio de la historia de la tecnología es 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 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 este último. Sin embargo, en la actualidad, resulta por lo menos complejo concebir a 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.

Estas concepciones centradas en la tecnología se han internalizado a tal punto en el ámbito de las Facultades de Ingeniería que se llega a expresar, tanto por parte de los profesores de Matemática, Física y Química como por los ingenieros, que las ciencias básicas en la formación del ingeniero deben ser consideradas como “herramientas”. ¿Qué debemos entender por “herramienta?” Referencialmente, un diccionario de uso común define herramienta como: *instrumento de hierro o acero con que trabajan los obreros: herramientas de carpintero*. Es claro que este término no está tomado en sentido literal, puesto que la Matemática, por ejemplo, no es un instrumento de acero. Pero entonces habrá que delimitar el alcance de la metáfora utilizada.

No cabe duda que en la formación del ingeniero el objeto de estudio no es la Matemática, la Física o la Química pura y sí su tecnología específica. Desde este punto

de vista podríamos decir que el término “herramienta”, que remite a la idea de instrumento, está correctamente empleado. Sin embargo no debe perderse de vista que más allá de no aspirar a lograr un especialista en ciencias básicas o aplicadas, la formación en ciencias constituye epistemológicamente y pedagógicamente una forma de acceso al conocimiento tanto científico como tecnológico.

El riesgo que se corre al considerar las ciencias como instrumentos es que las mismas se transformen en el estudio de un conjunto de definiciones y reglas de aplicación práctica a problemas relevantes en un momento o actuales. De esta forma estaríamos limitando fuertemente al futuro graduado de participar en equipos de investigación en ciencia aplicada o básica por su cosmovisión acerca del objeto de estudio, tanto científico como tecnológico.

Las limitaciones pedagógicas que provienen de considerar las ciencias como “herramientas” son variadas y se podrían analizar desde la óptica de distintas teorías psicológicas y del aprendizaje. El Procesamiento de la información, que conforma una de las ramas de la Psicología Cognitiva, plantea que para que información nueva presente en la memoria de corto plazo (M.C.P.) pueda ser almacenada en la memoria de largo plazo (M.L.P.) en forma organizada, debe existir un proceso de codificación. Esta codificación se logrará, entre otras condiciones, cuando la nueva información presente la mayor cantidad de vínculos o relaciones semánticas con la información anterior. Estas relaciones van conformando una profunda red cognitiva, que recibe el nombre de “esquema”⁹ o “engrama” según los autores. “Engrama representa una estructura modificable de información, constituida por conceptos genéricos almacenados en la memoria (...) los engramas son prototipos alojados en la memoria de situaciones vividas con fre-

cuencia y que los sujetos utilizan para interpretar los casos de conocimientos afines”¹⁰. En la medida que el estudiante de ingeniería principiante no disponga de una amplia y sólida red de engramas, tendrá dificultad para activar el o los engramas pertinentes para el almacenamiento y organización de la nueva información o conocimiento. Estos pueden generarse desde la misma ciencia básica o aplicada, y se activarán desde la necesidad de almacenar una nueva información ya sea científica o tecnológica. Es común en la actividad ingenieril que se tenga que matematizar un problema tecnológico. Si la disposición de engramas es pobre o reducida, el sujeto no podrá activar el o los que le permitan dar solución al problema.

A esta altura de nuestro desarrollo resulta evidente lo limitativo que resulta el considerar a las ciencias básicas como “herramientas” del conocimiento tecnológico. Si bien es cierto que aquellas cumplen una función que no es el fin perseguido por la ingeniería, constituyen campos de conocimientos y de investigación científicos, lo que les otorga un status epistemológico propio y no subordinado a sus posibles usos o aplicaciones. Estamos persuadidos de que en la enseñanza superior el objeto, la metódica y el lugar de cada ciencia debe ser respetado y esta postura debería reflejarse en los diseños curriculares de las carreras de Ingeniería y de las Licenciaturas que forman docentes para desempeñarse en ellas.

Otros de los paradigmas acerca de la tecnología, que sustentó gran parte de los diseños curriculares en el pasado hasta la década del 80', está dado por la consideración de ésta como ciencia aplicada. Recordemos que los antiguos planes de estudios presentaban como característica saliente la linealidad: ciencias básicas y aplicadas y luego tecnología. La actividad ingenieril se concebía de la siguiente forma: “(...) una

nueva tecnología comenzaría con el trabajo de los científicos que descubren nuevos conocimientos, a los que luego se les buscan aplicaciones prácticas. Después se procede, a través de la experimentación en los laboratorios, a desarrollar el conocimiento hasta alcanzar el nivel de un prototipo o la escala de una planta piloto de proceso. Finalmente, se procede a la concreción de su ingeniería y al diseño o selección de las maquinarias y equipos que se requieren para la producción en serie de los artículos surgidos de la investigación". (FERRARO, 1997).

Para ilustrar la postura anterior podemos presentar como ejemplo la carrera de Ingeniería Electrónica. En ésta, recién se comenzaba el estudio de la Física del Estado Sólido en el 3° año y de Electrónica Aplicada en el 4° año. Teoría de Circuitos se encontraba entre el 3° y 4° año y las Técnicas Digitales entre el 4° y 6° año. Los estudios comenzaban por el tratamiento de Análisis Matemático I, II y III, Física I, II y III, Álgebra, Geometría Analítica, Probabilidad y Estadística, Computación I, II y III, Geometría Descriptiva y Química I y II, sólo por citar algunas asignaturas. Se consideraba que para abordar el estudio de la Electrónica era condición necesaria tener una sólida formación científica básica, dado que las asignaturas ingenieriles eran la mera aplicación de la ciencia ya sea básica o aplicada.

El paradigma ciencia aplicada igual tecnología también presenta una serie de aspectos importantes a destacar. Durante los tres primeros años de las carreras no se abordaba prácticamente ningún estudio tecnológico, dilatando fuertemente la formación específica de la ingeniería. Al mismo tiempo se consideraba que el conocimiento tecnológico era una simple aplicación del científico, y no existía hasta el cuarto año de las carreras, formación tec-

nológica de la especialidad elegida. Por ende, la duración de los planes de estudios era sensiblemente extensa y enciclopédica, no existía una jerarquización de contenidos y no se encontraban ejes o vínculos entre las ciencias y la tecnología. Además, la manera en que se desarrollaba el estudio de las ciencias básicas estaba casi en su totalidad descontextualizada con el agravante de no recrear la forma en que se había arribado a dicho conocimiento. Resulta evidente que la idea subyacente estaba conformada por el supuesto de que a partir del problema tecnológico no era posible el surgimiento de algún tipo de conocimiento. En definitiva, se le asignaba a la tecnología un papel menor en la formación de los ingenieros. En un número importante de universidades, las carreras de Ingeniería surgieron como un desprendimiento de los departamentos o escuelas de Ciencias, Matemáticas y Físicas. ¿Es posible hablar de una impronta marcadamente científica en donde la tecnología tenía asignado un papel secundario o menor? No podríamos dar certeza de esta cuestión, pero esta situación es por lo menos para tener en cuenta cuando se quiere realizar un análisis sobre estas temáticas.

Hemos presentado hasta aquí, las dos concepciones que sobre ciencia y tecnología estuvieron o están vigentes en los planes de estudio de las carreras de ingeniería.

Delimitación de ciencia básica, aplicada y tecnología

Hemos visto que tecnología se suele utilizar como sinónimo de técnica o ciencia o ciencia aplicada. Es posible encontrarla también, como I&D (investigación científica y desarrollo) en donde se la correlaciona con ciencia. ¿Cuál es entonces la diferencia que existe entre ciencia básica, aplicada y tecnología?

Intentaremos dar respuesta a esta pregunta, desarrollando a continuación la tesis de Mario Bunge tal como la expresa en su libro *Seudociencia e Ideología* (1989). Las ciencias y tecnologías pueden ser caracterizadas como campos de conocimientos. Estos son un sector de la actividad humana dirigido a obtener, difundir o utilizar conocimientos de alguna clase, sean verdaderos o falsos, el que un campo de conocimientos logre alcanzar la verdad, el poder, la persuasión, la utilidad o alguna otra meta depende de ciertas características que se pueden expresar mediante la decapula:

$$C = \langle C, S, D, G, F, E, P, A, O, M \rangle$$

donde:

- C = Comunidad de sujetos que cultivan C.
- S = Sociedad anfitriona de C.
- D = Dominio o universo del discurso de C: los objetos de estudio de C.
- G = Concepción general o filosofía inherente a C.
- F = Fondo formal: conjunto de herramientas lógicas o matemáticas utilizables en C.
- E = Fondo específico o conjunto de supuestos que C toma de otros campos.
- P = Problemática o colección de problemas abordables en C.
- A = Fondo específico de conocimientos acumulado por C.
- O = Objetivos o metas de C.
- M = Metódica o conjunto de métodos utilizables en C.

Los campos de conocimientos se pueden subdividir en campos de creencias y campos de investigación. Estos últimos cambian de manera incesante por los resultados de la propia investigación y está permanentemente en flujo. La investigación es activa: busca, formula y soluciona problemas, descubre ideas y hechos, in-

venta hipótesis, teorías, métodos o artefactos. Es por ello que se los pueda analizar como un conjunto de "líneas" de investigación en etapa de diseño o de realización.

Una ciencia fáctica particular es un miembro

$$C = \langle C, S, D, G, F, E, P, A, O, M \rangle$$

de una familia de campos de investigación tal que, en el momento considerado:

1. C es una comunidad de investigadores: que forman un sistema compuesto por investigadores relacionados entre sí por la tradición y por canales de información.
2. S es una sociedad que apoya o al menos tolera las actividades específicas de C.
3. D es el dominio o universo del discurso que está compuesto exclusivamente de entes reales, actuales, posibles, pasados, presentes o futuros. Es decir, que D no contiene ficciones sino por error.
4. G es la concepción general o filosófica que está compuesta de: una ontología de cosas materiales que cambian conforme a leyes, una gnoseología realista y un ethos de la libre búsqueda de la verdad.
5. F es el fondo formal que es una colección de teorías y métodos formales al día.
6. E es el fondo específico que incluye una colección de datos, hipótesis, teorías y métodos bien confirmados al día, obtenidos en otros campos de la investigación.
7. P es la problemática.

8. A es el fondo de conocimiento acumulado en C compatible con E, obtenidos en C anteriormente y razonablemente verdaderos o eficaces.
9. O son los objetivos que incluyen el descubrimiento o uso de las leyes y la sistematización en teorías o hipótesis referentes a los D y el refinamiento de los métodos en M.
10. M es la metódica, compuesta exclusivamente de métodos escrutables.
11. Los items anteriores de C cambian en el curso del tiempo por las investigaciones en el mismo campo C como así también en F y E.
12. C tiene parientes próximos, es decir, que hay por lo menos otro campo de investigación contiguo $C' = \langle C', S', D', G', F', E', P', A', O', M' \rangle$, tal que:
 - 12.a. C y C' comparten la misma concepción general o filosofía G.
 - 12.b. F, E y A, así como O y M de ambos campos se solapan.
 - 12.c. D está incluido en D' y viceversa.

Ninguno de los doce ítemes anteriores por si solos, alcanza para que un campo de conocimientos sea considerado científico. Si un campo de conocimientos satisface parcialmente las doce condiciones anteriores se lo denomina semiciencia. Las semiciencias por lo general presentan gran acopio de datos y pocos modelos teóricos o gran cantidad de modelos matemáticos que no se ajustan a la realidad. Una ciencia madura se caracteriza por el equilibrio entre la investigación empírica y la teórica.

Por tanto, ciencia es el campo de investigación cuyo fondo específico es igual a la totalidad del conocimiento científico

acumulado en todas las ciencias particulares. Lo expresado permite de manera clara y contundente diferenciar a la tecnología de la ciencia ya sea básica o aplicada.

Siguiendo con las tesis de Mario Bunge sobre la temática en cuestión, en su obra *Ciencia, Técnica y Desarrollo* (1997) da luz a las diferencias y particularidades que existen entre ciencia básica, aplicada y tecnología, valiéndose para tal fin de una serie de ejemplos esclarecedores.

Consideramos un Físico que estudia la interacción entre la luz y los electrones, esta persona hace ciencia básica teórica o experimental si su único propósito es enriquecer el conocimiento humano de las interacciones entre la luz y los materiales. Otro Físico estudia la actividad fotoeléctrica de ciertas sustancias con el fin de comprender mejor cómo funcionan las células fotoeléctricas y poder, a posteriori, fabricar dispositivos más eficaces. Este Físico está realizando ciencia aplicada, teórica o experimental, pues aplica los conocimientos obtenidos en las investigaciones básicas. Valga la aclaración de que no se limita sólo a aplicar sino que busca nuevos conocimientos más específicos (distintos tipos de materiales, colores, etc). Si pasamos ahora a un laboratorio industrial, encontraremos al investigador estudiando las células fotoeléctricas pero no ya con el único fin de saber como funcionan sino que tratará de montarlas sobre un satélite artificial para poder obtener energía eléctrica que lo alimente. Este investigador no es un científico sino que se trata de un ingeniero y como tal su mirada está puesta fundamentalmente en la producción de artefactos útiles. Para esta persona, la ciencia ya no será un fin sino un medio para la producción de sus dispositivos o artefactos. Pasando ahora del laboratorio de I&D a una fábrica, ésta tratará de producir en cantidad baterías de células fotovoltaicas diseñadas por el ingeniero. La finalidad en este caso es obtener ganancias,

ya sea para la propia empresa o para la sociedad. Señala Bunge que distinguir tipos de actividad no significa que se las considere como entes separados, si bien son diferentes interactúan vigorosamente. Lo que comienza como una investigación desinteresada puede terminar como una mercancía o como un servicio. En la época moderna, y a diferencia de las anteriores, hay un flujo incesante de la investigación básica a la aplicada, de ésta a la técnica¹¹, y de ésta a la economía. Si el flujo es intenso, también lo es el reflujo. Ciencia básica, ciencia aplicada, técnica y economía, si bien son diferentes interactúan vigorosamente. Negar sus diferencias al igual que exagerarlas es un grave error. Además de estos cuatro sectores, también intervienen la concepción filosofía y la ideología. Por tanto, al analizar esta problemática tendremos que estudiar un sistema de múltiples realimentaciones que conforman una red compleja y dinámica.

Veamos ahora las relaciones entre ciencia básica o pura y ciencia aplicada. Ciencia aplicada puede definirse como el conjunto de las aplicaciones de la ciencia básica. La confusión radica en que el científico aplicado utiliza el mismo método que el científico básico. La diferencia estará en que uno y otro aplican el método científico a problemas de tipo diferente. El científico aplicado utiliza, puede ser sin cuestionar, las investigaciones y resultados del básico, y busca nuevos conocimientos en vista a posibles aplicaciones prácticas, aún cuando no emprenda una investigación técnica. En conclusión, tanto la investigación básica como la aplicada utilizan el método científico (datos, hipótesis, teorías, técnicas de cálculo o de medición, etc.). Pero mientras el investigador básico trabaja en los problemas que le interesan, por motivos puramente cognoscitivos¹², el investigador aplicado estudia solamente problemas de posible interés social.

En cuanto a la diferencia entre ciencia, ya sea básica o aplicada, y la técnica po-

demostramos decir que: mientras la primera se propone descubrir leyes a fin de comprender la realidad íntegra, la segunda 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 son 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. La investigación científica se contenta con conocer, la técnica emplea partes de conocimientos científico y agrega nuevos, para diseñar artefactos y planear cursos de acción que tengan algún valor para un determinado grupo social. La ciencia puede tener algún resultado utilizable, aún sin proponérselo, y la técnica puede producir algún conocimiento científico aun sin querer. Por tanto, no existe posibilidad de confundir ciencia básica, aplicada y técnica.

Conclusiones

Acabamos de analizar dos de los paradigmas dominantes, que subyacen en los Diseños Curriculares de las carreras de Ingeniería y de Formación Docente para las carreras de Ingeniería.

A través del desarrollo de esta conferencia, hemos puesto de relieve que la cuestión no sólo le atañe o le es específica a la Filosofía de la Ciencia. 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.

Los dos enfoques tienen parcialmente aspectos rescatables, y a través de una correcta síntesis pueden dar lugar a diseños pertinentes.

En el que se considera a la tecnología como respuesta a problemas sociales a

resolver, se pone el énfasis en la tecnología y se estructura toda la formación de grado alrededor de ella. Más allá de los supuestos filosóficos que sustentan esta posición y que por cierto son objetables, es positiva la revalorización que realizan de la tecnología en la formación del ingeniero y el espacio autónomo que le corresponde. Pero esto no nos debe llevar a pensar o afirmar que la misma puede transcurrir y desarrollarse sin vínculos y jerarquizaciones adecuadas con la ciencia básica y/o aplicada.

En cuanto al segundo enfoque tratado, tecnología igual a ciencia aplicada, ya hemos objetado lo erróneo de esta equiparación. Sin embargo, se destaca en éste el papel relevante que tiene la ciencia básica y/o aplicada en el desarrollo y formación tecnológica, considerando los avances del siglo XX en este sentido.

Estas cuestiones no se discuten y debaten debidamente en el ámbito universitario de la ingeniería, pero también son obviadas en otros ámbitos que requerirían que así fuese. ¿Por qué ocurre esto? Nuestra percepción es que uno de los motivos podría ser la posición de algunos sectores de la vida universitaria autodenominados “progresistas” que creen ver en la tecnología, carreras vinculadas y toda otra temática relacionada con ella, mandatos e influencias del modelo capitalista que impera en el mundo. Para ellos, la formación tecnológica en sus distintos niveles (medio, superior y universitario) no hace otra cosa que responder a los dictados del sistema neoliberal frente al cual es preciso oponerse.

Al respecto, consideramos oportuno aproximarnos a la visión que el propio Karl Marx manifiesta sobre la formación en tecnología:

“La burguesía, que al crear para sus hijos las escuelas politécnicas, agronómicas, etc., no hacía más que obedecer a las tendencias íntimas de la producción moderna,

sólo dio a los proletarios la sombra de la enseñanza profesional. Aunque la legislación de fábricas, primera concesión arrancada con grandes luchas al capital, se vio obligada a combinar la instrucción elemental, por mezquina que sea, con el trabajo industrial, la inevitable conquista del poder político por la clase obrera introducirá la enseñanza de la tecnología, práctica y teórica en las escuelas del pueblo” (MARX, 1867).

Por otra parte, en el ámbito de la universidad también se hacen presentes sectores que, al igual que los anteriores, se dicen “progresistas” y que apoyan en forma vehemente el desarrollo de diseños curriculares en donde se considere a la tecnología como centro de los diseños. En su toma de posición netamente pragmatista, conciben a las ciencias como un instrumento y le asignan un papel subsidiario. Rever las objeciones a esta postura no sería pertinente, pero si consideramos que valdría la pena reflexionar sobre las funciones de la universidad y la enseñanza en ella. A este respecto Lyotard, al referirse a la enseñanza superior expresa que:

“En el contexto de la deslegitimación, las universidades y las instituciones de enseñanza superior son de ahora en adelante solicitadas para que fueren sus competencias, y no sus ideas: tantos médicos, tantos profesores de cual o tal disciplina, tantos ingenieros, tantos administradores, etc. La transmisión de los saberes ya no aparece como destinada a formar una élite capaz de guiar a la nación en su emancipación, proporciona los jugadores capaces de asegurar convenientemente su papel en los puestos pragmáticos de los que las instituciones tienen necesidad (...) La pregunta, explícita o no, planteada por el estudiante profesionalista, por el Estado o por la institución de enseñanza superior, ya no es: ¿es eso verdad?, sino ¿para qué sirve?”. (LYOTARD, 1994).

¿Pueden los países en desarrollo negarse a conocer, debatir y plasmar en diseños los fundamentos de la educación tecnológica, aduciendo que ésta legitima los mandatos de un modelo neoliberal? En otra dirección, ¿pueden estos países concebir una educación tecnológica plasmada en diseños curriculares funcionalistas y que atiendan exclusivamente a la formación

de competencias y no al desarrollo de las ciencias y las ideas?

Creemos que debe existir un espacio en donde se concrete el debate y la discusión de las temáticas tratadas en este trabajo. Los países que aspiren a lograr la independencia económica y política con justicia social no pueden limitar a sus ingenieros a que se formen exclusivamente en las competencias, negándoles la posibilidad del desarrollo científico y la generación de ideas. Pero al mismo tiempo una formación dominada por las ciencias, no permitirá un desarrollo tecnológico apropiado.

La definición curricular constituye el aspecto medular de esta cuestión. Es ahí en donde se debe buscar el equilibrio necesario, con vistas a la formación de un profesional de la ingeniería que domine las tecnologías actuales, con sólida preparación científica para afrontar las discontinuidades y que al mismo tiempo sea capaz de innovar en pos del bien común personal y de la sociedad.

Notas

1. Sobre este tema existen diversas concepciones. Para esta conferencia, consideraremos al curriculum como una especificación de las intencionalidades educativas y del plan o planes de acción para conseguirlos, debe situarse en el punto justo entre la teoría y la práctica, partiendo de la primera pero contextualizándose en la segunda, suministrando al mismo tiempo líneas de acción al profesor. Sintetiza posturas filosóficas, acerca del sujeto de la educación, ideológicas, políticas, pedagógicas, psicológicas. No se circunscribe a enumerar objetivos, asignaturas y contenidos, por tanto no debe confundirse con plan de estudios.
2. Por ejemplo las publicaciones que realiza la Organización de Estados Iberoamericanos OEI, para la Educación, la Ciencia y la Cultural. Programa Ciencia, Tecnología y Sociedad e Innovación CTS+1.

3. Al respecto ver el documento Materias Integradoras. Nuevo Diseño curricular. Observaciones y Recomendaciones para 1997. Universidad Tecnológica Nacional U.T.N., 1997.
4. Debe entenderse por "problema ingenieril" a aquellos problemas típicos de la ingeniería, y que a posteriori estructuran verticalmente la carrera. También podríamos llamarlo áreas de desempeño característico.
5. *Ibidem.*
6. *Ibidem.*
7. Oficina Internacional del Trabajo OIT. *Clasificación internacional. Informe de Ocupaciones: CIUO-88.* Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, 1991, p. 59.
8. *Ibidem*, p. 62.
9. "Los esquemas según Rumelhart (1980), son las unidades en las cuales no sólo está almacenado todo el conocimiento, sino también la información necesaria sobre cómo utilizar ese conocimiento. Un esquema, entonces, es una estructura de datos que representa los conceptos genéricos archivados en la memoria. Hay esquemas que representan nuestro conocimiento acerca de todos los conceptos, los que subyacen a los objetos, eventos, secuencias de eventos, acciones y secuencia de acciones. Un esquema contiene, como parte de su especificación, la red de interrelaciones que mantienen entre sí las partes constitutivas del concepto en cuestión. (Rumelhart, 1980)". Dubois, 1995.
10. Rumelhart, 1981. Citado por Glaser, 1988.
11. Bunge, en su obra *Ciencia, Técnica y Desarrollo* (1997) emplea el término "técnica" para referirse conceptualmente a lo mismo que aquí entendemos por "tecnología".
12. Si bien Bunge señala el carácter "puro" de la investigación científica básica, adjudicándose motivaciones puramente cognoscitivas, debemos considerar que la misma está influenciada por principios filosóficos o ideológicos que condicionan los planes de investigación. Esta temática es por demás compleja, y resulta por lo menos opinable la aseveración que realiza Bunge.

Referencias bibliográficas

Bunge, Mario. *Seudociencia e Ideología*. Ed. Alianza. Madrid. 1989.

_____. *Ciencia, Técnica y Desarrollo*. Ed. Sudamericana, Buenos Aires. 1997.

_____. *Ética, Ciencia y Técnica*. Ed. Sudamericana, Buenos Aires. 1997.

_____. *Sociología de la Ciencia*. Ed. Sudamericana, Buenos Aires. 1998.

_____. *La relación entre la Sociología y la Filosofía*. Ed. EDAF, Madrid. 2000.

Clapuscio, Héctor. *El Fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad*. Ed. EUDEBA, Buenos Aires. 1994.

Dubois, María Eugenia. *El Proceso de Lectura. De la teoría a la Práctica*, 4°

Edición, Ed. AIQUE, Buenos Aires. 1995.

Ferraro, Héctor, LERCH, Carlos. *¿Qué es qué en Tecnología?* Ed. Granica, Buenos Aires. 1997.

Glaser, R. *Cognitive Science and Education*, In International Social Science Journal, p. 21-44. 1988.

Habermas, Jürgen. *Ciencias y Técnica como "Ideología"*. Ed. Tecnos, Madrid. 1997.

Lyotard, Jean-Francois. *La Condición Postmoderna*. Ed. Cátedra, Madrid. 1994.

Marx, Carlos. *El Capital, Crítica de la Economía Política*. Tomo I, Ed. Carthago, México. 1983.

Parajon, Carlos. *Empleo del Lenguaje y Verdad*. Ed. Biblos, Buenos Aires. 1998.