

Importancia de la inclusión de contenidos CTS en la formación de ingenieros.

Karina Cecilia Ferrando.

Cita:

Karina Cecilia Ferrando (2007). *Importancia de la inclusión de contenidos CTS en la formación de ingenieros. VII Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-106/425>

IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN DE CONTENIDOS CTS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS¹

Karina Cecilia Ferrando

Programa Ciencia Tecnología Sociedad Facultad Regional Avellaneda (CTS-FRA)

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda

kferrando@fra.utn.edu.ar

“El Ingeniero debería comprender que sus actividades profesionales afectan a todos los elementos de nuestra cultura, que un puente o un teléfono satisfacen necesidades económicas y sociales y poseen valores estéticos y culturales, así como elementos tecnológicos. (...) Todo el que esté algo interesado en comprender el pasado, en aprender cómo llegó a ser el presente tal como es, o en especular sobre el futuro – y ello debería incluir a todo hombre pensante -, debe preocuparse por la evolución de la tecnología y su relación con la sociedad y la cultura.”

*Melvin Kranzberg, “Al comenzar”, Nota introductoria al primer número de la revista **Technology and Culture**, publicación de la **Society for the History of Technology (SHOT)** invierno de 1959-1960.*

INTRODUCCIÓN

Las nuevas exigencias del mundo contemporáneo en el mercado laboral, imponen una revisión de las formas de educar en todos los ámbitos.

No cabe duda que hoy nos encontramos frente a una nueva realidad que no solo remite a lo técnico - económico sino que también a las bases científico tecnológicas (como un aspecto del ámbito socio - cultural y político) que lo sustentan. Esto impacta tanto en el plano institucional y cultural como en el plano didáctico y metodológico relacionado con lo profesional.

El sistema educativo, en tanto ejecutor y mediador de una política más amplia, tiene un papel fundamental en producir y transmitir ese cambio.

El conocimiento científico-tecnológico, plenamente reconocido ahora como factor del desarrollo económico, requiere de las ciencias de la transferencia² para realizar su potencial de cambio. Apreciando a la Ingeniería como una de ellas, encontramos que urge tomar conciencia de la importancia que reviste, para los futuros profesionales, contar con una adecuada formación sobre los problemas de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

En este contexto nos proponemos analizar la importancia que tiene la inclusión de contenidos CTS en los diseños curriculares de las carreras de Ingeniería para afrontar los requerimientos del nuevo paradigma técnico económico cuya característica sobresaliente- el cambio tecnológico - afecta en forma crucial a nuestra sociedad. A propósito de esto, creemos conveniente aclarar que la preocupación se plantea no sólo en términos de satisfacer los requerimientos del mercado de trabajo, sino también (y sobre todo) como habilidad para comprender y procesar las demandas sociales de estos tiempos.

El cambio tecnológico impone a los futuros Ingenieros contar con una sólida formación en la problemática tecnológica en su vinculación con la sociedad.

Según Winner³, “Los ingenieros han demostrado poco interés en llenar este vacío (dar respuestas acerca de cuestiones relacionadas con la filosofía de la ciencia y la tecnología). Con excepción de frívolas declaraciones en ocasión de los discursos anuales en diferentes Sociedades de Ingeniería, típicamente las que celebran la contribución de cierta vocación técnica, en particular para un mejoramiento de la raza humana, los Ingenieros no parecen estar conscientes de las cuestiones filosóficas a que pueden dedicarse en su trabajo”.

La Ingeniería es vista hoy en día casi exclusivamente como la aplicación de principios científicos para fines prácticos. La preocupación por las ciencias humanas y sociales es déficit sensible en la formación de profesionales del área al menos en nuestro país.

El modelo universitario que tenemos en vista como ejemplo de inclusión de contenidos en este sentido es el de Estados Unidos donde prácticamente todos los diseños curriculares (independientemente de la carrera que se trate) otorgan un 20% de la carga horaria total a lo que denominan “general education”, constituida básicamente por las ciencias humanas y sociales⁴.

Entendemos que la inclusión de contenidos CTS en la formación nos permitirá cubrir las características (o al menos acercarnos a ellas) que, según Toporow⁵, deberá tener el Ingeniero del futuro, quien: “no será exigido apenas por la aplicación que haga de la ciencia y la tecnología moderna sino también por su sensibilidad en lidiar con las implicaciones sociales de las nuevas tecnologías y soluciones de la Ingeniería. Como cosas de la Ingeniería, él precisa considerar el abordaje del proyecto, la selección de los materiales y procesos, los esquemas de fabricación, además de los costos. Como cosas humanas él tendrá que considerar las implicaciones sociales y los impactos de sus tecnologías en la calidad de vida presente y futura. Él precisa preguntar y buscar responder las preguntas: Esto: ¿puede ser hecho? y ¿Pueden las consecuencias ser controladas?”.

LA “CULTURA” DE LA TECNOLOGÍA

Si tenemos en cuenta las características personales y perfil del ingeniero del siglo XXI y pensando acerca de los contenidos que deberían darse a los futuros ingenieros en su formación destacando la importancia del lugar que en esos contenidos se otorgue a los contenidos CTS, un punto que tomaremos es que *la educación tecnológica hoy debe responder a la realidad de la tecnología en el mundo actual*. Es muy importante, en el plano educativo, evitar transmitir una imagen distorsionada o idealizada de la naturaleza de la tecnología.

López Cerezo y Valenti⁶ afirman al respecto que la tecnología no es una colección de ideas o de máquinas sujetas a una evolución propia, que se exprese en los términos objetivos del incremento de eficiencia. Toda tecnología es lo que es en virtud de un contexto social definitorio, un contexto que incluye productores, usuarios, afectados, interesados, etc. Es en ese contexto donde se define lo eficiente o ineficiente en virtud de unos objetivos que, en última instancia, responden a valores no técnicos. La importante dimensión social de la tecnología no puede ser descuidada en la organización curricular de la enseñanza de la misma.

Si la tecnología no sólo responde a valores técnicos pues hacer tecnología involucra otros valores sociales, entonces la tecnología ha de ser considerada un asunto de interés general dada la extraordinaria relevancia social que el cambio de paradigma técnico – económico ha adquirido en el mundo actual.

Entendemos el concepto de paradigma técnico – económico, de acuerdo con Dosi⁷, de la siguiente manera: “como una combinación más eficiente de productos y procesos, interrelacionados con innovaciones técnicas, organizacionales y de gestión empresarial, que promueven un crecimiento de la productividad de toda, o de una parte, de la economía, reducen drásticamente los costos de numerosos productos y servicios, cambian la estructura de costos relativos y abren de manera inédita una nueva gama de oportunidades para las inversiones rentables”.

En este sentido, suponemos que es el paradigma técnico – económico el que define contextualmente las necesidades que deben ser satisfechas, los principios científicos a utilizar para realizar las tareas, las tecnologías materiales que deben ser usadas, las oportunidades tecnológicas para llevar a cabo innovaciones de algunos procedimientos básicos y la forma de explotarlos.

El cambio de paradigma a que hacemos referencia implica una transformación radical de las ingenierías y las técnicas de gestión, por lo que trae aparejados ciertos cambios que requieren de la aceptación social para su posterior incorporación. El uso de nuevas tecnologías innovadoras implica cambios en la legislación, en la educación, y en los modos de organización de la producción.

En un informe elaborado por la OCDE⁸ se destaca en las conclusiones que no se puede aprovechar plenamente el potencial técnico o económico de las nuevas tecnologías sin introducir al mismo tiempo, o con anterioridad, los cambios

necesarios en el ámbito institucional y social, y a este respecto son particularmente importantes los del sistema de educación y capacitación.

ORÍGENES DE LA PREOCUPACIÓN

En la tradición humanística la tecnología se entiende como algo más que sus aspectos materiales y se la relaciona con los cambios de la cultura y la historia humana.

La filosofía de la tecnología constituye un ámbito de reflexión relativamente reciente, en comparación con otros temas de interés filosófico como la ciencia o la moral. Este hecho no es independiente del cambio en las sensibilidades públicas respecto al cambio tecnológico y las tendencias de la filosofía contemporánea.

Los recientes enfoques historicistas y naturalistas en filosofía de la ciencia, y el desarrollo de los estudios CTS, han favorecido una visión más realista y contextualizada de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología, facilitando la toma de conciencia sobre la gran diversidad de problemas filosóficos específicos que plantea la tecnología.

La tecnología, por otro lado, ha sido tematizada como problema social en las últimas décadas, pasando a ocupar un lugar destacado en los medios de comunicación, los foros públicos y las agendas políticas. Con el intenso desarrollo tecnológico actual, se ha hecho especialmente evidente la estrecha dependencia de la economía, las instituciones y las formas de vida respecto de artefactos y procesos tecnológicos, así como las graves repercusiones ambientales o dilemas éticos y jurídicos suscitados por la energía nuclear, la biotecnología o Internet. Como resultado de ambos factores, el interés por la tecnología adquiere en las últimas décadas un notable impulso y termina por hacer de ésta un objeto de estudio para el mundo académico.

Las nuevas orientaciones académicas y el cambio en la opinión pública son, con todo, factores relacionados. La conceptualización académica de la tecnología, entendida como ciencia aplicada, no hacía más que reflejar un punto de vista culturalmente generalizado durante buena parte del presente siglo.

Finalizada la II Guerra Mundial se establece el conocido como contrato social para la ciencia. Con este contrato social cristaliza un modo determinado de entender las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad: el llamado "modelo lineal de innovación". Este modelo establece una relación lineal que va desde la generación de conocimiento científico básico hasta el bienestar social pasando por la innovación tecnológica y el aumento de producción. La formulación de este punto de vista aparece con toda claridad en el informe de

Vannevar Bush, *Science. The Endless Frontier*, que sería la base de la política científica norteamericana durante aproximadamente dos décadas, una política congruente con las tesis principales del establishment académico. Las principales características de dicho modelo son las siguientes:

1. La tecnología se conceptualiza como ciencia aplicada. El desarrollo tecnológico depende de la investigación en ciencia básica. La investigación básica es el único modo de conseguir nuevo conocimiento.
2. El uso del nuevo conocimiento científico da lugar a resultados sociales positivos. La tecnología es la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas prácticos. Se equipara, de hecho, bienestar social a crecimiento económico y éste a innovación.
3. La financiación de la investigación básica corresponde principalmente a los poderes públicos. El conocimiento científico es socialmente beneficioso, pero al no ser apropiable no sería desarrollado por agentes privados, por lo que debe ser el estado quien se encargue de este cometido.

En esta conceptualización, como es evidente, la tecnología no plantea problemas epistemológicos o éticos destacables. Es un mero instrumento, un eslabón intermedio entre la ciencia y la satisfacción de demandas sociales. No es de extrañar que la tecnología pasara desapercibida durante mucho tiempo para la filosofía, las humanidades y las ciencias sociales (aunque existen algunas excepciones). Con el mencionado cambio en las sensibilidades públicas y académicas, entre finales de los años 60 y principios de los 70, el contrato social para la ciencia, y la naturaleza misma de la relación entre ciencia-tecnología-sociedad, comienza a ser cuestionado tanto por la acción de movimientos sociales como por nuevos enfoques analíticos en las humanidades y las ciencias sociales.

Esos nuevos enfoques en el ámbito académico critican la conceptualización de la tecnología como ciencia aplicada.

Los principales argumentos en su contra son los siguientes:

- La tecnología modifica los conceptos científicos.
- La tecnología utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia.
- La especificidad del conocimiento tecnológico.
- La dependencia de la tecnología de las habilidades técnicas.

Estas cuatro líneas de argumentación no niegan necesariamente que exista relación entre la ciencia y la tecnología, lo que niegan es que esta relación sea exclusivamente la que se expresa en la comprensión de la tecnología como ciencia aplicada. De hecho, el trabajo empírico realizado sobre el cambio tecnológico desde diferentes disciplinas en las últimas décadas es útil para dilucidar algunos rasgos generales de la relación entre ciencia y tecnología:

1. La tecnología es producto del conocimiento tecnológico y de otros factores como valores, contextos sociales, económicos, políticos, etc.
2. El conocimiento tecnológico está formado por conocimiento codificado y por conocimiento tácito.
3. El conocimiento codificado está formado por conocimiento científico, por conocimiento tecnológico relacionado con la ciencia (contenido y método) y por conocimiento técnico no relacionado con teorías científicas.
4. En cada ámbito de desarrollo tecnológico particular la combinación de estos factores puede variar substancialmente (por ejemplo la relación ciencia-tecnología es muy estrecha en ámbitos como la biotecnología, y más distante en las tecnologías de producción mecánica o el transporte).

Liberada la tecnología de su conceptualización como ciencia aplicada, aparece como objeto de análisis epistemológicos, éticos y políticos.

Las investigaciones sobre estos temas conectan desarrollos en filosofía de la tecnología, filosofía de la ciencia y filosofía moral y política. El conocimiento científico no es sólo uno de los factores que influyen en la generación y reemplazo de tecnologías, es también uno de los recursos con los que cuentan las sociedades contemporáneas para controlar los efectos indeseados del desarrollo tecnológico.

Muchos autores analizan hoy cómo la nueva comprensión del conocimiento científico basada en estas tesis afecta la regulación de la tecnología y ayuda a controlar sus impactos ambientales y sociales.

Es de esperar que la continuidad de los estudios de esta índole y su aceptación como campo disciplinario específico por parte del mundo académico concilie ámbitos de trabajo que se han dado la espalda tradicionalmente.

APORTES DE LA CULTURA DE LA TECNOLOGÍA PARA LA INGENIERÍA

En el contexto mencionado consideramos oportuno revisar la formación que se brinda a los futuros ingenieros teniendo en cuenta los cambios de concepción en cuanto a la tecnología como objeto de estudio, y, en este caso en particular, como herramienta de la Ingeniería.

De acuerdo con Pacey⁹ en la comprensión de la dimensión cultural de la tecnología, es preciso reconocer los ideales, los valores y la visión que alimentan cualquier innovación e investigación. Se reflejan en todos los aspectos de la

práctica de la tecnología, desde las políticas económicas que influyen en su aplicación hasta la conducta profesional de los ingenieros y técnicos, médicos y científicos.

El diagrama de las definiciones de “tecnología” y “práctica tecnológica”¹⁰ que presentamos a continuación nos permite visualizar los aspectos que deberían tenerse en cuenta en la formación “cultural” de los ingenieros en cuanto tecnólogos:

G01

Viendo la distinción que hace Pacey¹¹ entre tecnología en sentido restringido y tecnología en sentido amplio, es conveniente recordar que, en el primer caso, los valores culturales y los factores organizativos quedan fuera de ella, reduciéndola completamente a sus aspectos técnicos. Tener en cuenta sólo esta perspectiva de que la tecnología se inicia y termina con la máquina, se ha dado en llamar visión de túnel en ingeniería.

“La visión de túnel en actitudes frente a la tecnología, se extiende mucho más allá de quienes han recibido educación especializada, pues afecta también la toma de decisiones políticas e influye en las expectativas populares.(...) Pero todos estos problemas (seguridad militar, contaminación, cura del cáncer) tienen un componente social. Abrigar la esperanza de una solución técnica para cualquiera de ellos, que no incluya medidas culturales y sociales, es moverse en un terreno ilusorio. (...) Muchos profesionales de la tecnología son muy conscientes de que los problemas que enfrentan tienen implicaciones sociales, pero no saben con certeza la forma de manejarlos. Considerar únicamente los detalles técnicos y dejar de lado otros aspectos, es la opción más cómoda y, después de todo, la manera en que fueron educados¹²”.

De lo anterior se desprende la necesidad de formar Ingenieros con una visión amplia de la tecnología, lo cual incluiría, dentro de lo cultural y organizacional, aspectos de ética de la tecnología.

En este sentido es conveniente intentar responder a preguntas del tipo:

- ✚ ¿Es responsable el tecnólogo por la utilización de sus investigaciones o de sus innovaciones?
- ✚ ¿Es la tecnología éticamente neutral?
- ✚ ¿Por qué los fines no justificarían los medios?

La tecnología no es éticamente neutral porque no es sólo un instrumento de la práctica humana sino también una forma de ella; la ética de la tecnología concierne a la práctica ética humana y sus problemas normativos.

Los problemas de ejecución por profesionales (como la asignación de costos, beneficio, riesgos) constituyen un campo de Interés en sí mismos (conflictos sociales, de trabajo, ambientales, etc.).

Históricamente encontramos, en principio, que el desarrollo de la tecnología refleja los más altos atributos de la inteligencia, la inventiva y la inquietud humanas. Luego los hombres dan “suelta a cambios imponentes con un caballeresco desprecio por las consecuencias; empiezan a “usar” aparatos, técnica y organización sin prestar atención al modo cómo estos “instrumentos” intervienen inesperadamente en sus vidas; someten voluntariamente el gobierno de sus asuntos a la pericia de otros. (...) La concepción elemental de la correlación fines–medios en la tecnología científica, básicamente intacta desde Francis Bacon, era universalmente aceptada como modelo de conducta técnica¹³”

“La tarea fundamental es la de buscar modos más inteligentes de enfocar los cambios tecnológicos y sus posibles consecuencias tanto en la naturaleza como en la sociedad. Lo ideal aquí sería la posibilidad de prever todo el amplio abanico de consecuencias relevantes de antemano. Pudiéndose así determinar de manera precisa el riesgo de proceder de un modo mejor que de otro distinto¹⁴”.

DISTINTAS GENERACIONES DE INGENIEROS

Frente a esta tabla de la evolución la profesión de la Ingeniería

G02

el profesor Miszalski¹⁵ se formula las siguientes preguntas:

- ¿Como será la siguiente generación de ingenieros?
- ¿Qué desafíos darán forma a su personalidad?
- ¿Qué necesidades y requerimientos influirán en su perfil profesional?
- ¿Qué cambios deberán introducirse inmediatamente en los programas de educación y capacitación actuales?

Al respecto, Sobrevila¹⁶ nos dice:

“Desde nuestra perspectiva argentina, la más dramática conclusión a la que llegamos es que debemos reformar drásticamente los planes de estudio de nuestras universidades, que son decididamente antiguos. Están en la etapa 3ª del cuadro anterior y, además, teñidos todavía por una sobrecarga científica innecesaria o mal ubicada. Como dice Bignoli: "La ingeniería es un arte asistido por las ciencias" y las exageraciones nos ha llevado a planes de estudio en que la enseñanza de los contenidos científicos ha ido más allá de lo necesario para una carrera de grado. Mucho de lo que hoy se enseña de ciencias debería ser trasladado inmediatamente a los postgrados.

Pero lo más importante en el futuro candidato a ingeniero -desde el mismo momento en que ingresa a una facultad de ingeniería- es crear en él la personalidad

profesional. Ello no excluye que, simultáneamente, se le otorgue una base científica general, breve y sólida, para sobre ella edificar la ingeniería. El joven que ingresa a una carrera de ingeniería, lo que va a buscar, es ingeniería. Sin embargo, en la mayor parte de las escuelas de ingeniería debe esperar hasta su cuarto año de estudios para entrar en lo específico que le agrada y que necesita para trabajar de ingeniero. Hasta el fin del tercer año debe estudiar ciencias en una dosis y con una intención equivocadas, que nada tienen que ver con lo que se le exigirá cuando ingrese al mundo del trabajo, al que llega desvalido de herramientas para defenderse y tener éxito. A un ingeniero se le pide que resuelva problemas de la sociedad, no que publique "papers" en revistas con referato, para concurrir en comisión a congresos científicos".

FORMAS DE INCLUSIÓN

El objetivo de la educación en CTS es la alfabetización para propiciar la formación de amplios segmentos sociales de acuerdo con la nueva imagen de la ciencia y la tecnología.

Las unidades curriculares CTS - bien sea integradas en programas ya establecidos en ciencia, tecnología e ingeniería, ciencias sociales, o en cursos de arte y lenguas; o bien estructuradas como cursos independientes- contemplan, generalmente, cinco fases:

- 1) Formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y con la calidad de vida;
- 2) toma de conciencia e investigación de temas CTS específicos, enfocados tanto en el contenido científico y tecnológico, como en los efectos de las distintas opciones tecnológicas sobre el bienestar de los individuos y el bien común;
- 3) toma de decisiones con relación a estas opciones, tomando en consideración factores científicos, técnicos, éticos, económicos y políticos;
- 4) acción individual y social responsable, encaminada a llevar a la práctica el proceso de estudio y toma de decisiones, generalmente en colaboración con grupos comunitarios (por ejemplo, "talleres científicos", grupos ecologistas, etc.);
- 5) generalización a consideraciones más amplias de teoría y principio, incluyendo la naturaleza "sistémica" de la tecnología y sus impactos sociales y ambientales, la formulación de políticas en las democracias tecnológicas modernas, y los principios éticos que puedan guiar el estilo de vida y las decisiones políticas sobre el desarrollo tecnológico.

Un elemento clave del cambio de la imagen de la ciencia y la tecnología propiciado por los estudios CTS consiste en la renovación educativa tanto en

contenidos curriculares como en metodología y técnicas didácticas. En este sentido se han desarrollado los programas educativos CTS, implantados en la enseñanza superior de numerosas universidades desde finales de los años 60.

En este ámbito de la enseñanza superior, los programas CTS suelen ofrecerse como especialización de postgrado (cursos, diplomaturas, Master) o complemento curricular pregrado para estudiantes de diversas procedencias.

Se trata, por un lado, de proporcionar una formación humanística básica a estudiantes de ingenierías y ciencias naturales. El objetivo es desarrollar en los estudiantes una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de las ya conocidas, transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, así como del papel político de los expertos en la sociedad contemporánea.

En su célebre Conferencia de 1959, Snow¹⁷ hablaba de una escisión de la vida intelectual y práctica de occidente en dos grupos polarmente opuestos, separados por un abismo de incomprensión mutua. Se refería a las culturas humanística y científico-técnica. El propósito principal de la educación CTS es tratar de cerrar esa brecha entre dos culturas, puesto que ésta constituye el mejor caldo de cultivo para el desarrollo de peligrosas actitudes tecnófobas, además de dificultar la participación ciudadana en la transformación tecnológica de nuestras formas de vida y ordenamiento institucional.

La educación en CTS no solo comprende los aspectos organizativos y de contenido curricular, debe alcanzar también los aspectos propios de la didáctica. Para empezar, es importante entender que el objetivo general del docente es la promoción de una actitud creativa, crítica e ilustrada, en la perspectiva de construir colectivamente la clase y en general los espacios de aprendizaje. En dicha “construcción colectiva” se trata, más que de manejar información, de articular conocimientos, argumentos y contra-argumentos, sobre la base de problemas compartidos, en este caso relacionados con las implicaciones del desarrollo científico-tecnológico.

En los enfoques de la tradición europea, existe una diversidad de aproximaciones que, aun coincidiendo en resaltar los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, presentan algunas diferencias en lo que respecta a su alejamiento de la visión más tradicional de la ciencia y la tecnología.

La tradición americana de estudios CTS, en cambio, centrada en las consecuencias sociales y ambientales relacionadas con el desarrollo científico-tecnológico, ha buscado definir y promover nuevas reglas de juego en torno a la regulación social de la ciencia y la tecnología, a partir de la participación de diversos actores sociales

(afectados, interesados, gobierno, expertos, organizaciones no gubernamentales, entre otros), en condiciones éticas, de igualdad, representación y efectividad en todo el proceso.

En Brasil, más precisamente en la Universidad Federal de Santa Catarina hay un grupo de investigación que trabaja en la temática desde hace algún tiempo, sus propuestas tienden a lograr la formación profesional continua del docente de ingeniería, con especial énfasis en enseñanza, filosofía de la ciencia y la tecnología; y, la consolidación de una masa crítica de educadores formados en cuestiones filosóficas y pedagógicas a través de cursos de postgrado, que deberían darse, preferentemente, en las mismas Facultades de Ingeniería. Para sintetizar, sus esfuerzos están dirigidos no solamente a revertir el defasaje curricular que trae aparejado el avance científico tecnológico en la formación de los futuros profesionales, sino en reconvertir a los mismos profesionales que dictan clases en las Facultades, situación que se constituye en un reflejo de la economía basada en el conocimiento, que se caracteriza por la necesidad de un aprendizaje permanente.

A MODO DE CIERRE

Una formación de grado para Ingenieros acorde con los dictados de los tiempos que corren debería contemplar aspectos relacionados con:

Ⓢ Sociología de la Tecnología

En el sentido de tomar conciencia de los “efectos” de la tecnología, y el “impacto” del cambio tecnológico sobre la sociedad.

Ⓢ Historia de la Tecnología

Con un enfoque interdisciplinario. Haciendo referencia no solo a la historia de los artefactos y procesos técnicos sino también a las relaciones de la tecnología con la ciencia, la técnica, el cambio social, la economía, las artes y las humanidades.

Ⓢ Economía de la Tecnología

Para relacionar mejor la profesión con el desarrollo industrial en el sentido de entenderlo como un proceso de adquisición de capacidades tecnológicas en el curso de un cambio tecnológico continuo.

Ⓢ Ética de la Tecnología

En general en Argentina y en particular en el caso de la UTN no aparece en ninguna asignatura y resulta de un valor incalculable para la formación integral de los futuros profesionales.

Estos y otros temas forman parte del vasto campo de estudios conocido como CTS.

La selección de los contenidos a incluir en los diseños curriculares, así como las características y perfil de los Ingenieros del siglo XXI antes mencionadas, serán

temas para futuros trabajos, en este nos propusimos, y creemos haberlo logrado, fundamentar la necesidad de incluir contenidos CTS en la formación de Ingenieros.

Las ideas que presentamos a continuación sintetizan lo expuesto y, al mismo tiempo, serían un interesante punto de partida:

1.- Convengamos que, en la nueva sociedad, la “misión” del ingeniero, es más amplia que aquella con la que está siendo formado en la actualidad. Hoy este profesional ha devenido tan responsable de los destinos de un país, como los propios hombres de gobierno, por la creciente significación que en la vida de las naciones han asumido las decisiones que involucran el uso y las consecuencias de la tecnología.

2.- “Los ingenieros que elaboran una nueva tecnología, así como aquellos que participan de una fase u otra de su diseño, desarrollo y difusión, constantemente construyen hipótesis y formas de argumentación que a lo largo les empujan al campo del análisis sociológico. Lo quieran o no se transforman en sociólogos, o lo que yo llamo ingenieros – sociólogos”.¹⁸



BIBLIOGRAFIA

Bazzo, Walter (1998), **Ciencia, Tecnología e Sociedade, e o contexto da Educacao Tecnológica**, Florianópolis, Editora da UFSC,.

Bazzo, Walter, Teixeira do Vale Pereira, Luiz y von Linsingen, Irlan (2000), **Educacao Tecnológica. Enfoques para o ensino de Engenharia**, Florianópolis, Editora da UFSC.

Bazzo, Walter y Teixeira do Vale Pereira, Luiz (2000), **Introducao a Engenharia**, (6º Edicao), Florianópolis, Editora da UFSC.

Callon, Michel (1998) “El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico”, en Domenech y Tirado (comp.) **Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad**, Barcelona, Gedisa.

CEPAL (1996), **Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad**, Santiago de Chile, Naciones Unidas.

Florman, Samuel. (1985/6), “The Education of an Engineer”, en **American Scholar**, Winter 1985/6.

García Palacios, E. M., López Cerezo, J.; y otros (2001), **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**, Madrid, OEI

Kranzberg, Melvin (1959-1960) “Al comenzar”, Nota introductoria al primer número de la revista **Technology and Culture**, publicación de la Society for the History of Technology (SHOT) invierno de 1959-1960.

Linsingen, I., Giovana Cabral, C., Teixeira do Vale Pereira, L. y Bazzo, W. (comp) (1999), **Formacao do Engenheiro**, Florianópolis, Editora da UFSC.

López Cerezo, J.; Valenti, P. (1999), “Educación Tecnológica en el siglo XXI”, en **Polivalencia**, N°8 : Universidad Politécnica de Valencia

Miszalski, Wlodzimierz (2001) “El ingeniero del siglo XXI: personalidad y perfil profesional”, en **Tecnológica, Universidad & Empresa**, N°23, Buenos Aires. Publicaciones UTN.

Neffa, Julio (2000), **Las Innovaciones Científicas y Tecnológicas**, Buenos Aires, Lumen/Humanitas.

Pacey, Arnold (1990), **La cultura de la tecnología**, México, Fondo de Cultura Económica.

Sobrevila, Marcelo. (2004), “Evolución del Ingeniero”, en **La Ingeniería**, Buenos Aires.

Snow, Charles P. (2000), **Las dos culturas**, Buenos Aires, Nueva Visión.

Winner, Langdom (1987), **La ballena y el reactor**. Barcelona, Gedisa.



¹ El presente trabajo constituye una versión ampliada y actualizada del artículo con mismo nombre aceptado en 2006 para su publicación en *Vectores* N° III, revista de la UTN-FRA (en prensa)

² OCDE (1996)

³ Winner (1987) p.20 (El paréntesis incluye nota aclaratoria nuestra).

⁴ Linsingen et al (1999) p.114.

⁵ Citado en Bazzo (1998) p.205

⁶ López Cerezo y Valenti (1999)

⁷ Dosi (1984) , “Technical change and industrial transformation”, citado en Neffa (2000).

-
- ⁸ Citado en CEPAL (1994) p. 82
- ⁹ Pacey (1990).
- ¹⁰ Pacey (1990) Gráfica I - p. 19.
- ¹¹ Pacey (1990)
- ¹² Pacey (1990) pp. 25-26
- ¹³ Winner (1979) p. 309
- ¹⁴ Winner (1979) pp.312-313
- ¹⁵ Miszalski, Włodzimierz (2001)
- ¹⁶ Sobrevila (2004)
- ¹⁷ Snow, Charles P. (2000).
- ¹⁸ Callon, Michel (1998) p. 143.