

# **Formación CTS en Ingeniería como marco para diagnosticar problemas y ofrecer soluciones situadas.**

Karina Cecilia Ferrando y Olga Haydee Paez.

Cita:

Karina Cecilia Ferrando y Olga Haydee Paez (2019). *Formación CTS en Ingeniería como marco para diagnosticar problemas y ofrecer soluciones situadas. XIII Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-023/34>

## **Formación CTS en Ingeniería como marco para diagnosticar problemas y ofrecer soluciones situadas.**

Ferrando, Karina; Páez, Olga; Forno, Jorge

Eje 1: Filosofía, Teoría, Epistemología, Metodología

Mesa 8; Ciencia, Tecnología y Sociedad

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda

Buenos Aires, Argentina

[kferrando@fra.utn.edu.ar](mailto:kferrando@fra.utn.edu.ar) - [opaez@fra.utn.edu.ar](mailto:opaez@fra.utn.edu.ar) - [jforno@gmail.com](mailto:jforno@gmail.com)

### **Resumen:**

Las asignaturas "Introducción a la Ingeniería" o "Ingeniería y Sociedad" se ofrecen, desde la reforma curricular de ingeniería de 1995, con el propósito de brindar una enseñanza de la profesión más contextualizada, que permita a los futuros egresados la comprensión de sus vinculaciones sociales, culturales, económicas y ambientales. Para profundizar estas cuestiones, ante la multiplicidad de problemas sociales que nos afectan, creemos relevante incluir en la formación de los futuros ingenieros herramientas teóricas que les permitan comprender los fenómenos de inclusión/exclusión social, así como promover, diseñar e implementar tecnologías dirigidas a solucionar esos problemas sociales. En este trabajo proponemos, dentro de CTS, la incorporación del enfoque de tecnologías para el desarrollo inclusivo sustentable (TDIS) como parte de los contenidos a trabajar en la asignatura Ingeniería y Sociedad. También planteamos la relevancia de este abordaje teórico en relación a misión, visión y fines que la UTN fija en su Estatuto. Partiendo de la noción de que todas las sociedades son tecnológicas y todas las tecnologías son sociales el enfoque TDIS propone para la resolución de problemas sociales y ambientales una concepción amplia en la cual los artefactos se pueden entender como híbridos de cultura y tecnología, así las soluciones serán situadas.

**Palabras clave:** desarrollo inclusivo sustentable, ingeniería, educación tecnológica, sociología de la tecnología

## **Introducción:**

Desde mediados de los 90, asignaturas de características introductorias como "Introducción a la Ingeniería" o "Ingeniería y Sociedad" se fueron incorporando a las carreras de ingeniería en la Argentina, a partir de los procesos de reforma en los diseños curriculares. Estas asignaturas se ofrecen con el propósito de brindar una enseñanza de la profesión más contextualizada, que permita a los futuros egresados la comprensión de sus vinculaciones sociales, culturales, económicas y ambientales.

En ese sentido la Universidad Tecnológica Nacional incorporó en 1995 la asignatura Ingeniería y Sociedad, con carácter obligatorio en el primer año de las carreras de Ingeniería para todas las especialidades, es de carácter anual y pertenece al Área de Ciencias Sociales. Desde este espacio curricular se promueve trabajar en torno a la articulación de las relaciones entre la sociedad, la tecnología y el trabajo profesional, llevando al alumno a analizar los problemas de la sociedad, en relación con su profesión. El enfoque de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (ECTS) es el marco teórico que desde hace varios años se viene trabajando en la Facultad Regional Avellaneda.

Para profundizar estas cuestiones y ante la multiplicidad de problemas sociales que afectan a nuestra región creemos relevante incluir en la formación de los futuros ingenieros herramientas teóricas que les permitan comprender los fenómenos de inclusión/exclusión social así como promover, diseñar e implementar tecnologías dirigidas a solucionar esos problemas sociales

En este trabajo introduciremos una mirada preliminar acerca de incorporación del enfoque de tecnologías para el desarrollo inclusivo sustentable (TDIS) como parte de los contenidos a trabajar en la asignatura Ingeniería y Sociedad. También plantearemos la relevancia de este abordaje teórico en relación a misión, visión y fines que la Universidad Tecnológica Nacional fija en su Estatuto. Además, indagaremos si es posible definir nuevos roles para los ingenieros como actores clave en la toma de decisiones a partir del avance que ha tenido el último tiempo el campo de las tecnologías para el desarrollo inclusivo sustentable.

Las TDIS no solo se destinan a resolver problemas puntuales. Son protagonistas de procesos de cambios sociales, políticos, económicos y culturales. Partiendo de la noción de que todas las sociedades son tecnológicas y todas las tecnologías son sociales el enfoque TDIS propone para la resolución de problemas sociales y ambientales una

concepción amplia en la cual los artefactos se pueden entender como híbridos de cultura y tecnología. Así las soluciones serán situadas, construidas en base a distintos saberes (científicos, tecnológicos, conocimientos locales codificados o tácitos, prácticas sociales, entre otros).

Abordaje teórico y metodología. Realizamos nuestro análisis desde el campo disciplinar de los ECTS, cuyos contenidos consideramos pertinentes para la formación de un Ingeniero pero que solo en algunos casos aislados aparecen en los diseños curriculares de estas carreras bajo la denominación de formación complementaria. La metodología de investigación elegida para desarrollar este trabajo es de tipo descriptiva. El abordaje teórico se realiza desde la construcción social de la tecnología y las TDIS.

### **Los ingenieros y el desarrollo nacional y regional**

El concepto de desarrollo ha sido utilizado durante años de manera diversa y sus connotaciones han sido múltiples y cambiantes. Hasta poco después de la mitad del siglo XX, la mayoría de los países buscaban lograr un desarrollo científico - tecnológico en relación al crecimiento económico. El crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) o el crecimiento de las exportaciones de cada vez mayor valor agregado se convirtieron en muestras de esa noción de desarrollo, aunque sin medir sus consecuencias ni impactos.

Las cuestiones ambientales aparecen en escena a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano. Esta conferencia que se realizó en Estocolmo en 1972 concluyó en una serie de 24 principios y lineamientos que se orientaban al derecho del hombre de disfrutar del medioambiente, así como a la obligación de utilizar los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Actualmente se entiende que el desarrollo es producto de la actividad humana, o sea de un complejo entramado de diferentes actores sociales, en el que intervienen la ciencia, la tecnología y las cuestiones ambientales. Es así que nos interesa profundizar en cómo se forma a los ingenieros. No obstante tener en cuenta la noción de desarrollo, creemos conveniente indagar respecto de otras definiciones sobre las que debería fijarse un criterio común a partir del cual se garantice la inclusión de contenidos que lleven a su desarrollo en los diseños curriculares de ingeniería.

## **La mirada artefactual de la tecnología**

Una de las problemáticas en la formación de los futuros profesionales de la ingeniería es la de evitar mirada meramente artefactual de la tecnología. Pacey introduce el concepto de visión de túnel. Para el autor “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. Además agrega que “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 educados”.

Resulta relevante en este punto el concepto de marco tecnológico planteado por Bijker. Un marco tecnológico incluye elementos de variada naturaleza; teorías aceptadas, estrategias de resolución de problemas y prácticas de uso que se ponen en relación para la solución de problemas. Las soluciones a los problemas están estrechamente vinculadas de la forma en el que el propio marco tecnológico define lo que es un problema así como las estrategias disponibles para resolverlo. A partir de este concepto podemos pensar que la construcción de los problemas y sus soluciones por parte de los profesionales no son artefactuales, únicas ni universalmente aplicables.

## **El enfoque TDIS y la visión sistémica de la tecnología**

Según Thomas las tecnologías para la inclusión social se definen como “formas de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnologías orientadas a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable”. Para el autor estas abarcan tecnologías de distinto tipo, ya sea de producto, proceso o formas de organización. Así están presentes en áreas clave como alimentación, vivienda, energía, agua potable, salud, transporte, comunicaciones, entre otras.

Desde hace algunos años existen grupos de investigación que han producido conceptualizaciones para analizar el problema de la producción de tecnologías para el desarrollo inclusivo sustentable y buscan resolver una tensión implícita que emerge de este concepto. Esta es: si su misión y sentido es desarrollar tecnologías como soluciones a problemas de exclusión social de los pobres o tecnologías como componentes claves de estrategias inclusivas para todos.

Thomas y otros plantean que en el enfoque TDIS los actores interactúan dentro de Sistemas Tecnológicos Sociales. Esta interacción, en la que los ingenieros juegan un rol central, puede implicar la gestación de dinámicas locales de innovación, la apertura de nuevas líneas de productos, de nuevas empresas productivas, además de novedosas formas de organización de la producción y de nuevas oportunidades de acumulación así como la generación de nuevos sectores económicos, redes de usuarios intermedios y proveedores. Estas nuevas dinámicas pueden ocurrir tanto en el plano local como en el regional o internacional Señala el autor que la adopción de estas dinámicas como estrategia y política activa de desarrollo orientada a superar los problemas sociales y ambientales del conjunto de la población posibilitaría la construcción de sistemas socio-económicos más justos en términos de distribución de renta, y más participativos en términos de toma de decisiones colectivas.

### **TDIS y las dinámicas problemas solución**

Las TDIS no solo se destinan a resolver problemas puntuales. Son protagonistas de procesos de cambios sociales, políticos, económicos y culturales. Partiendo de la noción de que todas las sociedades son tecnológicas y todas las tecnologías son sociales el enfoque TDIS propone para la resolución de problemas sociales y ambientales una concepción amplia en la cual los artefactos se pueden entender como híbridos de cultura y tecnología. Así las soluciones serán situadas, construidas en base a distintos saberes (científicos, tecnológicos, conocimientos locales codificados o tácitos, prácticas sociales, entre otros).

### **La mirada del enfoque TDIS hacia el desarrollo**

La conceptualización de TDIS cuestiona la idea de que el desarrollo es solo impulsado por el crecimiento económico, la eficiencia o el capital. Becerra señala que se proponen

otras explicaciones al desarrollo como la ampliación de las capacidades (cognitivas y tecnológicas) de los individuos y las comunidades o la capacidad de reconocer objetividades diferenciadas y, por lo tanto, adecuar las prácticas y las formas de organizar la producción y circulación de bienes.

Nuevos actores clave son reconocidos en estos procesos de desarrollo. Así cobran relevancia las ONGs, el Estado, las comunidades, las pequeñas empresas, las cooperativas e incluso la naturaleza. Plantea el autor que de esta manera se podría generar una red de relaciones mercado-no mercado que hagan sustentable el proceso de desarrollo inclusivo.

### **El Estatuto de la UTN, el CONFEDI y una visión amplia de la tecnología**

En la actualidad la actividad profesional del ingeniero debe tener en cuenta los factores culturales, sociales y organizacionales en igualdad de plano con los conocimientos científicos y tecnológicos. Frente a la multiplicidad de cuestiones ambientales, sociales y económicas que debe afrontar el ejercicio de la profesión no sólo se trata de aplicar el conocimiento científico y tecnológico sino además de tener en cuenta el entorno social y los problemas locales o regionales para los cuales se diseñan soluciones ingenieriles.

### **La misión, visión y alcance de la formación según el Estatuto de la UTN**

Muchas de estas cuestiones aparecen plasmadas en el Estatuto de la UTN. En particular el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional, especifica la UTN “ha sido concebida desde su comienzo como una institución abierta a todos los hombres capaces de contribuir al proceso de la economía argentina, con clara conciencia de su compromiso con el bienestar y la justicia social, su respeto por la ciencia y la cultura, y la necesidad de su aporte al progreso de la Nación y las regiones que la componen, reivindicando los valores imprescriptibles de la libertad y la dignidad del hombre, los cimientos de la cultura nacional que hacen a la identidad del pueblo argentino y la integración armónica de los sectores sociales que la componen.”

A la luz de dicha visión, la UTN ha consagrado como su misión el “crear, preservar y transmitir los productos de los campos científico, tecnológico y cultural para la formación plena del hombre como sujeto destinatario de esa cultura y de la técnica,

extendiendo su accionar a la comunidad y contribuir a su desarrollo y transformación.” (art. 2° del Estatuto).

Y a tales fines, la Institución se propuso alcanzar los objetivos que se detallan a continuación: En relación con lo académico:

- a) Preparar profesionales en el ámbito de la tecnología capaces de actuar con eficiencia, responsabilidad, creatividad, sentido crítico y responsabilidad social, para satisfacer las necesidades del medio socio productivo y para generar y emprender alternativas innovadoras que promuevan sustentablemente el desarrollo económico nacional y regional, en un marco de justicia y solidaridad social; y
- b) Promover y desarrollar estudios e investigaciones, contribuyendo el mejoramiento y desarrollo de la riqueza nacional, la prestación de asistencia técnica a entidades públicas y privadas para el fomento de la producción.

En relación con lo regional y local: Extender sus acciones y servicios a todas las regiones y localidades del país que son asiento de sus distintas dependencias académicas, respondiendo a su carácter federal y a un desarrollo territorialmente equilibrado. En relación con lo nacional: Fomentar el desarrollo autónomo y sustentable de la industria argentina y la consolidación del sector de las PYMEs como fuente sustancial de empleo, de aporte al mercado interno y a la exportación.

En relación con lo internacional: Incrementar su presencia en el contexto internacional a través de la vinculación con instituciones y organizaciones relacionadas con la enseñanza de la ingeniería y con toda otra área de conocimiento, propiciando espacios de diálogo, intercambio de experiencias, concertando políticas y articulaciones a fin de promover su protagonismo frente a los desafíos de la sociedad internacional.

En relación con lo científico tecnológico: Desarrollar la investigación, definiendo y priorizando modos de acción que sirvan a sus intereses y que promuevan el bienestar de la sociedad y el desarrollo productivo del país. En relación con lo social: Extender sus acciones y sus servicios a la comunidad con el fin de contribuir a su pleno desarrollo y a su transformación hacia una forma de sociedad más solidaria que brinde una mejor calidad de vida. Es por eso que la UTN consagra el derecho al ingreso irrestricto y a la gratuidad de la enseñanza en sus carreras de grado.

En relación con lo humanístico cultural: Comprometerse en la formación integral de sus graduados, enriqueciendo los conocimientos científicos y tecnológicos con los productos de otras áreas de la cultura universal y nacional, y los valores éticos que definen a los hombres cabales y solidarios (art. 2° del Estatuto).

## **El Libro Rojo de CONFEDI**

En 2018, luego de varias reuniones de especialistas, se redactó un documento para fijar los nuevos estándares para la acreditación de las carreras de Ingeniería en Argentina, este trabajo lo realizó el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y se publicó con el título de Libro Rojo.

Aquí encontramos que Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales.

Respecto de la Práctica de la Ingeniería se dice que comprende el estudio de factibilidad técnico económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar.

La definición de Ingeniería y Práctica de la Ingeniería brindan la descripción conceptual de las características del graduado y constituyen la base para el análisis de las cuestiones atinentes a su formación. Esto lleva a la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística. A partir de esto nos preguntamos si en efecto se contempla este equilibrio en los diseños actuales o si se tendrá en cuenta en los nuevos, que se están discutiendo en la actualidad.

### **El enfoque TDIS y la redefinición del rol del ingeniero**

La redefinición del rol del ingeniero como gestor de proyectos de desarrollo local, en un marco de sustentabilidad y dinámicas de inclusión abarcativas es un desafío que está en línea con los postulados del Estatuto y los postulados del CONFEDI. Para afianzar estos propósitos es pertinente dotar a los futuros ingenieros de herramientas teóricas que les

permitan comprender los fenómenos de inclusión/exclusión social así como promover, diseñar e implementar tecnologías dirigidas a solucionar esos problemas sociales.

En ese sentido Durán y otros plantean que frente a la presencia de dos visiones de la tecnología (artefactual y sistémica) en los programas de asignaturas introductorias a carreras de ingeniería, podemos observar un interés en algunos docentes de universidades nacionales y de la región, por instalar la visión sistémica considerando que es más adecuada para formar ingenieros más sensibles a cuestiones que si bien no son inherentes al objeto técnico en sí, contribuyen a las condiciones de su desarrollo, producción y uso.

De allí surge la propuesta de trabajar con el enfoque teórico de las Tecnologías para el Desarrollo Inclusivo Sustentable (TDIS). Este marco teórico continúa a las conceptualizaciones sobre Tecnologías para la Inclusión Social (TIS).

### **Conclusiones y recomendaciones**

A lo largo de este trabajo hemos presentado el enfoque de TDIS como herramienta para la formación de ingenieros en aspectos clave para el ejercicio futuro de su profesión como la resolución de problemas sociales y ambientales. Esta herramienta resulta adecuada para que los futuros profesionales adquieran una visión amplia e integral de la ingeniería. También el enfoque permite presentar concepciones del desarrollo alejadas de las visiones meramente económicas y eficientistas. En relación a la UTN observamos que este enfoque es útil para el cumplimiento de la misión que se fija en su Estatuto universitario. Al promover modelos de desarrollo que incluyen a las ONGs, PyMES y comunidades locales apela a dinámicas de inclusión abarcativas y solidarias.

La visión amplia de la tecnología proporcionada por el marco teórico TDIS nos resulta central para generar un modelo de desarrollo que incluya a los ingenieros como actores clave en la generación de tecnologías para la solución de los problemas sociales que aparecen con frecuencia en la región. Además de un problema ingenieril, el desarrollo e instalación de un artefacto es un problema cultural y administrativo. No tener en cuenta los aspectos no técnicos de los artefactos tecnológicos es lo que ha llevado al fracaso de numerosos proyectos de transferencia de tecnologías.

Más allá de lo planteado en el Estatuto de la UTN, el enfoque TDIS aparece como un contenido relevante para la visión ampliada de los problemas tecnológicos. Este aporte se extiende al papel de los futuros profesionales en la resolución de los múltiples

problemas sociales y ambientales que afectan a nuestra región. Por ello nos parece deseable su inclusión entre los contenidos de las asignaturas como Ingeniería y Sociedad o Introducción a la Ingeniería.

Como dicen López Cerezo y Valenti en su artículo sobre educación tecnológica en el siglo XXI “Ser un buen ingeniero no es sólo cuestión de conocimiento sino también de "saber hacer"; no basta con ser docto hay también que ser virtuoso. Hay valores tradicionales, como la eficacia, que definen la "virtud ingenieril" y que se reflejan en el resultado de la actividad. Son valores presentes en la educación tecnológica que no deberían ser descuidados. Pero en el mundo actual, donde la tecnología ha adquirido una extraordinaria relevancia pública y es objeto de un atento escrutinio social, hay otros valores que también deberían estar presentes en la educación de los ingenieros para hacer de éstos unos profesionales adaptados a su tiempo”.

En definitiva, es nuestra responsabilidad, como docentes e investigadores, garantizar que esta formación sea la más adecuada para los tiempos que corren.

## **Bibliografía**

Becerra, Lucas (2016). *Análisis crítico de modelos de desarrollo, Documento de trabajo IESCT-UNQ N° 2*, Bernal: IESCT-UNQ.

Bijker , Wiebe (2005). ¿Cómo y por qué es importante la tecnología? En *Redes Vol. 11 N° 21*, IEC UNQ, pp. 21-23.

CONFEDI (2018), *Libro Rojo*, disponible en: [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf) (recuperado en abril de 2019).

Durán, Gabriela y otros. (2016). Análisis de los contenidos, cargas horarias y bibliografía de las cátedras de introducción a la ingeniería y afines, en, Durán, Ferrando, Gallo, Giuliano y Rodríguez, *Introducción a la Ingeniería. Acuerdos para su desarrollo curricular. III Encuentro de Cátedras de Introducción a la Ingeniería y Afines*. Disponible en: <http://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/6448> (recuperado en marzo 2019) (ISBN: 978-987-702-150-9).

Estatuto UTN Resolución 1/2011 Asamblea Universitaria. Disponible en : <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=RES&numero=1&anio=2011&facultad=AU> (recuperado en abril de 2019)

López Cerezo, J.; Valenti, P. (2000), “Educación Tecnológica en el siglo XXI”, en Polivalencia, N°8: Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/salactsi/edutec.htm> (recuperado en abril de 2019)

Pacey, Arnold (1990). *La cultura de la tecnología*. México. Fondo de cultura económica, pp.14-16.

Thomas, Hernán (2012) *Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas* en Thomas, Hernán; Fressoli, Mariano; Santos, Guillermo *Tecnología, desarrollo y democracia: nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*. Buenos Aires. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Nación.

Thomas, Hernán y otros (2015). *¿Qué son las Tecnologías para la inclusión social?* Cuadernillo 1 de la Colección Tecnología y desarrollo. RedTisa Buenos Aires, UNQ.