

## Hacia la construcción de un marco tecnológico en la Educación Superior

Karina Ferrando<sup>1</sup>, Jorge Forno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Ramón Franco 5050, Villa Dominico. (1874)  
kferrando@fra.utn.edu.ar

**Resumen.** En este trabajo se presentan una serie de conceptos y visiones de la tecnología que permiten formar profesionales en general y de la ingeniería en particular, con un marco tecnológico en consonancia con una visión de la tecnología alejada de lo meramente artefactual. Frente al predominio del modelo lineal de la ciencia y la tecnología, surgido en la segunda mitad del siglo XX, se describen distintas alternativas analíticas que promueven visiones amplias de la tecnología. Presentamos la cuestión de la dinámica Tecnología y Sociedad a partir de nuestra propia experiencia docente en la cátedra de la asignatura Ingeniería y Sociedad en la Universidad Tecnológica Nacional. En contraposición a los enfoques artefactuales e instrumentales se propone un modelo sistémico como herramienta para la formación integral de los todos los profesionales en general y de los ingenieros en particular.

## 1 Introducción

La tecnología es entendida en la tradición humanística como algo más que sus aspectos materiales. Esa forma de comprender a la tecnología se vincula también con los cambios de la cultura y la historia humana.

Resulta relevante en este punto el concepto de marco tecnológico propuesto por Bijker [1]. 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.

La filosofía de la tecnología constituye un ámbito de reflexión relativamente nuevo, 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.

Una visión más contextualizada de la ciencia y sus relaciones con la tecnología surge de los recientes enfoques historicistas y naturalistas en filosofía de la ciencia, y el desarrollo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología.

Estos enfoques han facilitado de manera dramática la toma de conciencia sobre la gran diversidad de problemas filosóficos específicos que plantea la tecnología.

Además, en las últimas décadas y de manera creciente, la tecnología ha sido tematizada como tema social. Los medios de comunicación, los foros públicos y las agendas políticas le otorgan a la tecnología y a los debates en torno a ella un lugar de privilegio que además despierta el interés del público.

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.

Desde una mirada regional la tecnología y su relación con el desarrollo ha sido una cuestión problematizada desde distintas perspectivas a lo largo del tiempo.

Sin embargo y a pesar del aporte de los especialistas los múltiples problemas sociales y ambientales no han sido superados y según Thomas [2] por el contrario en muchos casos han recrudecido. La problemática es agravada por el deterioro ambiental y el agotamiento de los recursos naturales tanto a nivel regional como mundial. En base a todos estos 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.

López Cerezo y Valenti [3] 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.

En el desarrollo de este trabajo presentaremos una serie de conceptos y visiones de la tecnología que permiten formar profesionales de la ingeniería con una visión de la tecnología alejada de lo meramente artefactual.

## **2 Tecnología no es ciencia aplicada**

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. Las nuevas orientaciones académicas y el cambio en la opinión públicas son, con todo, factores relacionados.

### **2.1 El modelo lineal de innovación**

Finalizada la Segunda 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.

En esta conceptualización 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.

### **2.2 Nuevos enfoques**

Los 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.

No es que estas cuatro líneas de argumentación nieguen 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:

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

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.

Bijker [4] sostiene que, los desarrollos en la última década han mostrado un cambio del estudio de las culturas (locales) de la ciencia y la tecnología al estudio de la cultura tecnológica ampliada.

En definitiva, para este autor “estudiar la cultura tecnológica entonces significa estudiar tecnologías y sociedades desde una perspectiva cultural. Para el autor un foco en la cultura tecnológica destaca cómo la interacción social está mediada por tecnologías y cómo las tecnologías pueden funcionar solo cuando están embebidas por instituciones sociales”

### **3 Los estudios CTS**

Señala Osorio [5], que referirse a ciencia, tecnología y sociedad, o su acrónimo CTS, es hablar de un campo académico e investigativo que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, así como por el impacto de este conocimiento en la sociedad y el medio ambiente.

Este no es un campo de conocimiento en el sentido tradicional ya que en él confluyen diferentes áreas de investigación preocupadas por las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Es un campo interdisciplinar donde, entre otras, la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología han aportado muchos elementos para su constitución.

Una buena síntesis acerca del sentido de los estudios CTS, sobre todo en relación con nuestra preocupación acerca de cómo entender a la tecnología y cómo enseñar estos temas en las carreras de Ingeniería nos la ofrece Osorio :

CTS cuestiona la el enfoque lineal de la tecnología basado en la actividad científica, así como a la tecnología vista como expresión de una actividad artefactual, en donde la relación con la sociedad se basaría en el determinismo tecnológico. CTS propone, por el contrario, tener en cuenta a los grupos sociales en la producción de los objetos, procesos, y sistemas tecnológicos.

El enfoque CTS, considera que las tecnologías plasman intereses sociales, económicos y políticos de los diversos actores que participan en el diseño, desarrollo y financiación de una tecnología.

#### **3.1 La relación: Tecnología - Sociedad**

Los nuevos enfoques en el ámbito académico, sobre todo desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, critican la conceptualización de la tecnología como ciencia aplicada. Estos estudios intentan mostrar el carácter social de la tecnología y el carácter tecnológico de la sociedad, generando un nivel de análisis complejo: lo 'socio- técnico'. Estas nuevas visiones no pueden ser desconocidas por los pro-

pios actores (ingenieros, empresarios relacionados al área de ciencia y tecnología, operarios, etc.) intervinientes en los procesos de cambio tecnológico.

Algunas contribuciones de la sociología de la tecnología en este sentido se basan en dos convicciones teóricas:

a) es imposible realizar distinciones a priori entre 'lo tecnológico', 'lo social', 'lo económico' y 'lo científico';

b) es necesario abrir la “caja negra” del conocimiento tecnológico. Esta característica metodológica del estudio social de la tecnología ha sido descrita con la metáfora del 'tejido sin costuras': el desarrollo de tecnologías no debe ser explicado como un desarrollo lineal de conocimiento técnico, influenciado por factores sociales, sino que constituye un entramado complejo en el que se integran, de manera compleja, hechos heterogéneos (artefactos, instituciones, reglas, conocimientos) y actores diversos (ingenieros, empresarios, agentes políticos, usuarios), de forma no lineal.

Por el lado del determinismo tecnológico, encontramos dos vertientes: por un lado la que considera la tecnología como autónoma y cuya evolución es ajena a toda intervención humana, y la otra que considera que el cambio social se halla condicionado por el cambio tecnológico.

Pinch [6] propone analizar la tecnología como una parte constituyente de la sociedad, que además puede ser pensada como una institución. Para mostrar de qué manera las elecciones sociales se cristalizan y quedan integradas dentro de las tecnologías, y por lo tanto penetran las instituciones, propone estudiar la construcción de artefactos tecnológicos empleando el marco teórico de la construcción social de la tecnología (CST).

De acuerdo con Pacey [7] 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. Tener en cuenta sólo la perspectiva de que la tecnología se inicia y termina con la máquina, se ha dado en llamar visión de túnel en ingeniería.

Las diversas ramas de la ingeniería se incluyen según la OCDE [8] entre las ciencias de la transferencia, cuya actividad está dirigida a resolver problemas que surgen de las actividades sociales y económicas. Ellas juegan un papel esencial en proporcionar una interfase entre el mundo de la “ciencia pura” y el mundo de la industria o la problemática social. Las ciencias de la transferencia cumplen con las funciones de toda disciplina científica (creación, transmisión y organización de conocimientos), permiten mejorar los productos o emprender nuevos procesos están abiertas a la interdisciplinariedad y se relacionan más directamente que las ciencias básicas con las demandas sociales y económicas.

### **3.2 Aportes de los estudios sociales de la tecnología a la ingeniería**

Existen algunas perspectivas presentadas por diferentes autores en el campo de la sociología de la tecnología para referirse a la noción de tecnología. Es primordial para nuestro objetivo de formación trabajar con un apropiado concepto de tecnología que permita, en cierta medida, transformar y apuntalar la mirada de los futuros Ingenieros hacia la sociedad. Presentamos en el Cuadro 1 una síntesis de las diferentes

propuestas analíticas desde el campo CTS para abordar el estudio de la tecnología según Osorio.

**Cuadro 1.** Propuestas analíticas para el estudio de la tecnología

	<i>Artefactual</i>	<i>Cognitivo</i>	<i>Sistémico</i>
<b>Definiciones</b>	Las tecnologías son herramientas o artefactos	La tecnología es ciencia aplicada	La tecnología es un sistema complejo
<b>Relación con la sociedad</b>	Determinismo Tecnológico	Determinismo tecnológico producto de comunidades científicas	Tejido sin costuras. Impulso tecnológico
<b>Relación con la Ciencia</b>	Artefactos industriales	Conocimiento mediante reglas y leyes	Conocimientos científicos heterogéneos
<b>Relación con la innovación</b>	Difusión de la innovación por las máquinas	La invención y la I+D	La innovación es social y cultural
<b>Críticas</b>	Visión de túnel. Utilidad, neutralidad.	Neutralidad. Relación más amplia con ciencia y tecnología	La dicotomía interior y exterior.

### 3.3 Miradas amplias sobre la tecnología

Desde nuestro punto de vista consideramos relevante plantear una mirada de la tecnología que permita reunir los aspectos materiales del hacer tecnológico, los conocimientos sistemáticos relacionados con la ciencia, entre otros; las actividades de organización y gestión misma de esa tecnología y la esfera de los valores de la sociedad en donde esa tecnología hace parte.

Desde un punto de vista más estructural Gay [9] plantea una definición en la cual la tecnología es el resultado de relacionar la técnica con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural, a fin de solucionar problemas técnico-sociales concretos. La tecnología resulta, según este autor, de analizar determinados problemas que se plantea la sociedad y buscar la solución, relacionando la técnica con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural del medio, abarcando:

- La técnica: los conocimientos técnicos, las herramientas y la capacidad inventiva.
- La ciencia: el campo de los conocimientos científicos.
- La estructura económica y sociocultural: todo el campo de las relaciones sociales, las formas organizativas, los modos de producción, los aspectos económicos, la estructura cognoscitiva, el marco cultural, etc.

En el contexto mencionado consideramos oportuno revisar la formación complementaria, en términos de “cultura de la tecnología”, que se brinda a los futuros Ingenie-

ros en la Universidad Tecnológica Nacional. De acuerdo con Pacey [10] 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.

### **3.4 El marco teórico de las tecnologías para el Desarrollo Inclusivo Sustentable**

El problema del desarrollo ha sido caracterizado en nuestra región desde distintas perspectivas a lo largo del tiempo. A pesar de los esfuerzos de políticos y tecnólogos los múltiples problemas sociales y ambientales no han sido superados y por el contrario en muchos casos han recrudecido. La problemática es agravada por el deterioro ambiental y el agotamiento de los recursos naturales tanto a nivel regional como mundial lo que demanda una revisión de las concepciones de desarrollo, tal como fue entendido desde comienzo del siglo XX.

Una visión sistémica a este problema es proporcionada por la conceptualización de Tecnologías para el Desarrollo Inclusivo Sustentable (TDIS) en el marco de Sistemas Tecnológicos Sociales [11]. Desde esta perspectiva se plantea una visión sistémica de las tecnologías, ya sean de proceso, de producto, formas de organización y hasta recursos legales.

El marco TDIS cuestiona la idea de que el desarrollo es solo impulsado por el crecimiento económico, la eficiencia o el capital. 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[12]. 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.

## **4. Conclusiones**

A lo largo de este trabajo hemos presentados distintas miradas sobre la tecnología que la alejan de lo meramente instrumental y artefactual y que creemos valiosas para la formación de todo profesional vinculado al diseño de tecnologías como pueden ser, en nuestro caso, los ingenieros.

Entendemos que la importante dimensión social de la tecnología no puede ser descuidada en la organización curricular de la enseñanza de la misma.

En un informe elaborado por la OCDE 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

Trabajar, en la formación universitaria, con una definición sistémica de la tecnología, es el puntapié inicial para lograr una formación profesional “integral” acorde con los dictados de los tiempos que corren, donde se reconozca y se priorice la función social

de los Ingenieros y tecnólogos. En definitiva, esto permitiría construir en los futuros profesionales un marco tecnológico a partir del cual podrían analizar los problemas de las sociedades y ofrecer soluciones adecuadas, sin descuidar la totalidad de variables involucradas en los procesos de diseño, producción y uso de tecnologías. Esto contribuye, por otro lado, a la formación de ciudadanos críticos y de profesionales e Ingenieros capaces de comprender e intervenir responsablemente en la resolución creativa de problemas científicos, tecnológicos y sociales complejos. Es a partir de los sistemas tecnológicos como unidad de análisis que entendemos los efectos de la Ingeniería sobre la sociedad, en donde la tecnología configura la sociedad y la sociedad configura la tecnología. Nuestra propuesta, además, acompaña la definición de Ingeniería que propone el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en tanto ayudaría al profesional a desarrollar su tarea en “beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales”.

## Referencias

1. Bijker W. ;La vulnerabilidad de la cultura tecnológica. En *Redes*, vol. 14, núm. 27. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires, Argentina (2008) 117-140.
2. Thomas, H.: Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En Thomas H. ,Fressoli M. y Santos G.: *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. (2012).
3. López Cerezo, J.; Valenti, P.: Educación Tecnológica en el siglo XXI. En *Polivalencia*, N° 8 - Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/cts/edutec.htm> (1999)
4. Bijker, W. La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención. En: *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Lecturas Seleccionadas*. Marta. I: Gonzalez García, José, A. López Cerezo y José Luis Luján, editores, Ariel, Barcelona, (1997) 103-129.
5. Osorio, C.: Aproximaciones a la tecnología desde los enfoques en CTS, Disponible en: <http://www.oei.es/ctsiparaguay/osoriotec.pdf> ( (2003).
6. Pinch, T.: La tecnología como Institución: Viviendo en un mundo material. En revista *Redes*, N°27. Buenos Aires, Editorial UNQ. (2008).
7. Pacey, A.: *La cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica. (1990)
8. OCDE; *La innovación Tecnológica: definiciones y elementos de base*. En *Revista Redes*, N° 6. Buenos Aires, Editorial UNQ. (1996).
9. Gay, A.: *La tecnología, el ingeniero y la cultura*, Córdoba, Ediciones TEC (2013).
10. Pacey, A.: *La cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica. (1990)
11. Thomas, H., Juárez P., Picabea F.: *¿Qué son las Tecnologías para la inclusión social?* Cuadernillo 1 de la Colección Tecnología y desarrollo. RedTisa Buenos Aires, UNQ.(2015)
12. Becerra, L. (2016). Análisis crítico de modelos de desarrollo, Documento de trabajo IESCT-UNQ N° 2. Bernal: IESCT-UNQ. (2016).