

## La teoría crítica de la tecnología: una aproximación desde la ingeniería

### *Critical theory of technology: an approach from engineering*

Héctor Gustavo Giuliano \*

La teoría crítica de la tecnología fue propuesta por el filósofo de la tecnología norteamericano Andrew Feenberg en su libro de 1991 *Critical Theory of Technology*. En las dos décadas transcurridas desde su primera formulación, la teoría fue enriquecida por otros tres textos del propio autor (Feenberg, 1995, 1999 y 2002) y por una serie importante de artículos que la explican y la ponen en diálogo y discusión con otras corrientes de pensamiento sobre la tecnología. Si bien el horizonte del profesor Feenberg es mucho más ambicioso que la sola descripción del fenómeno tecnológico, su propuesta para una nueva formulación de un socialismo adaptado a la época actual incluye a la tecnología como un aspecto central. Es así que su “teoría de la instrumentalización” dispone de alcances no sólo para la teoría de la democracia sino también para la teoría del diseño. Respecto de este último punto, resulta especialmente relevante el estudio de la vinculación entre la teoría crítica de la tecnología y la ingeniería. Dilucidar una relación posible y analizar sus alcances es el objetivo que persigue este trabajo.

65

**Palabras clave:** teoría crítica de la tecnología, código técnico, ingeniería, diseño

*A critical theory of technology was proposed by the American philosopher of technology Andrew Feenberg in his 1991 book Critical Theory of Technology. In the two decades since its first formulation, the theory was enriched with three other texts by the same author (Feenberg, 1995, 1999 and 2002) and by an important series of articles that explain it and put it in dialogue and discussion with other streams of thinking about technology. While the horizon that Professor Feenberg was aiming for is more ambitious than the mere description of the technological phenomenon, its proposal for a new formulation of socialism should always include technology as a central aspect. Thus, the “instrumentalization theory” bears a scope that not only includes the theory of democracy but also the design theory. On this last point, it is particularly relevant to study the relationship between engineering and the critical theory of technology. Elucidating a possible relationship and discussing its scope is the objective of this work.*

**Key words:** critical theory of technology, technical code, engineering, design

\* Profesor titular, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: gustavo\_giuliano@uca.edu.ar

## 1. La teoría de la instrumentalización

Suele observarse que el desarrollo tecnológico muestra caras ambivalentes. Por un lado, la persistente situación de indigencia y marginación de gran parte de la población mundial, junto con la destrucción del medio ambiente y su biodiversidad, parecieran validar las más pesimistas visiones sobre la tecnología. Por el otro, la gran cantidad de conocimientos, técnicas y artefactos valiosos para la humanidad que se han desarrollado, o que prometen hacerlo, tornan necia una condena totalizante. Esta confusa situación llama a un esfuerzo de integración en tanto que ambos diagnósticos, optimistas y pesimistas, parecieran llevar algo de razón.

En esta búsqueda se enrola la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg, para quien es posible reconciliar en un solo marco teórico ambas miradas si se considera que la esencia de la tecnología no tiene uno sino dos aspectos. Un aspecto, al cual denomina “instrumentalización primaria”, explica la constitución de objetos y sujetos técnicos, y otro aspecto, la “instrumentalización secundaria”, explica la incorporación de los objetos y sujetos constituidos en redes técnicas reales (Feenberg, 1999: 202-208). Si bien la instrumentalización primaria caracteriza las posibilidades técnicas en cada sociedad, la técnica incluye también rasgos que evolucionan históricamente que se articulan por intermedio de una segunda instrumentalización que contiene muchos aspectos culturales.

En consecuencia, según la teoría de la instrumentalización, la tecnología debe ser necesariamente analizada en dos niveles, el de nuestra original relación funcional con la realidad y el del diseño e implementación, considerando que en ambos niveles intervienen cuestiones objetivas y subjetivas (Feenberg, 2005: 112). En el primer nivel se buscan “oportunidades de utilidad” –*affordances*– arrancando elementos de su contexto original para ser reducidos a sus propiedades utilizables y sometidos a análisis y manipulación.<sup>1</sup> En el segundo nivel se emplean estos elementos en diseños nuevos o se los integra con otros ya existentes de acuerdo a diversas constricciones y preferencias sociales. El nivel primario simplifica los objetos para su incorporación en un mecanismo, mientras que el secundario integra los objetos simplificados en un entorno natural y social. Los objetos son “desmundanizados” para ser vueltos a “mundanizar” en otra configuración más compleja (**Cuadro 1**).

Es importante notar que los niveles analíticamente distinguidos no necesariamente se encuentran pragmáticamente diferenciados.<sup>2</sup> Se mira a la naturaleza a través de un filtro técnico teñido por contingencias de la cultura y se mira a la sociedad con un filtro cultural teñido por contingencias de la técnica. Se trata de una relación dialéctica,

1. Estos elementos pueden ser abstracciones de la ciencia, objetos de la naturaleza o incluso seres humanos.  
2. “Derribar un árbol para extraer de él madera y construir una casa con ella no son las respectivas instrumentalizaciones primaria y secundaria. Derribar un árbol lo ‘descontextualiza’, pero de acuerdo con diversas consideraciones técnicas, legales y estéticas que determinan qué tipos de árboles pueden convertirse en madera vendible de un cierto tamaño y forma. El acto de derribar un árbol no es, en este sentido, simplemente ‘primario’, sino que involucra ambos niveles, como se podría suponer de una distinción analítica.” (Feenberg, 2005: 112-113)

instrumentalización primaria y secundaria se influyen y condicionan mutuamente, generando una visión pesimista u optimista de la tecnología.<sup>3</sup>

**Cuadro 1. La teoría de la doble instrumentalización de Andrew Feenberg**

	<i>Instrumentalización primaria</i> <b>Funcionalización</b>	<i>Instrumentalización secundaria</i> <b>Realización</b>
<b>Objetivación</b>	<i>Descontextualización</i> Separación de los elementos de su entorno	<i>Sistematización</i> Inclusión dentro del contexto natural y social
	<i>Reducción</i> Observación y extracción de su parte técnica útil	<i>Mediación</i> Integración con valores éticos y estéticos
<b>Subjetivación</b>	<i>Autonomización</i> Independización de sus efectos sobre el hombre	<i>Vocación</i> Involucramiento con el uso humano
	<i>Posicionamiento</i> Búsqueda de su mejor empleo para lograr un fin	<i>Iniciativa</i> Exploración de otros usos posibles

67

La instrumentalización primaria no agota el significado de la tecnología sino que sólo establece un esqueleto de las relaciones técnicas básicas. Se necesita bastante más para que aquellas relaciones establezcan un sistema o aparato por lo que debe incluir una instrumentalización secundaria que integre dimensiones de la realidad. El proceso de integración compensa algunos de los efectos de la instrumentalización primaria. Aquí la acción técnica se vuelve contra sí misma y contra sus actores a la vez que se concretiza.<sup>4</sup> En el proceso, se reapropia de algunas de las dimensiones de su relación con el contexto de donde la abstracción tuvo lugar originalmente al establecerse la relación técnica. Según Feenberg, el carácter subdeterminado del desarrollo tecnológico deja espacio para que el interés social y los valores intervengan en el proceso de concretización. Al combinarse elementos descontextualizados, estos intereses y valores asignan funciones, orientan decisiones

3. "La dialéctica de la tecnología no es un misterioso 'nuevo concepto de la razón' sino un aspecto común de la esfera técnica que resulta familiar a todos aquellos que trabajan con máquinas." (Feenberg, 2002: 177) (Traducción del autor).

4. El concepto de "concretización" es tomado por Feenberg del trabajo de Gilbert Simondon. Según este autor, el objeto evoluciona por convergencia y adaptación a sí mismo, se unifica interiormente según un "principio de resonancia interna" que lo lleva vía una multiplicidad de causalidades recíprocas a "no poder ser otra cosa que lo que es". Existe así una evolución de lo abstracto a lo concreto: "El objeto técnico existe entonces como tipo específico obtenido al término de una serie convergente. Esta serie va del modo abstracto al modo concreto: tiende hacia un estado que haría del ser técnico un sistema enteramente coherente consigo mismo, enteramente unificado" (Simondon, 2008: 45).

y aseguran la congruencia entre tecnología y sociedad en el mismo nivel técnico. Sobre la base de este concepto de integración, la técnica es fundamentalmente social.

El proceso dialéctico entre instrumentalización primaria y secundaria culmina en un artefacto que, en las cuestiones prácticas cotidianas, se presenta principalmente a través de sus funciones. Se lo encuentra como esencialmente orientado hacia un uso. Si bien existe conciencia de que posee muchas otras cualidades secundarias que no tienen nada que ver con la función, como su belleza o fealdad, se tiende a verlas como no esenciales. Las restricciones sociales internalizadas durante el proceso de instrumentalización secundaria son borradas del dispositivo, cuya configuración final toma la forma de un destino técnico inevitable. El proceso de concretización es así un inconsciente tecnológico, presente sólo en la forma sedimentada de “códigos técnicos” que son interpretados como puramente racionales y aislados de la sociedad (Feenberg, 1999: 216-222).

Para imbricar esta relación velada de los aspectos sociales con los factores técnicos, Feenberg introduce el concepto de “código técnico” como una nueva dimensión hermenéutica. Los valores sociales son incorporados en el proceso de instrumentalización a los criterios internos de diseño, quedando así enmascarados tras una fachada objetiva y en apariencia neutral. Las normas y especificaciones técnicas utilizadas en ingeniería no se construyen sólo en base a los resultados de la ciencia y las investigaciones empíricas sobre el comportamiento de los materiales y dispositivos, sino que incorporan valores sociales propios de la estructura político-cultural que da cabida a los artefactos. Estos valores estratifican en el código técnico correspondiente a cada tecnología y son naturalizados con el tiempo:

“En mi formulación de esta tesis, sostengo que la intervención de intereses no necesariamente reduce la eficiencia, pero sesga su logro de acuerdo con un programa social más amplio. He introducido el concepto de ‘código técnico’ para articular esta relación entre las necesidades sociales y las técnicas. Un código técnico es la realización de un interés bajo la forma de una solución técnicamente coherente a un problema” (Feenberg, 2005: 114).

De este modo, el producto de las elecciones técnicas respalda los intereses de uno u otro grupo social influyente. En estos términos las tendencias tecnológicas de las sociedades modernas podrían ser interpretadas como una consecuencia de limitar los grupos capaces de intervenir en la etapa de diseño a sólo una parte particular interesada, como las corporaciones, las que velan por el cumplimiento de sus objetivos sectoriales sin existir una participación democrática que legitime todo el proceso. Esta apreciación conduce al último elemento del marco teórico de Feenberg, la necesidad de marchar hacia una “racionalización democrática” que permita llevar el debate tecnológico a la arena de la política pública.

Con las distinciones analíticas propuestas por la teoría crítica de la tecnología, es posible sostener que el desarrollo tecnológico no es esencialmente unilineal sino que

se encuentra abierto a la posibilidad de ramificaciones en variadas direcciones. Feenberg llama a esta potencialidad la “ambivalencia de la tecnología”, los artefactos y sistemas pueden ser diseñados tanto para sostener y reproducir el orden social existente como para subvertirlo y encaminarlo hacia otro rumbo (Feenberg, 1999: 76).<sup>5</sup>

## 2. La ingeniería

En función de lo señalado hasta aquí, la propuesta de la teoría crítica de la tecnología conduce al planteo acerca de los mecanismos disponibles para actuar de manera efectiva sobre el diseño de los sistemas y objetos técnicos. Una respuesta evidente consiste en intervenir directamente sobre la definición del conjunto de los objetivos que se persiguen en el diseño; sin embargo, esta indicación fundamental, es también compartida por miradas que entienden a la tecnología de una manera instrumental-neutral por lo que no se llega por su intermedio a extraer todo el potencial de la teoría crítica.<sup>6</sup> Bajo la precaución de que no se agotan las posibilidades, el estudio del proceso creativo de la ingeniería puede ayudar a dilucidar algunos aspectos para alcanzar una respuesta más profunda que contribuya a diferenciar más nítidamente posturas instrumentalistas de teórico críticas.

Así como los estudios sobre la física tienen un lugar relevante en la comprensión de las ciencias naturales, la ingeniería ocupa un lugar destacado en el desarrollo de la tecnología, por lo que su estudio resulta de pertinencia y relevancia.<sup>7</sup> En el ejercicio de la ingeniería, con especial énfasis en la etapa inicial del diseño, se manifiesta el carácter transformador de la tecnología. Efectivamente, si bien existen algunas demarcaciones inespecíficas, la mayoría de las definiciones reconocen que se trata de una actividad que involucra la aplicación de la matemática y de conocimientos científicos y técnicos para la resolución de problemas concretos, y que actúa dentro de un contexto de restricciones de diversa extracción.<sup>8</sup> Por ejemplo, según el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina:

69

5. Para profundizar en la compleja implementación de tal democratización, véase: Veak, 2006.

6. Según el instrumentalismo, la tecnología no es ni buena ni mala en sí misma. Son los fines que se persiguen los que admiten valoraciones éticas y orientaciones políticas.

7. Se coincide aquí con Joseph Pitt cuando sostiene: “La clave aquí recae en la noción de diseño. La contraparte tecnológica adecuada del científico, debe, como el científico, ser tanto el creador y el depositario del conocimiento. Y, así como el investigador científico debe estar equipado con el conocimiento acerca de cómo manipular la naturaleza para poder extraer de ella sus secretos, el tecnólogo debe conocer cómo trabajan los diversos mecanismos y cómo debe combinarlos para producir nuevos mecanismos. De esto se trata el proceso de diseño. [...] Resumiendo, la contraparte tecnológica del científico contemporáneo es el ingeniero de hoy en día” (Pitt, 2000: 31) (Traducción del autor).

8. Como la propuesta por el Ing. Hardy Cross y que reza que la ingeniería es “el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos incompletos e inexactos, con el fin de obtener para un cierto problema, de entre las posibles soluciones, aquella que funcione de manera más satisfactoria”.

“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, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales” (www.confedi.org.ar, consultada en marzo de 2012).

Esta definición señala algunas características interesantes de resaltar. Por un lado afirma el hecho, ampliamente conocido, de que para la ingeniería es importante el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales, así como su modo de adquisición, siendo disciplinas que están consideradas dentro de la formación básica de todas las ramas de la profesión. Por otra parte, aflora la exhortación de “emplear con buen juicio”, la que abre la cuestión de los fines de la intervención sobre la naturaleza, los que deben ser “en beneficio de la humanidad”. También explicita el uso “de manera óptima” de los recursos, condicionante que precisa un aspecto fundamental de la racionalidad tecnológica: la maximización de la eficiencia. Por último, dentro del marco liberal de la definición, deja expresa constancia de la existencia de diversos tipos de restricciones que condicionan el ejercicio de la ingeniería.

Se sugiere aquí que en el último concepto de “restricción” reside un aspecto substancial que permite diferenciar analíticamente, y con consecuencias concretas, los enfoques instrumentalistas de los teóricos críticos. El complejo conjunto de restricciones, en su formulación en términos de libertades negativas externas que condicionan la actividad ingenieril, cumple un rol central en el proceso de diseño. Su conformación, como se analizará más adelante como parte del “espacio de soluciones” en el que se mueve el diseño, incluye componentes tanto objetivos como subjetivos. Identificar su existencia y pensar la posibilidad de una enunciación que las incluya dentro de una racionalidad ampliada, permite defender la no neutralidad de la tecnología de un modo fundamental.

70

### **3. El proceso de diseño en ingeniería**

Eugene Ferguson (1999) sostiene que los artefactos nacen como imágenes en la mente de los ingenieros. Sólo luego de este primer acto de invención no formal comienza a actuar el diseño detallado de ingeniería como el encargado de traducir la imagen mental del objeto en una estructura funcional de partes interrelacionadas, en una representación abstracta de fórmulas y diagramas y, finalmente, en un proyecto detallado para la producción del artefacto concreto.

La modalidad en que los ingenieros intervienen en el proceso de diseño varía en función de la cultura empresarial donde se desarrolla el proceso. De manera general, se pueden identificar intencionalidades fuertes, débiles y ampliadas (Feng y Feenberg, 2009). La perspectiva fuerte representa a aquellos casos en que los ingenieros tienen el control absoluto sobre todo el proceso, siendo los únicos

responsables de definir el mejor proyecto para alcanzar los objetivos planteados. En otros casos, el dominio técnico sobre el proceso es más débil, no es posible marcar etapas bien diferenciadas, y los diseñadores se ven continuamente condicionados por su entorno cercano de trabajo, el inmediato de la empresa, que los obliga a una negociación constante entre los distintos actores involucrados en el proyecto (por ejemplo, los departamentos de comercialización, producción y logística, entre otros).<sup>9</sup>

La frecuente mediación entre los distintos departamentos que ocurre dentro de una empresa, deja explícita la doble naturaleza de los objetos técnicos: por un lado los artefactos son objetos con una estructura física/lógica definida, y por el otro, son objetos portadores de una función dentro de un contexto humano de uso. La estructura y la función configuran al artefacto tecnológico que, de este modo, es el resultado tanto de una construcción física como de una construcción social (Kroes, 1998 y 2009). Desde el punto de vista de la estructura, el objeto es definido a través de una serie más o menos compleja de teorías, leyes y propiedades técnicas, mientras que desde la función es visto como una caja negra a la que se asignan entradas y salidas. La relación entre estructura y función no es unívoca, no hay una única estructura que puede deducirse de una dada función, ni una única función puede deducirse de una estructura dada.

Bajo estas conceptualizaciones, el diseño en ingeniería puede ser entendido como el proceso de asignar una estructura técnica eficiente a un conjunto dado de funciones predeterminadas, de llenar una caja negra con un sistema físico (o lógico-matemático) idóneo.

71

Según señalan Clive Dym y Patrick Little (2006), existen elementos comunes en la forma en que los ingenieros abordan sus tareas específicas que hacen posible describir la estructura básica de este proceso de diseño. En principio, se debe tener presente que la actividad se inscribe dentro de un triángulo conformado por tres actores principales: el propio diseñador, el cliente que solicita el producto y el usuario final que hará uso de él. Cliente y diseñador pueden o no pertenecer a la misma empresa –clientes internos y externos– y algunas veces el cliente y el usuario pueden coincidir en una misma entidad. En líneas generales puede decirse que el diseño es motivado por un cliente que desea cierta clase de producto.

La correcta articulación del triángulo diseñador-cliente-usuario requiere el desarrollo de un lenguaje de comunicación que permita que el artefacto pueda ser discutido entre todos los actores involucrados. Por lo general, los planteamientos del cliente suelen ser verbales y muy escuetos por lo que la primera tarea del diseñador consiste en aclararlos de modo de entender correctamente el problema a resolver. Por su parte, el cliente debe saber interpretar las necesidades del usuario para poder transmitir las en forma de requerimientos al diseñador. La respuesta a la solicitud del

9. Para un detallado análisis de estos casos, véase: Bucciarelli, 1994. La intencionalidad ampliada es rescatada por los sociólogos de la tecnología y, en estos casos, el diseño se articula sobre una amplia red de actores sociales; véase: Bijker, Hughes y Pinch, 1994.

cliente se inicia con un diseño conceptual al que le sigue, una vez aprobado el primero, un diseño detallado.

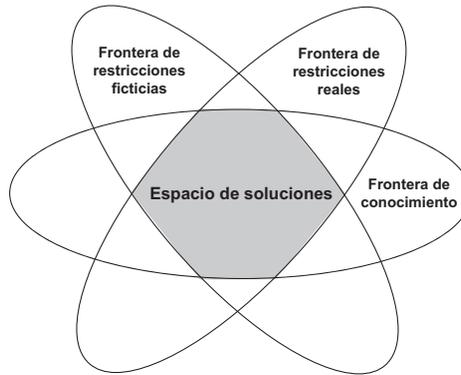
Es así que en términos analíticos se puede definir el proceso de diseño en ingeniería como “la generación y evaluación sistemática e inteligente de especificaciones para artefactos cuya forma y función alcanzan los objetivos establecidos y satisfacen las restricciones especificadas” (Dym y Little, 2006: 9).

Las especificaciones de los artefactos son descripciones precisas de las propiedades del objeto a diseñar. En general, son conformadas por valores numéricos de parámetros de desempeño e indicadores de comportamiento (por ejemplo, para un motor, que la velocidad de giro del eje sea de 1000 rpm y que entregue una potencia de 1 HP) y por una lista de atributos, características y propiedades (por ejemplo, que dicho motor, deberá ser silencioso y funcionar a la intemperie). Las especificaciones, en tanto valores y atributos que se pretenden del artefacto, conforman el espacio de trabajo. Las restricciones limitan este espacio acotándolo en función de determinados límites que no se deben traspasar. Por ejemplo, desde un punto de vista energético, un conjunto objetivo-restricción podría ser que el artefacto “consume la menor cantidad posible de energía” sin que “supere un determinado consumo máximo”. Adicionalmente, en todo proyecto existen restricciones económicas y temporales que limitan el tiempo en que debe estar disponible la solución.

Una vez definido y acotado el problema a trabajar, el ingeniero explora soluciones posibles dentro de un espacio de trabajo. Como se esquematiza en la **Figura 1**, este espacio queda conformado por el lugar de intersección de tres fronteras: una definida por el conocimiento disponible sobre el tema y otras dos demarcadas por las restricciones asociadas al problema (Krick, 2005: 150-152).

En cuanto al conocimiento involucrado, a excepción de que se trate de una innovación o un diseño muy radical, por lo general las limitaciones impuestas por los plazos de ejecución hacen que el ingeniero trabaje sobre la base de los conocimientos que se encuentran ya establecidos de manera fiable (Vincenti, 1993). Respecto de las restricciones, existen de dos tipos. Por una parte, un conjunto de “restricciones reales” conformado por las condiciones de contorno del proyecto y las reglamentaciones (normativas) existentes sobre el tema, que dicen al diseñador qué es lo que no puede hacerse, lo que se encuentra prohibido según el contexto de normas nacionales e internacionales. Por la otra, un conjunto de orden más subjetivo, conformado por las “restricciones ficticias”, en el que se ubican las limitaciones que el propio ingeniero supone válidas según su marco de creencias, el estilo de diseño al que suscribe o la cultura de la empresa en la que trabaja.

Figura 1. Espacio de soluciones en el que se mueve el diseño



## Conclusiones

En este trabajo se ha realizado una aproximación a la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg desde la metodología del diseño de la ingeniería. Según esta teoría, la tecnología posee características particulares que se manifiestan por intermedio de una doble instrumentalización. Esta consideración invita a ahondar en la racionalidad técnica yendo más allá de la superficie instrumental que, a lo sumo y en el mejor de los casos, habilita sólo la discusión sobre los objetivos del diseño. No se trata de restar importancia a la deliberación sobre los fines, que la tiene y mucha, sino en resaltar que restringir la discusión sólo al ámbito de los objetivos, actúa de coraza que no permite que se llegue a cuestionar un aspecto fundamental: los valores y las prácticas que han colonizado el propio proceso de diseño tecnológico.

El concepto de "código técnico" introducido como novedoso por la revalorización de la teoría crítica realizada por Feenberg es útil y pertinente en este sentido. La propia racionalidad tecnológica está sujeta a valores ocultos que con el tiempo, por vía de la naturalización de las voluminosas especificaciones técnicas que constriñen y guían el proceso de diseño, pasan a ser "restricciones reales" transparentes e incuestionables. Sólo abriendo el código técnico es posible volver a traer a la luz lo contingente y cargadas de valor de muchas de las decisiones previas.

Por otra parte, siendo el diseño tecnológico una actividad abierta, no totalmente predefinida, la racionalidad aplicada por los ingenieros tiene la particular capacidad de permitir obturar aspectos difusos, de "surfear" sobre la incertidumbre. En esta habilidad interviene un saber que no consta sólo de conocimientos objetivos de base científica y técnica sino que incluye, embebidos bajo la forma de "restricciones ficticias", aspectos subjetivos asociadas a la experiencia, estilo y valores del diseñador.

El estudio del proceso de diseño permite observar que la génesis de los artefactos y sistemas tecnológicos se encuentra influenciada por la actuación conjunta de los objetivos y las restricciones asociados al problema. Ambos conjuntos se presionan mutuamente. Hay objetivos que simplemente no pueden ser alcanzados dentro de un esquema de restricciones dados y hay restricciones que pueden ser aminoradas o acrecentadas si los objetivos lo ameritan.

El complejo conjunto de restricciones, en su formulación en términos de libertades negativas externas, y la dilucidación de su conformación en elementos objetivos y subjetivos, son una manifestación de la no neutralidad de la tecnología.

En consecuencia, el principal aporte que emerge de la vinculación entre la ingeniería y la teoría crítica de la tecnología señala la necesidad de incluir en la práctica del diseño (y de la evaluación tecnológica) un cuidadoso análisis crítico de las restricciones que anidan en todo el proceso, y que arrastran con ellas, bajo un velo de neutralidad, consideraciones subjetivas tanto actuales como de otras épocas y contextos.

En este sentido, el recorrido realizado contribuye a fundamentar la importancia de la aplicación en ingeniería de nuevas metodologías como las propuestas por Friedman (2002) y van de Poel (2009) –*Value Sensitive Design*– que se proponen hacer explícita, desde un comienzo y de manera sistemática, la relación velada y conflictiva entre tecnología y valores humanos.

74

Resumiendo: (i) si el entramado tecnológico del que dispone una sociedad no es neutral sino que sesga las posibilidades culturales y materiales que pueden desarrollarse en ella, (ii) si los objetos técnicos necesitan para venir a la existencia de la intervención de un proceso de diseño (individual o colectivo), (iii) si la intencionalidad prevista para un nuevo artefacto se va a ver necesariamente reflejada en las características internas del propio diseño (en tanto que el objeto debe ser funcional a sus objetivos), (iv) si es parte central de la tarea del ingeniero el seleccionar y optimizar la relación forma-función más apropiada para el contexto de restricciones del proyecto, y (v) si en la selección de esta forma intervienen valores no sólo técnicos, entonces la actividad del ingeniero tampoco es neutral. Se trata, en coincidencia con lo que señala la teoría crítica de la tecnología, de un proceso en el cual creatividad, conocimiento, restricciones, valores e intereses se imbrican y fortalecen unos a otros formando patrones profundamente arraigados.

## Bibliografía

BIJKER, W.; HUGHES, T. y PINCH, T. (1994): *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Massachusetts, MIT Press.

BUCCIARELLI, L. (1994): *Designing Engineers*, Massachusetts, MIT Press.

DYM, C. y LITTLE, P. (2006): *El proceso de diseño en ingeniería: Cómo desarrollar soluciones efectivas*, México, Limusa Wiley.

FEENBERG, A. (2005): "Teoría Crítica de la Tecnología", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 2, n° 5, pp. 109-123.

FEENBERG, A. (2002): *Transforming Technology: A critical theory revisited*, Nueva York, Oxford University Press.

FEENBERG, A. (1999): *Questioning Technology*, Nueva York, Routledge.

FEENBERG, A. (1995): *Alternative Modernity: The technical turn in philosophy and social theory*, Los Ángeles, University of California Press.

FEENBERG, A. (1991): *Critical Theory of Technology*, Nueva York, Oxford University Press.

75

FENG, P. y FEENBERG, A. (2009): "Thinking about design: Critical theory of technology and the design process", en P. Vermaas et al (coord.): *Philosophy and Design: From engineering to architecture*, USA, Springer, pp. 105-118.

FERGUSON, E. (1999): *Engineering and the Mind's Eye*, Massachusetts, MIT Press.

FRIEDMAN, B.; KAHN, P. y BORNING, A. (2002): "Value Sensitive Design: Theory and methods", *Technical Report 02-12-01*, Department of Computer Science & Engineering, University of Washington.

KRICK, E. (2005): *Introducción a la ingeniería y al diseño en ingeniería*, México, Limusa.

KROES, P. (2009): "Foundational issues of engineering design", en A. Meijers (ed.): *Philosophy of technology and engineering sciences*, USA, North Holland.

KROES, P. (1998): "Technological explanations: The relation between structure and function of technological objects", *Phil & Tech*, vol. 3, n° 3, pp. 18-34.

PITT, J. (2000): *Thinking About Technology, Foundations of the Philosophy of Technology*, Michigan, Seven Bridges Press.

SIMONDON, G. (2008): *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Buenos Aires, Prometeo.

VAN DE POEL, I. (2009): "Values in Engineering Design", en A. Meijers (ed.): *Philosophy of technology and engineering sciences*, USA, North Holland.

VEAK, T. (2006): *Democratizing Technology: Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology*, Albany, State University of New York Press.

VINCENTI, W. (1993): *What Engineers Know and How They Know It: Analytical Studies from Aeronautical History*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.