

## **La filosofía de la tecnología y la ingeniería sostenible**

Gustavo Giuliano\*

### **Abstract**

From middle of the 20th century it comes conforming in the areas of philosophy and sociology academic spaces of reflection on the technology. Though diverse looks coexist at present can be admitted some well founded emergent. Being the engineering a paradigmatic discipline of the technological universe this work proposes to explore the possible scopes for the development of a sustainable engineering of three of them: (i) the knowledge in technology differs from that of the applied science, (ii) the products of the technology are not socially neutral and (iii) the activity of the technological design is mutually determined by the conjunction of technical, social, and cultural factors. It will be suggested that affirmations like the mentioned ones have a substantial effect in the attainment of a sustainable development.

**Keywords:** design, education, engineering, neutrality, sustainability

---

Fecha de recepción del original: 13/04/2010 | Fecha de evaluación del original: 21/07/2010

• Universidad Católica Argentina “Santa María de los Buenos Aires” Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería. Alicia Moreau de Justo 1600, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina | e-mail: gustavo\_giuliano@uca.edu.ar

## Resumen

Desde mediados del siglo XX viene conformándose en los ámbitos de la filosofía y la sociología espacios académicos de reflexión sobre la tecnología. Si bien coexisten en la actualidad diversas miradas, pueden reconocerse algunos emergentes bien fundados que señalan algunas características de este campo de la actividad humana. Siendo la ingeniería una disciplina paradigmática del universo tecnológico, se propone en este trabajo explorar los posibles alcances para el desarrollo de una ingeniería sostenible de tres de ellos: (i) el conocimiento en tecnología difiere del de la ciencia aplicada, (ii) los productos de la tecnología no son socialmente neutrales y (iii) la actividad del diseño tecnológico está mutuamente condicionada por la conjunción de factores técnicos internos y sociales y culturales externos. Se sugerirá que afirmaciones como las mencionadas tienen un efecto substancial en la consecución de un desarrollo sostenible en tanto no puede pensarse el mismo sin tener en consideración las particularidades del proceso tecnológico.

**Palabras clave:** diseño, educación, ingeniería, neutralidad, sostenibilidad

## 1. Introducción

Desde mediados del siglo XX fue conformándose, lenta pero continuamente, un espacio académico de reflexión sobre la tecnología. Si bien, como es esperable de una disciplina joven y compleja, coexisten en la actualidad diversos marcos teóricos que la orientan, pueden ya reconocerse algunos emergentes bien fundados que señalan algunas características de este campo de la actividad humana. En esta línea, y siendo la ingeniería una disciplina paradigmática del universo tecnológico, se propone en este trabajo explorar los posibles alcances de tres de ellas:

1. el conocimiento en tecnología difiere del de la ciencia aplicada [1, 2, 3];
2. la actividad del diseño tecnológico está condicionada no sólo por factores técnicos internos sino también por sociales y culturales externos [4, 5];
3. los productos de la tecnología no son socialmente neutrales [6, 7].

Se sugiere que afirmaciones como las mencionadas deben inducir un cambio profundo en la concepción de la ingeniería que se inscriba normativamente dentro del proceso histórico de su enseñanza y ejercicio. En sus comienzos institucionales la formación estaba fundamentalmente guiada por la pregunta pragmática sobre el objeto, en conocer empíricamente el “cómo funciona” (“know how”). Luego, bajo la influencia positivista de comienzos del siglo XX, se sumó a la anterior, y cada vez con más peso, la pregunta científica: “por qué funciona” (“know what”). Ahora, frente a la realidad de la época actual, es tiempo de sumar una tercera, la pregunta contextual, que se interroga por los fines: “para qué y para quién funciona y cuáles son sus consecuencias” (“know why”) [8].

Así como la enseñanza de las herramientas necesarias para contestar la primera pregunta se vio influenciada por la aparición del segundo interrogante, generando cambios curriculares de relevancia, la inclusión de la tercera cuestión requerirá también de cambios estructurales y metodológicos en las currículas tradicionales, no bastando con la introducción de meros “parches” contextuales. Adicionalmente, en muchos casos, la distinción de dimensiones –pragmáticas, epistemológicas y teleológicas– es sólo analítica siendo necesaria la incorporación de nuevos contenidos y enfoques didácticos en las asignaturas clásicas.

## 2. Desarrollo

### 2.1 La ingeniería y el discurso hegemónico

Desde la creación en París en 1794 de la primera escuela de ingeniería civil de renombre aún en este tiempo, la *École Polytechnique*, la ciencia, la técnica y el arte comenzaron a estar entrelazados en una configuración disciplinar específica que combinaba institucionalmente estos saberes en aras de la transformación de la naturaleza y el mejoramiento de las condiciones de vida.

La forma y el peso relativo en que se combinan estos saberes en la ingeniería han ido variando con el transcurso del tiempo y las cosmovisiones de las casas de estudio, siendo notable un marcado giro, a partir de la segunda mitad del siglo XX, hacia la enseñanza a través de la aplicación del método científico, descuidando la parte intuitiva, considerada a partir de entonces de un “status inferior” [2].

En relación paradójica con este giro en la formación, estudios recientes de historia y epistemología de la ingeniería coinciden en oponerse a una caracterización de la ingeniería como ciencia aplicada y sostienen la tesis de que el pensamiento y aprendizaje visual, no verbal, tienen especial importancia para el desarrollo de la ingeniería. Gran parte del cambio tecnológico se debe a una diversidad de decisiones que son y deben ser tomadas de un modo no científico, de un modo creativo e intuitivo y por ende altamente subjetivo y no atado a las reglas de la ciencia. Estos trabajos sostienen que el uso que el ingeniero hace del conocimiento científico es puramente instrumental, en el sentido de que sólo le interesa su capacidad para predecir comportamientos y no su potencialidad para explicar leyes de la naturaleza. Si bien el ingeniero aplica conceptos derivados de la ciencia también aplica otros que son propios de su disciplina y que no existen en la ciencia o son utilizados de manera diferente. Para los ingenieros el conocimiento no es un fin en sí mismo sino sólo un medio para lograr sus objetivos siempre vinculados con el diseño, la construcción y la operación de objetos, hecho que lo libera de ataduras formales [1, 2].

Según Johnston [8], la enseñanza de la ingeniería ha quedado prisionera de un discurso científico que impone a los ingenieros serias limitaciones para examinar los significados sociales de su actividad y los efectos reales de su trabajo, manteniéndolos alejados de una reflexión sobre su saber y poder. Este discurso, que se ha transformado en hegemónico, opera en dos direcciones perniciosas, una intelectual y otra práctica. Intelectualmente por vía de la descalificación jerárquica de aquellos que promueven otros abordajes posibles. Prácticamente, manteniéndolos como rehenes acrílicos de las decisiones empresariales, únicas encargadas de definir los problemas y los términos de las soluciones aceptables. Adicionalmente, la formación que propone la ingeniería como ciencia, actúa también de manera

contraproducente por intermedio de la segregación discursiva que aísla a los ingenieros del resto de las comunidades académicas, dificultando el vital diálogo interdisciplinario (“efecto túnel”).

Johnston sugiere que sin el acceso a un discurso más amplio el ingeniero no podrá salir de su encierro, simplemente porque no dispondrá de las herramientas conceptuales y lingüísticas necesarias para ello. Será incapaz de proponer articulaciones novedosas de la base tecnológica en tanto no disponga de una adecuada caracterización de la sociedad en la que actúa. La ingeniería no puede ser separada de su contexto y esta aseveración tiene validez desde la propia etapa inicial de su enseñanza.

## 2.2 Del determinismo tecnológico a la flexibilidad interpretativa

Según señala Buccierelli [5] el proceso de diseño no es autónomo, no depende solamente de leyes técnicas internas, de la “mano invisible” de la evolución, sino que en cada empresa se desarrolla una subcultura en la que interactúan diferentes actores con diversos intereses y formaciones y que presentan a su vez distintas maneras de comprender el funcionamiento del objeto: el diseño es un proceso social en el que todos estos actores negocian en busca de llegar a un consenso que les permita alcanzar el objetivo deseado, la construcción del artefacto.

Este proceso involucra una modo especial de actuar y pensar, centrado en el objeto, que es particular de la ingeniería, que está lleno de incertidumbres y ambigüedades y que se aleja mucho de la imagen mítica del diseño ingenieril como un proceso instrumental clara y unívocamente delimitado. El mito se genera, para Buccierelli, en la excesiva importancia que se le ha dado a la física del objeto, cuando en la realidad no todos los miembros de la sub-cultura entienden su funcionamiento en los mismos términos: cada participante o grupo de participantes manejan su propio mundo dentro del cual queda definido el principio de operación del dispositivo. Dónde algunos ven fuerzas y corrientes, otros ven engranajes y motores, otros tamaños y formas, otros practicidad y gusto, otros costos y beneficios.

Por otra parte, como señalan los trabajos pioneros en sociología de la tecnología de Bijker, Hughes & Pinch [4], el objeto tecnológico es interpretado de diferentes maneras por los grupos sociales relevantes que se relacionan con él. No tiene sentido plantear dicotomías del tipo técnico o social ya que se trata de una “tela sin costuras”, un continuo en el que no es posible diferenciar categorías aisladas. Todo queda englobado en la actividad de resolver problemas o construir sistemas, sin importar si se está haciendo ciencia o ingeniería: las categorías son contingentes, elásticas, de límites difusos y relativas a la cultura que les da cabida. Según esta escuela el desarrollo tecnológico está determinado por un flujo multidireccional que

involucra un complejo proceso de negociación y renegociación entre diferentes actores que lo van conformando sobre la marcha de los acontecimientos.

La pregunta contextual se justifica aquí desde cuestiones que tienen que ver con el uso del objeto, con su función, con su fin: ¿es el diseño un proceso intencional? La mirada actual dominante supone que los ingenieros tienen el control absoluto sobre el proceso de diseño, mientras que la mirada aquí sugerida sostiene que los diseñadores están fuertemente condicionados tanto por el entorno de trabajo como por el de uso del objeto. Según la primera de ellas, una vez definidos los objetivos a alcanzar desde un marco exterior, al ingeniero sólo le compete definir el mejor diseño técnico para alcanzarlos: la intención es exterior y el tecnólogo es un agente neutral. En la segunda mirada el ingeniero es un actor más dentro de un proceso complejo de negociación colectiva y como tal es sujeto de responsabilidades.

Sobre la base de esta última formulación resulta tan importante enseñar tanto cuestiones técnicas como todas aquellas otras que se relacionan con adquirir el conocimiento y la habilidad para defender una idea, para escuchar e interpretar al otro, para negociar, para ejercer la política y el pensamiento crítico.

### 2.3 De la inocencia a la madurez: saber y poder

Los objetos técnicos no son entidades neutrales, son portadores, como se señaló en el apartado anterior, de las intenciones de los grupos que trabajaron en su diseño. El entramado resultante conforma modos de vida que sesga las posibilidades sociales de acuerdo a los objetivos que hayan sido definidos en función de las relaciones de poder de los grupos involucrados [7]. Si se sostiene en esta sintonía que se debe dejar de pensar a las técnicas como escindidas entre desarrollar y utilizar ya que no son simples medios para las actividades humanas a los que se les pueden dar un buen o mal uso, sino que son fuerzas que moldean y condicionan a la sociedad, se concluye que lo que aparentan ser meras elecciones instrumentales son en realidad elecciones acerca de la forma de la vida social y política que construye una sociedad [6].

Desde este lugar la actividad del ingeniero pierde toda su inocencia. Aún cuando pueda argumentarse que es un agente manipulado por intereses corporativos a los que no puede *prima facie* oponerse, esto no lo libera de la responsabilidad profesional que le confiere su conocimiento: la capacidad de reflexión sobre su poder es condición necesaria aunque no suficiente para ejercer la libertad. La enseñanza de la ética aplicada irrumpe así con fuerza propia en la formación ingenieril cruzando saber y poder. No se trata de la letra muerta de los códigos deontológicos, sino de las reglas vivas que guían la acción, marchando hacia una noción de racionalización fundada en la responsabilidad social de la acción técnica.

Si la tecnología, como se sugiere aquí, no sólo responde a valores técnicos sino que es también un modo de hacer política, entonces la tecnología ha de ser considerada un asunto de interés general dada la extraordinaria relevancia ambiental y social que el cambio tecnológico ha adquirido en el mundo actual. La legitimidad de ese cambio, y la viabilidad del mismo en una sociedad moderna, depende de que esté abierto a la participación de diversos agentes sociales y con más razón no puede ser descuidado en la educación tecnológica [9].

### 3. Conclusiones

La intención de estas líneas es compartir reflexiones que, inspiradas en conceptos emergentes de la filosofía y la sociología de la tecnología, sean de utilidad para la formación de profesionales idóneos para llevar adelante, con responsabilidad y sólidos fundamentos, transformaciones en el plano social, cultural y ambiental tendientes a alcanzar un desarrollo sostenible. Formará parte de una amplia discusión e intercambio de ideas el análisis sobre su pertinencia y viabilidad. Como cierre del trabajo y a modo de aporte a este debate, se enumeran a continuación una serie de recomendaciones mínimas que se desprenden de lo hasta aquí analizado.

1. La reflexión sobre las capacidades de la ingeniería sólo puede tener lugar si se cambia el discurso dominante en el que se encuentra instalada su enseñanza por otro que incluya no sólo dimensiones técnicas y científicas sino también políticas, sociales, históricas, económicas y medioambientales.
2. El nuevo discurso debe permitir la autorreflexión sobre el poder que confiere el particular saber del ingeniero y que lo transforma en un agente no neutral en la construcción del entramado material y cultural de la sociedad. Cuestiones como la equidad o la sostenibilidad no deben quedar como meras externalidades definidas por actores no técnicos, sino íntimamente vinculadas a una racionalidad ingenieril más amplia.
3. Es imprescindible para la adecuada inserción de la ingeniería dentro del contexto cultural amplio que la disciplina se entienda y se vea a sí misma como integrada dentro de una red multidimensional conformada por la interacción continua de actores diversos, sin que ninguno ocupe, al menos desde un *a priori* teórico, una jerarquía privilegiada. Cuestiones como la capacidad de diálogo, de integración de saberes y de negociación colectiva adquieren especial importancia dentro de un ejercicio contextualizado de la profesión.

4. Esta última aseveración tiene validez tanto hacia el lado de las llamadas “ciencias blandas” como hacia sus aparentes opuestas las “ciencias duras”. Así como no se pretende transformar al ingeniero en un sociólogo tampoco se pretende, como algunas visiones de la ingeniería como ciencia lo hacen, convertirlo en un matemático o en un físico.
5. La reformulación curricular buscada debe poner énfasis en “educar para la participación”, propiciando cambios tanto en los contenidos como en las formas de la educación en ingeniería. En los contenidos, recogiendo una imagen de la tecnología donde, además de los aspectos técnicos, queden adecuadamente resaltados los aspectos culturales e históricos de las tecnologías exitosas y las fracasadas. En las formas, proponiendo metodologías didácticas que estimulen no sólo el pensar instrumental sino también la reflexión crítica, desarrollando experiencias en las que sea necesario buscar consensos entre diversos intereses en juego. En general, brindando capacitación para la implicación activa como ciudadanos y como profesionales en los asuntos públicos relacionados con la tecnología, la sociedad y el medioambiente.

#### 4. Referencias

- [1] J. Pitt, *Thinking About Technology, Foundations of the Philosophy of Technology*, Seven Bridges Press, 2000.
- [2] E. Ferguson, *Engineering and the Mind's Eye*, MIT Press, 1999.
- [3] W. Vincenti, *What Engineers Know and How They Know It: Analytical Studies from Aeronautical History*, Johns Hopkins University Press, 1993.
- [4] W. Bijker, T. Hughes & T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, 1994.
- [5] L. Bucciarelli, *Designing Engineers*, MIT Press, 1994.
- [6] A. Feenberg, *Questioning Technology*, Routledge, 1999.
- [7] L. Winner, *La Ballena y el Reactor: Una búsqueda de límites en la era de la alta tecnología*, Gedisa, 1987.
- [8] S. Johnston, Engineering as Captive Discourse, *Phil & Tech* 1:3-4, Spring 1996.
- [9] J. Lopez Cerezo & P. Valenti, Educación Tecnológica en el Siglo XXI, *Polivalencia* 8, 2000.