



CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO, INGENIERIL Y COMPLEJIDAD. APORTES PARA UN DISEÑO CURRICULAR

Gustavo Adolfo Galland – gustavogalland2@gmail.com

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo – Departamento Mecánica
París 532

1706 – Haedo – Provincia de Buenos Aires – República Argentina

Rafael Omar Cura – rocura@frbb.edu.ar

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Bahía Blanca – Departamento Ciencias Básicas
- Secretaría Académica

11 de abril 461

8000 – Bahía Blanca - Provincia de Buenos Aires – República Argentina

Resumen: *El propósito de este trabajo es la caracterización epistémica del conocimiento tecnológico y la relación de éste con el conocimiento ingenieril, abordado desde el paradigma de la complejidad. Se analizarán las implicancias que surgen de dicha definición, por un lado en la elaboración de los diseños curriculares y por otro en la enseñanza de la ingeniería en general. Previamente, se expondrán dos líneas epistemológicas acerca del conocimiento tecnológico sustentadas en diferentes modelos lineales de innovación, dado que éstos fueron tomados como referentes en la elaboración de estructuras curriculares en un momento histórico dado. Finalmente, concluiremos con la presentación de un modelo de diseño curricular de carreras de ingeniería que contempla ciertos aspectos del conocimiento tecnológico e ingenieril como sistema complejo.*

Palabras clave: *Tecnología, Ingeniería, Complejidad, Interdisciplinariedad, Enseñanza.*

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es la caracterización epistémica del conocimiento tecnológico desde el paradigma de la complejidad y las implicancias que surgen de dicha definición, por un lado, en la elaboración de los diseños curriculares y por otra parte, en la enseñanza de la ingeniería en general.

La cuestión que se presenta en este trabajo, aunque desde distintas ópticas, constituye un tópico central en los estudios de la filosofía de la tecnología en general y en el de la epistemología de la ingeniería en particular. Dichos estudios, normalmente se centran en analizar las relaciones que presenta el conocimiento tecnológico con el conocimiento científico, ya sea puro o aplicado, o en el establecimiento de analogías con modelos de producción e innovación que emplean el mercado y la industria. Sin embargo, la reflexión sobre el conocimiento tecnológico debiera abarcar las múltiples relaciones de interdefinibilidad que se dan entre los distintos subsistemas que lo componen haciendo de

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR É O
DESAFIO DE EDUCAR**



éste, un sistema complejo.

Numerosos son los autores, que desde distintas perspectivas, han abordado la temática que nos preocupa. Carl Mitcham (MITCHAM, 1989; 1994; 2004), Mario Bunge (BUNGE, 1997a; 1997b), James Feibleman (FEIBLEMAN, 1983), en lo que se refiere a la epistemología de la ingeniería, y Edgar Morin (MORIN, 2007), Rolando García (GARCÍA, 2007a; 2000b) específicamente referidos al tema de la complejidad. Estos, son solo algunos de los principales investigadores actuales que han incursionado en esta materia. Nuestro trabajo aspira entonces a ser un aporte más a un campo relevante pero al mismo tiempo no acabado, como lo es el de la epistemología y enseñanza de la ingeniería.

2. DESARROLLO

Una de las preocupaciones centrales de la filosofía de la tecnología en general y de la epistemología de la ingeniería en particular, ha sido elucidar las relaciones que presenta el conocimiento tecnológico con la ciencia aplicada. Pero cuando hablamos de conocimiento tecnológico, además de su relación con la ciencia aplicada, surge un espectro muy amplio de campos entre los que podemos nombrar a los procesos de innovación, la investigación científica básica y aplicada, la técnica, la industria, la economía, las normas, los valores que sustenta una sociedad, la cultura, el medio ambiente, la ética y la filosofía. Las múltiples relaciones e interdefinibilidades que se dan entre éstos, dan el carácter de “**complejo**” al conocimiento tecnológico.

El relevamiento de la evidencia empírica, en cuanto génesis de los procesos de innovación, puede constituir una vía de acceso al tema que nos ocupa. No obstante ello, debemos aclarar que no existe un modelo explicativo claro y definitivo sobre el camino que se desarrolla desde la invención hasta que un producto alcanza el mercado. Al respecto, podríamos identificar los modelos de innovación derivada de la ciencia, derivada de la demanda, derivada de los vínculos entre los actores del mercado, derivada de las redes tecnológicas y derivada de las redes sociales. Sin embargo, a los fines de este trabajo restringiremos el estudio a dos de los modelos de innovación tecnológica: *Modelo de Impulso o de Empuje de la Ciencia (Science Push)* y el *Modelo de Tirón de la Demanda o del Mercado (Market Pull)* debido a que éstos fueron tomados como referentes en la elaboración de estructuras curriculares en un momento histórico dado, particularmente, entre las décadas del '70 y del '80, cuando el debate sobre el estatus epistemológico de la tecnología y su relación con la ciencia presentaba una relevancia mayúscula.

2.1. Modelo de Empuje de la Ciencia

El modelo de *Impulso o de Empuje de la Ciencia (Science Push)* (VELASCO *et al*, 2007) tuvo su auge desde fines de la Segunda Guerra Mundial hasta mediados de la década del sesenta del siglo XX. La característica principal de este modelo es la causalidad de la ciencia hacia la tecnología que da como resultado un proceso lineal y unidireccional que comienza con el conocimiento científico y tras diversas fases, arriba a la comercialización de un producto o un proceso que pueda ser económicamente viable. En la figura 1 se puede apreciar la modelización por medio de un diagrama:



Figura 1 – Modelo Science Push

La simple observación de la Figura 1 permite reparar en su característica central: la linealidad. El supuesto de dicho modelo, explícito o no, es que el conocimiento tecnológico se generará simplemente aplicando las ciencias básicas a distintos campos equiparándolo con ciencia aplicada. Esta concepción se traslada a los planes de estudio de carreras de ingeniería colocando en los primeros años, casi de manera exclusiva, asignaturas científicas como ser Álgebra, Análisis Matemático, Física, Química, Probabilidades y Estadística, Cálculo Numérico, etc. *A posteriori*, se incorporan las asignaturas tecnológicas básicas y aplicadas y en los últimos años las de proyecto. En definitiva no se llega a percibir al conocimiento ingenieril como un campo con una especificidad propia sino validado de manera casi exclusiva por su dependencia del conocimiento científico, es decir como “aplicación de”.

Esta posición, desde el punto de vista epistémico se asemeja a la tecnología igual a ciencia aplicada. Sin duda, Mario Bunge constituye un referente en este campo de conocimientos. Para fundamentar la posición de tecnología igual a ciencia aplicada, estudia el papel de las teorías en las ciencias y su vinculación con las técnicas, distinguiendo las teorías científicas de las teorías tecnológicas sustantivas y operativas. Al mismo tiempo, establece un camino entre éstas y las reglas tecnológicas (MITCHAM, 2004). Al referirse a las reglas, afirma que ellas prescriben un curso de acción, es decir indican cómo debe uno proceder para conseguir un objetivo predeterminado. Se desprende entonces que las reglas son normativas, mientras que las fórmulas legaliformes dan cuenta de cuál es la forma de hechos posibles en un dominio determinado que incluye a los que hacen o producen reglas. Por tanto, sus enunciados son interpretativos y descriptivos. Entonces, las fórmulas legaliformes podrán ser verdaderas o no mientras que las reglas serán más o menos eficaces. Las reglas de la ciencia y la tecnología son fundamentadas si y sólo si se basan en un conjunto de fórmulas de leyes capaces de dar razón de su efectividad. Previo a la adopción de una regla como efectiva se debe saber por qué es efectiva, se la debe separar o aislar de forma tal de conseguir una comprensión de su *modus operandi*. La fundamentación resulta medular pues indica el paso de las artes y oficios precientíficos a la tecnología contemporánea. ¿En qué consiste la fundamentación? En un sistema de fórmulas legaliformes pues dan cuenta de la causa de los hechos siempre que la regla funcione. Esto no implica que la efectividad de la regla esté dada solamente por la fundamentación. Lo que se quiere expresar es que para juzgar la condición de posibilidad de una regla de ser efectiva, se deben determinar los enunciados legaliformes subyacentes. Sostiene Bunge (MITCHAM, 2004), que el nacimiento y el desarrollo de la tecnología moderna se basa en dos movimientos: a). el intento por fundamentar las reglas, b). la transformación de fórmulas legaliformes en reglas tecnológicas efectivas. Esto conduce - desde la perspectiva que venimos analizando- a afirmar que la tecnología es la ciencia aplicada que se manifiesta en el empleo de reglas fundadas y del que se da cuenta a través del modelo de innovación tecnológica de impulso de la ciencia.



2.2. Modelo de Tirón de la Demanda o del Mercado

El *Modelo de Tirón de la Demanda o del Mercado (Market Pull)* comenzó a manifestarse a partir de la segunda mitad de la década del sesenta del siglo XX prestándole mayor atención a la demanda del mercado en el proceso innovador. Su característica distintiva es la determinación de las necesidades de los consumidores como principal fuente de ideas en los procesos de innovación siendo el mercado la fuente de ideas de la investigación y el desarrollo (I+D). Este modelo sigue siendo lineal al igual que el de *science push*, aunque ahora el proceso no lo inicia la investigación científica pura o aplicada sino la demanda del mercado. En la figura 2 se puede apreciar la modelización por medio de un diagrama:



Figura 2 – Modelo Market Pull

Bajo este modelo de innovación, el conocimiento tecnológico se genera únicamente por intereses, específicamente los del mercado, sin que exista una correlación con la investigación científica ya sea pura o aplicada. Llegan a interpretar la praxis tecnológica como una forma de conocimiento antes bien que como una aplicación de conocimiento, señalando así el carácter único del conocimiento tecnológico. Es en la historia de la tecnología en donde se busca fundamentar la validez de la argumentación, poniendo de manifiesto que ésta no tuvo vínculo y/o dependencia directa con el conocimiento científico, de modo de llegar a señalar que la tecnología fue y es el motor del desarrollo científico. Un ejemplo paradigmático, que abona al modelo de *market pull*, lo constituye el *Proyecto Hindsight* realizado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos a mediados de la década del '60 del siglo XX (CIAPUSCIO, 1994a). Dicho proyecto analizó hasta qué punto la investigación básica fue esencial para el desarrollo de veinte grandes sistemas de armas (innovaciones tecnológicas). Se consideraron setecientos diez situaciones a partir de las cuales el estudio concluyó que la investigación básica había originado sólo el 0,3% del total. La investigación aplicada con fines militares específicos había contribuido en cambio en un 6,7%, mientras que la investigación aplicada destinada a fines no militares había sido el origen del 2% del total. De manera que el restante 92% no estaba vinculado con investigación científica previa.

Los dos modelos analizados se caracterizan por explicar el proceso de innovación de manera secuencial y unidireccional. Sin embargo, en los procesos innovación ciertos pasos o actividades quizás no sean necesarios, existiendo además múltiples realimentaciones entre las distintas etapas que no se encuentran siempre perfectamente delimitadas. Al mismo tiempo, el conocimiento tecnológico es visto principalmente desde la perspectiva de su relación con la ciencia básica y aplicada, sin que se considere la complejidad de éste. Esto lleva a que el conocimiento ingenieril se circunscriba en torno al eje ciencia básica – ciencia aplicada – tecnología, soslayando de manera indirecta a los procesos de innovación, la investigación científica básica y aplicada, la técnica, la industria, la economía, las normas, los valores que sustenta una sociedad, la cultura, el medio ambiente, la ética y la filosofía. En definitiva, no se considera el carácter complejo de la tecnología.



2.3. Complejidad y Tecnología

Precisar el vocablo “complejidad” no resulta tarea sencilla pues se trata de un término polisémico, que en el uso común, diario, coloquial adquiere distintas connotaciones. Es más aún, dentro de la comunidad científica, numerosos autores han intentado su elucidación desde distintas perspectivas sin llegar a un criterio unánime en su abordaje. Agudelo Murguía y Alcalá Rivero en su trabajo *La Complejidad* (AGUDELO MURGUÍA & ALCALÁ RIVERO, 2003), intentan la clarificación conceptual del término a través del análisis de las definiciones que ofrecen distintos autores. Así por ejemplo:

- Nicolás y Prigogine expresan: *“La Complejidad es la que produce un mundo inestable y fluctuante, responsable en última instancia de la increíble variedad y riqueza de formas y estructuras alrededor nuestro. Esta concepción se opone a la idea tradicional de un mundo físico simbolizado por la noción de un sistema planetario periódico y estable de la física tradicional”*.
- Para Teilhard de Chardin, es *“...el aumento de orden en los sistemas biológicos”*.
- Kennedy y Russell, la definen como *“...la interacción de muchas partes de un sistema que da origen a conductas y propiedades, no encontradas en los elementos individuales del sistema”*.
- Para Chaisson, la complejidad es *“...una medida de Información necesaria para describir la función y estructura de un sistema (...) Es un estado intrincado, variado, que involucra una calidad que tiene muchas interacciones y diferentes componentes, como en la interconexión de partes de una estructura”*.
- Para Waldrop, la complejidad es *“...el estudio del comportamiento de aquellas unidades de colecciones macroscópicas que están dotadas con el potencial de evolucionar en el tiempo. Es la ciencia que intenta encontrar el orden dentro de un Universo en apariencia caótico”*.

Al referirse al tema de la complejidad, Maldonado expresa que el estudio de los fenómenos de complejidad creciente marca un gran contraste con la ciencia clásica a partir de seis motivos precisos con los que, habitualmente, se trabaja de manera integrada y complementaria (MALDONADO, 2007). Estos son:

- Trabajo con no linealidad;
- Incorporación del principio de incertidumbre;
- Identificación de los puntos críticos o los estados críticos de un sistema y el estudio de las transiciones de fase y el trabajo con espacios de fase;
- Reconocimiento de la aleatoriedad;
- Lazos de realimentación positivos y negativos;
- Importancia del tiempo y de la flecha del tiempo.

Edgar Morin (MORIN, 2007:32), filósofo precursor en el estudio del problema epistemológico de la complejidad se refiere a ella como *“...un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple (...) Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre”*. Para Rolando García (GARCÍA, 2007a:21), en los sistemas complejos *“...lo*



que está en juego es la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales realizamos el estudio. En dicha relación, la complejidad está asociada con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación a partir de una disciplina científica”. Desde esta perspectiva, un sistema complejo es “...una representación de un recorte de la realidad, conceptualizado como totalidad organizada, (...), en la cual los elementos no son separables y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente”.

García, que en un primer momento había hablado de *determinación mutua*, más tarde propone el término *interdefinibilidad* para referirse a la característica de los sistemas complejos de no poder ser estudiados en forma aislada. Es por ello que distingue la integración disciplinaria de la interdisciplina, la cual constituye mucho más que una pretensión metodológica de abordaje de los problemas de complejidad organizada: es “(...) un hecho histórico y una característica del desarrollo científico, que no resulta de la voluntad de grupos de investigación...”. Finalmente, Rolando García (GARCÍA, 2007a:35) sostiene que “(...) lo que integra a un equipo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una concepción compartida de la relación ciencia - sociedad, que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la organización de cada uno de los miembros del equipo de investigación”. Elucidada la *complejidad* como nuevo valor epistémico en la ciencia contemporánea y la *interdisciplina* como estrategia metodológica esencial para la definición de la problemática a estudiar, podemos postular a la tecnología y a la ingeniería como sistemas complejos. Para que esto sea así, es necesario que el sistema de la tecnología o el de la ingeniería cumplan con dos condiciones, que a juicio de Rolando García son: la interdefinibilidad de los componentes del sistema y que el sistema como totalidad sea abierto. En la Figura 3, se puede apreciar una modelización simple de la tecnología como sistema complejo.

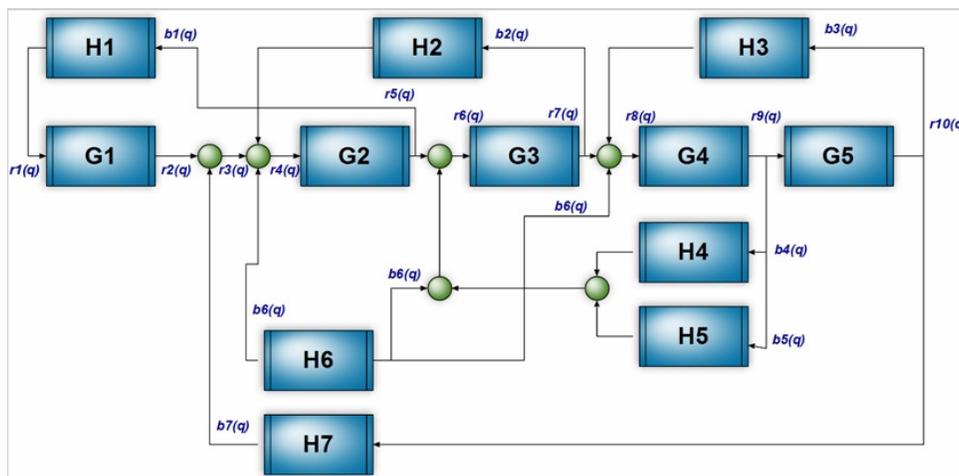


Figura 3 – Modelo Complejo de la Tecnología

En dicho diagrama se ponen de manifiesto los distintos subsistemas que componen la cadena directa de avance, G_i , y los distintos subsistemas de realimentación, H_i . Entonces: G_1 corresponde a la Filosofía; G_2 a la ciencia básica o pura, G_3 a la ciencia aplicada; G_4 a la técnica; G_5 a la industria, comercio, servicios, mercado; H_1 a las teorías generadas por la ciencia básica o pura; H_2 a los problemas generados por la ciencia aplicada; H_3 a los



problemas generados en los procesos industriales, la comercialización y el sector de los servicios; H4 a los problemas generados desde la técnica; H5 a los conocimientos que son generados por la técnica; H6 a la economía, valores de la sociedad y cultura y H7 a la industria, comercio y servicios. Para cada subsistema se producen *salidas*, $r_i(q)$, a saber: $r_2(q)$ es un flujo permanente, variable en el tiempo, compuesto por una cosmovisión, enfoques y problemas; $r_5(q)$ es un flujo permanente, variable en el tiempo, compuesto por conocimientos generados por la investigación en el campo de la ciencia básica; $r_7(q)$ es un flujo permanente, variable en el tiempo, compuesto por conocimientos generados por la investigación en el campo de la ciencia aplicada; $r_9(q)$ es un flujo permanente, variable en el tiempo, compuesto por procedimientos y reglas de la tecnología; $r_{10}(q)$ es un flujo permanente, variable en el tiempo, compuesto por equipos, artefactos y procedimientos que emanan del sector de la industria, comercio, servicios y mercado. También se observan las salidas de cada subsistema de realimentación, $b_i(q)$, lo que le da al modelo la característica de complejo y dinámico.

Así las cosas, de la modelización propuesta, surge que es imposible definir la problemática de la tecnología y por ende del conocimiento ingenieril solamente estudiando sus relaciones con la ciencia, ya sea básica o pura, como así también circunscribiendo su generación solamente a las demanda del mercado. Las múltiples salidas de los subsistemas de realimentación, $b_i(q)$, dan cuenta de ello y ponen de manifiesto cómo interactúan sobre las salidas de cada subsistema de la cadena directa, $r_i(q)$. En conclusión, el modelo planteado refleja claramente la condición de interdefinibilidad de los subsistemas que lo integran y además su condición de sistema abierto.

2.4. Complejidad y modelos curriculares de carreras de ingeniería

Los modelos lineales de innovación sirvieron como referente para la elaboración de “cajas curriculares” en las carreras de ingeniería. Así, el modelo de *science push* dio lugar en la República Argentina a estructuras de seis años de duración en las que en los tres primeros años la formación se centraba en las ciencias básicas, mientras que en los últimos tres años se abordaban casi de manera exclusiva las disciplinas tecnológicas propias de cada especialidad de la ingeniería. En el caso del modelo *market pull*, se incorporó en los planes de estudio de las carreras de ingeniería, desde los primeros años, asignaturas cuya propuesta metodológica y de contenidos se centraba mayormente en la realización de proyectos tecnológicos. Entonces, las ciencias básicas pasaban a ser un insumo para la concreción del proyecto o para la resolución del “problema”. En definitiva la ciencia pasaba a tener un papel subsidiario de sus aplicativos.

En los dos casos, se omitía la complejidad del conocimiento tecnológico e ingenieril como nuevo valor epistémico y la interdisciplina como estrategia metodológica esencial para la definición del problema a estudiar. Un modelo curricular que contempla al menos parcialmente estas dos cuestiones es el actual Diseño Curricular de carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina. En dicho diseño, se incorporan desde el primer año asignaturas que se denominan **Materias Integradoras (MI)**. Así, surge de la Resolución del Consejo Superior Universitario de la Universidad Tecnológica Nacional N° 326/92 que establece que el plan de estudios debe estructurarse en función de un tronco integrador, como línea curricular que se desarrolla a lo largo de toda la carrera a través de materias integradoras. En las mismas se plantean instancias sintetizadoras que incluyen el trabajo ingenieril. La incorporación de estas asignaturas tiende a resolver desencuentro entre la teoría y la práctica, persiguiendo además que el alumno vaya adquiriendo competencias propias de la profesión, se afiance en la formación de criterios necesarios para la toma de



decisiones, y desarrolle aptitudes y actitudes para el mejor cumplimiento del rol que le corresponde en la sociedad en que deberá desempeñarse (CERANA *et al*, 2010). En la figura 4, esquematizamos la estructura curricular basada en el modelo de MI.

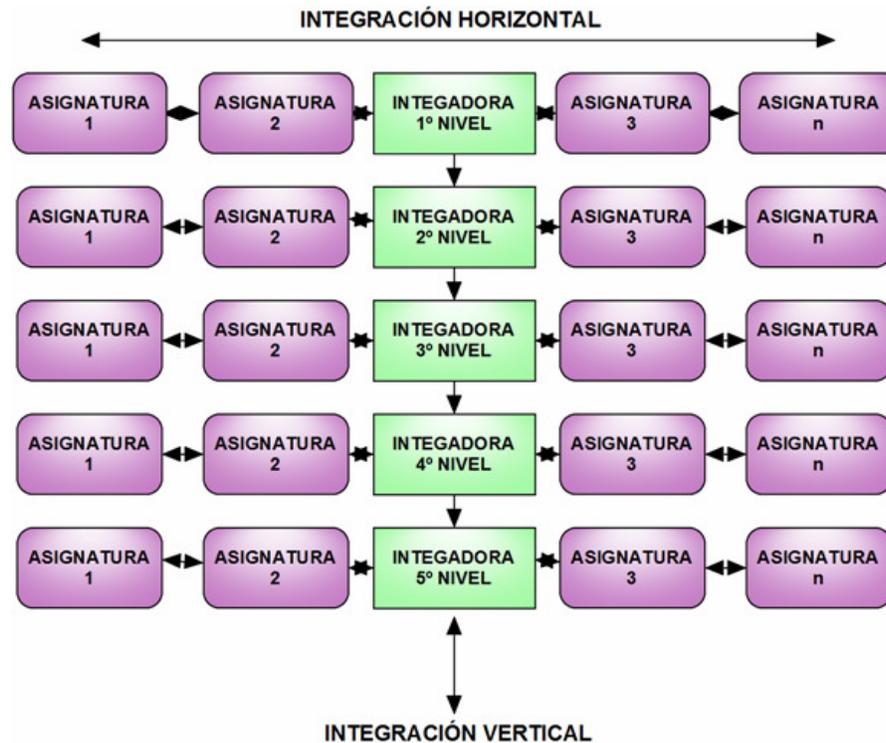


Figura 4 – Estructura Curricular – Materia Integradora

La metodología de las MI contempla el abordaje interdisciplinario y la concepción del conocimiento tecnológico e ingenieril como conocimiento complejo. No se trata simplemente de proyectos en los que se busca “aplicar tal o cual conocimiento teórico” o de “justificar el por qué de tal teoría”, sino que constituyen verdaderas instancias sintetizadoras de conocimientos. Referido a esto, Gustavo Giuliano (GIULIANO, 2007), realiza un interesante análisis acerca de categorías de conocimiento y actividades ingenieriles, distinguiendo los siguientes:

- Conceptos fundamentales de diseño: son los conocimientos que se aprenden durante el periodo de formación y que definen los principios básicos de operación y las configuraciones típicas de los dispositivos y sistemas. Muchos de ellos se aprenden "por ósmosis" a lo largo de la carrera y no guardan relación directa con el conocimiento científico.
- Criterios y especificaciones: es el conocimiento que permite pasar de las ideas generales a los planos técnicos concretos, los que determinan la forma, el tamaño, los requisitos a cumplir, etc. El conocimiento de estas condiciones es fundamental para poder concretar el diseño.
- Conocimientos teóricos: abarcan un amplio espectro desde las teorías físicas hasta los procedimientos y ecuaciones matemáticas abstractas. Incluyen también, las



teorías fenomenológicas empíricas matemáticamente estructuradas que, sin brindar información sobre la esencia, son muy útiles para el diseño.

- Datos cuantitativos: tanto los criterios como las fórmulas matemáticas necesitan ser alimentados con datos de entrada. Estos valores son generalmente obtenidos por métodos empíricos de ensayo y se encuentran expresados en tablas y gráficos. Su conocimiento es indispensable para el diseño y pueden ser de naturaleza descriptiva o prescriptiva.
- Consideraciones prácticas: las herramientas teóricas alimentadas por datos cuantitativos suelen no ser suficientes por sí solas siendo necesario recurrir además a un conocimiento tácito, de difusa demarcación y difícil de definir, brindado por la experiencia práctica.
- Procedimientos de diseño: todos los conocimientos formulados se enmarcan en un conocimiento más general que es el que guía su utilización e indica cómo se combinan todos los pasos necesarios para llevar adelante el complejo proceso de diseño. En el desarrollo de este procedimiento se pone de manifiesto un "estilo de pensar" propio del ingeniero.

De esta forma los Diseños Curriculares basados en MI, constituyen una alternativa superadora al reduccionismo en la conceptualización del conocimiento tecnológico e ingenieril. Epistémicamente, la génesis de éstos ya no será simplemente aplicación de la ciencia o necesidad del mercado.

3. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo, hemos presentado los elementos fundamentales que permiten realizar una caracterización epistémica del conocimiento tecnológico e ingenieril desde el paradigma de la complejidad. Ha quedado fundado su carácter **complejo** y la necesidad de su abordaje **interdisciplinario**. Profundas son las implicancias de este enfoque para la enseñanza de la ingeniería y la elaboración de Diseños Curriculares de Carreras de Ingeniería, en tanto y en cuanto permite superar el problema de la demarcación ciencia – tecnología y atender al desarrollo de la multiplicidad de inteligencias. Además, como aporte a la cuestión presentamos un modelo de diseño curricular que contempla, al menos parcialmente, las cuestiones aquí tratadas.

Finalmente, creemos que se percibe como necesaria la elaboración de una epistemología general y especial de la tecnología como así también de una epistemología de la ingeniería. Su elaboración no es un problema circunscrito o que sólo le atañe a la Filosofía de la Ciencia y la Tecnología sino que requiere un abordaje interdisciplinario.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDELO MURGUÍA, G.; ALCALÁ RIVERO, J. G. **La Complejidad**. Disponible en: <http://www.iiih.com/index.php/complejidad-y-sistemica/24-la-complejidad> Acceso en 29 dic. 2011.
- ARGENTINA. Ministerio de Educación. Resoluciones N° 1232/2001, 1054/2002 y 786/2009.
- ARGENTINA. Universidad Tecnológica Nacional. Documento Materias Integradoras. Nuevo Diseño Curricular. Observaciones y Recomendaciones para 1997, 1997.
- ARGENTINA. Universidad Tecnológica Nacional. Ordenanza N° 1027/2004.
- BUCH, Tomás. Tecnología en la vida cotidiana. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2004.
- BUNGE, Mario. Ética, Ciencia y Técnica. Buenos Aires: Sudamericana, 1997b.
- BUNGE, Mario. Ciencia, Técnica y Desarrollo. Buenos Aires: Sudamericana, 1997a.
- BUNGE, Mario. La Relación entre la Sociología y la Filosofía. Madrid: EDAF, 2000c.
- BUNGE, Mario. Seudociencia e Ideología. Madrid: Alianza, 1989d.
- BUNGE, Mario. Sociología de la Ciencia. Buenos Aires: Sudamericana, 1998e.
- CERANA, JUAN; OBIOL, SERGIO; CURA, RAFAEL OMAR. Mejoras de Enseñanza en Materias Integradoras de Ingeniería. Jornadas sobre Materias Integradoras. Facultad Regional Bahía Blanca -Universidad Tecnológica Nacional, 2011.
- CIAPUSCIO, H. El conocimiento tecnológico. **Redes**. Quilmes, 06 may. 1996. p. 177 – 194.
- CIAPUSCIO, Héctor. Dédalo, tecnología y ética. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2006b.
- CIAPUSCIO, Héctor. El Fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad. Buenos Aires: EUDEBA, 1994a.
- CUPANI, Alberto. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. *Scientle Studia*, Sao Paulo, vol. 4, N° 3, 2006.
- FEIBLEMAN, James. Pure Science, Applied Science, and Technology: An Attempt at Definitions. En *Philosophy and Technology Reading in The Philosophical Problems and Technology*, New York – London: The Free Press, 1983.
- GARCÍA, Rolando. El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos. 1° ed. Barcelona: Gedisa, 2000b.
- GARCÍA, Rolando. Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. 1° ed. Barcelona: Gedisa, 2007a.
- GIULIANO, Gustavo. Interrogar la tecnología: algunos fundamentos para un análisis crítico. 1° ed. Buenos Aires: Nueva Librería, 2007.
- GÓMEZ, Ricardo J. CALIFORNIA STATE UNIVERSITY of LOS ÁNGELES. What is that thing called philosophy of technology?, 2007.
- HABERMAS, Jürgen. Ciencia y técnica como “ideología”. 4° ed. Madrid: Tecnos, 1999.
- HABERMAS, Jürgen. Teoría y praxis. Estudios de filosofía social, Madrid: TECNOS, 2002.
- LE GOFF, Jean Pierre. La barbarie edulcorada: la modernización ciega de las empresas y la escuela. 1° ed. Buenos Aires: Siglo XXI Editora Iberoamericana, 2009.
- MALDONADO, Carlos Eduardo. El problema de una teoría general de la complejidad. En: *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicaciones*, Bogotá: Ed. Universidad Externado de Colombia, 2007.
- MITCHAM, Carl, Mackey, Robert (Eds.). Filosofía y tecnología. Madrid: Encuentro, 2004.
- MITCHAM, Carl. ¿QUÉ ES LA FILOSOFÍA DE LA TECNOLOGÍA? Barcelona: Anthropos, 1989.
- MITCHAM, Carl. Thinking though technology. The Path between Engineering and Philosophy. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.
- MORIN, Edgar. Introducción al pensamiento complejo. 1° ed. Barcelona: Gedisa, 2007.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel. Tecnología: un enfoque filosófico. Buenos Aires: EUDEBA, 1991.
- VÁZQUEZ, Stella Maris. LA TEORÍA DEL CURRÍCULUM EN LA ACTUALIDAD. Buenos Aires: CIAFIC EDICIONES, 1994.
- VEGA ENCABO, Jesús. Los saberes de Odiseo: una filosofía de la técnica. 1° ed. Buenos Aires: EUDEBA, 2010.
- VELASCO, E.; ZAMANILLO, I.; INTXAURBURU, M. **Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación**. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499438> Acceso en 28 dic. 2011.



Abstract: *The purpose of this paper is the epistemic characterization of technological knowledge and its relationship with engineering knowledge, approached from the paradigm of complexity. We will analyze the implications arising from this definition, first in the development of curricula and other teaching of engineering in general. Previously, two lines exhibited epistemological knowledge about technology supported in different linear models of innovation, since they were taken as reference in the development of curriculum frameworks in a given historical moment. Finally, we conclude with the presentation of a model curriculum of engineering that covers certain aspects of technological and engineering knowledge as a complex system.*

Keywords: *Technology, Engineering, Complexity, Interdisciplinarity, Teaching.*