

# ESTUDIOS DE FILOSOFÍA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Guillermo A. Cuadrado<sup>1</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se examinó la posibilidad de acortar las carreras de Ingeniería incorporando ciertos estudios de Filosofía. El propósito del mismo es solucionar el problema que a continuación se detalla. Por una parte, la cantidad de especialidades de ingeniería creció en los últimos cincuenta años y los planes de estudios se hicieron más extensos, dilatando el momento de la graduación. Por otro lado, la demanda laboral reclama profesionales jóvenes, acortamiento de carreras y adaptabilidad para el cambio de actividades. El autor de este trabajo sostiene que la duración de las carreras de ingeniería se puede reducir incorporando ciertos estudios de Filosofía, si éstos desempeñan el rol de meta-teorías científicas y tecnológicas, que promueven relaciones más profundas entre asignaturas, contribuyendo de ese modo a la autonomía y economía de pensamiento y a una mayor capacidad para actuar frente a un problema y resolverlo. Se trata de un cambio que enfatiza las habilidades generales del ingeniero antes que las muy específicas de cada especialidad. El método usado para obtener la información consistió en el análisis lógico y epistemológico de la literatura especializada. Se encontró que conceptos de Lógica, Epistemología, Semiótica, Sistemica, facilitan la integración de contenidos, resaltando principios comunes a diversos campos cognitivos. Asimismo, la incorporación de esos contenidos filosóficos puede contribuir a valorar las actividades propias de la carrera,

---

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional - Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, [gac@frm.utn.edu.ar](mailto:gac@frm.utn.edu.ar)

ayudando a reflexionar en forma crítica sobre ellas. Además, permitirían introducir una visión más generalista, que favorece la economía de pensamiento, la autonomía de los alumnos y el acortamiento de las carreras de ingeniería.

## INTRODUCCION

El acortamiento de las carreras universitarias, en particular las carreras de ingeniería, es motivo de preocupación y análisis en muchos países. Así parecen indicarlo los desarrollos de los proyectos Tuning Europeo, que está en funcionamiento, y el Tuning América Latina, que está en vías de implementación.

Cabe señalar que la mayoría de las especialidades de ingeniería que hoy existen se gestaron en el transcurso del siglo XX. Éstas surgieron para dar respuesta a los cambios científicos y tecnológicos que afectaron el curso de las sociedades en general y de la ingeniería en particular. En opinión del autor de este trabajo, la expansión y diversidad del conocimiento producida se enfrentó adoptando el criterio de la división del trabajo concebida y por ese motivo las especialidades profesionales se multiplicaron.

Por cierto, la política de crear ingenierías especializadas ha sido muy eficiente en lugares y períodos de crecimiento económico, donde era necesario incorporar ingenieros ya preparados para la actividad que realizarían. Cabe aclarar que antes de 1980 el acceso a la información técnica estaba concentrado en bibliotecas y centros de documentación especializados. En consecuencia, cuando los lugares de trabajo estaban lejos de esos centros, el conocimiento era garantizado por los ingenieros a cargo de las tareas. Luego con el advenimiento de las computadoras personales e Internet, la información y el conocimiento se ubicaron en el centro de todas las actividades, generando nuevas demandas educativas. En ese sentido, el proyecto Tuning busca dar una respuesta a esa problemática, desarrollando titulaciones comparables y comprensibles, articuladas en toda Europa por los lineamientos del proceso de Bolonia (González *et al.*: 2003, 33-35)

En Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) conduce un proceso de transformación curricular, siguiendo los lineamientos del Tuning Europeo. El Consejo enfatiza la necesidad de lograr un modelo de enseñanza de la ingeniería comparable con el modelo brasileño, en el que las carreras tengan una duración de cinco años, para un estudiante medio de tiempo completo. De la misma manera, exhorta a una nueva unificación curricular que facilite las vinculaciones con el modelo de Master Integrado del Espacio Europeo de Educación Superior. En cuanto a la definición de un Ingeniero Técnico o de Ejecución, equivalente al “Bachelor Europeo”, recomienda la vinculación con instituciones de formación técnica, tanto de nivel medio como terciario. Además busca nitidez en la definición de un Ciclo General de Conocimientos Básicos (CGCB) de dos años, con certificación académica, que facilite la movilidad estudiantil. En suma, el CONFEDI alienta una enseñanza de la ingeniería basada en competencias, contenidos y créditos, pero sobre todo con procesos de acreditación, que aseguren la calidad de la enseñanza, con estándares comparables a los internacionales (Morano *et al.*: 2005, 3-5).

Conviene señalar que la adhesión, aún parcial, al proyecto Tuning promueve cambios profundos en la Educación Superior. Se trata de transformar un modelo educativo basado en incrementos cognitivos independientes, fijos y dirigidos al ámbito restringido de cada especialidad a otro que identifique conceptos amplios y estables, que permitan comprender y actuar en un mundo caracterizado por el cambio científico y tecnológico permanente, donde la información y el conocimiento están regulando esos procesos. Además, ese cambio enfatiza la enseñanza del alumno, incrementando su actividad y protagonismo.

A juicio del autor de este trabajo, los esfuerzos realizados por el proyecto Tuning para determinar competencias genéricas y específicas tienen una calidad analítica de excepción. Sin embargo, cuando se busca determinar las asignaturas de las carreras de ingeniería las pautas del proyecto Tunig sólo establecen una permutación aminorada de los

mismos contenidos. El criterio propuesto en este trabajo es potenciar los estudios de ingeniería incorporando ciertos estudios de Filosofía, para que desempeñen funciones meta-teóricas, científicas y tecnológicas.

El entorno actual donde se desempeñan los ingenieros es un mundo globalizado, caracterizado por cambios frecuentes en las actividades profesionales. En ese sentido, la demanda laboral exige capacidades profesionales vinculadas con: la comprensión general del funcionamiento de sistemas complejos; la capacidad para usar lenguajes abstractos; la formación interdisciplinaria y la capacidad para trabajar en equipo; el uso eficaz de la información; el auto aprendizaje y la autonomía en el desempeño laboral (Neffa: 1987, 104; Catalano: 2004, 28).

Dadas las condiciones que anteceden, el problema es cómo transformar la formación del ingeniero, para pasar de uno especializado a otro más generalista. El primero es cognitivamente “actual”, porque suele estar en condiciones de desempeñarse en su especialidad en el momento de la graduación. Para lograr esa posición, sus estudios se han extendido por más de siete años y además, cuando su carrera profesional lo conduzca fuera de su especialidad, tendrá cierta dificultad para adaptarse a los cambios. El segundo tipo de graduado, con estudios más cortos, puede necesitar una capacitación adicional para incorporarse a una actividad, pero su formación incluye las estrategias para hacerlo por sí mismo, las veces que sea necesario y alcanzando dominios cognitivos más amplios.

Así, este trabajo se ubica en una línea de investigación orientada a desarrollar metodologías educativas en ingeniería. Por cierto, es sabido que los estudios de Filosofía se componen de tres grandes ejes: Ética, Estética y Lógica. A juicio del autor de este trabajo, los aportes que puede hacer la Ética a la Ingeniería son innumerables, por ejemplo, se destacan los problemas relacionados con los procesos de la información o los de los sistemas de calidad, por indicar temáticas que van más allá de la ética profesional. Otro tanto podría decirse sobre las

contribuciones que pueden hacer ciertos estudios de Estética en el diseño de objetos tecnológicos.

Sin embargo, para delimitar el tema sólo se tratarán aquí temas de tipo Lógico. El objetivo de este trabajo es determinar cómo y por qué se pueden acortar las carreras de Ingeniería incorporando una selección de contenidos de Lógica, Epistemología, Semiótica y Sistémica. Se sostiene que incluir los conocimientos propuestos mejora las relaciones entre asignaturas y desarrolla mayor autonomía, economía de pensamiento y capacidad para resolver problemas más amplios. Además, tales contenidos facilitan la optimización del tiempo dedicado a la carrera por los alumnos.

En este trabajo se analizan en primer lugar la estructura inicial en la formación de ingenieros, porque ella forma la base de las carreras. Luego se presentan los cambios científicos y tecnológicos y su influencia en la ingeniería, de donde surge el Proyecto Tuning y el enfoque de las competencias. A continuación se trata brevemente la influencia de este proyecto en América Latina y se revisa las estructuras curriculares vigente y propuesta, para la ingeniería argentina. Y dado que uno de los fundamentos del proyecto Tunig es la sociedad del conocimiento, se examina cuál es la significación de este concepto en el tema tratado. Finalmente se analiza el carácter meta-teórico de la matemática y de ciertos contenidos de Filosofía.

## **1. ESTRUCTURA INICIAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS**

Si se selecciona un corpus, formado por programas de ingeniería de diversas especialidades en los últimos cien años, se puede encontrar que en la formación inicial denominada normalmente 'ciclo básico' están normalmente presentes cursos con contenidos de Cálculo, Álgebra, Geometría, Estadística, Física, Química, Dibujo Técnico y los más recientes incluyen Informática. Esta presencia constante indica que esos conocimientos funcionan como base de apoyo para conocer las asignaturas de las especialidades.

Dicho de otro modo, el comienzo de la carrera proporciona las nociones más generales, que luego funcionan como teoría porque facilitan la comprensión de los conocimientos de las especialidades. Precisamente, una teoría es un conocimiento de mayor generalidad que unifica hechos dispares, a veces sin relación aparente, u otros conocimientos más específicos, facilitando su comprensión (Cortés Morató *et al.*: 1996).

Es preciso observar que en cualquier carrera de ingeniería se encuentran conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos por lo que parece razonable establecer una distinción entre ellos. Agazzi (1996: 93-96) sostiene que esta última se puede establecer en base a las funciones específicas. La meta de la ciencia es conocer algo, buscar la verdad, mientras que la técnica busca hacer algo útil para un propósito determinado. Las relaciones entre ambas son estrechas y recíprocas, porque la ciencia investiga sus metas usando técnicas. Por otra parte, la tecnología moderna es una hábil aplicación de los descubrimientos científicos a una técnica.

Ahora bien, si se atiende el corpus seleccionado como ciclo básico, se encuentra que predominan las ciencias formales y empíricas, antes que asignaturas técnicas o tecnológicas. Este hecho no es caprichoso, se requiere una visión panorámica antes de entrar en los detalles de las especialidades de la ingeniería. Cabe aclarar que en toda ciencia hay teoría y descripciones. La primera describe la estructura que tienen las segundas, también llamadas 'modelos'. Si se llama '*forma*' a los rasgos comunes de varias cosas, las formas son más abstractas que las cosas. Así, si un modelo es una cosa, su forma teórica es una estructura. Las ciencias empíricas se ocupan de las cosas o hechos que ocurren en la realidad, mientras que las matemáticas prescindan de ésta, porque sólo se ocupan de formas. Luego toda teoría, aún empírica, es una estructura matemática (Monsterín: 1984, 131-134).

De igual forma, los datos obtenidos en actividades de laboratorio o de campo adquieren sentido dentro de una teoría, sin ésta los datos no son significativos. Toda observación implica una interpretación a la luz de

un conocimiento teórico, dado que un conocimiento puramente observacional es imposible (Popper: 1995, 51). Por cierto, si los conocimientos matemáticos proveen los elementos estructurales de cualquier teoría empírica, sea física, química o económica, es lógico que su lugar en las carreras sea al comienzo de éstas, porque desempeñan un rol meta-teórico, es decir componen un conjunto de teorías formadoras de otras teorías.

Cabe añadir que en la teoría del *aprendizaje significativo* de Ausubel, el factor más influyente es lo que el alumno ya sabe. De modo que si éste no posee una adecuada estructura cognitiva, toda información nueva que reciba se memorizará arbitrariamente, sin relacionarse con los conocimientos previos, fenómeno conocido como '*aprendizaje mecánico*' (Palomino, 2003). Este último afecta la eficacia universitaria, porque los alumnos no logran el propósito de asimilar los conocimientos. Pero también influye en la eficiencia, porque los datos de laboratorio o de trabajos de campo son escasamente interpretados.

## **2. CAMBIOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS Y EN INGENIERÍA**

La ingeniería, como parte de la técnica, modifica el mundo con sus acciones, construye objetos y artefactos que responden a propósitos determinados. Para lograrlo usa las leyes y objetos que postulan y justifican las ciencias particulares (Bunge, 2001). Cabe agregar que esa actividad también ha repercutido sobre la misma ingeniería, generando un ciclo retroalimentado que ha multiplicado la cantidad de especialidades de ingeniería como respuesta a la variedad de objetos y artefactos que ha generado y que sigue produciendo.

Si se observan los esfuerzos científicos y tecnológicos de la primera mitad del siglo XX, se puede apreciar que éstos se orientaron a dominar la materia, las fuentes de energía y las organizaciones. Los criterios organizadores de industrias y servicios fueron la economía de escala y la división técnica y social del trabajo, concebidos por Ford, Taylor y Fayol (Catalano, 2004: 26). En ese tipo de organización productiva las

especialidades profesionales se multiplicaron. La formación para ingresar a cada una de ellas se hacía transmitiendo toda la información posible que permitiese la incorporación inmediata a la actividad. Para lograr ese propósito el sistema educativo se basaba en incrementos cognitivos independientes, fijos y dirigidos al ámbito restringido de cada especialidad. Así, por lo general la vida de las personas quedaba dividida en tres etapas: educación, trabajo y jubilación.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, la diversidad científica y tecnológica era de tal magnitud que era difícil entenderla y gestionarla. Entonces surgieron los enfoques sistémicos que proporcionaron de puntos de vistas unificadores, facilitando la comprensión de esa diversidad y poniendo de relieve la importancia de gestionar la información, en cualquier actividad organizada. Con la aparición de las computadoras personales, los desarrollos de la microelectrónica y las redes de computadoras, los sistemas basados en la división del trabajo evolucionaron hacia modalidades integradas, impactando los sistemas productivos y educativos.

Es conveniente prestar atención a las variaciones de significado del término '*ingeniería*' registradas por los diccionarios de la Real Academia Española (RAE), en los últimos cincuenta años, porque reflejan en parte los cambios ya señalados:

RAE, 1956: Arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica en todas sus determinaciones.

RAE, 1992: **1.** Conjunto de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber científico a la materia y a las fuentes de energía. **2.** Profesión y ejercicio del ingeniero.

RAE, 2005 – 2013: **1.** f. Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología. **2.** f. Actividad profesional del ingeniero. (RAE: 2005, 2013)

Por último y con relación a la demanda educativa, ésta creció por la necesidad de comprender y usar las nuevas tecnologías que utilizan la

información en forma intensiva. Por otra parte, la automatización creciente de todas las actividades produce *desocupación tecnológica*. En consecuencia, los que pierden sus puestos de trabajo deben ser entrenados nuevamente para poder cambiar de actividad (Sylos Labini, 1975: 202-203). De este modo, surge un proceso bastante dinámico que impulsa carreras más cortas y la necesidad de actualización permanente (Mc Hale, 1981: 68-69; Laver, 1982: 58). Como consecuencia de esta situación, las carreras de ingeniería también se ven afectadas, obligando a los gobiernos a buscar nuevas propuestas de formación, como es el caso de los proyectos Tuning Europa y Latinoamérica.

### **3. EL PROYECTO TUNING Y EL ENFOQUE DE LAS COMPETENCIAS**

El Proyecto Tuning se desarrolla en un contexto de reflexión sobre la educación superior impuesto por el ritmo acelerado de cambio de la sociedad. Se enmarca en el proceso de La Sorbona-Bolonia-Praga-Berlín, para crear un área de educación superior integrada en Europa. Para garantizar la movilidad de estudiantes se requiere información fiable y objetiva sobre la oferta de programas educativos y para ello son necesarias compatibilidad, comparabilidad y competitividad de la educación superior en Europa. Además, los posibles empleadores pueden exigir información confiable sobre la capacitación de un título determinado.

Para una mejor comprensión de este punto, conviene aclarar que una *'competencia'* está formada por habilidades cognitivas, valores, destrezas motoras e informaciones que permiten llevar a cabo cualquier actividad, atendiendo a un propósito determinado. Además, las competencias deben entenderse en forma sistémica, como actuaciones integrales para resolver problemas del contexto, pero delimitadas por convicciones éticas.

Para el CONFEDI (Asteggiano *et al.*: 2006, 11) *"Competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un*

*determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales*”. Luego señala que en esta definición las competencias:

- “*aluden a **capacidades complejas e integradas***
- . están relacionadas con **saberes** (teórico, contextual y procedimental),*
- . se vinculan con el **saber hacer** (formalizado, empírico, relacional)*
- . están referidas al **contexto profesional** (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer)*
- . están referidas al **desempeño profesional** que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido)*
- . permiten incorporar **la ética y los valores**”*

El proyecto Tuning se orienta hacia competencias genéricas y específicas de los graduados. A nivel europeo influyen en el reconocimiento académico, garantizando la compatibilidad de los programas de estudio. Se centra en las estructuras y el contenido de los estudios, porque éstos son responsabilidad de las instituciones de educación superior únicamente y no de los gobiernos. Se ha seleccionado una metodología que utiliza los conceptos de ‘*competencias*’ y ‘*resultados del aprendizaje*’, ambos descritos en términos de puntos de referencia, que se deben satisfacer para cada área temática

Las competencias se dividen en genéricas y específicas. Las primeras son independientes del área de estudio, en cambio las segundas son propias de cada área temática. Un aspecto relevante es que las competencias se obtienen en diferentes unidades de estudio, que deben identificarse bien, para asegurar su evaluación efectiva. Además éstas se pueden identificar y relacionar con los programas de estudio completos o con módulos de aprendizaje. Por otra parte, los resultados del aprendizaje establecen las competencias que debe dominar un estudiante luego de completar un proceso de aprendizaje (González *et al.*: 2003, 25-29).

Un objetivo clave del proyecto Tuning es contribuir al desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles. Para plasmarlo se optó por usar los criterios de puntos comunes de referencia, en lugar de definiciones de títulos. Además, los títulos se conciben en términos de resultados del aprendizaje, formados por competencias genéricas y específicas de cada área temática, para otorgarles flexibilidad y autonomía. En ese sentido, las competencias específicas son decisivas para un título, porque se refieren a la especificidad propia de un campo de estudio. Sin embargo, las competencias genéricas, comunes con otras titulaciones, como es el caso de la capacidad de aprender, tomar decisiones, diseñar proyectos o gestionar administraciones, son importantes en una sociedad con demandas que se reformulan constantemente.

Otro aspecto destacado del Proyecto es enfatizar la importancia de los resultados, atenuando la importancia de observar lo suministrado a los estudiantes. Este cambio se refleja en las evaluaciones de los alumnos, donde el conocimiento como referencia dominante se desplaza hacia una evaluación centrada en las competencias, capacidades y procesos. De este modo, el avance en la carrera se orienta a lograr perfiles académicos y profesionales definidos con anterioridad. Esta transformación se ve en las situaciones de aprendizaje y en la diversidad de evaluaciones usadas: portafolio, tutoría, trabajo personal, entre otras. En definitiva, el énfasis se desplaza desde la enseñanza hacia el aprendizaje, centrando la educación en el estudiante.

Por otra parte, Tuning considera que la *sociedad del conocimiento* es una *sociedad del aprendizaje* lo que sitúa la educación en un proceso continuo de aprendizajes. En efecto, cada persona debe gestionar su conocimiento, actualizarlo, seleccionar lo necesario para determinado contexto, en suma: aprender a adaptarse a situaciones nuevas y cambiantes. La regularidad con la que los individuos se relacionan con la educación depende de la diversidad de contextos y sus variaciones, y de las modalidades educativas, por ejemplo, de tiempo completo o parcial, o a distancia. Esos aspectos influyen en la organización del

aprendizaje, la forma y estructura de los programas que se tornan más focalizados, cursos más cortos, con estructuras más flexibles y con mayor apoyo. Se considera que la probabilidad de conseguir empleo aumenta con: a) el desarrollo de competencias genéricas; b) la diversidad de perfiles de estudio y, c) programas flexibles con varias entradas y múltiples salidas (González *et al.*: 2003, 31- 37).

#### **4. COMPETENCIAS GENÉRICAS EN AMÉRICA LATINA**

La Joint Quality Initiative, red de representantes europeos que acredita los títulos en Europa, desarrolló los *descriptores compartidos de Dublín*, que señalan ciertas áreas en las que los titulados deben ser competentes. Esos descriptores permiten desarrollar indicadores de acreditación y cubren las siguientes cinco dimensiones: 1) conocimientos y perspicacia; 2) aplicación de los conocimientos y la perspicacia; 3) capacidad de elaborar opiniones; 4) comunicación; 5) competencias de aprendizaje.

Hay que destacar que para desarrollar estas dimensiones, así como las acciones relevantes para los titulados superiores, se requiere la participación de científicos y otros expertos en competencias y educación superior. Éstas pueden deducirse preguntando por los conocimientos, habilidades y motivaciones que se necesitarán para realizar las acciones en cuestión. Así, por ejemplo, para que una persona se comunique en forma eficaz, tendrá que poder expresar ideas, transmitir a otros la información en forma clara y, además, deberá interpretar bien las señales que proceden de otros, seleccionando cuál es la información importante de esa comunicación. Del mismo modo, en resolución de problemas debe detectarlos cuando éstos surgen, analizarlos, actuar con decisión en caso de duda y, si fuera el caso, seleccionar y aplicar conocimientos específicos relativos al problema en cuestión (Morano *et al.*: 2005, 26-28).

Las competencias que se detallan en la Tabla N° 1 fueron elaboradas para cualquier profesional universitario, a propuesta de los Centros

Nacionales Tuning, en el marco del Proyecto Alfa Tuning América Latina.

Tabla N° 1: **Competencias genéricas identificadas en América Latina**

1. Capacidad de análisis y síntesis	20. Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	21. Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia
3. Planificación y gestión de tiempo	22. Apreciación de la diversidad y multiculturalidad
4. Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio	23. Habilidad para trabajar en un contexto internacional
5. Conocimientos básicos de la profesión	24. Conocimiento de culturas y costumbres de otros países
6. Comunicación oral y escrita en su propia lengua	25. Habilidad para trabajar en forma autónoma
7. Conocimiento de una segunda lengua	26. Diseño y gestión de proyectos
8. Habilidades básicas de manejo del ordenador	27. iniciativa y espíritu emprendedor
9. Habilidades de investigación	28. Compromiso ético
10. Capacidad de aprender	29. Preocupación por la calidad
11. Habilidades de gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)	30. Motivación de logro
12. Capacidad crítica y autocrítica	31. Ciudadanía /compromiso social / democrático, etc.
13. Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones	32. Medio ambiente
14. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	33. Capacidad de enseñar
15. Resolución de problemas	34. Relación con el contexto / entorno
16. Toma de decisiones	35. Categoría relacionada con el conocimiento
17. Trabajo en equipo	36. Categorías vinculadas con destrezas personales
18. Habilidades interpersonales	
19. Liderazgo	

Fuente: *Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas*. Villa Carlos Paz: CONFEDI, 2005.

## **5. ESTRUCTURA CURRICULAR VIGENTE Y PROPUESTA PARA LA INGENIERÍA ARGENTINA**

En Argentina, el proceso de unificación curricular y modernización de la enseñanza de las ingenierías se inició en 1996, con nueve de las carreras, que luego, en 2005, aumentaron a veintiuna para determinar la estructura curricular vigente. Para lograr ese propósito los contenidos mínimos se agruparon en cuatro áreas temáticas principales: i) ciencias básicas; ii) tecnologías básicas; iii) tecnologías aplicadas; iv) complementarias (ICI-CONFEDI: 1996, 30; Morano, *et al.*: 2005, 11).

*Ciencias básicas:* contienen los conocimientos comunes a todas las carreras y aseguran el sustento de las disciplinas específicas, así como su evolución en función de los avances científicos y tecnológicos.

*Tecnologías Básicas:* son contenidos de ciencias básicas con la orientación y aplicaciones propias de cada especialidad.

*Tecnologías aplicadas:* desarrollan los conocimientos fundamentales que identifican el perfil profesional de la carrera.

*Complementarias:* comprenden los conocimientos complementarios del perfil profesional y los conocimientos vinculados con las competencias de cada especialidad.

En la XXXVII Reunión Plenaria, CONFEDI propuso cambiar la estructura curricular indicada arriba, por otra que distinga con más precisión los distintos tipos de formación que se deben impartir a lo largo de las carreras. En ese sentido distingue una formación general y otra disciplinar, esta última subdividida en básica, especializada e integrada, que se formulan en dos ciclos (Morano *et al.*: 2005, 12-13)

*Ciclo general de conocimientos básicos:* comprende los ejes de formación general y básica y es común a todas las carreras de ingeniería.

*Ciclo de especialización:* comprende los ejes de formación disciplinar básica, especializada y formación profesional integrada.

*Formación general y básica:* aquella que se considera que un estudiante universitario debe adquirir necesariamente al cabo del nivel de grado, independientemente de su orientación profesional.

*Formación disciplinar:* aquella que da cuenta del modo de pensar la disciplina y su forma de abordar la resolución de problemas. La formación disciplinar a su vez, se debería estructurar en tres niveles, los cuales detentan características propias:

*Formación disciplinar básica:* abarca áreas y problemas que la comunidad académica considera indispensables para la formación disciplinar en el grado y que sirve de fundamento para la obtención de saberes ulteriores en un campo específico del conocimiento.

*Formación disciplinar especializada:* abarca los conocimientos específicos de una especialidad determinada, la práctica profesional y la adecuación al estado del arte actual en cada disciplina.

*Formación profesional integrada:* es la que incorpora conocimientos que se encuentran en los bordes de disciplinas diferentes o que constituyen convergencias disciplinares que pertenecen a diferentes disciplinas y contribuyen al logro de las competencias genéricas y al cumplimiento de la intensidad de la formación práctica.

En ese documento también se describen, a grandes rasgos, las asignaturas que forman los ciclos señalados así como cargas horarias, créditos y duración de las carreras.

## **6. SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO**

El proyecto Tunig implica un proceso internacional de reflexión sobre los estudios superiores que involucra a dadores de empleo, graduados y

académicos. El hecho de considerar la sociedad del conocimiento y organizar las carreras en función de competencias reviste una notable importancia, porque focaliza las condiciones que deben tener los graduados para desempeñarse laboralmente.

Cabe señalar que el concepto de '*sociedad del conocimiento*' está estrechamente relacionado con el de '*sociedad de la información*'. En la primera, los ciudadanos se apropian de la información de manera crítica y saben como aprovecharla, es decir se enfatiza el fin. En la segunda, se enfatizan los medios, referidos a la capacidad tecnológica de almacenar, procesar y transmitir información cada vez más rápido. En efecto, este tipo de sociedad a veces es considerada la sucesora de la sociedad industrial. A propósito, conviene distinguir información de conocimiento, porque la primera se compone de objetos y hechos, mientras que el conocimiento es la interpretación de esos hechos en un contexto y con una finalidad.

En opinión de algunos autores, en una sociedad del conocimiento los principales factores de progreso social y económico son la inteligencia y el saber. Es un tipo de sociedad donde la producción de conocimientos es exponencial y se materializa en forma de patentes, libros, revistas, pero también en la obsolescencia de especialidades y formaciones. Por cierto, la posesión de información es condición necesaria, pero no suficiente para el conocimiento. Para alcanzar este último se requieren marcos teóricos, conceptuales y axiológicos que le den sentido. En efecto, la educación superior y en particular la ingeniería, enfrentan el reto derivado del desarrollo científico tecnológico. Por un lado, la información crece de modo creciente y, por otro, los profesionales deben ser capaces de gestionar esa información (Molina: 2000, 65-66). Lo que aumenta las tensiones en el seno de la formación superior.

Con relación a la información y las tecnologías para su tratamiento, conviene señalar que Popper (1995, 61- 67) distingue tres mundos: 1) el de objetos y estados físicos; 2) el de estados de conciencia o de disposiciones para actuar; y 3) el de contenidos objetivos del pensamiento. Este último, llamado neutralmente '*mundo 3*', se gesta en

la condición impersonal que tiene el conocimiento cuando llega a la expresión lingüística. Así enfatiza la importancia que tiene el problema de buscar teorías mejores, más audaces donde interviene la preferencia crítica, pero no las creencias. Por su parte, entre los objetos del *mundo 3* se pueden distinguir los sistemas teóricos; los problemas y las situaciones problemáticas; los argumentos críticos; el estado de una discusión; el contenido de publicaciones periódicas y libros.

Para ejemplificar el argumento que sostiene la existencia independiente del *mundo 3*, Popper propone imaginar la destrucción de todas las máquinas y herramientas y todo el conocimiento subjetivo de las mismas. Pero si sobreviven las bibliotecas y la capacidad de aprender de los libros, es posible reconstruir los elementos destruidos. Así ocurrió con el *Zwinger* de Dresden, cuya reconstrucción finalizó en 1992 o el *Reichstag* de Berlín que volvió a abrir sus puertas en 1999, para ser luego sede del parlamento alemán, por indicar dos entre muchos ejemplos.

La primera tesis de Popper implica la existencia de dos acepciones de la palabra ‘conocimiento’, la subjetiva que consiste en un estado mental y la objetiva, que consta de problemas, teorías y argumentos. Con referencia al último significado, éste es independiente de la pretensión que puede tener alguien de saber, porque se trata de un conocimiento objetivo, sin sujeto que conoce. En definitiva, esta tesis sostiene que el conocimiento subjetivo es ajeno al conocimiento científico. La segunda tesis afirma que el objeto de la epistemología es estudiar problemas científicos, situaciones problemáticas, hipótesis, discusiones científicas todas ella reflejadas en publicaciones. Dicho brevemente, la epistemología es el estudio del mundo 3.

En síntesis, la materialización de una sociedad del conocimiento necesita que este último y la información sean accesibles. Este aspecto se ha potenciado notablemente por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Pero también debe existir un conocimiento subjetivo, por parte de cada individuo de esa sociedad, que proporcione conciencia y disposición a reaccionar frente al

conocimiento, esto es, la información acompañada de teorías y marcos conceptuales y axiológicos que le dan sentido.

## **7. CARÁCTER META-TEÓRICO DE LA MATEMÁTICA Y DE CIERTOS CONTENIDOS DE FILOSOFÍA**

Según se ha citado, el ciclo básico de las ingenierías funciona como base de apoyo, para las asignaturas de especialidad. En ese sentido, la Química y la Física constituyen el primer contacto con las disciplinas empíricas, que se ocupan de conocer la realidad. Pero, en el contexto del ciclo básico predominan ampliamente las asignaturas matemáticas, es decir las ciencias formales. Tal es el caso del Cálculo, que en ciertas carreras tienen hasta cuatro cursos; Álgebra; Geometría, Analítica, Descriptiva, Proyectiva; Estadística, y en carreras de sistemas de información, Matemáticas Discretas. Pero ¿qué funciones cumplen?

Antes de responder ese interrogante, cabe agregar que Bunge (2001) sostiene que las características de la matemática son: abstracción, universalidad, exactitud, poder deductivo, portabilidad y sistematicidad y todas se relacionan entre sí. Así por ejemplo, la universalidad es una consecuencia del proceso de abstracción y esa característica hace que la forma sea portable. Del mismo modo, el poder deductivo es consecuencia de la sistematicidad y eso le confiere exactitud y así se podría continuar.

Resulta relevante la tesis que sostiene que: *‘conocer es saber hacer algo* y que no es posible separar el *saber*, del *saber hacer*. El autor Delgado Rubí (1998, 70-71) adhiere a esta tesis y presenta un *sistema básico de habilidades matemáticas* que involucra a la Lógica y la Matemática, sin exclusión de otras ciencias. El sistema está sustentado en los verbos *definir* y *demostrar* y luego se expande a: *identificar, interpretar, recodificar, graficar, algoritmizar, calcular, modelar, comparar, resolver, aproximar* y *optimizar*. Estos verbos condensan la estructura de las habilidades para resolver problemas, además tienen la generalidad suficiente para intervenir en soluciones muy diversas.

En pocas palabras, esos verbos permiten unificar el lenguaje para formular los objetivos de los programas y debieran intervenir siempre en la formación de los ingenieros. Es decir, se trata de términos que componen una guía metodológica y didáctica para organizar conocimientos y crear hábitos mentales perdurables, flexibles, y con una generalidad tal, que pueden utilizarse para resolver problemas muy distintos. Sin embargo, es menester aclarar que esas acciones conducen a resolver problemas sólo cuando se realizan dentro de una estructura que les da sentido.

Por ese motivo, a juicio de ciertos autores, las matemáticas se usan para elaborar o justificar otras teorías, desempeñando la función de teorías formadoras de otras teorías. Así por ejemplo, Monsterín (1984:131-134) afirma la tesis de que toda teoría es matemática. Para justificarla sostiene que en toda ciencia hay descripciones y hay teoría. Las primeras describen el sistema, en tanto que la segunda describe la estructura del mismo.

Dado que los términos '*sistema*' y '*estructura*' se usan a veces como equivalentes, es oportuna la aclaración que hace Bunge (2004, 64). Él sostiene que la diferencia entre un simple agregado y un sistema es su estructura, o sea el elenco de relaciones entre los elementos del conjunto. Como resultado de esto el término '*estructura*' es más abstracto que '*sistema*'. Si además se llama '*forma*' a los rasgos comunes de varias cosas, las formas son más abstractas que las cosas. Asimismo, si los sistemas son cosas, las estructuras son sus formas, y por cierto un mismo sistema puede responder a varias estructuras.

Cabe agregar que para obtener formas se aplica un el proceso llamado '*abstracción*'. Este último permite encontrar relaciones y objetos ideales, que unifican en una expresión simbólica diferentes casos particulares. Por otra parte, el proceso de encontrar un sistema donde se verifica una estructura o forma se denomina '*interpretación*'. Ésta última describe una situación particular a partir de la forma, asignando significados empíricos a las fórmulas, detallando y prediciendo comportamientos de porciones de realidad. En definitiva, importa destacar aquí, que

abstracción e interpretación regulan las relaciones entre forma y contenido de cualquier asunto.

Con referencia a la afirmación anterior, Hilbert sostenía que la geometría euclídea sólo describe una estructura, una forma, que puede realizarse en el espacio físico o en otros sistemas concretos, pero no describe ni el espacio físico ni realidad alguna. Esta concepción de la teoría euclídea se generalizó luego para cualquier teoría. Por ese motivo, hoy, se admite que hay tantas estructuras abstractas como se puedan definir. Todas son independientes de la realidad, incluso se acepta que puedan ser contradictorias entre sí. Lo que no implica una contradicción, porque las estructuras se encuentran a nivel matemático, sólo son relaciones internas, y por eso no tienen correspondencia con la realidad. A diferencia de las teorías empíricas que por interpretación introducen contenidos que sí son reales, y por ello pueden ser evaluados como verdaderos o falsos (Monsterín: 1984, 135).

Hecha la observación anterior, conviene destacar que Piaget (1993: 74-76) considera que las matemáticas son una teoría general de las estructuras, que tiene tres características generales: 1) constituye una totalidad con leyes propias, entendiendo que estas últimas son independiente de las características particulares de los elementos; 2) las leyes de totalidad operan sobre las transformaciones en un sentido muy amplio y nunca lo hacen sobre características estáticas; 3) es auto regulativa porque las composiciones internas de la estructura permanecen dentro de sus propios límites; así por ejemplo, un número entero sumado a otro del mismo tipo da siempre un número entero y jamás se involucran elementos exteriores. Por cierto, la fecundidad de las matemáticas reside en su poder ilimitado de construir operaciones sobre otras operaciones, dejándolas relacionadas entre sí.

Ahora bien, si los sistemas matemáticos se interpretan entonces es posible formular teorías empíricas formalizadas. Esto se logra relacionando signos con objetos reales e introduciendo restricciones en los dominios de las funciones usadas para describir. Tal es el caso de Mecánica que es considerada una interpretación del Cálculo. Lo mismo

ocurre con el Electro-magnetismo, la Termodinámica, la Mecánica de fluidos o la Economía, por nombrar algunas de una extensa lista.

Para ilustrar este proceso, conviene recordar la axiomatización de la Mecánica Clásica de Partículas, hecha por Suppes (1979, 356-372) con teoría informal de conjuntos. Para establecer la estructura define ciertas nociones matemáticas previas, como intervalos abiertos y cerrados; vectores tridimensionales y sus operaciones binarias, producto interno y escalar; valor absoluto de un vector; derivada primera y segunda de una función.

A continuación introduce una lista de reglas de interpretación para términos como *partícula*, *masa*, *fuerza*, *fuerza externa*, *instante*. Finalmente, presenta los axiomas de la Cinemática y de la Dinámica y analiza las condiciones que éstos imponen. Luego, una entidad que cumple con las condiciones que estipulan los axiomas es un modelo de la mecánica newtoniana, como lo son: el tiro oblicuo, el péndulo, los sistemas: planetario, tierra, luna, sol y muchos otros ejemplos. De esta manera es posible visualizar la estructura que tiene una teoría empírica. Es más, este proceder dio origen al programa estructuralista de la concepción semántica de la ciencia, que coloca teorías y modelos en el centro de la actividad científica.

Conviene destacar que cuando se formaliza una ciencia empírica o tecnológica, la matemática le confiere deducibilidad. Con esta propiedad, muchos problemas empíricos se reducen a problemas matemáticos, economizando tiempo y recursos. En este caso, resolver problemas reales con procedimientos matemáticos consiste en revelar las incógnitas como un conjunto de datos vinculados través de una cadena deductiva.

De modo similar, otra ventaja de las teorías matematizadas es la portabilidad, porque permite reutilizar las mismas estructuras en disciplinas con contenidos diversos. Lógicamente, este aspecto favorece la economía de pensamiento. Dicho de otro modo, las estructuras de las teorías empíricas o tecnológicas son reutilizables porque están

hechas de matemáticas. Por esta razón, estas últimas son predominantes en el ciclo básico de las ingenierías.

Por otra parte, una condición previa para aprender ciencias fácticas es disponer de estructuras formales, que permitan construir la teoría, cuyos modelos describen las porciones de realidad estudiadas. Conviene destacar que además intervienen operaciones empíricas que vinculan ciertos datos del fragmento de realidad estudiado con la teoría. Tal es el caso de las mediciones y observaciones que se realizan en los laboratorios o en trabajos de campo. En ese sentido, la ciencia empírica no es un mero discurso, se ocupa de objetos, cosas, entidades, y justifica su existencia a través del vínculo explícito entre: teoría, procesos de medición o de observación, y cálculos que aparecen en otras teorías más elementales. Si no fuera así, la teoría sería válida *a priori* y no sería empírica (Moulines, 1982: 83).

Con referencia al proyecto Tunig, éste plantea organizar las carreras por competencias, en el marco de una sociedad del conocimiento. Por ende, para alcanzar esas competencias hay que focalizar la atención en los entes del *mundo 3*, esto es, problemas, teorías, modelos, discusiones críticas y argumentos, entre otros. Estos últimos están prácticamente presentes en todas las asignaturas de ingeniería, cualquiera sea ésta. Como ya se ha aclarado, siguiendo la línea de Popper, la *teoría del mundo 3* se ocupa de estudiar esos objetos. Luego es fácil advertir, que también la epistemología tiene una dosis de portabilidad muy importante, y por eso contribuye de modo análogo a la economía de pensamiento. Por este motivo, a juicio del autor de este trabajo, su inclusión en las carreras de ingeniería permitiría reducir la extensión de las mismas.

Es preciso señalar además que cualquier asignatura de ingeniería tiene descripciones que se plasman en fórmulas, planos, gráficos, diagramas y mapas de distinto tipo, es decir, sistema de signos regulados por reglas de interpretación y uso. Precisamente, la teoría general que se ocupa de esos sistemas de representación es la *Semiótica*. Esto es, un sistema semiótico está compuesto de signos que significan algo para alguien, en virtud de ciertas convenciones. Dicho de otro modo, las cosas, los

hechos, los conocimientos, incluso los sentimientos, se pueden comunicar a otros a través de signos, pero solamente si existe un acuerdo entre personas que permita usar ciertos objetos como signos (Bunge: 2004, 77; Walther: 1994, 54-55). Así, por ejemplo, los jeroglíficos fueron signos para el hombre moderno cuando Champollion descubrió su significado; de manera similar el usuario de un software lo es, porque conoce el significado de sus signos.

Conviene aclarar que la Semiótica o teoría general de un lenguaje posee posiciones que enfatizan aspectos diferentes, como en cualquier otra disciplina. Sólo para ejemplificar se indican las teorías de Morris y de Peirce. La primera distingue las siguientes relaciones: 1) las formales que vinculan los distintos signos entre sí, llamada '*sintaxis*'; 2) las que ligán signos con objetos nombrados o *semántica* y 3) las de preferencia de uso de cierto signo frente a otro o *pragmática*. Se dice que un lenguaje es *completo* cuando intervienen los tres tipos de relaciones: sintaxis, semántica, y pragmática. Hay que señalar, que sólo la sintaxis puede tener existencia independiente, en cambio otras dos, semántica y pragmática siempre requieren de la primera (Morris: 1994: 31; De Lio de Brizzo *et al.*: 1968, 33-44).

En relación con lo dicho, las asignaturas matemáticas se ocupan sólo de las consistencias internas de sus sistemas de signos, tal es el caso del Cálculo, el Álgebra o la Geometría. Se trata de lenguajes que sólo tienen sintaxis. En cambio, las ciencias fácticas, como Mecánica, Electricidad, Termodinámica o Economía disponen de fórmulas cuyos signos representan objetos y propiedades que examinan correspondencias con la realidad. Se trata de sistemas sintácticos interpretados, es decir con una semántica. Mientras que en asignaturas orientadas al ejercicio profesional, además de intervenir las ciencias con una semántica, se agrega un sistema pragmático que regula la preferencia de signos, como ocurre con los planos de obras civiles o de circuitos electrónicos, por ejemplo.

En cuanto a la teoría de Peirce, antes señalada, este autor investigó que los juicios, por diversos que sean, tienen la forma de *sujeto-cópula-predicado*, que

reproduce la conexión *objeto-relación-propiedad*. Para ello utiliza tres referencias: el medio del signo, el objeto referido y la interpretación que hace alguien. Luego concibe un *primero* conocido, la propiedad, que determina un *segundo*, el objeto, y ambos se unen a través de un *tercero*, la cópula. De este modo despliega sus categorías universales de *primeridad*, *segundidad* y *terceridad*, que generan los diez signos de Peirce. Estos consideran las condiciones existenciales, porque la referencia al signo se debe disponer antes que la referencia al objeto del signo y ambas deben disponerse antes que la referencia al interpretante (Walther: 1994, 54-55; Batistella: 1983, 11-17, 79). Por cierto, es una teoría apropiada para entender la interfaz icónica que tienen las nuevas computadoras, tablets o celulares de última generación.

Hay que tener en cuenta, que los sistemas semióticos deben facilitar tres actividades cognitivas: i) establecer una o varias marcas identificables como representación de algo; ii) producir una ampliación de conocimiento cuando ciertas representaciones se transformen en otras, usando las reglas del sistema y iii) explicar otras significaciones del referente, cuando las representaciones producidas se convierten de un sistema a otro. Naturalmente, cada sistema, como álgebra, gráficos cartesianos, diagramas o lenguaje natural, enfatiza la comunicación de ciertas propiedades del objeto representado. Así, este último puede cambiar sus significaciones, dado que para cambiar de un sistema semiótico a otro hay que realizar una operación cognitiva (Duval, 1999: 27-29).

Después de las consideraciones anteriores, resulta oportuno agregar que las teorías científicas son *objetos semióticos*, porque se usan para explicar *algo* distinto de ellas mismas y, además *alguien* las usa para explicar ese *algo*, de acuerdo con la opinión de Moulines (1982, 191). Para este autor, cada teoría tiene: 1) una estructura matemática, ya aludida, llamada '*núcleo*'; 2) descripciones de escorzos de realidad, llamadas '*modelos*' y 3) una comunidad que utiliza la teoría, llamados '*usuarios de la teoría*'. Balzer (1997: 25) sostiene que los modelos son más esquemáticos y simples que los sistemas reales, porque sólo captan aspectos que el constructor estima esenciales, como regularidades o atributos

frecuentes. Además aclara que una manera de obtener modelos consiste en analizar ejemplos y describirlos luego con relaciones y funciones. En síntesis, la estructura del núcleo de la teoría provee las fórmulas que describen una porción de realidad. Esa descripción o *modelo* es aprovechada por algún usuario para explicar o predecir hechos que ocurren en el fragmento de realidad estudiado.

Resulta oportuno destacar que los ingenieros forman comunidades de usuarios de teorías científicas, las utilizan para comprender y transformar la realidad, construyendo objetos y artefactos con propósitos determinados. La comprensión de esa realidad la consiguen a través de las ciencias fácticas y su modificación la hacen usando disciplinas tecnológicas. Estas últimas indican cómo usar las teorías empíricas, para calcular estructuras o diseñar máquinas, equipos o procesos. Cabe la aclarar, que en ambas situaciones interviene el *sistema básico de habilidades matemáticas*, antes señalado. A propósito, vale aclarar que los problemas científicos suelen ser directos, por ejemplo, dada una antena, calcular las ondas que emite. En cambio los problemas tecnológicos son inversos, cómo diseñar una antena para que sus ondas se emita en cierta frecuencia (Bunge: 2002, 33-34).

Una breve recapitulación sobre los aspectos meta teóricos en Ingeniería tratados aquí indica que la Matemática desempeña un rol dual, es teoría formadora de teorías y permite resolver problemas. En ambos caso interviene la noción de sistema. Pero también en la disposición de las representaciones y en estructuración de los objetos de la realidad y del *mundo* 3. Lo que significa que las cosas organizadas como sistemas son más comprensibles y por ese motivo tienen incidencia en la economía de pensamiento y en el acortamiento del ciclo de preparación de las carreras universitarias en general, y de la de ingeniería, en particular. Luego, parece natural introducir también el enfoque sistémico, para el desarrollo de estrategias de desempeño, que sean comunes a todos los ingenieros.

Se trata de un punto de vista que permite enfrentar problemas epistemológicos y prácticos. La *sistémica* es una parte de la ontología

inherente a la cosmovisión científica moderna y, por ese motivo, constituye una guía para la teorización. Por cierto, los *sistemas* u objetos complejos cuyas partes se relacionan entre sí, se clasifican en: materiales, conceptuales y semióticos. Los primeros están formados sólo por cosas materiales solamente, como es el caso de átomos, células o empresas; los segundos, constituidos por conceptos, como proposiciones, clasificaciones o teorías; y los terceros, compuestos de signos o cosas físicas que, por convención, expresan otras cosas o conceptos, como es el caso de las señales camineras, los textos o los diagramas (Bunge, 2002: 20-21; 2004: 63-64).

En cuanto a la caracterización de un sistema, éste queda determinado por la composición, el entorno, la estructura y el mecanismo de funcionamiento. De la interacción de esas categorías surgen propiedades *emergentes*, ausentes en sus componentes, como es el caso de la vida de una célula, o la energía de disociación de una molécula, o el valor de verdad de una proposición. De esta manera, *emergencia* y *sumersión* son procesos duales, por los que surgen o se pierden propiedades. Así, la diversidad de cosas del mundo puede agruparse en seis categorías o niveles: 1) físicas, 2) químicas, 3) biológicas, 4) sociales, 5) técnicas o artefactos, 6) semióticas. De este modo, todos los objetos, materiales, conceptuales o semióticos, o son componentes o son sistemas. En este último caso tienen propiedades emergentes, que se forman por agregación o combinación de objetos más simples. De esta manera las cosas de un nivel determinado se forman por otras de niveles inferiores (Bunge: 2002, 21).

En otro orden de ideas, los sistemas pueden clasificarse también por niveles organizativos, que van de lo general a lo particular, formando subsistemas. Del mismo modo, pueden catalogarse según los criterios siguientes: 1) elementos que los componen; 2) cambios de estado; 3) entradas o recursos; 4) salidas o resultados; 5) frontera y relaciones con el medio; 6) propósito y función; 7) propiedades de calidad o cantidad; 8) objetivos; 9) componentes, programas y misiones; 10) organización y administración; 11) estructura; 12) estados y flujos (Van Gigch, 1981: 22-26).

Conviene recordar que, cuando un ingeniero trabaja sobre una porción de realidad, para estudiarla o modificarla, usa modelos. Estos, según se vio, son *sistemas semióticos* compuestos por expresiones matemáticas, gráficos, tablas, diagramas, textos, que representan, especifican y facilitan la comprensión del *sistema real*, integrado por los elementos de otro dominio de existencia, que puede ser natural, tecnológico o abstracto (Buch: 1999, 227).

En los procesos tecnológicos, como fabricación de productos o prestaciones de servicios se realizan acciones organizadas en secuencias lógicas. Cada acto humano intencional orientado a crear, transformar, transportar, almacenar o destruir objetos tecnológicos de cualquier índole es una *acción tecnológica*. En consecuencia, sobre cada sistema se pueden diferenciar dos acciones humanas: a) diseñar uno nuevo, para solucionar un problema no resueltos, o b) optimizar uno que existe para mejorarlo (Buch: 1999, 114-115).

## CONCLUSIONES

Hechas las consideraciones anteriores, resulta sencillo ver que ciertas nociones de Lógica, Epistemología, Semiótica y Sistémica tienen el potencial para orientar los estudios de ingeniería con enfoques mucho generales y precisos a la vez. En ese sentido, comparten con la matemática la abstracción, la universalidad, la portabilidad y la sistematicidad, todas ellas relacionadas entre sí. Por este motivo, incorporar esos contenidos puede contribuir a la valoración y crítica de sus actividades, introduciendo una visión más generalista, que favorece la integración cognitiva, la autonomía de los alumnos, y el acortamiento de las carreras de ingeniería.

Las competencias de los estudiantes de ingeniería están reguladas por la capacidad de interpretar, calcular, argumentar y documentar discursos tecnológicos generales o relacionados con su especialidad. Mientras que la capacidad para efectuar migraciones disciplinares se vincula con la comprensión de ciertas teorías matemáticas, epistemológicas, semióticas y sistémicas.

El proyecto Tuning desarrolla titulaciones comparables y articuladas, además busca dar una respuesta a la problemática de la sociedad del conocimiento, impulsada por la computación personal e Internet. En ese sentido, la implementación de cambios, orientados por ese proyecto, puede encontrar en los contenidos de filosofía ya indicados, nuevas estructuras de conocimiento. Si éstas se articulan convenientemente entonces facilitan la inserción de alumnos y graduados en la comunidad científica y profesional.

Los trabajos de consultoría, así como los proyectos ingenieriles, ponen en juego la competencia de resolver problemas. Para desempeñar esta última se ponen en funcionamiento imbricados mecanismos cognitivos, donde intervienen el sistema de habilidades matemáticas y estrategias de comprensión y representación de la realidad estudiada. Por un lado, éstas se vinculan con sistemas conceptuales, como teorías y modelos, que se representan con fórmulas, gráficos, diagramas y lecturas de instrumentos. Por otro lado, se requiere interpretar tanto las representaciones como los representados. Ambos procesos se potencian con un enfoque sistémico y cierta formación epistemológica y semiótica.

En ese sentido la incorporación de los estudios aquí propuestos provee instrumentos para el auto aprendizaje y la autonomía cognitiva para utilizar recursos tecnológicos que permiten que la exploración del mundo 3, como lo es la computación personal, con acceso a Internet.

## REFERENCIAS

- Agazzi, Evandro (1996). *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*. Madrid: Tecnos
- Asteggiano, David E., Irassar, Fabián (Comp.) (2006). *Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. 3er. Taller s/ desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina. Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. 3er. Informe*. Villa Carlos Paz: CONFEDI Consejo Federal de Decanos de Ingeniería

- Balzer, Wolfgang. (1997). *Teorías empíricas: modelos estructuras y ejemplos. Los elementos fundamentales de la Teoría Contemporánea de la Ciencia*. Madrid: Alianza.
- Batistella, Hugo E. (1983). *Pragmatismo y Semiótica en Charles S. Peirce*. Caracas, Universidad Central de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca, 1983.
- Buch, Tomás. *Sistemas Tecnológicos*. Buenos México, Aique, 1999
- Bunge, Mario. (2001) *Filosofía y sociología de la ciencia y de la Técnica. Filosofía de las Ciencias Exactas*. Santa Fé: Universidad Nacional del Litoral. [video]
- Bunge, Mario (2002) *Ser, saber, hacer*. México: Paidós.
- Bunge, Mario (2004) *Emergencia y convergencia*. Buenos Aires: Indugnaf, 2004.
- Catalano, Ana María, Susana Avolio de Cols y Mónica Sladogna. (2004). *Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas*. 1ª . ed. Buenos Aires, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2006) *Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. "2do. Taller sobre Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina" Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química*. La Plata: UNLP.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2006) *Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. "3er. Taller sobre Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina" Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química*. Villa Carlos Paz.
- Cortés Morató, Jordi y Martínez Riu, Antoni. (1996). *Diccionario de filosofía en CD-ROM*. Barcelona: Herder.
- De Lio de Brizzo Rosa, Roberto Podestá, Hermes Puyau. (1968). *Prolegómenos a la Lógica Simbólica*. Buenos Aires: Macchi.
- Delgado Rubí, Juan Raúl. (1998). "Los procedimientos generales matemáticos" en: Hernández Fernández, Herminia, Juan Raúl Delgado Rubí, Bertha Fernández de Alaíza, Lourdes Valverde Ramírez, Teresa Rodríguez Hung. *Cuestiones de didáctica de la matemática*. Rosario: Homo Sapiens.
- Duval, Raymond. *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali, Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía. Grupo de educación matemática, 1999.
- Duval, Raymond. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía.
- González, Julia y Wagenaar, Robert (Ed.) (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase Uno*. Bilbao: Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.

- ICI-CONFEDI (1996). *Unificación curricular en la enseñanza de las ingenierías en la República Argentina. Modernización de la enseñanza de las ingenierías*. Argentina: Consejo Federal de Decanos de Ingeniería e Instituto de Cooperación Iberoamericana
- Laver, Murray. (1980). *Los Ordenadores y el Cambio Social*. Madrid: Tecnos.
- Mc Hale, John. (1981). *El entorno cambiante de la información*. Madrid: Tecnos.
- Molina, Ana. (2000). "La competencia profesional en el ingeniero del nuevo milenio" (65-71). En *Revista Facultad de Ingeniería*, Vol. 8. Universidad de Tarapacá, Chile
- Monsterín, Jesús (1984). *Conceptos y teorías en la ciencia*. Madrid: Alianza.
- Morano, Daniel; Micheloud, Osvaldo y Lozeco, Cristóbal. (2005). *Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías 2005 – 2007. Documento preliminar*. Santa Fe: CONFEDI Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, XXXVII Reunión Plenaria.
- Morris, Charles. (1994). *Fundamentos de la teoría de los signos*. Barcelona: Paidós.
- Moulines, C. Ulises. (1982). *Exploraciones Metacientíficas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Neffa, Julio C. (1987). *Procesos de Trabajo, Nuevas Tecnologías Informatizadas y Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo en Argentina*. Buenos Aires: Humanitas.
- Palomino W. *Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel*.  
[<http://www.xtec.es/~cbarba1/TeoriaAusubel.htm>] (consultada el 24/03/03.)
- Piaget, Jean. (1993). "El concepto de estructura" en: Bar-Hillel y otros. *El pensamiento científico. Conceptos, avances, métodos*. Madrid: Tecnos.
- Popper, Karl. (1995). *Popper. Escritos Selectos*. Miller, David (Comp.). México D.F: Fondo de Cultura Económica., 1995.
- Suppes, Patrick (1979) *Introducción a la Lógica Simbólica*. México: Compañía Editorial Continental.
- Sylos Labini, Paolo. (1975). *Oligopolio e Progresso Tecnico*. Torino: Einaudi.
- Van Gigch, John P. (1981). *Teoría General de Sistemas Aplicados*. Mexico: Trillas.
- Walther, Elisabeth. (1994). *Teoría de los signos*. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones.