

Instituto de Ingenieros de Chile

**EDUCACIÓN EN INGENIERÍA
UNA VISIÓN INTEGRADORA DE LAS
PERSPECTIVAS PROFESIONAL Y
ACADÉMICA.**

Comisión de Educación

*Raquel Alfaro F.
Iván Álvarez V.
Elías Arze C.
Raúl Benavente G.
Enrique d'Etigny L.*

*Gustavo Donoso M.
Roberto Fuenzalida G.
Mario Letelier S. (Presidente)
Cristián Vial E.*

2002

Contenido

	Páginas
Resumen Ejecutivo	4
I. Introducción	7
II. Aspectos Generales	7
III. Hacia una Definición Proyectiva de la Ingeniería Civil	11
IV. Proceso Educativo en Ingeniería	14
V. Inserción Laboral de los Egresados	14
VI. Perfil de Egreso	18
VII. Procesos Docentes	21
VIII. Recursos Humanos, Materiales y Financieros	27
IX. Condiciones de Ingreso de los Estudiantes	29
X. Procesos de Evaluación	32
XI. Gestión de la Docencia	35
XII. Comentarios Finales y Principales Recomendaciones	39
 Anexos:	
Anexo 1 Competencias demandadas por diversos Sistemas de Acreditación o Asociaciones de Ingenieros.	42
Anexo 2 Requisitos Curriculares de Sistemas de Acreditación Internacionales.	43
Anexo 3 Programas acreditados en Norteamérica.	44
Anexo 4 Carreras con designación “Ingeniería” ofrecidas en Chile.	45

Agradecimientos

*El Instituto de Ingenieros de Chile, y la Comisión de
Educación del Instituto de Ingenieros de Chile,*

*expresan su sincero reconocimiento
a los siguientes profesionales,
por su valiosa contribución al perfeccionamiento
del presente documento:*

David Alvo

Elías Arze L.

Lautaro Cárcamo

Aldo Cipriano

Fabiola Chaparro

Pedro Gazmuri

Fernando Léniz

Bruno Philippi

RESUMEN EJECUTIVO.

MOTIVACIONES.

Hoy en día es posible afirmar que a consecuencia de los cambios socio-políticos a nivel mundial, la globalización en sus diferentes aspectos y las nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones, en especial, se están alterando las diferentes formas de trabajo y, entre ellas, particularmente, el quehacer de la ingeniería.

Consecuente con estos cambios, algunos de ellos anunciados en trabajos publicados por nuestra Corporación, se estableció por el Directorio del Instituto de Ingenieros de Chile, la necesidad de que la Comisión de Educación realizara un diagnóstico y una proyección a futuro de las características de la Carrera de Ingeniería Civil, abarcando la formación y el ejercicio profesional de estos ingenieros.

Se consideró, por lo tanto, al encomendar esta tarea, que la educación en ingeniería en nuestro país se ha mantenido por décadas siguiendo un patrón de relativa estabilidad y que justamente por ello podría en su práctica no estar respondiendo adecuadamente ante los cambios que se han mencionado.

TEMAS ANALIZADOS.

Generalidades y Concepto de Ingeniería.

En los aspectos generales del trabajo realizado por la Comisión, se consideró como primer paso un examen del contexto general en el que está inserto el sistema de enseñanza de la Ingeniería Civil, la

evolución de la oferta educativa y, por último, en un intento de definir lo que entendemos por ingeniería, se incluyeron algunos conceptos que han adoptado otras entidades como también los contemplados en otros trabajos realizados, incluso por el propio Instituto.

En esta primera parte se examinó el Escenario Actual, nacional e internacional, la Evolución de la Oferta Educativa de Carreras de Ingeniería -que abarcó un análisis histórico de ella-, para finalizar proporcionando aquellas definiciones de ingeniería que la Comisión estimó más significativas para los objetivos de este informe.

De especial interés resultó este intento por contar con un referente conceptual, ya que se discutió inicialmente sobre cuáles son aquellos elementos que son condición necesaria, aunque no suficiente, para que exista Ingeniería. Al interior de la Comisión se dio un amplio consenso en establecer que estos elementos esenciales distintivos en la formación y ejercicio profesional de un ingeniero civil eran: Sólido conocimiento de Matemática Aplicada, Sólido Conocimiento de Física y Competencia en Diseño.

Definición Proyectiva de Ingeniería Civil.

En Chile, como en otros países, es posible observar una tendencia a utilizar el nombre de "ingeniería", para carreras profesionales que no se ajustan plenamente a las definiciones que se aportan en este trabajo, como tampoco al conjunto de aquellos elementos que se estimaron condición necesaria, pero no suficiente, para que exista ingeniería.

A partir de lo expresado, la Comisión optó por no adherir a un concepto ya establecido de ingeniería,

sino que reconocer que en la Ingeniería Civil, es posible distinguir cuatro factores esenciales que la caracterizan y que nos permiten formular una definición proyectiva de ella: Base esencial de Conocimientos, Métodos de Trabajo, Objetos o Áreas de Aplicación y Propósitos, todos los cuales reciben un cuidadoso análisis en este trabajo.

Proceso Educativo en Ingeniería.

En este capítulo se buscó transformar todos los antecedentes considerados en las secciones anteriores en sugerencias explícitas, para revisar y analizar la formación de ingenieros.

De esta forma, la Comisión se pronunció sobre algunos aspectos del proceso formativo universitario, los que incluyeron a su vez numerosos subtemas, con la aspiración de que en su análisis se contemplaran cabalmente los elementos que intervienen en el proceso educativo.

Inserción Laboral de los Egresados.

En el campo laboral se manifiestan tendencias que se estimaron dignas de análisis, tales como: Internacionalización del Ejercicio Profesional, Cambio Tecnológico y Competitividad basada en calidad y costo.

Perfil de Egreso.

Terminada la formación universitaria, los ingenieros deberían haber logrado un conjunto de capacidades y desarrollado algunos atributos personales que deben guardar relación con las expectativas que la universidad posee respecto de la inserción laboral de éstos.

Todo parece indicar que no existe un consenso sobre los componentes de un perfil de egreso, pero siempre es posible mencionar aquellos que estimamos son los principales y que se detallan junto a los subcomponentes que a nuestro juicio los integran:

Categorías Genéricas en un Perfil de Egreso: Conocimientos (Área Básica, Área de la Especialidad, Áreas Complementarias), Competencias Generales, Competencias Especializadas, Habilidades, Destrezas, Actitudes, Valores.

Objetivos Terminales Sugeridos: Conocimientos, Competencias Generales, Competencias Especializadas, Desarrollo Valórico-actitudinal.

Procesos Docentes.

Se analiza en este capítulo la estructura curricular y la de los procesos docentes en sí, abarcando los aspectos que se detallarán:

Estructura Curricular para los Ingenieros Civiles.

Procesos Docentes: Efectividad de la Enseñanza, Formación en Ciencias Básicas, Competencias y Habilidades, Conocimiento del Campo Profesional, Programas Complementarios Motivacionales, Roles del Profesor y Alumnos, Actuación Ética y Ética para el Desarrollo.

Recursos Humanos, Materiales y Financieros.

El nivel actual del proceso formativo universitario requiere de un mínimo de recursos humanos, materiales y financieros. Hoy en día estas materias adquieren especial relevancia, debido a que actualmente se está implementando un proceso nacional de acreditación que considera la aplicación de estándares para cuantificar, entre otros, los aspectos que se han mencionado y que se analizan extensamente en el capítulo pertinente.

Condiciones de Ingreso de los Estudiantes.

La Comisión se ocupó de analizar bajo este título:

Situación actual de la Enseñanza Media: Conocimiento Contextualizado; Conocimiento Significativo, Conocimiento Historizado; Conocimiento que se construye; Conocimiento Relativo.

Situación General de los Postulantes a las Universidades en Chile.

Ingreso a la Educación Superior: Situación Actual, Situación Futura, Situación Internacional.

Procesos de Evaluación.

Se parte de la premisa que los egresados obtienen ciertas capacidades al término de sus estudios, que algunas estructuras curriculares son más eficaces, etc., no resultando fácil demostrar que ello

se cumple. A su vez, crítico resulta demostrar que los egresados cumplen las expectativas laborales que se declararon, así como el logro de competencias y otras capacidades postuladas en los perfiles de egreso.

Por ello, y dada la complejidad del proceso docente universitario, es imprescindible evaluar y verificar los resultados de todo el proceso.

Se analiza bajo este título, la evaluación en dos niveles: la evaluación de aprendizaje estudiantil y la del proceso educativo propiamente tal.

Gestión de la Docencia.

En el análisis que se efectúa sobre esta materia, se busca aportar visiones renovadas para lograr los ajustes necesarios al modelo educativo, de manera tal de ser efectivos en la tarea de formar ingenieros.

Con una extensa Introducción, se analizan además:

- Gestión para el Apoyo al Desarrollo de las Habilidades de Trabajo en Equipo.
- Gestión para el Apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje de Conocimiento.
- Gestión para la Acreditación.

COMENTARIOS FINALES Y PRINCIPALES RECOMENDACIONES.

Uno de los objetivos de este informe, y de ahí el énfasis que se ha dado a ciertos aspectos, fue destacar aquellas materias que se estimaron relevantes e innovativas y que condicionan la formación del ingeniero ante los nuevos desafíos del ejercicio profesional.

A su vez, se desplegó un notable esfuerzo por integrar distintas visiones en un solo documento, frente a la posibilidad de agregar un conjunto de contribuciones independientes, en la esperanza que los contenidos del trabajo inspiren innovaciones en algunas Escuelas o Facultades de Ingeniería, ya que existe suficiente conocimiento en el

país como para transformar las ideas generales que se han analizado en este informe en cambios específicos.

Entre las recomendaciones que se estimaron relevantes para consignar se encuentran:

En la **Caracterización de la Ingeniería**, tener presente que los elementos esenciales son la Base de Conocimientos y los Métodos de Trabajo.

Considerar que en la **Inserción Laboral**, será relevante para la ingeniería chilena separar los procesos de graduación universitaria y la habilitación profesional.

En cuanto al **Perfil de Egreso de los Ingenieros Civiles**, tener presente que al graduarse los ingenieros deberían haber adquirido un conjunto de atributos y capacidades relevantes evaluables para el ejercicio profesional.

De acuerdo a los requisitos de los respectivos perfiles de egreso, las Carreras de Ingeniería Civil deberían incluir en su **Estructura Curricular** ciertas áreas de docencia y contenidos globales mínimos, indicados en este informe.

Por las razones que se consignan en este trabajo, es necesario fortalecer la **Formación Ética** de los ingenieros.

Ante un perfil de egreso responsablemente establecido, se encuentra la obligación de acompañarlo con procesos de **Selección de Estudiantes**, concordantes con ello.

En cuanto a los procesos de **Evaluación**, es conveniente considerarlos como herramientas que permiten determinar grados de logro o avance en aprendizaje u otros procesos, como también en elementos de aprendizaje institucional.

Por último, la **Gestión de la Docencia** debe considerar procedimientos, normas, organización y funciones que flexibilicen la relación profesor-alumno y alumno-institución.

TAREAS PENDIENTES.

De las recomendaciones precedentes, así como del conjunto de antecedentes integrados en el informe, se destacará a continuación un resumen de lo que se estima constituyen las tareas pendientes en el presente ámbito de discusión. Su desarrollo algo más extenso, lo hemos reservado para el cuerpo principal de este trabajo.

1. Establecimiento de un sistema nacional, donde habilitación profesional, certificación de la vigencia profesional y las connotaciones éticas de la actualización y educación continua, sean referentes permanentes en el ejercicio profesional.
2. Revisar la duración de la carrera de Ingeniería Civil.
3. Ordenar el sistema nacional de títulos y grados en el área de la Ingeniería.
4. Especificar mejor las competencias y atributos de egreso en las carreras de Ingeniería.
5. Generar una capacidad nacional, en parte apoyada por las universidades y en parte sostenida por organismos profesionales, para estudiar el campo laboral de la Ingeniería.
6. Revisar las políticas nacionales en Ciencia y Tecnología y analizar los postgrados en Ingeniería y su relación con el ejercicio profesional.
7. Fortalecer la formación en ética y responsabilidad profesional al interior de las universidades.

I. INTRODUCCIÓN.

El Instituto de Ingenieros ha generado una visión prospectiva, a través del trabajo de sus comisiones y de otras actividades, relativa a la evolución del campo profesional de la Ingeniería y de los desafíos a los que se van enfrentando los ingenieros. Los diferentes cambios requieren ser comprendidos y asimilados y, en este sentido, la Educación en Ingeniería, que durante varias décadas ha presentado un patrón relativamente estable, debe ser revisada ya que podría no estar respondiendo apropiadamente a las tendencias de la práctica de esta actividad profesional y a su necesaria contribución social.

Consecuente con lo anterior, el Instituto ha establecido la necesidad de que su Comisión de Educación realice un diagnóstico y una proyección a futuro de las características de la Carrera de Ingeniería Civil, tanto en relación al ejercicio profesional como a la formación de ingenieros. Para los fines del presente trabajo, por Ingeniería Civil se entiende la carrera genérica citada en la LOCE (Ley Orgánica Constitucional de Educación), la cual en la actualidad tiene una duración de seis años y debe incluir una licenciatura en Ciencias de la Ingeniería.

II. ASPECTOS GENERALES.

La tarea considerada implica primeramente un examen del contexto actual en el que se encuentra inserto nuestro sistema de enseñanza de Ingeniería Civil, la evolución que ha tenido la oferta educativa de carreras de Ingeniería, como también una posible definición de Ingeniería, que permita avanzar hacia el objetivo planificado.

1. Escenario Actual.

Es posible consignar que en Europa, América y Asia existen, en general, carreras de Ingeniería que con ese nombre, o nombres afines, corresponden a dos objetivos distintos.

- a) Carreras de base científica, que fluctúan entre 4 y 5 años (6 años en pocos casos, Chile entre ellos), orientadas al diseño, gestión y producción.
- b) Carreras con base científica limitada y fuerte componente tecnológico que fluctúan entre 3 y 4 años, orientadas a la supervisión y producción.

Por otro lado, es importante tener presente que existen distintas maneras de obtener un título habilitante en Ingeniería. En los países anglosajones es requisito graduarse de un programa universitario y acreditar ciertos períodos de práctica profesional relevante para obtener una licencia profesional (a más de otros requisitos). En América Latina los títulos entregados por las universidades son habilitantes (en algunos de estos países se exige, además, registro en un colegio profesional). En Chile los títulos de Ingeniero Civil dados por las universidades son habilitantes sin otras condiciones.

Cabe señalar que los sistemas de acreditación internacionales, en especial ABET (EE.UU.), CEAB (Canadá), CACEI (Méjico) y Mercosur, presionados por los Tratados de Libre Comercio, han establecido criterios y estándares de Acreditación de Carreras de Ingeniería que caracterizan cada tipo de carreras (científicas y tecnológicas) y que permiten identificar equivalencias entre países.

Destacan como aspectos relevantes a considerar en el contexto de la acreditación la definición de la carrera, el perfil general de competencias de un egresado y algunos estándares esenciales, ejemplos de los cuales se consignan en detalle en los Anexos 1 y 2 de este trabajo, respectivamente.

2. Evolución de la Oferta Educativa de Carreras de Ingeniería.

La situación chilena es atípicamente compleja en relación a los cambios que se han producido en el ámbito educativo de la Ingeniería. Parece útil distinguir entre los cambios ocurridos en determinadas carreras y cambios de tipo más estructural, asociados estos últimos a la aparición de nuevas carreras.

Las publicaciones de las universidades, así como los eventos destinados a la discusión de la Educación en Ingeniería, revelan que los cambios en las carreras tradicionales han sido lentos y que han seguido las tendencias internacionales. Así es como hasta la década de los 60, aproximadamente, las carreras de 6 años incluían gran cantidad de asignaturas técnicas de varias clases, como complemento a las materias teóricas. Se pretendía formar profesionales con un fuerte conocimiento de materias técnicas, que le permitirían incorporarse rápidamente al sector productivo.

Los efectos de la segunda guerra mundial y de la carrera espacial en el desarrollo tecnológico internacional condujeron, posteriormente, a una revisión de los currículos que potenció la formación científica y redujo en gran medida la formación técnica y profesional. Primó la hipótesis de que una sólida base científica era suficiente para que los futuros ingenieros pudieran adaptarse con éxito a los desafíos laborales.

Una tercera etapa de cambios se vivió a partir de la década de los 80 como producto, esta vez, del impacto económico generado por el rápido desarrollo de Japón. Se diagnosticó que la efectividad profesional de los ingenieros dependía no sólo de su base científica sino también de su entrenamien-

to en Diseño de Ingeniería y, en menor escala, en Gestión. La nueva tendencia ha inducido cambios en los currículos nacionales en carreras como Ingeniería Civil en Obras Civiles, Eléctrica, Mecánica, Química, etc.

En general, puede decirse que los cambios en el lado de la oferta de carreras tradicionales han sido lentos y reactivos. La formación ha reaccionado a las fuerzas impuestas por las tendencias internacionales, las políticas gubernamentales, el financiamiento universitario, la acreditación, los tratados internacionales, el mercado y el desarrollo económico nacional.

En la dimensión estructural se aprecian significativos cambios. A fines de la década de los 60 se creó en Chile la Carrera de Ingeniero de Ejecución, carrera de cuatro años que tiene homólogas internacionales tales como el "Incorporated Engineer" en Inglaterra, el Bachelor of Technology en Estados Unidos y varias versiones en Europa continental. (En Anexos Nos. 3 y 4, se proporciona un listado de programas acreditados de Ingeniería, en Canadá, y de especialidades de Ingeniería del Mercado Norteamericano, y de títulos que se ofrecen en Chile).

En los 90 empezaron a aparecer numerosas carreras de cinco años, con un perfil de egresado menos claro que los correspondientes a las carreras de Ingeniería Civil o de Ejecución, y sin homólogos internacionales bien definidos. En este aspecto, la situación chilena es enteramente atípica, donde coexisten tres carreras de Ingeniería, a veces en una misma universidad, sin una adecuada diferenciación de roles, objetivos y perfiles profesionales.

Por otra parte, y también en la última década, han aparecido dentro de las universidades del Consejo de Rectores numerosas carreras de Ingeniería, a todo nivel, con orientaciones que las alejan de las características de la Ingeniería. Entre 1995 y 2000, en el Consejo de Rectores se han presentado para análisis y aprobación 174 carreras nuevas, de las cuales del orden del 40% llevan el nombre de Ingeniería. Entre ellas Ingeniería Estadística, Ingeniería en Gestión Turística, Ingeniería en Información y Control de Gestión y otras. Estos proyectos no contienen estudios de mercado que justifiquen la apertura de nuevas carreras de Ingeniería pro-

piamente tales, así los argumentos que esgrimen las universidades se orientan sólo a ofrecer carreras con nombres atractivos para los postulantes.

3. Definiciones de Ingeniería.

A continuación se reproducen definiciones que la Comisión ha considerado significativas, sin perjuicio de analizar más adelante algunos aspectos especiales donde estas nociones de Ingeniería dejan vacíos que no son fáciles de superar, como por ejemplo las Ingenierías en Informática, en el área Biológica, (Biotecnología, Ambiente, Alimentos, etc.), y en otras áreas científicas (Física, Matemática y de Gestión).

a) Mercosur.

Ingeniería es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos de base fisico-matemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas, productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida preservando el medio ambiente.

b) Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET (EE.UU.).

Ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias naturales y matemáticas, obtenido por estudio, experiencia y práctica, es aplicado con criterio al desarrollo de formas de emplear, económicamente, los materiales y fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad.

c) Consejo Superior de Educación.

Ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las Matemáticas, las Ciencias Naturales, las Ciencias de la Ingeniería, y de los procesos y métodos de diseño y ejecución - obtenido por el estudio, la experiencia y la práctica-, es aplicado creativa y metódicamente, al diseño, optimización, control, operación y disposición de sistemas que utilizan materiales, energía y otros recursos y valores naturales, para satisfacer responsablemente las necesidades humanas y el mejoramiento de la calidad de la vida, respetando exigencias económicas, socia-

les, tecnológicas, ambientales y de calidad.

d) Robert E. Doherty en Enciclopedia Collier.

Ingeniería es el arte, basado en el conocimiento de las ciencias físicas y matemáticas, de utilizar económicamente las fuerzas y materiales de la naturaleza en beneficio del hombre.

e) Definición seleccionada por la Comisión Perspectivas y Desafíos del Instituto de Ingenieros de Chile.

“Ingeniería es la aplicación creativa de principios científicos y tecnológicos al diseño y desarrollo de estructuras, máquinas, aparatos, procesos de fabricación, sistemas de todo tipo, obras, etc., que los utilizan aisladamente o en combinación, para construir u operar las mismas con pleno conocimiento de su diseño, o para predecir el comportamiento bajo condiciones operacionales especificadas: todo ello en relación con una función predefinida, con adecuada consideración de la economía de la operación y de la seguridad para la vida y la propiedad”.

f) Colegio de Ingenieros de Chile.

Si bien el Colegio de Ingenieros no tiene una definición explícita de “ingeniero”, sí establece requisitos para el ingreso a dicha institución que dicen relación con la posesión de un título de Ingeniero Civil obtenido en una Facultad de Ingeniería, estableciendo mínimos de horas docentes en Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y cursos de especialidad.

g) Comité Técnico de Ingeniería. Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado.

Ingeniería es una profesión orientada hacia la aplicación competente de un cuerpo distintivo de conocimiento, basado en las matemáticas, las ciencias y la tecnología, integrado con la gestión empresarial, que se adquiere mediante la educación y formación profesional en una o más especialidades del ámbito de la Ingeniería. La Ingeniería está orientada hacia el desarrollo, provisión y mantención de infraestructura, bienes y servicios para la industria y la comunidad.

Dentro de estas definiciones solamente las dos últimas han sido formuladas explícitamente para Ingeniería Civil. En otros contextos nacionales o

internacionales, como se indicara anteriormente, es común referirse a la carrera de “Ingeniería” sin el calificativo de “Civil”.

La Comisión inició su tarea teniendo presente las definiciones que se estimaron más aceptadas de Ingeniería en nuestro país, y que a la vez le permitieran vislumbrar un posible compromiso racional entre los alcances de las nuevas tendencias en el ejercicio profesional y la necesidad de contar con un referente conceptual que delimite al ámbito de la Ingeniería propiamente tal. Para este fin, se discutió inicialmente lo que se podría considerar el núcleo más duro o esencial de la Ingeniería, es decir, aquellos elementos que son condición necesaria, aunque no suficiente, para que exista Ingeniería. De acuerdo a lo discutido, se dio un amplio consenso en que los elementos esenciales en la formación de los ingenieros y en el ejercicio profesional de Ingeniería Civil, en la perspectiva que las anteriores definiciones aportan, son:

Sólido conocimiento de Matemática Aplicada.

Sólido conocimiento de Física.

Competencia en Diseño.

Es importante enfatizar el sentido del planteamiento anterior. Los tres elementos indicados conforman, en su conjunto, lo que sería la esencia de la Ingeniería, lo cual implica que otra profesión no podría ser así caracterizada. Pero debe reconocerse que en el ejercicio efectivo de la Ingeniería suelen intervenir otros elementos complementarios, como conocimiento en temas técnicos especializados tales como legislación ambiental, administración e inglés. Por otra parte, el Diseño debe ser considerado una competencia integradora que comprende conocimientos científicos, de Ciencias de la Ingeniería y de materias aplicadas.

No obstante que la formación de los ingenieros deba pasar por una etapa de estudios sistemáticos en una institución de Educación Superior, es preciso reconocer que, en el presente, la Educación Continua es esencial para mantener una competencia profesional actualizada. La Educación Continua, expresada en aprendizaje autónomo, o a través de estudios de postítulos, postgrados, cursos específicos, pasantías, etc., debe abarcar tanto tópicos técnicos propios del ámbito de la Ingeniería, como otros tópicos complementarios que

pueden asociarse a múltiples temáticas. El trabajo de la Comisión fue enfocado, esencialmente, a

relacionar el ejercicio profesional avanzado con la formación universitaria de pregrado en Chile.

III. HACIA UNA DEFINICIÓN PROYECTIVA DE LA INGENIERÍA CIVIL.

Tanto en Chile como en otros países, es posible observar una tendencia a utilizar el nombre de “Ingeniería” asociado a carreras profesionales que no se ajustan plenamente a las definiciones presentadas en la sección anterior. Existen carreras de Ingeniería con fuerte base biológica, o con particular énfasis en la Gestión, u orientadas a los sistemas de información, las que no incluyen en sus planes de estudios toda la base matemática y física requerida.

Por otra parte, no obstante el nombre de “Ingeniería Civil”, es necesario reconocer que en realidad se tiene un conjunto de especialidades que son inherentes a la Ingeniería. Nada hace pensar que el conjunto de especialidades que se han establecido en el pasado sean únicamente las apropiadas para atender a las necesidades de desarrollo actuales. La creación de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental es un ejemplo de la necesidad de ampliar el espectro de especialidades para atender necesidades específicas que las carreras establecidas no necesariamente cubren.

Se aprecia, por lo tanto, que la base de conocimientos de la Ingeniería tiende a ampliarse, así como sus áreas de aplicación. Si bien lo anterior es una legítima expresión del desarrollo de los países, ello no debe hacer olvidar que también hay expresiones más discutibles del nombre de “Ingeniería”. Es necesario, por lo tanto, como se adelantó al comienzo de este documento, revisar la concepción de Ingeniería de manera de dar cabida a la evolución natural de este quehacer profesional, cautelando a la vez de establecer algunas fronteras dentro de las cuales el uso del concepto es válido.

Como se anticipó, las definiciones de Ingeniería establecidas no facilitan suficientemente la labor de identificar nuevas áreas de expansión de esta profesión, al no aportar criterios suficientemente explícitos que permitan distinguir expansiones admisibles, dentro de un concepto de Ingeniería determinado, de usos indebidos del nombre de esta disciplina.

El enfoque de la Comisión ha sido no comprometerse con una definición acotada al estilo de las anteriormente listadas, sino utilizar una aproximación diferente. Dentro de la presente aproximación, se utilizará como estrategia de trabajo reconocer que en la Ingeniería Civil confluyen cuatro factores esenciales que la caracterizan. Esos factores son:

Base esencial de conocimientos.

Métodos de trabajo.

Objetos o áreas de aplicación.

Propósitos.

Es la superposición de esos cuatro factores lo que permite precisar cuándo se tiene una actividad de Ingeniería propiamente tal. Dentro de esta perspectiva no debe perderse de vista que el presente análisis intenta poner en relieve lo que es esencial y propio de la Ingeniería Civil, lo cual no es necesariamente concordante con todas las actividades que realizan los ingenieros civiles. Éstos, como muchos otros profesionales, resuelven problemas financieros, organizan grupos de trabajo, evalúan proyectos, enseñan, administran recursos o seleccionan personal. Sin embargo, así como el diagnóstico clínico es una tarea propia de un médico, son ciertas tareas las que son propias de un Ingeniero Civil, no obstante que éste pueda realizar otras. Lo antedicho es concordante con lo adelan-

tado en la sección II.3 sobre los elementos esenciales que caracterizan la Ingeniería, de acuerdo a las definiciones establecidas. El presente desarrollo integra esos elementos y los pone en el contexto más amplio que parece necesario para examinar la Ingeniería en una visión proyectiva.

En función de las consideraciones anteriores, a continuación se caracterizan en forma sintética los cuatro factores ya citados.

1. Base Esencial de Conocimientos.

Los conocimientos que deben ser adquiridos sistemática y sistémicamente por un Ingeniero Civil, en lo esencial, son:

- Matemáticas Aplicadas.
- Ciencias Físicas.
- Ciencias de la Ingeniería.

Dentro de las Matemáticas Aplicadas son particularmente relevantes Cálculo Diferencial e Integral, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal, Estadística, Métodos Numéricos y Matemática Discreta.

En la actualidad, la Física admite diversas clasificaciones, según los objetivos de éstas. En una perspectiva docente, las áreas fundamentales de la Física son Mecánica, Interacciones y Campos, Ondas y Óptica, Física Cuántica y Física Estadística. Transversalmente a estas áreas aparecen tópicos de trabajo contemporáneo tales como Materia Condensada, Plasma, Física No Lineal y otras. La Ingeniería utiliza principalmente áreas tales como Mecánica, Termodinámica y Calor, Electromagnetismo, Ciencia de Materiales y Ondas y Óptica.

Por Ciencias de Ingeniería se entiende ciencias a través de las cuales los fenómenos naturales relevantes a la Ingeniería son modelados matemáticamente en formas aptas para su control y utilización en sistemas o procesos físicos. Dentro de estas ciencias se incluyen también algunas aplicaciones matemáticas a procesos o sistemas informáticos y otras formas de modelado matemático, necesarias para el diseño, control y optimización.

2. Métodos de Trabajo.

Los métodos más característicos que deben ser asociados a la Ingeniería son:

Diseño, entendido como la concepción de un sistema o componente complejo que satisface necesidades dadas y cumple requisitos explícitos. Este diseño se realiza mediante decisiones justificadas científicamente.

Modelamiento científico, entendido como la concepción de modelos matemáticos y otros capaces de representar sistemas determinados.

Aunque no es exclusivo del ingeniero, otro método de trabajo que es importante considerar es el asociado al diseño, dirección y ejecución de proyectos. Se considera un proyecto como una actividad única, con un comienzo y término definidos, en la que se administran recursos físicos, humanos y financieros e información que convergen para alcanzar un objetivo.

3. Objetos o Áreas de Aplicación.

Éste es el factor quizá más evolutivo y difícil de caracterizar. En general las áreas de aplicación que son propias de la Ingeniería son aquellas consonantes con los dos puntos anteriores, es decir, donde los conocimientos y los métodos de trabajo de la Ingeniería son aplicables con rigor y efectividad. Dentro de la evolución de la Ingeniería, ésta ha ido abarcando áreas tales como la infraestructura, industrias, empresas de servicios, protección del ambiente, salud, educación e información. Nada permite suponer que no continuará la expansión de las áreas de trabajo de la Ingeniería.

4. Propósitos.

El quehacer de la Ingeniería debe concebirse fundamentalmente como generador de valor, orientado a crear bienes, a resolver efectivamente problemas de interés social, al buen aprovechamiento de los recursos materiales, a la optimización de sistemas, etc. Es decir, la Ingeniería Civil debe ser vista como un motor de desarrollo socio-económico. Esta característica es crítica, en cuanto obliga usualmente a buscar un compromiso entre la rigurosidad científica y la necesidad de generar soluciones efectivas en plazos determinados.

Lo anterior intenta reflejar lo que, a juicio de la

Comisión, es el núcleo básico de la Ingeniería Civil. En numerosos casos ésta debe ampliar ese núcleo para resolver algunos problemas. Por ejemplo, la base de conocimientos debe incluir a la Química, Biología, Gestión, Derecho, etc. Así también los métodos pueden incluir la experimentación y ensayo, el análisis, la manufactura y otros.

El conjunto de factores nucleares intenta reflejar, además, otra característica importante del Ingeniero Civil. Éste es un profesional cuya formación demanda inversiones y gastos considerables en laboratorios académicos altamente calificados, años de estudio y en el empleo de materiales, infraestructura, información y otros insumos. La formación presupone que se trata de un profesional con una base amplia de conocimientos, que debe permitirle adaptarse a condiciones cambiantes de trabajo, donde las áreas de aplicación de sus conocimientos variarán permanentemente. Por lo tanto los métodos de estudio y de trabajo son primordiales como recursos formativos, ya que de ellos dependerá la vigencia profesional, más que de conocimientos o experiencias específicas. Por otra parte, conocimientos básicos como los que aportan la integración de la Matemática Aplicada con la Física, son un fundamento de alcances muy generales que admiten una efectiva complementación con otras áreas de conocimiento, a la vez que proporcionan las bases conceptuales para intervenir con eficacia en los medios productivos.

Se considera que la caracterización dada de la Ingeniería cumple varios requisitos importantes que interesa destacar. Ellos son:

1. Asegura que la profesión se relaciona en lo esencial con las realizaciones concretas, soportadas con el empleo de la ciencia y la tecnología.
2. No excluye a priori campos de aplicación de la Ingeniería, en tanto ellos admitan sus métodos de trabajo.
3. Pone un compromiso de eficacia y eficiencia relativo al uso de los recursos y al logro de resultados.
4. Aporta orientaciones para la Educación en Ingeniería.

De acuerdo a las características de la Ingeniería Civil, ésta es la carrera que más se acerca al concepto internacional de carrera de Ingeniería. En el

plano de las definiciones, no existen diferencias significativas entre las definiciones conceptuales internacionales y la aquí propuesta. Esta última se puede caracterizar por una apertura más explícita hacia nuevas áreas de aplicación de los métodos de la Ingeniería. En materia de base de conocimientos también existe una concordancia general entre Ingeniería Civil y las ingenierías de otros países. Si se considera la mayor duración de la carrera en Chile (seis años) y las tradiciones de ciertas escuelas chilenas, es posible detectar en algunos casos un mayor nivel formativo en Ciencias Básicas y Ciencias de la Ingeniería, en relación a sus homólogas de otros países, particularmente en el continente americano.

Las anteriores consideraciones quedan, de alguna manera, corroboradas por los acuerdos recientes entre los equipos negociadores del Tratado de Libre Comercio entre Chile y Canadá, uno de cuyos miembros (Sr. Elías Arze C.) es también miembro de esta Comisión. En esos acuerdos Canadá reconoce implícitamente, con estatus equivalente a sus propios ingenieros, sólo a los ingenieros civiles, hasta nuevas discusiones sobre la materia.

Al Instituto le ha preocupado, como se indica al inicio de este documento, la necesidad de identificar y precisar la evolución de la Ingeniería. En este documento se presentan antecedentes objetivos sobre la expansión en la oferta educativa en Ingeniería. En el documento Perspectivas y Desafíos de la Ingeniería Chilena se analizan, por otra parte, las necesidades que debería atender la Ingeniería nacional en los próximos años. En ese contexto evolutivo se aprecia que en Ingeniería, en contraposición a lo que sucede en carreras como Odontología, Medicina Veterinaria, Arquitectura o Agronomía, es notablemente difícil encontrar un equilibrio entre la necesidad de ampliar el campo de acción profesional y el requisito de conservar una identidad esencial que justifique hablar de una carrera propiamente tal.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, en las carreras profesionales es necesario distinguir entre sus métodos de trabajo y sus campos de aplicación. En ciertas profesiones, como las arriba citadas, los campos de aplicación son relativamente estáticos, en tanto sus métodos de trabajo evolucionan rápidamente por el avance científico y

tecnológico. En Ingeniería evolucionan igualmente los métodos y los campos de aplicación. En este informe se ha agregado, como complemento al método de Diseño, enfatizado en las definiciones conocidas, el método de modelado científico, el cual abre otras áreas de trabajo muchas de las cuales se dan en la frontera del desarrollo científico- tecnológico actual.

En un extremo aparecen especialidades clásicas de la Ingeniería Civil, tales como Obras Civiles y Mecánica, en las cuales los métodos de diseño, en parte, obedecen a normas, códigos y estándares normalizados y cuyos objetos de trabajo principales son infraestructura, máquinas, instrumentos y otros objetos materiales cuya construcción y manejo deben respetar, en lo esencial, principios físicos bien establecidos.

En otro extremo se ubican varias especialidades cuyas áreas de aplicación son muy generales, tales como Ingeniería Ambiental, Ingeniería Matemá-

tica, Ingeniería Informática e Ingeniería Industrial. Dentro de estas especialidades un método de trabajo esencial es el modelado matemático o lógico de sistemas naturales, de procesos productivos, de sistemas de información y otros, donde las ciencias físicas pueden llegar a jugar un rol diferente al que juegan en las ingenierías más clásicas.

Es previsible que se abran nuevas aplicaciones a la Ingeniería en áreas donde los factores humanos sean cada vez más preponderantes y donde los procedimientos de diseño o modelado se alejen en mayor medida de los principios de la Física y otras Ciencias Naturales. Ese será un momento en que una vez más se debería revisar el concepto de Ingeniería y estudiar si éste aún se puede sostener como una carrera profesional unitaria, o bien esa unidad deberá dar paso a nuevas carreras que ya no serán Ingeniería, aunque tengan en común con ésta ciertos elementos caracterizadores.

IV. PROCESO EDUCATIVO EN INGENIERÍA.

En lo que sigue se busca transformar los antecedentes considerados en las secciones anteriores en sugerencias explícitas para revisar la formación de ingenieros.

En la educación de un profesional intervienen, entre otros factores, los estudios, competencias y vocación desarrolladas durante los años escolares, la educación universitaria, la práctica profesional y los estudios postuniversitarios sistemáticos o auto-dirigidos. Dentro de este continuo educativo, cabe a la universidad la responsabilidad de hacer su contribución considerando tanto su propia parte en el proceso formativo, como los aspectos previos y posteriores a aquélla. Sólo de esta manera es posible tender a una educación de alta calidad.

En términos prácticos, lo anterior implica considerar las condiciones de entrada de los potenciales

estudiantes de Ingeniería, el currículo aplicado y las actividades profesionales y de educación continua de los graduados.

Bajo estas consideraciones, cabe a la Comisión pronunciarse sobre algunos aspectos específicos que dan cuenta, en lo principal, del proceso formativo universitario dentro de los alcances citados. Los siguientes aspectos se analizarán en los capítulos que siguen:

1. Inserción laboral de los egresados.
2. Capacidades logradas al egreso de las carreras.
3. Procesos docentes.
4. Recursos humanos, materiales y financieros.
5. Condiciones de ingreso de los estudiantes.
6. Procesos de evaluación de la docencia.
7. Gestión de la docencia.

V. INSERCIÓN LABORAL DE LOS EGRESADOS.

El campo laboral de los ingenieros muestra ciertas tendencias cuyas consecuencias prácticas generan referentes que las universidades no pueden ignorar.

Tendencias particularmente atinentes a los objetivos de este informe son las siguientes:

1. Internacionalización del Ejercicio Profesional.

Implica el trabajo con profesionales de distintos países, en proyectos en que convergen culturas, idiomas y legislaciones diferentes.

2. Cambio Tecnológico.

La tecnología es el sustento material esencial del trabajo de Ingeniería. Su evolución conlleva un creciente grado de automatización, informatización e integración, lo que a la vez implica grandes desafíos de actualización, así como un impacto sobre las formas de trabajo.

3. Competitividad Basada en Calidad y Costo.

Este factor, unido a los anteriores, genera demandas de innovación y nuevos servicios, a la vez que conduce a una relativa reducción de puestos estables de trabajo y a incertidumbre en el empleo.

De acuerdo a lo anterior, si bien aún la forma más común de inserción laboral es la incorporación a una empresa o a una unidad del sector público de tamaño importante, en la que trabajen varios ingenieros, no puede ahora descartarse que el primer trabajo después de egresado sea en una empresa pequeña o en forma independiente. Esto último es particularmente válido en nuestro país ya que los títulos habilitantes los otorgan las mismas universidades, normalmente al egresar.

Es usual que la inserción laboral de ingenieros de algunas especialidades se realice antes del egreso. Es una situación que debería ir en aumento ya que las condiciones de la educación en términos de la masificación y de costos lleva a que muchos alumnos deban trabajar para

costearse los estudios y muchos de esos trabajos se realizan en el área en que se están formando. Ésta es la situación de quienes ya están trabajando en niveles técnicos y deciden mejorar su formación. Lo indicado plantea otro desafío a las universidades, que deberían abordar responsable y creativamente.

Estas circunstancias deben considerarse en la formación de los ingenieros, lo que obliga, en una primera aproximación, a incluir en los planes de estudios temas como los siguientes:

- a) Entrenamiento profesional, especialmente en diseño e integración de recursos tecnológicos.
- b) Conocimiento del rol del ingeniero y de otros profesionales con los que deberá interactuar.
- c) Formas de integrar equipos con otras especialidades de la profesión cuando la complejidad de los problemas lo requieran.
- d) Código de ética aplicable a su profesión.
- e) Habilidades comunicacionales.
- f) Necesidad de actualización permanente de conocimiento y formas de lograrlo.

A las tendencias señaladas es posible agregar la necesidad de la participación de los ingenieros, en la solución de problemas que entorpecen el desarrollo económico y social.

Durante los años de formación, el ingeniero civil adquiere conocimientos y competencias que lo habilitan para efectuar durante su carrera profesional una importante contribución al desarrollo económico, por cuanto su acción va desde el campo del diseño, generación y administración de infraestructura (obras públicas, energía, vivienda, transporte, telecomunicaciones, agua potable y saneamiento, etc.), al campo del diseño, generación y administración de grandes y medianas empresas productoras de bienes y servicios, ambos campos, ejes del desarrollo económico y social.

Sin embargo, la formación del ingeniero pareciera no llegar al conocimiento de problemas que afectan el crecimiento económico y el desarrollo, en importantes áreas de la sociedad.

En nuestro país, por ejemplo, y en general en todos los países en crecimiento, existen carencias de infraestructura sanitaria en el sector rural de población concentrada y dispersa en situación de pobreza, o la infraestructura de que se dispone es precaria. Hay debilidades en la construcción y mantenimiento de caminos rurales. Se necesitan tecnologías no tradicionales para aprovechar potencial eléctrico en zonas de difícil acceso del tendido tradicional. Existen carencias en diseño y construcción de canales de riego para aprovechar el agua de grandes embalses. Existen también problemas que afectan a los grandes centros urbanos, como por ejemplo, la falta de sistemas de drenaje de aguas lluvias.

La falta de infraestructura adecuada, y otras carencias como la falta de oportunidades laborales, son un obstáculo al desarrollo económico y social. No obstante, la posibilidad de superarlas, constituye también un potencial de crecimiento que tienen los países.

La participación en la superación de las carencias sociales constituye una oportunidad laboral para los ingenieros, integrando una organización existente, o creando una organización propia, entregando consejo o liderando iniciativas orientadas a un mundo sustentable y equitativo. Con diseños sólidos y organización adecuadas, las carencias de una comunidad pueden ser solucionadas por la propia comunidad, lo que conduce a la organización de actividades productivas y de servicio, a la creación de fuentes de trabajo y a la superación de la pobreza. El ingeniero puede visualizar un futuro laboral propio, prestando servicios a ministerios, gobiernos regionales y locales, del país o de otros países, al mismo tiempo que contribuye a crear futuro laboral para otros.

La creación de fuentes de trabajo y la superación de la pobreza, ambos factores indisolublemente unidos, no son metas que los gobiernos se planteen como fines en sí mismos, sino como aspectos fundamentales del crecimiento económico y del círculo virtuoso de más consumo, más producción, más riqueza, más y mejores empleos, lo que beneficia a todos los miembros de la sociedad. El ingeniero civil puede jugar un rol relevante en el movimiento de este círculo virtuoso y su formación debería prepararlo para ello.

En consecuencia, junto con aportar criterios y conocimientos técnicos sólidos en materia de generación y mantenimiento de las grandes obras públicas, es preciso que los ingenieros civiles establezcan criterios técnicos sólidos y tecnologías alternativas para la generación y mantenimiento de la infraestructura no construida o no mantenida, porque está alejada de los grandes centros de población, o porque no existen recursos para construirla.

En Perú y Colombia, ingenieros crean microempresas sustentables, con contratos con el Ministerio de Obras Públicas para el mantenimiento de caminos rurales. En estas empresas trabajan pobladores de las localidades atravesadas por los caminos. En Chile, donde existe un gran desarrollo de las cooperativas de agua potable para la población rural concentrada, se estudia crear pequeñas empresas sanitarias o cooperativas, administradas por la propia comunidad, para servir con agua potable la población rural dispersa, y con un sistema de saneamiento sanitario adecuado, la población rural concentrada y dispersa.

Por otra parte, es una realidad que la producción nacional de bienes y servicios está siendo afectada fuertemente por la economía globalizada que exige mayor competitividad. Los ingenieros civiles necesitan conocer la realidad del aparato productivo nacional y dónde existe potencial de mejoramiento de la competitividad. Esta realidad pasa por el conocimiento que de 100 unidades económicas, 97 califican como micro y pequeña empresa, sector que tiene un largo camino por recorrer en materia de elevar la productividad con más tecnología y mejor gestión empresarial.

Hay países como Japón, China, Canadá, Estados Unidos entre otros, que han reconocido que las empresas pequeñas no debieran crecer en tamaño dadas las grandes ventajas que hoy día presentan, entre otras, la flexibilidad, la capacidad de adaptación, y la capacidad de trabajar en cualquier lugar, incluso en el domicilio del empresario. Los ingenieros tienen que conocer las nuevas relaciones productivas y comerciales del mundo globalizado, que se apoyan en el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, lo que abre paso a los encadenamientos productivos y de servicio. Así, es posible observar que el *"outsourcing"*, o las externalizaciones, son cada vez más frecuentes.

La nueva economía cierra oportunidades laborales a los ingenieros, pero les abre otras: empresarios independientes que producen bienes y servicios administrando redes que articulan actividades de micro y pequeñas empresas proveedoras de sistemas más complejos, a las cuales transfieren tecnología y asisten en obtención de financiamiento; empresarios que articulan actividades con los municipios y gobiernos regionales, para el desarrollo de las comunidades y autosuperación de sus problemas.

Es una realidad cambiante que exige aprendizaje y perfeccionamiento continuo de quienes la enfrentan, comenzando por el conocimiento de las nuevas situaciones de carencias sociales, y de las nuevas herramientas y oportunidades tecnológicas para superarlas. ¿Cómo hacer frente a los cambios?, ¿cómo preverlos?, ¿cómo proyectarlos?, es un desafío para la creatividad del ingeniero y de su capacidad de innovar.

Las prácticas profesionales y los seminarios de titulación son etapas de la formación de los ingenieros que pueden constituir un acercamiento importante a la realidad social.

Las prácticas en municipios, como las de los médicos en los hospitales, bajo programas como el servicio país, pueden ser una muestra del compromiso social del ingeniero y su potencial para contribuir al desarrollo de los sectores de menores ingresos. Seminarios de titulación que consulten temas tales como la superación de las carencias que entorpecen el desarrollo de una comunidad o territorio, son también elementos válidos en la formación de los ingenieros.

En suma, la inserción laboral inicial del ingeniero depende de múltiples factores, donde intervienen los aportes educativos de la universidad, las características personales de los egresados y un conjunto de variables socio-económicas vigentes en el tiempo y espacio en que se busca dicha inserción. Para las universidades, la principal tarea, en esta perspectiva, se centra en lograr que sus egresados alcancen ciertos objetivos educativos que sean concordantes con las condiciones imperantes en el medio laboral. Ésta es una tarea particularmente difícil, por cuanto

entre el diseño de un plan de estudios y el egreso de sus primeros estudiantes puede mediar un período de siete o más años, porque el medio laboral es cambiante, y porque, quizá en primer lugar, no es simple extraer de éste orientaciones confiables.

Dos consecuencias importantes de lo antedicho son (a) la necesidad de mantener un continuo estudio del campo laboral y (b) la importancia de especificar y lograr las capacidades y atributos que los egresados deberían tener para acceder apropiadamente al campo laboral. Estos dos aspectos son abordados con mayor extensión en secciones posteriores. En íntima relación con lo expresado, parece recomendable aumentar significativamente la comunicación e interacción entre las universidades y el sector privado, reconociendo que una forma de lograr esto es fortaleciendo las asociaciones de ex alumnos, o creándolas cuando ellas no existan.

De acuerdo a lo anterior, aparecen varias áreas de responsabilidad para las universidades, que requieren posturas institucionales renovadas. Por una parte los futuros profesionales tienen derecho de conocer, aún antes de ingresar a la universidad, cuáles son las proyecciones que ésta asigna a la carrera en el campo laboral. También la institución debe asumir el deber de dar ciertas garantías a la sociedad sobre la actuación profesional de sus egresados.

En relación al primer punto, y dada la gran diversidad de especialidades de Ingeniería así como la impredecible evolución de las carreras laborales de los ingenieros, no parece posible ni deseable hipotetizar sobre labores específicas o campos ocupacionales determinados asociados a la carrera profesional de un ingeniero, en general. Es necesario, sin embargo, que quienes estudian una carrera de Ingeniería sean informados, a lo menos, sobre los siguientes aspectos:

- a) Campo ocupacional más probable previsto dentro de los años inmediatamente siguientes al egreso.
- b) Roles principales que los egresados se supone cumplirán de acuerdo a sus capacidades y esfuerzo personal.
- c) Impacto que los egresados tendrían en el me-

dio social y productivo.

Estos aspectos son importantes tanto para quienes postulan a una carrera profesional y para el medio externo, como para quienes, al interior de la institución, deben justificar la creación, revisión o financiamiento de una carrera de Ingeniería Civil.

Particularmente el gobierno, a través del financiamiento de proyectos de mejoramiento académico, así como los sectores productivo y profesional, demandan se hagan explícitos, dentro de los límites de lo posible, los objetivos de las carreras de Ingeniería en la perspectiva de su impacto social. Esto es particularmente válido en un período en que se observa una avalancha de apertura de carreras de Ingeniería nuevas o recicladas.

En relación al deber de dar garantías a la sociedad, se debe tener presente que el sistema vigente en Chile es tal que son las universidades las que en un mismo acto otorgan grado académico y habilitan profesionalmente a través del título profesional. En la práctica, en general las universidades preparan adecuadamente al futuro ingeniero desde un punto de vista académico, pero descuidan aspectos relacionados con su habilitación para ejercer en propiedad y responsablemente como ingeniero.

Entre los aspectos descuidados están aquellos indicados al inicio de esta sección.

Otra debilidad de nuestro sistema es que el título habilita al ingeniero para desempeñarse en cualquier especialidad en circunstancias que su preparación académica lo deja iniciado para hacerlo sólo en temas relacionados con su especialidad. Las universidades deberían explicitar cuáles son las capacidades profesionales de sus egresados al momento que éstos dejen la universidad, con clara distinción de aquellas capacidades que se supone debe lograr a futuro, con el aporte concurrente de la experiencia laboral, de la educación continua y otros factores. Por último, está la obligación ética del ingeniero de mantenerse al día en materias donde se dice competente, tema respecto del cual no existe control alguno.

Los inconvenientes que genera la situación indicada, hacen pensar en la conveniencia que a futuro se separen los actos de graduarse de una carrera y de obtener un título habilitante. Este último debería ser otorgado por una entidad diferente de las universidades, a partir de exigencias de práctica profesional y otros factores adicionales a los asociados con la graduación.

VI. PERFIL DE EGRESO.

Al término de su formación universitaria, los ingenieros deberían haber logrado un conjunto de capacidades, y desarrollado algunos atributos personales consistentes con las expectativas que la universidad tiene en relación a su inserción laboral. Esta depende de varios factores, según se anticipó en la sección precedente. Dentro de ellos, la responsabilidad institucional se concentra, naturalmente, en los aspectos que la universidad puede, dentro de ciertos márgenes, controlar. Las citadas capacidades y atributos constituyen, en lo principal, el ámbito de responsabilidad social preponderante de las universidades.

Tradicionalmente, las capacidades y atributos postulados como objetivos educativos terminales se

expresan en un perfil de egreso. No parece existir consenso sobre los tipos de componentes de un perfil de egreso, pero los que se estiman los principales componentes se describen a continuación:

1. Categorías genéricas en un perfil de Egreso.

Conocimientos.

Se deben especificar, en general, las áreas de conocimiento más importantes que el egresado se supone ha adquirido. Algunos de esos conocimientos son la base de sus competencias y otros son recursos de apoyo. A modo de ejemplo se incluye una descripción ilustrativa (para un ingeniero civil del área de Electricidad).

Área básica

Matemática
Física
Química

Área de la especialidad

Electricidad
Electrónica
Telecomunicaciones
Control Automático

Áreas complementarias

Gestión y Administración
Legislación
Medio Ambiente

En el detalle anterior las dos primeras áreas son fundamentales en las competencias de egreso de un ingeniero, en tanto materias como Legislación son elementos de apoyo.

Competencias Generales.

Son capacidades para realizar tareas o actividades eficazmente, en órdenes de materias que trascienden la naturaleza propia de una profesión. Dentro de ellas, típicamente, se pueden citar las capacidades de:

Comunicación efectiva
Trabajo grupal
Trabajo interdisciplinario
Aprendizaje autodirigido
Abordaje de problemas ético- profesionales

y otras que ya se citaron en la sección anterior.

Competencias Especializadas.

Son capacidades asociadas a una carrera específica. En Ingeniería, los sistemas de acreditación demandan, entre otras, las capacidades para

Diseñar sistemas o componentes
Aplicar conocimientos científicos
Evaluar proyectos
Conducir experimentos

Habilidades.

Son capacidades específicas de carácter intelectual tales como:

Enfocar sistémicamente los problemas
Analizar y abstraer
Sintetizar ideas
Manejar eficazmente imágenes mentales

A veces se opta por no incluir habilidades como una categoría en el perfil de egreso, sino que ellas se dan por incluidas en las competencias.

Destrezas.

Son capacidades de tipo sicomotriz, tales como:

Manejo de instrumentos especializados
Actuación en obras riesgosas

También es usual suponer las destrezas incluidas en las competencias.

Actitudes.

Son modos permanentes de actuar y de enfrentar situaciones. Ejemplos de actitudes valoradas son:

Respeto a todas las personas
Asumir las tareas con todos sus compromisos
Puntualidad

Las actitudes reflejan, se supone, un conjunto de valores personales.

Valores.

Son formas de apreciar o valorar diversos aspectos relativos a maneras de actuar, de pensar o de relacionarse con otras personas. Valores típicamente expresados en perfiles de egresados son:

Responsabilidad
Honradez
Veracidad
Cumplimiento de normas éticas
Solidaridad
Respeto y tolerancia a las personas
Respeto al ambiente

Es común agrupar actitudes y valores en una categoría.

2. Objetivos educativos terminales sugeridos.

En lo que sigue se integran las visiones que nacen de las diferentes apreciaciones del campo laboral de los miembros de la Comisión, las exigencias de sistemas de acreditación de carreras de Ingeniería (en especial ABET, CEAB, CACEI, CNAP y Mercosur) y los resultados del informe Perspectivas y Desafíos de la Ingeniería Chilena, con algunas recomendaciones sobre el perfil de egreso deseable de los ingenieros civiles.

Debe tenerse presente que dentro de la Ingeniería Civil coexisten numerosas especialidades y que cada universidad, dentro de una determinada especialidad, puede legítimamente intentar formar ingenieros que tengan características diferenciadoras. Por lo tanto, las recomendaciones que el Instituto pueda esbozar necesariamente deben ser de carácter general.

Considerando las categorías de capacidades y atributos anteriormente descritas, la Comisión sugiere privilegiar los siguientes objetivos educativos terminales.

a) **Conocimientos.**

Deberían considerarse las áreas de:

1. Ciencias Básicas
Matemáticas y Ciencias Naturales
2. Ciencias de la Ingeniería
3. Materias de especialidad
4. Materias complementarias

Dentro de esta área son particularmente relevantes los conocimientos en Gestión y en Medio Ambiente.

En la sección siguiente se presentan algunas especificaciones sobre las cuatro áreas de conocimiento señaladas.

b) **Competencias generales.**

Capacidad de adaptación al acelerado cambio tecnológico. Esto se logra con una sólida base de Ciencias de la Ingeniería y con una voluntad de perfeccionamiento continuo. Las instituciones de Educación Superior deben proveer el marco para la capacitación continua.

Capacidad y actitud positiva en relación a la innovación y la creación. La actividad de la Ingeniería está usualmente orientada a ofrecer nuevos procesos, productos o servicios y a introducir mejoras a los existentes; por consiguiente, se debe crear en el ingeniero el hábito de la innovación y de la creatividad, superando la actitud de simple transmisor de conocimientos existentes.

Capacidad para relacionarse con otros profesionales para formar equipos de trabajo eficientes. A menudo, estos equipos son multidisciplinarios, integrados por profesionales de muy distintas especialidades, por lo que las escuelas de Ingeniería deben ofrecer experiencias de resolución de problemas y de proyecto en equipo y a la vez una formación básica en ciencias del comportamiento en organizaciones.

Los ingenieros trabajan con personas y sus complejidades, y por ello hay que enseñar a comprenderlas y entender su diversidad para interactuar con ellas y/o dirigir las adecuadamente.

Capacidad para participar en el proceso de globalización mundial. La formación cultural debe abrir al ingeniero a diferentes culturas y lenguas extranjeras. El uso del inglés se plantea como una necesidad mínima.

Los desafíos de la competitividad productiva y las soluciones que aportan las tecnologías informáticas y de comunicaciones, entre otros factores, generan un mercado laboral inestable, en el cual las oportunidades de trabajo se multiplican, pero las oportunidades de empleo no crecen al mismo ritmo. Es necesario, por lo tanto, que los egresados hayan adquirido cierta capacidad de generar trabajo independiente. Esto implica contribuir al cultivo del espíritu emprendedor, cautelando las distintas actitudes y motivaciones del alumnado.

c) **Competencias especializadas.**

Capacidad de aplicar las Matemáticas y las Ciencias Naturales como: Física, Química y eventualmente Biología, en la modelación de

soluciones a problemas que involucran recursos materiales.

Capacidad de tomar decisiones con datos objetivos; por tanto debe adquirir la habilidad en el manejo de experimentos, para la obtención y análisis de datos experimentales.

Capacidad de aplicar las técnicas actuales de la profesión en un campo de especialidad.

Capacidad para analizar y actuar sobre sistemas complejos, como: organizar recursos, planificar secuencias, optimizar procesos y operaciones. Estas actividades requieren la capacidad para utilizar ciencias y técnicas relacionadas al análisis de sistemas y al análisis económico.

Capacidad para diseñar o proyectar, la que usualmente se orienta a obras de infraestructura, procesos, equipos o productos industriales. Esta capacidad es específica del ingeniero civil, dentro del universo de los diferentes tipos de ingenieros existentes en el país. Las escuelas de ingeniería deben desarrollar métodos de enseñanza del diseño y del proyecto, que capaciten al ingeniero egresado a incorporarse efectivamente a equipos de proyecto con ingenieros experimentados.

Capacidad para captar con amplitud las implicancias de su profesión en la sociedad y adquirir una cultura que le permita comprender los intereses y los problemas de ésta. La ingeniería se desempeña en un ambiente de interconexiones dentro de la sociedad, las obras de ingeniería usualmente tienen enormes impactos en el medio ambiente y en grupos sociales.

d) Desarrollo valórico-actitudinal.

La universidad debe formar en el ingeniero un deseo de servir a la sociedad y de actuar en ella para su desarrollo, es decir, debe adquirir una actitud ética en su profesión. Hay preocupación por el escaso espacio curricular dado a la ética profesional en los programas de formación de los ingenieros. Los alcances de esta preocupación se hacen explícitos al final de la sección siguiente.

Es esencial que las universidades definan las capacidades y atributos deseados de manera que ellos sean verificables al término del proceso educativo. Dicha verificabilidad puede lograrse de diversas maneras, incluyendo exámenes especiales y evaluaciones longitudinales, entre otras.

VII. PROCESOS DOCENTES.

Los procesos docentes deben hacer posible la entrega de las capacidades antes mencionadas. En este párrafo se tratará de la estructura curricular y de los procesos docentes en sí. Especial preocupación existe por una definición más precisa de la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería.

1. Estructura Curricular para los Ingenieros Civiles.

En la tabla siguiente se propone un esquema curricular demostrativo para ingenieros civiles con seis años de estudio en el cual se abren los espacios para el logro de las capacidades antes mencionadas. La unidad de carga docente utilizada es el semestre a tiempo completo del estudiante. Debe entenderse que el esquema propuesto refleja el pensamiento de la Comisión, la cual entiende que dicho esquema puede admitir ajustes que acojan distintas visiones institucionales.

Áreas docentes	Semestres
Matemáticas	2
Ciencias naturales: Física, Química y optativo de Biología	1
Ciencias de la Ingeniería	2
Cursos mínimos de especialidad	2
Cursos de formación general	1
Materias complementarias	4
Total	12

Por ley, la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería es requisito para el título de Ingeniero Civil, sin embargo la ley no da detalles cualitativos respecto

de ésta, lo que contribuye a desvirtuarla. La Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería debe configurar la formación básica que hace posible la etapa siguiente de especialización con la profundidad requerida para el nivel de la Ingeniería Civil. La formación matemática, en Ciencias Básicas y en Ciencias de la Ingeniería, debe constituir la Licenciatura y deben ser enseñadas con la profundidad requerida para hacer posible la dimensión de diseño, de proyecto y creación que caracteriza al ingeniero civil. La estructura propuesta por la Comisión para la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería se muestra a continuación:

Áreas docentes	Semestre
Matemática	2
Ciencias Naturales	1
Ciencias de la Ingeniería	2
Ciencias de Formación General	1
Otros	2
Total	8

Debe entenderse que la unidad "semestre" no implica una agrupación semestral rígida de determinadas materias. Por ejemplo, los dos semestres de Matemática corresponden a 10 cursos que se pueden distribuir en cuatro o más semestres consecutivos de estudios. En general se ha supuesto que en un semestre de estudio coexisten a lo más cinco cursos.

La descripción anterior se ha realizado considerando carreras de ingeniería civil de 12 semestres, que corresponde al modelo curricular actual en Chile. No es desconocido para la comisión que desde hace años se viene dando una discusión cuyo objetivo es analizar la factibilidad de acortar la duración de los planes de estudios de las carreras de Ingeniería Civil en dos semestres. Si bien aquello se ve como un paso adecuado hacia la eficiencia en la formación, se cree que la racionalización de los programas a un currículum corto debe ser un proceso bien diseñado que no ponga en juego la efectividad de la formación actual.

2. Procesos Docentes.

Por "Procesos docentes" se entienden aquí aquellos esencialmente asociados a la interacción profesor-alumno, en las perspectivas pedagógica y didáctica. En Chile se han establecido diversas instancias en las cuales se conocen e intercambian experiencias de innovación docente en Ingeniería. Una de ellas son los 15 Congresos de Educación en Ingeniería (Sociedad Chilena de Educación en Ingeniería), realizados a la fecha, y los congresos de especialidad (Electricidad, Informática, Mecánica, Química, etc.) en que se incluyen secciones sobre docencia. Estas instancias permiten aseverar que en el país existe cierta conciencia de la necesidad de innovar, la cual se expresa, adicionalmente, en el no pequeño número de proyectos Mecesp en desarrollo, asociados al mejoramiento de la enseñanza de la Ingeniería. Considerando estas circunstancias, la Comisión ha estimado relevante destacar, sin pretensiones de abarcar sistemáticamente el tema y menos agotarlo, algunos aspectos particularmente pertinentes en la didáctica de Ingeniería en el presente.

Efectividad de la Enseñanza.

Es común en Chile que en las Escuelas o Facultades de Ingeniería exista una notable discrepancia entre la duración formal de la Carrera de Ingeniería Civil y la duración efectiva. Inciden en esta variación diseños curriculares poco realistas (con exceso de asignaturas o materias), normativas inadecuadas y algunos factores que las universidades no controlan directamente (necesidad de financiamiento, compromisos sociales, etc.).

Es de alta relevancia para Chile propender a una gestión curricular que asegure un rendimiento académico aceptable, con tasas de deserción y repitencia menores a las actuales. De ello depende en medida importante la credibilidad de las instituciones, así como su capacidad para crear ambientes de estudio concordantes con las inquietudes expresadas en la Sección Actuación Ética y Ética para el Desarrollo (pág. 26).

Formación en Ciencias Básicas.

En la formación en Matemática y Ciencias Naturales persisten algunos problemas relevantes. Por una parte existe un amplio consenso sobre la im-

portancia de estos tópicos en la educación de los ingenieros, pero aún no se logra hacer de esas materias herramientas profesionales en toda la amplitud que es dable de esperar, dado todo el tiempo y esfuerzo a ellas dedicada.

En muchas escuelas de Ingeniería se tiende a privilegiar la enseñanza de una gran cantidad de materias, por sobre el aprendizaje orientado a los modos de trabajo de la Ingeniería. La experiencia muestra que desarrollar la capacidad de modelar matemáticamente sistemas físicos es difícil y que requiere una didáctica especialmente orientada a esos propósitos. Dentro de dicha didáctica es esencial integrar desde muy temprano los conceptos matemáticos con los conceptos físicos y con las características del mundo real. Esa tarea no puede ser postergada para el ciclo de estudio de Ciencias de la Ingeniería, sino que debe iniciarse en la Matemática misma y en las Ciencias Naturales. Un aspecto relevante para la formación en Ciencias Básicas, especialmente la Matemática, es el uso de software específico que permita ayudar a la operatoria orientando los esfuerzos conceptuales al modelado y solución de problemas.

Particularmente en el primer año de estudios, los alumnos deberían percibir alguna continuidad entre sus conocimientos y concepciones previas y la nueva formación matemática, la cual, sin sacrificar rigurosidad, debe establecer continuamente nexos entre los problemas de la Ingeniería y los formalismos matemáticos.

Competencias y Habilidades.

Tanto las competencias generales como las especializadas demandan de contextos de trabajo que, junto con aportar los conocimientos necesarios, contribuyan con las instancias de práctica indispensables para adquirir capacidades orientadas a tareas o actividades en las que concurren numerosas variables tanto técnicas y humanas como financieras.

El aprendizaje de la competencia asociada al trabajo en equipos multidisciplinarios, por ejemplo, en la cual la capacidad de comunicación efectiva y el manejo de emociones son aspectos fundamentales, no puede, en ningún caso, ser desarrollada desde una perspectiva puramente teórica. Involucra acción y ello nos lleva a la necesidad de esta-

blecer mecanismos de inmersión en situaciones en que esas habilidades sean fundamentales.

Las organizaciones educativas deben proveer las condiciones para que ese tipo de actividades puedan ser desarrolladas como elementos normales en el proceso de aprendizaje del alumno. En el futuro las actividades de inmersión en situaciones problema que requieran el desarrollo de habilidades específicas será un método usual en la formación de ingenieros.

Dado que la intencionalidad es aproximar lo antes posible al alumno a la práctica de su especialidad, es necesario reconocer que la formación lineal tradicional sería inadecuada. Una conceptualización que la supera es aquella de "forma espiral". Se supone que al alumno le resulta más adecuado ir adentrándose en los temas fundamentales de su profesión mediante sucesivas aproximaciones. Es decir, se busca una formación generalista, ya no desde una perspectiva científica u orientada a los conocimientos, sino que desde la perspectiva de los fundamentos de la profesión. Por ejemplo, el Método de Diseño de la Ingeniería es un método generalista que puede ser enseñado desde primer año, con problemas que sean adecuados a ese nivel de formación. También su aprendizaje puede ser revisado en los años siguientes variando, por supuesto, la complejidad de los problemas.

Poco a poco se está tomando conciencia de la impropiedad de asegurar que los egresados de una carrera tendrán ciertas competencias que el currículo no garantiza, dado que no incluye actividades necesarias para el desarrollo de esas competencias. Ello indica que cada vez será más y más crítico precisar las competencias que se privilegiarán en el proceso formativo, puesto que esa definición conllevará grandes esfuerzos educativos, diseños curriculares específicos, y recursos acordes.

Conocimiento del Campo Profesional.

Las tendencias señaladas en relación al campo laboral de la Ingeniería, así como sus implicancias en el ejercicio profesional, hacen ver la gran importancia que supone preparar adecuadamente a los futuros ingenieros para una inserción y adaptación eficaces. Estos aspectos se recogen, por una parte, en las competencias destacadas en la sección

anterior, y deben, por otra, ser motivo de preocupación didáctica especial.

Las dos estrategias más utilizadas para estos fines son poner a los alumnos directamente en contacto con el trabajo, a través de prácticas, trabajos de titulación, proyectos, programas especiales, etc., o traer al interior de la universidad experiencias relevantes. (El profesor P.K. Raju, de la Universidad de Auburn, Estados Unidos, expuso una aproximación elaborada a este problema en el XIII Congreso Nacional de Educación en Ingeniería, en la Universidad de Concepción en 1999).

Es particularmente importante, en relación a los tópicos examinados anteriormente, lograr que los estudiantes distingan entre empleo y trabajo y entiendan la dinámica laboral que tiende a comprimir el empleo y, a la vez, abre oportunidades de trabajo independiente. También las consecuencias de la internacionalización del ejercicio profesional deberían ser materia de estudio.

En este contexto, la inserción de los profesores en el mundo profesional externo a las universidades resulta esencial. Su participación en asociaciones gremiales, directorios de empresas, proyectos y asesorías, entre otras cosas, les permite generar una visión valiosa para poner su docencia en una perspectiva aplicada actualizada. De igual manera, la participación de profesores externos, con experiencia profesional, en la docencia universitaria es un recurso docente insustituible.

Programas Complementarios Motivacionales.

Las universidades deberían proveer oportunidades para el desarrollo de intereses o competencias que difícilmente se pueden extender a todo el alumnado, pero que son relevantes para parte de éste y para el país.

Tópicos que encuentran operacionalmente cabida en esos programas son Diseño Especializado; Innovación Tecnológica; Espíritu Emprendedor; Ciencia, Tecnología y Sociedad; Bioingeniería, entre otros.

En este contexto, el desafío es atraer a profesores y alumnos con intereses y capacidades en esas materias y estructurar actividades que se puedan acomodar armónicamente en los currículos. La

flexibilidad curricular es un requisito para la existencia de programas complementarios motivacionales.

Roles del Profesor y Alumnos.

En la actualidad el rol del profesor está cambiando, dado que existe enorme disponibilidad de información en fuentes al alcance de todos los alumnos. Los textos clásicos de enseñanza de la Ingeniería están traducidos al Castellano y en ediciones baratas y la Internet es una fuente especialmente grande de informaciones, por tanto el profesor del futuro será un organizador y orientador del estudio de los alumnos y éstos serán protagonistas de su proceso de aprendizaje.

Esta participación activa del alumno en el proceso educativo debe proceder de avances sucesivos comenzando desde primer año. Se debe poner al alumno desde el inicio en contacto con problemas de Ingeniería, apoyándose en una metodología de proyectos de amplitud creciente para lograr una integración entre conocimientos teóricos y aplicados.

La proposición anterior requiere reforzar el diseño y el proyecto en el proceso educativo de los ingenieros civiles, en las diferentes especialidades. Esto es costoso en recursos humanos, por tanto no es extraño que sea deficitario. El sistema norteamericano (USA) de acreditación de programas de ingeniería (ABET) requiere un curso "englobante" ("capstone") de diseño, en que justamente un problema de diseño se analice desde muchos ángulos.

La actividad de diseño y de proyecto ofrece una gran oportunidad para desarrollar la capacidad de trabajo en equipo; los proyectos más avanzados debieran tener una amplitud tal que requieran enfoques desde diversas disciplinas y de esta manera crear el hábito de trabajo en grupos multidisciplinarios. Esta actividad puede ser aprovechada para desarrollar en los alumnos la inquietud por la creación de empresas, fomentando el espíritu empresarial.

La enseñanza del diseño debe reforzarse mediante el uso de modernos y poderosos *softwares*, los que deben incorporarse a las aulas de clases y a los programas de cursos. Es necesario reforzar la

disponibilidad de computadores, de redes de comunicación y de laboratorios computacionales y adaptar los cursos al uso de este tipo de *software*.

Es importante habitar al ingeniero a tomar decisiones fundamentadas en sólidos datos experimentales; para lograr esto es necesario incorporar a la enseñanza el uso de laboratorios experimentales, en los cuales mediante experiencias bien diseñadas, se adiestra a los alumnos para obtener datos, procesarlos y analizarlos.

Actuación Ética y Ética para el Desarrollo.

La actuación ética es aquella que se fundamenta en principios valóricos y que se aplica en circunstancias en que hay conflictos de interés que no están regulados explícitamente por leyes o normas establecidas.

Típicamente esta situación se presenta cuando es posible obtener beneficios violando algún principio valórico, pero no necesariamente violando visiblemente alguna reglamentación oficial. Los conflictos, en la acepción que en este informe se da al término, se generan entre la posibilidad de beneficios y el respeto a los principios valóricos. Por beneficio se entiende aquí una amplia gama de conveniencias, entre las que se incluyen las ganancias económicas, el ahorro de esfuerzo, el prestigio, las gratificaciones en la forma de favorecer o perjudicar a ciertas personas, la economía de tiempo, la obtención de información, etc.

Una adecuada formación ética debería incluir, como elementos mínimos, los siguientes:

- El conocimiento de los conceptos principales asociados a la ética profesional
- Las implicancias de la ética en el desarrollo personal y nacional
- La capacidad para identificar problemas ético - profesionales
- La capacidad para abordar problemas ético - profesionales
- La adquisición efectiva de principios valóricos relevantes (hasta donde esto es posible).

En lo que sigue se abordan ciertos aspectos esenciales de cada uno de los cinco elementos citados.

El conocimiento de los conceptos principales aso-

ciados a la ética profesional puede ser concebido como una visión global de la problemática ética, con énfasis en las definiciones y en la relevancia del tópico ético. Dentro de esa visión son importantes las nociones de valores y principios valóricos, moral, ética general, ética profesional, aspectos de la evolución histórica de esas nociones, indicadores nacionales e internacionales referidos a la ética (transparencia, corrupción y otros), principales áreas de problemas éticos (médicos, legales, científicos, Ingeniería, etc.), códigos de ética y el efecto de la internacionalización de la economía en los problemas éticos.

Las implicancias de la ética en el desarrollo personal y nacional es un tema de amplio espectro. Diversos estudios revelan que existe estrecha correspondencia entre el nivel de desarrollo de los países, en general, y su ética nacional. Más allá del atractivo intrínseco que puede tener un país moral y éticamente sano (en términos generales, a lo menos), hay una clara relación entre desarrollo y ética. En el presente el desarrollo depende, en alto grado, del comercio internacional. Proveedores, industriales, profesionales, artistas y otros agentes productivos o sociales, buscan confiabilidad en sus transacciones internacionales. Esperan, entre otras cosas, y no obstante cuál pueda ser la situación al respecto en su propio país, que la contraparte cumpla con requisitos tales como:

- Respeto a la propiedad intelectual
- Cumplimiento de compromisos
- Normas claras
- Libre competencia
- Entrega de información fidedigna
- Respeto de estándares de calidad
- Control del soborno

La presente es una pequeña pero relevante muestra de aspectos de gran impacto socio-económico que, a pesar de estar reglamentados, admiten márgenes de manipulación importantes, donde la actuación ética es la que permite que adquieran el peso o validez deseable.

Éste es uno de los campos prolíficos en material de estudio para los futuros ingenieros. Para cumplir con las demandas citadas, un país debe trasladar la tarea a sus instituciones y personas. Muy difícilmente un país sería percibido como confiable si sus personas no lo son. Por otra parte, las mis-

mas demandas que presionan desde el exterior, lo hacen también, con mayor o menor fuerza, al interior de un país. Los empresarios esperan que sus homólogos y el gobierno sean confiables. El gobierno espera que todas sus instituciones lo sean, como también las empresas, el sistema educativo y otros sistemas. La confiabilidad es un cimiento social sobre el cual se construye el desarrollo.

La capacidad para identificar problemas ético-profesionales es, en esencia, la capacidad para transformar el gran desafío ético en una competencia profesional. En medida importante es la capacidad de asignar valor a múltiples aspectos que inciden en la confiabilidad, o responsabilidad, o actuación moralmente sana, pero que no están claramente reglamentados. Es, por ejemplo, la capacidad para reconocer que, profesionalmente, la puntualidad es más que "respeto a las personas", pues en ella está implícita la valoración del tiempo como un recurso de alta importancia que, por falta de puntualidad, se quita a otras personas en forma irresponsable. Es tomar conciencia de los perjuicios que se puede causar a otras personas a las cuales se les alteran sus planes. Es darse cuenta que se contribuye a crear una cultura donde lo que se dice no es lo que se piensa cumplir y donde se supone que las personas pueden malgastar arbitrariamente uno de los recursos más valiosos e irremplazables de que disponen.

Junto al ejemplo dado, se tienen problemas éticos más tradicionales, tales como no sacar ventajas indebidas de información privilegiada, y otros múltiples problemas emergentes que tienen que ver con el uso de los recursos naturales, con las formas de trabajo, con las relaciones internacionales, con el aprendizaje, con el uso del conocimiento, con el empleo de los recursos del Estado, con la educación, entre otros. Se está dando el notable fenómeno de la emergencia de nuevas áreas de actuación ética, a partir de la toma de conciencia de nuevos valores asociados a los derechos de las personas actuales y por venir, de los trabajadores, a nuevas visiones estéticas y culturales varias, al empleo de la ciencia y tecnología, etc.

El cultivo de la competencia para identificar problemas éticos parece tener un potencial de impacto social y económico incalculable, dado que ella, en esencia, debería guiar hacia el hacer mejor lo que hay que hacer, a tratar mejor a las personas y

a asegurar la sostenibilidad en el tiempo de una sociedad bien desarrollada. En el plano de las personas, esa competencia debería contribuir a mejorar las relaciones interpersonales y el propio desarrollo personal. Dentro de una conjetura un tanto más arriesgada, una sana ética para el desarrollo debería tener también un efecto positivo en la creatividad de las personas. Esa cualidad depende, en cierto grado, de la capacidad para asignar valor a lo que antes no lo tenía (Roberts, 1992) . Lo que empieza a valorarse a partir de un momento dado, puede ser un foco de desarrollo de nuevos recursos. La valoración del tiempo, ilustrativamente, ha inducido el diseño de relojes y de múltiples otros dispositivos que lo miden o controlan. Los nuevos problemas, como son los nuevos problemas éticos, suelen tener el potencial de generar nuevas ideas para su solución. En una auténtica perspectiva de desarrollo, los problemas éticos deberían ser motores de innovación, más que barreras a la acción.

La capacidad para abordar problemas ético-profesionales conlleva la preparación conceptual requerida para especificar bien dichos problemas, para precisar el marco valórico de referencia y para establecer formas de evaluar conductas y efectos.

Es necesario aprender a aplicar una lógica de análisis especial. Dentro de esa lógica es necesario relacionar acciones éticamente incorrectas con las consecuencias que ellas tienen para los afectados. Muy en particular es relevante aprender a reconocer el impacto negativo que tiene la ignorancia relativa, o la falta de preparación profesional, en la realización de tareas, o el mal uso deliberado de los conocimientos profesionales. Es necesario lograr que de una formación universitaria eficaz en

estas materias, egresen ingenieros que hayan internalizado, o estén en vías de hacerlo, que sepan menos que lo que se debería y podría saber en temas de su responsabilidad, o no usar sus capacidades al máximo de competencia posible, no sólo es una falta ética, sino una falta que tiene impactantes repercusiones en el desarrollo del país, en su confiabilidad internacional y en la superación de la pobreza.

La adquisición efectiva de principios valóricos relevantes (hasta donde esto es posible) de parte de los estudiantes es, seguramente, el desafío formativo mayor. Los anteriores cuatro tópicos pueden tratarse en cursos, seminarios o charlas. Sin embargo, ese esfuerzo didáctico de poco sirve si la base valórica, sobre la cual se asienta la actitud y la lógica ética, no ha sido desarrollada en los futuros profesionales. Ese desarrollo implica mucho más un esfuerzo corporativo integral que un proceso didáctico de aulas. En primer lugar, la universidad debe ser una institución que, como tal, revele la tener valores y actúa a partir de ellos.

A las universidades se aplican todas las demandas de confiabilidad citadas anteriormente, y otras adicionales. En particular se debe agregar a las siete demandas listadas, la de emplear el mejor conocimiento accesible en sus actividades y decisiones. Ello se debe reflejar en la actualización de los profesores, de los planes de estudio, de la gestión y de los métodos de trabajo en todos los ámbitos pertinentes.

En particular se destaca el efecto de la actuación institucional en la formación ética de sus alumnos en la sección sobre *Evaluación*. El quinto punto asociado a una formación básica en ética profesional que estamos examinando, en la óptica de este Instituto, tiene la potencialidad de generar una dinámica de desarrollo corporativo análoga a la que los profesionales deberían contribuir a fortalecer en el país. Un efectivo compromiso con la formación ética de sus alumnos, debería inducir institucionalmente un deseo de hacer mejor las cosas, de respetar compromisos, de innovar, de mantener información actualizada, etc.

Estas consideraciones hacen ver que la formación ética tiene implicancia que la pone en un plano destacado de relevancia y prioridad educativa. En Chile parecería que aún hay numerosas etapas que cubrir en la materia.

La historia de las ideas e inventos incluye incontables casos de actos creativos de asignación de valor a alguna circunstancia. Un ejemplo típico es el caso de Edouard Benedictus, a quien en 1903, se le rompió un matraz que contenía restos de nitrato de celulosa, en forma de una película adherida a las paredes interiores del matraz. En vez de saltar los pedazos de vidrio en todas direcciones, éstos siguieron adheridos a la película de nitrato de celulosa, circunstancia a la cual Benedictus asignó el valor de tener potencial para fabricar vidrios de seguridad. Se reporta que ese fue el comienzo de los vidrios inastillables utilizados en vehículos.

R.M. Roberts, (1992) Serendipia. Descubrimientos Accidentales en la Ciencia, Alianza Editorial.

Soledad

Comentario: Un ejemplo típico es el caso de Edouard Benedictus, a quien en 1903, se rompió un matraz que contenía restos de nitrato de celulosa, en forma de una película adherida a las paredes interiores del matraz. En vez de saltar los pedazos de vidrio en todas direcciones, éstos siguieron adheridos a la película de restos, circunstancia a la cual Benedictus asignó el valor de tener potencial para fabricar vidrios de seguridad. Se reporta que ese fue el comienzo de los vidrios inastillables utilizados en vehículos.

VIII. RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIEROS.

El nivel del proceso formativo universitario, exige un mínimo de recursos humanos, materiales y financieros. Es necesario fijar en cada uno de estos aspectos, indicadores que deben ser cumplidos por una universidad, como requisito mínimo para el reconocimiento del profesional que está formando. En este sentido, en lo que a carreras de Ingeniería Civil se refiere, se está implementando actualmente un proceso nacional de acreditación y que considera la aplicación de estándares para cuantificar, entre otros aspectos, los recursos humanos, materiales y financieros, que debe poseer una institución de educación superior para acreditar una carrera de Ingeniería Civil. Estos criterios debieran incluir los siguientes aspectos:

1. Recursos humanos.

Se debe disponer de una planta académica en cantidad suficiente y con la dedicación horaria adecuada para asegurar la calidad del programa. Se debe establecer un mínimo de docentes con jornada completa, que permita abordar con eficiencia la gestión de la docencia.

La idoneidad de la planta académica debe estar asegurada con los títulos adecuados y pertinentes a la formación que se va a entregar. Adicionalmente el académico debe dar garantías de su capacidad en el ejercicio de la profesión, a través de su experiencia y producción en el campo científico, tecnológico o educativo.

Se debe contar con una política de perfeccionamiento institucional para los docentes, que permita su permanente actualización profesional y disciplinaria, la obtención de grados académicos, la capacitación en metodologías pedagógicas y en la incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza. Se debe establecer un porcentaje mínimo de académicos con formación de postgrado.

La incorporación de cada docente debe estar regulada con normas y requisitos bien establecidos. Debe existir por otra parte una carrera académica

que relacione claramente las jerarquías con los méritos del docente y que sea un verdadero incentivo al desempeño destacado en los diferentes ámbitos del quehacer universitario. Es indispensable también contar con una adecuada política de evaluación del desempeño del académico, en particular en lo relacionado con la calidad de la enseñanza.

La institución debe contar además con el personal de apoyo (administrativo y técnico) en cantidad suficiente y con la capacidad adecuada para llevar a cabo el programa educativo.

2. Recursos materiales.

Se debe contar con los recursos suficientes para satisfacer las necesidades de la enseñanza, en lo relativo a infraestructura física, laboratorios y talleres, equipamiento, biblioteca, sistemas de información y servicios estudiantiles.

La infraestructura física debe contemplar recintos e instalaciones adecuadas y con la capacidad suficiente para la actividad que requiere la dictación de la carrera. Los laboratorios y talleres deben contar con el equipamiento y la tecnología actualizada, que permita asegurar un mínimo de horas de sesiones prácticas en el plan de estudios.

Los recursos computacionales deben existir en cantidad suficiente y estar actualizados para permitir el desarrollo adecuado del aprendizaje. Se debe contar con recursos modernos de apoyo a la docencia, y garantizar el acceso y el uso de ellos por parte de académicos y estudiantes.

Se debe contar con un servicio de biblioteca que garantice una adecuada atención tanto a académicos como a estudiantes a través de: salas de trabajo, disponibilidad de textos guías y de consulta, suscripciones a publicaciones periódicas de la especialidad, acceso oportuno y eficiente a sistemas de documentación y de información. En este sentido los académicos deben mantener actualizado su material de enseñanza, que facilite el aprendi-

zaje de sus estudiantes.

Los servicios estudiantiles deben asegurar las condiciones y el entorno adecuado a la vida del estudiante, así como atenderlos en sus problemas y necesidades de tipo socioeconómicos y de salud. Se debe contar con un adecuado servicio de cafeterías, con programas de actividades extracurriculares, con sistemas de bienestar y asistencia financiera, y un servicio de salud básico.

3. Recursos financieros.

La universidad debe contar con ingresos permanentes que aseguren la oferta educacional en el tiempo. Además de los ingresos tradicionales

(aporte del estado, matrículas) debe existir una política para incrementarlos a través de otras fuentes tales como: proyectos estatales concursables, proyectos con el sector productivo y otros (empresas universitarias). Los ingresos disponibles deben ser suficientes para financiar los servicios y recursos del punto anterior, así como para permitir un nivel de renta del personal que garantice la calidad de la docencia.

La institución debe dar garantías de solvencia y estabilidad económica, administrando en forma idónea y eficiente los recursos disponibles, dando prioridad a los objetivos educacionales que se ha propuesto. En este sentido las funciones directivas deben estar claramente definidas en cuanto a sus responsabilidades, funciones y atribuciones.

IX. CONDICIONES DE INGRESO DE LOS ESTUDIANTES.

1. Situación actual de la Enseñanza Media.

El calificativo "La enseñanza media o Liceo tradicional" identifica a un establecimiento cuya matriz inicial fue inaugurada en el siglo XIX. Ella era esencialmente "racionalista-cartesiana": su objetivo era la adquisición de conocimientos a través del desarrollo mental. Sus clases eran sólo expositivas, tipo cátedra, excluyendo toda opción "constructiva" del conocer, aquella en la cual el que conoce participa activamente en la creación de lo conocido.

En los últimos años el Ministerio de Educación (MINEDUC) ha emprendido una reforma curricular a nivel de la Educación Media, cuyos aspectos centrales se presentan a continuación, a fin de mostrar la situación de los futuros postulantes a la Educación Superior.

El MINEDUC ha definido en su Reforma Educacional OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS PARA LA ENSEÑANZA MEDIA, los que se sometieron en 1997 a una amplia consulta, para ser posteriormente enviados al Consejo Superior de Educación y aprobarse finalmente a comienzos de 1998. La elaboración de los OF- CMO de la Educación Media se realizó en función de los siguientes CRITERIOS DE ARTICULACIÓN Y SECUENCIA CURRICULAR.

a) **Conocimiento Contextualizado; Conocimiento Significativo:**

Implica conectar los conceptos, actividades y significados propuestos, con la vida de las personas, especialmente con los contextos personales, sociales, de trabajo y culturales en los que viven actualmente los alumnos y a los que accederán cuando egresen de la Educación Media.

b) Conocimiento Historizado; Conocimiento que se Construye; Conocimiento Relativo:

Se propone el conocimiento como una empresa humana, por tanto histórica, de permanente descubrimiento y redefinición de sus límites. Esto lleva a ampliar el foco de conocimiento que se propone a los alumnos, ofreciendo no sólo los conceptos, criterios o procedimientos de que se trate, sino además, elementos sobre su construcción o descubrimiento.

La propuesta ministerial de OF-CMO organiza los Objetivos y Contenidos en dos grandes conjuntos:

La FORMACIÓN COMÚN. Se propone que la Formación Común ocupe todo el horario de los dos primeros años de la Educación Media y que se prolongue, en menor proporción, a lo largo de los siguientes dos años.

La FORMACIÓN DIFERENCIADA, dividida esta última en dos modalidades: Humanístico- Científica y Técnico- Profesional. La Formación Diferenciada será predominante en los dos años finales, previa opción de los estudiantes al terminar el 2º año, por alguna de las dos modalidades ofrecidas.

A esto se agrega la creación de un ámbito de LIBRE DISPOSICIÓN de los establecimientos, reforzado desde ya por la oportunidad de ampliación de la Jornada Escolar Completa.

La Reforma propone importantes reorientaciones al interior de la Formación Común y la Formación Diferenciada, rompiendo con la estructura actual bimodal de enseñanza humanístico - científica (orientada a la Educación Superior), y la técnico - profesional (orientada al ingreso directo al mercado de empleo).

Se realizaron reorientaciones importantes en todas las disciplinas de la formación común. Esta contempla nueve sectores de aprendizaje, algunos de los cuales incluyen subsectores:

1. Lengua Castellana y Comunicación
2. Idioma extranjero
3. Matemática
4. Historia y Ciencias Sociales

5. Filosofía y Psicología
6. Ciencias Naturales
7. Tecnología
8. Educación Artística
9. Educación Física

De acuerdo a lo anterior, se aprecia que se incorpora el sector de tecnología. Esta innovación, en conjunto con las reorientaciones en los campos disciplinarios, hace que la formación común sea un concepto distinto a la enseñanza humanístico - científica.

Complementaria a una formación general sólida y polivalente, se propone en los dos últimos años del nivel de Educación Media una formación diferenciada más enriquecida que la actual.

En el caso de la EDUCACIÓN HUMANÍSTICO-CIENTÍFICA, la formación diferenciada ofrece espacio, por sobre el período dedicado a la formación común, para que los alumnos dediquen un tiempo adicional a expandir o profundizar sus conocimientos y competencias en un número reducido de asignaturas o subsectores, siguiendo sus intereses, aptitudes o expectativas de salida. Los establecimientos serán los que definirán libremente su traducción en planes de estudio, en forma de módulos curriculares o conjuntos de objetivos y contenidos obligatorios articulados con relación a un área temática, diseñado para ser trabajados anualmente y organizados en forma flexible respecto a nivel o año en que se aplique.

En el caso de la EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL, la diferenciación alude a la formación especializada, orientada a desarrollar aquellas competencias que permitan alcanzar un nivel apropiado de preparación técnica, dentro de un enfoque general de educación para una vida de trabajo. Así se aumenta la empleabilidad al estar articulada con la formación general que también es contribuyente a dicha preparación.

Los OBJETIVOS FUNDAMENTALES TRANSVERSALES DE LA EDUCACIÓN MEDIA se orientan prioritariamente a la adquisición de conocimiento y habilidades suficientemente amplios para poder decidir por distintas opciones, a la formación del carácter en términos de actitudes y valores fundamentales y el desarrollo de un sen-

tido de identidad personal.

2. Situación General de los Postulantes a las Universidades en Chile.

A pesar de las reformas, existe una situación generalizada en la población y que ha salido a la luz en los últimos resultados de la OCDE (Organización para el Desarrollo y Cooperación Económico), sobre comprensión lectora y habilidades matemáticas básicas a nivel de la población del país. Estos muestran que los grupos con educación media completa entre 15 y 25 años, entre 25 y 35 años, entre 36 y 45 años y 46 y 65 años, obtuvieron prácticamente el mismo puntaje, lo que podría llevar a concluir que nuestro sistema educacional no ha realizado progresos, por lo menos en cuanto a su capacidad de preparar a los alumnos para comprender lo que leen y realizar operaciones aritméticas básicas. Al comparar el puntaje obtenido por nuestro país con el de otros países, los resultados no son buenos, quedando un amplio margen para mejorar.

Paralelamente, el TIMSS ha dejado en evidencia el bajo rendimiento en matemáticas de los alumnos de octavo básico frente a sus pares de 37 países.

Por otra parte, la introducción del régimen optativo en algunos liceos genera alumnos que egresan de cuarto medio, con conocimientos básicos en ciencias físicas, químicas o biológicas, las que se encuentran entre las que los estudiantes pueden elegir. Esta situación produce una desventaja en los futuros postulantes, que tardíamente, y en muchos casos cursando la Educación Superior, desean estudiar ingeniería.

3. Ingreso a la Educación Superior.

a) Situación actual.

En la actualidad, el ingreso a la Educación Superior está condicionado por los puntajes de la PAA, pruebas específicas, en algunos casos pruebas especiales y las notas obtenidas durante la Enseñanza Media.

En el caso particular de los postulantes a ingeniería, son requisitos la PAA, la Prueba Específica de Matemáticas, Física, Química o Biología y las notas. La ponderación asignada a cada una de ellas

es propia de cada universidad.

La PAA, con más de treinta años de vigencia, está basada en la medición de aptitudes verbales y matemáticas; ello presuponía que se podía evitar en dicha evaluación el efecto de variables como el entrenamiento o aspectos socioculturales.

b) Situación futura.

Las nuevas pruebas de selección a la enseñanza superior evaluarán más los contenidos de la Enseñanza Media, quedando nuevamente a discreción de cada universidad la ponderación que asignará a las notas y a los resultados obtenidos a estas pruebas.

Estas nuevas pruebas de selección se aplicarán a partir del 2003.

c) Situación internacional.

Al revisar los requisitos de admisión de algunas universidades norteamericanas de renombre (Stanford, MIT, Tulane, California y Washington), se busca que los postulantes cumplan con las siguientes características:

1. Que sean académicamente los más aptos
2. Que aporten en clases y al grupo
3. Que piensen y sientan placer por aprender
4. Que aspiren a dominar el conocimiento en un área
5. Que muestren creatividad y liderazgo.

Las variables más utilizadas en los procesos de selección son:

1. Notas de la Enseñanza Media
2. Currículum cursado
3. Lugar del alumno en su clase
4. Recomendaciones de profesores
5. Actividades complementarias desarrolladas por el postulante
6. Honores o premios obtenidos
7. Experiencia laboral

Se advierte un interés por los aspectos académicos previos, pero también se incorporan como criterios de selección los aspectos personales, los que en algunas universidades se evalúan en una entrevista, en la que se explicita el interés por co-

nocer habilidades, intereses y los planes personales del postulante.

A modo de resumen sobre las condiciones de ingreso de los estudiantes puede decirse que a pesar de que las exigencias para ingresar a la carrera de ingeniería pueden estar más claramente definidas, el método de selección actual (Prueba de Aptitud Académica) no estaría dando cuenta de las capacidades realmente necesarias para sortearla, ni menos sobre el futuro desempeño profesional.

Por otra parte, los nuevos instrumentos de evaluación para el ingreso a la Educación Superior darán mayor énfasis a la evaluación de los contenidos de la Enseñanza Media.

La población e incluso los alumnos de 8° Básico, sigue contando con una preparación débil en matemáticas y comprensión de lectura al compararse con estándares internacionales.

Las asignaturas de física, química y biología son optativas en la Enseñanza Media, en consecuencia los mínimos de estos conocimientos han bajado.

La forma de seleccionar a los postulantes en algunas universidades extranjeras prestigiosas, considera aspectos personales que no están contemplados en la actual selección en Chile.

X. PROCESOS DE EVALUACIÓN.

La docencia se estructura, en la práctica, sobre un conjunto de supuestos o hipótesis que abarcan los cinco aspectos anteriores. Se supone los egresados acceden a ciertas carreras, que obtienen ciertas capacidades al término de sus estudios, que algunas estructuras curriculares son más eficaces, etc., todo lo cual no es fácil demostrar que se cumple.

Particularmente crítica es la necesidad de demostrar que los egresados cumplen las expectativas laborales que se declararon, así como que logran las competencias y otras capacidades postuladas en sus perfiles de egreso. Esa demostración es una expresión de una mínima integridad o ética institucional y, a la vez, es una exigencia de los sistemas de acreditación.

En atención a lo anterior, y dada la complejidad del

proceso docente universitario, particularmente reflejada en el alto número de factores humanos y materiales en él interactuantes, es imprescindible evaluar y verificar los resultados de ese proceso. En términos operativos, evaluar es esencial para verificar el cumplimiento efectivo de objetivos y metas. En una perspectiva más global, la evaluación permite adicionalmente aprender a mejorar el proceso educativo. Para los fines de esta sección, y en atención al argumento precedente, se considerará la evaluación en dos niveles. Un primer nivel corresponde a la evaluación de aprendizajes estudiantiles, y el otro a la evaluación del proceso educativo propiamente tal.

Se describirán los aspectos que permiten dimensionar la magnitud del desafío de evaluar eficazmente, para luego destacar las principales tareas que parecerían estar pendientes en varias institu-

ciones que forman ingenieros.

1. Evaluación de aprendizajes estudiantiles.

Los objetivos educativos, a nivel de estudiantes, pueden ser asociados a diversos ámbitos, que plantean desafíos distintos de evaluación. En forma muy general, cuatro de esos ámbitos son (a) la formación disciplinaria en los primeros años, en materias tales como Ciencias Básicas, (b) la formación intermedia, representada por la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, (c) las capacidades terminales relacionadas con el perfil de egreso, y (d) ciertos aprendizajes generales de tipo cultural, actitudinal y valórico que deberían producirse a lo largo de la carrera.

Los dos primeros ámbitos de evaluación tienen larga tradición en Ingeniería, en especial el primero. En Chile es frecuente que, en muchas Facultades o Escuelas de Ingeniería, en los primeros años de la carrera la evaluación se constituya en un medio de selección de estudiantes. Esa situación es tanto más real cuanto menores son los requisitos de admisión. Estas evaluaciones, en asignaturas de Matemáticas, Física, Química y otras, suelen ser realizadas por profesores de unidades que prestan servicios a Ingeniería, con criterios que inusualmente son analizados corporativamente y acordados entre los que administran las carreras de Ingeniería y quienes aportan la formación básica. Aquí aparece un problema significativo, a saber, definir una orientación evaluativa que, junto con respetar los objetivos propios del Cálculo, Álgebra, Mecánica, etc., contribuya a desarrollar la capacidad para aplicar esos conocimientos, ya sea en la solución de problemas técnicos o en el modelado de sistemas que cumplan funciones determinadas. Es bastante común que este segundo aspecto de la evaluación, y por ende de la formación, no sea debidamente considerado, centrándose la enseñanza, y la evaluación, en los desarrollos propios de cada disciplina, sin intentos de vincularla o integrarla con otras materias de uso ingenieril. Evaluar en los estudiantes la capacidad de aplicar conocimientos científicos a problemas técnicos es tarea de alta dificultad que típicamente tiende a ser eludida por los docentes a cargo de la enseñanza de Ciencias Básicas.

En el caso de la Licenciatura en Ciencias de la

Ingeniería, sólo en algunas universidades se aplica alguna evaluación adicional a aquellas propias del conjunto de asignaturas que usualmente la componen. La ausencia de evaluación global es síntoma de falta de objetivos educativos específicos de la Licenciatura, en aquellos casos donde lo primero ocurre.

En la actual visión de la Educación en Ingeniería, existe consenso en la necesidad de desarrollar en los estudiantes habilidades relacionadas con la capacidad de innovar, la creatividad, la comunicación, el trabajo grupal, etc. Evaluar logros de aprendizaje en este contexto implica una ruptura bastante radical en relación a las concepciones clásicas de evaluación, típicamente asociadas a la evaluación de adquisición de conocimientos. El desarrollo de habilidades que serán componentes importantes de futuras competencias profesionales debería ser un objetivo atendido a lo largo de todo currículo. Se hace más crítico a partir de los niveles intermedios, ya que allí se dispone de mayores recursos analíticos para abordar problemas de Ingeniería. Las habilidades necesariamente se desarrollan con la práctica de las mismas, la cual, en especial en sus etapas iniciales, no genera resultados particularmente rigurosos. Aparece así, por lo tanto, el no trivial desafío de evaluar un proceso, más que sus resultados. Algunos profesores han asimilado este desafío y desarrollado estrategias para evaluar habilidades. En términos más generales, éste es otro desafío abierto, de cuyo abordaje podría sucederse un mayor auge de la formación de habilidades relevantes para un mejor desempeño profesional.

Dentro de estos dos primeros ámbitos de evaluación, más allá de la verificación de logros básicos de aprendizaje, es importante destacar que aquélla tiene varios impactos en los estudiantes, que deben ser considerados seriamente por los académicos. Un impacto se relaciona con la autoestima, aspecto de reconocida incidencia en la actuación de las personas y, por lo tanto, de potencial efecto en las futuras actuaciones profesionales de los estudiantes. La objetividad y precisión o justicia de las evaluaciones, tienen - más allá de su capacidad de medir aprendizajes -, un efecto formativo significativo que, en parte, se expresa en la referida autoestima. Es sabido que personas que lo gran, aunque ello suceda esporádicamente, buenas calificaciones objetivamente alcanzadas, au-

mentan su confianza en sus propias capacidades y están más abiertas a asumir nuevos desafíos.

Un segundo impacto se deriva del proceso evaluativo mismo, en contraposición a los resultados de la evaluación, aspecto visto precedentemente. Un proceso evaluativo competente y responsable implica un número considerable de factores con sentido educativo. En lo más básico implica reglas claras de evaluación, aplicación objetiva de éstas, cumplimiento de plazos, calendarios de evaluación que aporten retroalimentación oportuna a los estudiantes y una transparencia y respeto a las normas que excluyan las influencias o circunstancias indebidas. Un proceso de esa naturaleza, concebiblemente, tiene un alto poder formativo, en el que se promueve la responsabilidad, el respeto a las normas, la credibilidad en los encargados del proceso y la ética. Si estos principios no son debidamente respetados, y los alumnos se desarrollan en un ambiente en que las evaluaciones son flexibles y transables, donde los profesores hacen concesiones por no haber entregado oportunamente ciertas notas, o donde se hace la vista gorda a las violaciones a las normas, es poco realista suponer que dichos alumnos enfrentarán su vida profesional súbitamente posesionados de los principios de conducta en los que no fueron educados. Vale la pena mencionar, como complemento a lo antedicho, que la experiencia muestra que cuando las evaluaciones son bien diseñadas, de manera que se ajustan a los objetivos explícitos de aprendizaje, ellas inducen motivación por el estudio y son orientadoras. En contraposición a lo anterior, cuando las evaluaciones son desproporcionadas a los objetivos educativos declarados, o son caprichosas o mal diseñadas, ellas no sólo desorientan, sino que también inducen malos hábitos, tales como el engaño, o el desarrollo de estrategias de supervivencia académica más que de aprendizaje, o el soborno o espionaje.

En una visión renovada de la Educación en Ingeniería parece, de acuerdo a las ideas aquí expuestas, necesario asignar un importante rol formativo general a la evaluación de aprendizajes básicos. Las cualidades de responsabilidad y transparencia, en particular, son reconocidas como esenciales en el mundo productivo. No parece exagerado decir que cuando se las promueve, como es posible hacerlo a través de los procesos evaluativos, se está fortaleciendo en términos muy fundamentales la base sociocultural en que necesariamente se

apoya el desarrollo de los países. De esto se sigue que los procesos evaluativos de aprendizajes deben ser vistos en la óptica más estricta de un elemento educativo de enorme trascendencia, donde tanto los resultados de la evaluación, como los procesos que conducen a éstos, tienen un poder formativo que lejos excede la simple medición de niveles de aprendizaje.

En el ámbito de los aprendizajes terminales, asociados a las capacidades que se supone logran los estudiantes al término de la carrera de Ingeniería Civil, aparecen desafíos de otro tipo y de otro calibre. Dentro de un perfil de egreso, como ya se ha visto, es propio especificar las áreas de conocimiento más importantes de las que el futuro egresado debería tener un aprendizaje básico. Las evaluaciones de asignaturas, ya comentadas, en cierta medida verifican esos aprendizajes. Si un alumno ha aprobado debidamente todas las asignaturas de un área, tales como aquellas asociadas a la Electricidad, no parece estrictamente necesario someterlo a una evaluación global, adicional, de esos conocimientos en sí mismos. Otra situación se presenta en relación al logro de competencias o a aspectos valóricos - actitudinales. Lo habitual es que las competencias generales, por ejemplo, no estén asociadas a asignaturas específicas, sino que se espera sean el resultado de la confluencia de muchas actividades educativas. Tal es el caso de una eficaz capacidad comunicativa, por ejemplo, o de la capacidad de aplicar conocimientos científicos a problemas de la especialidad correspondiente. Ambas competencias, si realmente se aprecian en la perspectiva de una próxima actuación profesional, deben responder a tareas del medio laboral y no sólo a los requisitos de algunos ejercicios académicos.

Algunos países, entre ellos Estados Unidos, Canadá, México y Brasil, aplican mediciones de aprendizajes terminales o profesionales en Ingeniería, realizadas por agencias independientes de las universidades. En Estados Unidos, en particular, dichas mediciones son parte del proceso de licenciamiento profesional. Esas experiencias son indicativas de la necesidad de evaluar competencias terminales como un proceso especial de evaluación.

En Chile se realizó una experiencia de esta naturaleza en el año 2000, a través del proyecto del Fon-

do de Desarrollo Institucional - Mineduc "Modelo de Evaluación de Aprendizajes Terminales en Materias Relevantes de las Carreras". En ese Proyecto participaron once universidades del Consejo de Rectores. Se diseñaron y aplicaron tests para medir competencias terminales a alumnos de Carreras de Ingeniería Civil y de Educación. En Ingeniería Civil se aplicaron tests para medir capacidad de comunicación y de empleo de la Matemática en problemas técnicos. Los detalles de este trabajo se encuentran en el Libro "Evaluación de Aprendizajes Relevantes al Egreso de la Educación Superior" editado por CINDA (2001). Es de interés destacar que, no obstante las limitaciones que el referido trabajo puede tener, él aporta algunos antecedentes importantes. Por ejemplo, en el test de competencia en comunicación se pidió a los alumnos del último año de las carreras de Ingeniería Civil Mecánica y de Ingeniería Civil Industrial explicar sintéticamente conceptos técnicos elementales en lenguaje apto para personas no técnicas. Un resultado destacable es que se encontraron notables diferencias entre estudiantes de una misma carrera, o de distintas carreras o instituciones. Algunos de ellos mostraron buena capacidad descriptiva, en tanto otros fallaron notoriamente en el objetivo.

Éstos y otros antecedentes son reveladores de la necesidad de considerar seriamente la conveniencia de verificar el logro de competencias terminales cuando ellas se suponen relevantes para la vida profesional.

El cuarto ámbito de aprendizaje plantea, por su parte, tareas evaluativas adicionales y especiales. Ciertas universidades declaran en sus misiones institucionales, o en sus políticas institucionales, compromisos educativos relativos a la formación valórica, a la formación social, a la preparación para el trabajo o a determinadas actitudes consideradas valiosas (espíritu emprendedor, liderazgo, etc). Los logros educativos efectivos del tipo indicado trascienden el ámbito específico de una carrera, no obstante lo cual deben ser verificados y evaluados. Los "sellos institucionales" que algunas universidades aspiran a lograr pueden constituir

una legítima aspiración, pero no es aceptable que permanezcan sólo en la categoría de aspiración. Deben hacerse los esfuerzos por lograrlos efectivamente, comprobarlos o, si es el caso, abandonarlos o sustituirlos si la experiencia muestra que no es posible demostrar que son reales. Esta es otra área donde la ética institucional entra en juego. No son pocas las universidades que no hacen serios intentos por evaluar la validez, o grado de logro, de sus políticas educativas generales.

2. Evaluación del proceso educativo.

El proceso educativo puede ser considerado sistemáticamente, donde el correspondiente macrosistema es el conjunto de recursos, procedimientos, insumos y resultados asociados a la formación de ingenieros en una o más carreras determinadas. Como se ha visto en lo anterior, al proceso formativo se deben asociar resultados determinados, en sus diversas fases. Una evaluación sistémica, global, necesariamente genera, si es hecha competentemente, antecedentes que permiten mejorar el proceso. Es muy difícil que todos los elementos de dicho proceso funcionen óptimamente. Lo más probable es, dada la gran complejidad del mismo, y los grados de ignorancia general que existe sobre los procesos de aprendizaje en Educación Superior, que numerosos elementos del proceso requieran de rectificaciones oportunas. Contenidos, formas de evaluar, reglamentos, métodos de trabajo, recursos de apoyo, infraestructura, procesos de admisión, etc., son algunos, entre muchos otros, aspectos que típicamente pueden mejorarse indefinidamente.

Para evaluar el proceso formativo, y generar el aprendizaje corporativo necesario para una eficiente gestión docente, es indispensable contar previamente con una clara visión de los resultados esperados y de los impactos que se espera ellos tengan en el medio externo a la universidad, entre otras cosas. Para obtener la citada visión parecería esencial que las unidades formadoras de ingenieros establezcan con suficiente precisión sus expectativas en relación, a lo menos, a los principales temas que componen el presente informe.

XI. GESTIÓN DE LA DOCENCIA.

El éxito en la formación de profesionales está dado, principalmente, por la correcta aplicación del modelo educativo adecuado. El presente documento busca aportar visiones renovadas para lograr los ajustes necesarios al modelo educativo de forma que él sea efectivo en la tarea de formar ingenieros. Cualquiera variación o ajuste que se haga al modelo, sea ésta mayor o menor, redundará en que el sistema de gestión que sustenta su aplicación operacional deba ajustarse en una medida similar.

El modelo educativo frontal, centrado en el profesor y usado desde la Edad Media, ha establecido y se sustenta en un sistema de gestión educativa que busca crear las condiciones en las cuales tal modelo sea eficiente. Es así como el sistema de gestión se ha ido organizando en torno a manejar las dos variables fundamentales que permiten el encuentro del profesor con los alumnos: el tiempo y el espacio.

Con lo anterior, los sistemas educativos se han organizado en torno a un sistema de gestión, donde el patrón dominante es la hora de clases (40, 45, 50 minutos) y el espacio de clases (una aula o laboratorio). Así, la incertidumbre asociada a ambas variables ha sido reducida y el sistema se ha simplificado en busca de la eficiencia. Pero no es la pregunta por la eficiencia la que determina el objetivo de la Comisión, sino el de la efectividad y creemos que ella, dadas las condiciones actuales del mundo, no se está logrando con el modelo educativo imperante.

No ha resultado fácil proponer y sostener cambios que involucren una variación importante en la forma en que ocurre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Creemos que la evidencia presentada a favor de la necesidad de un nuevo modelo es más que suficiente para plantearse la pregunta de por qué las iniciativas tendientes a implantarlo han visto reducido su impacto, mientras otras, tendientes a perpetuarlo, se ven favorecidas. ¿Será posible, entonces, plantear un nuevo modelo educativo si el anterior está firmemente articulado alrededor de la organización de todo el sistema?.

Creemos que uno de los aspectos importantes a

considerar es que cualquier cambio del modelo educativo imperante será posible únicamente si las estructuras administrativas que el modelo anterior deja pueden ser, a su vez, modificadas. Creemos que tal modificación no tiene que ser necesariamente radical, es factible la convivencia de ambos modelos en cuanto que muchos elementos de coordinación se simplifican al mantener un marco espacio-temporal rígido. Pero, por la misma necesidad de adecuar la efectividad del proceso educativo, ese marco debería ir dando paso a un sistema más flexible que dé cabida a las innovaciones que irán formulando los aspectos prácticos del nuevo modelo.

Un ejemplo interesante donde el modelo educativo imperante da paso a uno que relativiza los conceptos de tiempo y espacio es en la educación a distancia. Mediante la consigna que se puede aprender en cualquier parte y en cualquier momento, se ha construido un modelo alternativo que entrega una luz sobre que el sistema educativo puede ser modificado y, sin embargo, mantener su efectividad o, probablemente, aumentarla. La educación a distancia, resuelve entonces, los problemas asociados al espacio-tiempo del modelo, distribuyendo el conocimiento hacia quien lo necesita en el tiempo en que él lo necesita y en el lugar que él lo necesite. Un sistema en que el alumno tiene las características más claras respecto de un cliente al cual se atiende. Pensamos que el actual auge de los sistemas de educación a distancia validan el hecho de que el aprendizaje no siempre requiere de tiempo y lugar, y que mantener un sistema que sí lo requiere es una decisión que puede ser revisada. Estos comentarios deben ser considerados en una óptica general, dentro de la cual preciso es entender que modificar o relativizar los conceptos de espacio y tiempo no implica discontinuar los esquemas de encuentros sincrónicos entre profesores y alumnos. La relativización debe entenderse como sujeta a los niveles de madurez de los alumnos, a la disponibilidad de medios y a la naturaleza de los tópicos estudiados.

Otros ejemplos que, a partir de hechos más concretos, llaman a la necesaria revisión de la forma en que se apoya las actividades de enseñanza y aprendizaje, están dados por las características del

espacio físico que se utiliza. Si se quiere desarrollar habilidades de comunicación efectiva o trabajo en equipo, no se puede pensar que tales habilidades se lograrán eficientemente en el espacio dado por un aula donde existe un declive y en el cual todos los asientos, firmemente anclados al piso, están orientados hacia el frente. De hecho, radicalizando el ejemplo, cualquier "mobiliario" educativo que esté firmemente anclado al suelo es una contradicción a las nociones tan necesarias de creatividad o flexibilidad que se espera de nuestros egresados.

Si lo anterior lo profundizamos alrededor de la habilidad de trabajo en equipo multidisciplinario que un egresado de cualquier especialidad de Ingeniería debería poseer, podemos observar que tal situación nos debería plantear un escenario radicalmente distinto al que se da actualmente. El desarrollo de tal habilidad involucra el vivir la experiencia de formular, desarrollar y controlar proyectos en equipo, donde el estudiante participaría como par. Una alternativa para el diseño de tal situación educacional es que el estudiante se involucre activamente con alumnos de otras carreras o especialidades en el desarrollo de un proyecto, lo que determinaría que se debe coordinar el proceso educativo de dos o más carreras para que tal instancia se dé. De igual modo se debería poder coordinar la participación de los profesores de las respectivas disciplinas involucradas para servir de guías y, eventualmente, evaluadores de logro del proceso. Para lo anterior, los espacios y tiempos de encuentro no deben tener las características del modelo tradicional. Ninguno de nosotros ha experimentado una reunión de trabajo en un aula, donde el tiempo destinado sea siempre uno o dos bloques de clases.

Otro aspecto que se hace necesario considerar, y que no se ha cubierto por algún modelo educativo, corresponde a la educación emocional. Muchas veces los aspectos sociales de una actividad son determinantes en el éxito de ésta, la habilidad de comunicación efectiva, por ejemplo, involucra un grado de conocimiento y sensibilidad emocional que puede y debe ser aprendida, la universidad no puede estar entonces al margen de ese espacio educativo.

La educación ocurre en un sistema social, no existe educación que no sea social. Lo que se está

haciendo cuando se educa es el traspaso de una cultura de una generación a otra. Los nuevos ingenieros están siendo educados por los viejos ingenieros en la cultura de ser ingeniero. Y esa educación tiene componentes múltiples, no sólo racionales sino que en gran medida emocionales. Un ingeniero o cualquier profesional tiene una disposición emocional hacia su profesión y, es muy probable, que esa disposición emocional sea tanto o más importante que las destrezas o conocimiento que tenga relativos a su capacidad.

El plantearse el tema de la educación no puede dejar de lado estos tres aspectos: el conocimiento, las habilidades y las emociones. Cualquier sistema educativo por lo tanto debería propender a logros en esos aspectos. Si bien, la educación de conocimiento es posible desarrollarla mediante un modelo como el propuesto por la educación a distancia o el esquema frontal tradicional. Los otros aspectos no resulta fácil educarlos y, principalmente, evaluarlos en sistemas no presenciales o frontales. La habilidad de un cirujano se desarrolla por observación y práctica guiada. Del mismo modo los factores emocionales que inciden en el trabajo en equipo sólo pueden ser detectados por observación directa de las actitudes corporales de los involucrados.

Creemos que dadas las circunstancias del mundo actual, donde el conocimiento cambia a tasas cada vez más aceleradas, los dos últimos factores educativos cobrarán cada vez mayor importancia. Pero para educar habilidades y emociones requiere de concepciones espacio temporales distintas, de las cuales sólo es posible anticipar algunos aspectos a modo de ejemplo.

1. Gestión para el Apoyo al Desarrollo de las Habilidades de Trabajo en Equipo.

Si se busca desarrollar habilidades de trabajo en equipo, una metáfora adecuada es la empresa. Es decir, tenemos condiciones espacio temporales que se dan en dos aspectos. Trabajo individual en un espacio y tiempo propios y trabajo colectivo en un espacio que dé cabida a una forma colectiva de trabajo en un tiempo que sea también atinente a los requerimientos del hacer colectivo. Por ejemplo, si se está trabajando en el diseño del fuselaje de un avión las condiciones son distintas si es que

el proyecto está relacionado con la incorporación de tecnología inalámbrica en comunicaciones. Si a ello agregamos la multidisciplinaria en que confluyen áreas diversas, las situaciones espacio temporales tendrán requerimientos también diversos quizá difíciles de prever.

Así, el sistema educativo debería proveer de una importante flexibilidad espacio temporal para el desarrollo de las habilidades involucradas en el trabajo en equipo.

Del mismo modo, el papel del docente en este escenario es diferente. Deja de ser el actor principal y pasa a ser el director de escena o, quizá, el asesor de esta organización emergente en la cual los alumnos viven estas experiencias de trabajo interdisciplinario.

La misma necesidad de interdisciplina establece requerimientos distintos a los usuales. Ya se observaba, por ejemplo, que la coordinación curricular era una estrategia que permitiría el desarrollo de educación y aprendizaje de habilidades de trabajo interdisciplinario. Así, será necesario, dependiendo de las habilidades que se quiera desarrollar, incorporar estrategias que involucren a una o más unidades educativas.

2. Gestión para el Apoyo a la Enseñanza y Aprendizaje de Conocimiento.

No es posible pretender que el proceso educativo frontal de transmisión de conocimiento pueda sobrevivir a un mundo en que cada cinco años duplica el saber. La imagen de un profesor que todo lo sabe y deja fluir su saber hacia las mentes de sus alumnos es, técnica y científicamente, impropia.

Pensamos que la dirección que la educación del conocimiento debería tomar estaría orientada por dos vertientes. Por un lado, creemos que el proceso de autoinstrucción del propio alumno corresponde a una de ellas y, por otra parte, creemos que lo que se conoce como aprendizaje colaborativo podría ser un modelo válido de incorporación de conocimiento.

Así, el sistema de gestión debería proveer al alumno de una plataforma que le permita la búsqueda, extracción y aprovechamiento del conoci-

miento disponible, y por otra parte, proveer de una red de colaboración que le permita poner a disposición del colectivo su conocimiento, por esa primera vía adquirido.

También se hace necesario revisar para este punto, aquel escenario determinado por el aumento de la competencia de otras instituciones educativas, tanto del país como del extranjero y que se manifiesta tanto en diversidad como en calidad. Sin aventurar cifras, es claro que la expansión del sistema universitario privado en el país ha sido espectacular, no cabe duda que en poco tiempo el prestigio de las universidades privadas será mayor que el de muchas de las estatales, en un símil a lo que fue el surgimiento de los colegios privados a mediados del siglo XX. Por otra parte, una expansión similar o mayor, se ha visto en los sistemas de educación a distancia, los cuales logran eficiencias que pueden ser alarmantes. Muchas de las investigaciones que se están desarrollando en el área de *software* de tutoría inteligente están destinadas a reforzar el apoyo a este tipo de programas educativos.

Así, la necesidad de reformulación del sistema administrativo en las instituciones de Educación Superior es, entonces, un requerimiento urgente. El pensar la organización tanto desde el punto de vista externo como el de la propia organización con objeto de responder a la amenaza/oportunidad de la competencia y adecuar sus propios procesos productivos a la formación integral y de excelencia de un profesional adecuado a los requerimientos que demanda la sociedad y las propias necesidades de realización de los educandos.

En ese sentido, resulta adecuado observar las estrategias que se han establecido en las organizaciones productivas tradicionales para enfrentar escenarios parecidos. El establecimiento de alianzas, la externalización y la diversificación se ven como estrategias efectivas en orden a responder a la competencia. Por otra parte, la tendencia a la reducción de niveles burocráticos, el *outsourcing*, la formación de equipos de trabajo, la preocupación por la calidad y la productividad traducida en programas de mejoramiento continuo, la incorporación de tecnología, etc., se ven como temas o estrategias que resultarían adecuadas de replicar dentro de las organizaciones de educación, con los matices correspondientes.

Así, el tema de la gestión eficiente y efectiva de los procesos educativos y administrativos que lo sustentan, no es un tema menor y debe ser, primero, puesto a la luz y, en segundo lugar, enfrentado con la mayor seriedad posible.

Se reconoce que en Chile se han hecho esfuerzos en ese sentido, la iniciativa MECE superior es una instancia que obliga a las instituciones de educación el plantearse en ese plano. Esperamos que a partir de ello o de las propias condiciones del medio este aspecto se valore en su justa medida.

3. Gestión para la Acreditación.

Frente a la inminente necesidad de acreditar nacionalmente, y eventualmente internacionalmente, las carreras de Ingeniería Civil, es necesario adaptar la gestión docente a los requerimientos de la acreditación.

En lo principal, lo antedicho implica atender a los siguientes aspectos:

- i. Un diseño curricular actualizado o en proceso avanzado de revisión. Dicho diseño debe incluir un perfil de egreso bien definido.
- ii. Una estructura de gestión orgánica, que responda a las necesidades de las carreras.
- iii. La disponibilidad demostrable de académicos y personal de apoyo adecuados a los fines y orientación de las carreras.
- iv. Antecedentes socio-económicos y académicos actualizados de los alumnos.
- v. Catastro de los recursos físicos de apoyo a la docencia.
- vi. Antecedentes financieros que demuestren la sustentabilidad económica de las carreras.
- vii. Antecedentes sobre inserción laboral de los egresados y de su impacto en el medio.
- viii. Registros actualizados de logros estudiantiles relevantes.

XII. COMENTARIOS FINALES Y PRINCIPALES RECOMENDACIONES.

A. En el presente informe se ha puesto énfasis en destacar materias relevantes e innovativas que condicionan la formación de ingenieros en las perspectivas de los nuevos desafíos del ejercicio profesional y de los últimos avances en metodologías y recursos docentes.

Se ha hecho un esfuerzo por integrar distintas visiones en un documento único, frente a la alternativa de agregar un conjunto de contribuciones independientes. Por esta razón se debe pagar un precio en cuanto a la coherencia que, bajo estas circunstancias, difícilmente puede ser muy estricta en lo específico, si se han de respetar los puntos de vista individuales.

La Comisión confía en que los contenidos del informe inspiren innovaciones en algunas escuelas o Facultades de Ingeniería y que ello sirva para aumentar el impacto de la Ingeniería en el desarrollo del país.

La mayoría de los tópicos abordados lo han sido en términos generales, bajo el supuesto que, no obstante la generalidad indicada, existe suficiente conocimiento en el país como para transformar ideas generales en innovaciones específicas.

B. A continuación se destacan algunas recomendaciones que la Comisión considera más relevantes. Ellas no son las únicas posibles de extraer

de este documento, en el cual se combinan aspectos sobre los cuales la Comisión tiene una posición definida y otros que reflejan inquietudes que podrían constituir temas de análisis posterior. De los antecedentes o argumentos aquí incluidos debería ser posible inferir otras recomendaciones adicionales a las aquí señaladas. En cada recomendación se indica la sección del documento que la respalda.

cuales deberían corresponder a instituciones diferentes y requisitos diferentes. De esta forma se lograría cautelar mejor que los títulos o licencias

1) Caracterización de la Ingeniería (Sección II).

Los dos elementos esenciales que caracterizan a la Ingeniería son:

Base de conocimientos

Matemáticas Aplicadas
Ciencias Físicas
Ciencias de la Ingeniería

Métodos de trabajo

Los métodos más característicos que deben ser asociados a la Ingeniería son:

Diseño, entendido como la concepción de un sistema o componente complejo que satisface necesidades dadas y cumple requisitos explícitos. Este diseño se realiza mediante decisiones justificadas científicamente.

Modelamiento científico, entendido como la concepción de modelos matemáticos y otros capaces de representar sistemas determinados.

Aunque no es exclusivo del ingeniero, otro método de trabajo que es importante considerar, en relación a los proyectos, es la capacidad ejecutora y, en particular, para el ingeniero, la de dirigir proyectos.

2) Inserción Laboral (Sección V).

Es de gran relevancia para el desarrollo de la Ingeniería chilena separar los procesos de graduación universitaria y de habilitación profesional, los

profesionales vayan acompañados de la experiencia y conocimiento profesional necesarios. También es importante considerar alguna instancia de verificación o certificación de la vigencia profesional.

3) Perfil de Egreso de los Ingenieros Civiles (Sección VI).

Al momento de graduarse, los futuros ingenieros deberían haber adquirido un conjunto de capacidades y atributos relevantes al ejercicio profesional. Ellos caen en las categorías genéricas a continuación señaladas, cuyos contenidos específicos aparecen en las páginas 19-22. Las categorías recomendadas son:

Conocimiento
Competencias generales
Competencias especializadas
Desarrollo valórico-actitudinal

4) Estructura Curricular (Sección VII).

Las carreras de Ingeniería Civil, de acuerdo a los requisitos de sus correspondientes perfiles de egreso, deberían incluir ciertas áreas de docencia y ciertos contenidos globales mínimos. Ellos son distintivos de las carreras de Ingeniería Civil, cualquiera sea su especialidad. Esos contenidos, tanto para la carrera completa como para la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, se indican en la sección VII.

5) Formación Ética (Sección VII).

Es necesario fortalecer significativamente la formación ética de los ingenieros, en la perspectiva de una actuación ética profesional que contribuya a acrecentar la credibilidad del país en el contexto internacional, y a asegurar un alto grado de responsabilidad técnica y social en el ejercicio de la profesión.

6) Selección de Estudiantes (Sección IX).

La definición de un perfil de egreso responsablemente establecido debe ir acompañado de procesos de selección de estudiantes concordantes con el primero. En los procesos de selección es necesario considerar tanto conocimientos adquiridos

como habilidades académicas relevantes a la Ingeniería. Se deben considerar las habilidades matemáticas y de pensamiento lógico general y algunas características personales atinentes.

7) Evaluación (Sección X).

Es conveniente considerar los procesos de evaluación tanto como herramientas que permitan determinar grados de logro o avance en aprendizaje u otros procesos, como en herramientas de aprendizaje institucional. Adicionalmente a la evaluación tradicional de aprendizajes específicos, debe darse gran importancia a la evaluación de competencias y otros logros terminales, asociados a los perfiles de egreso y a la evaluación del proceso educativo sistémico y globalmente considerado.

8) Gestión de la Docencia (Sección XI).

Las posibilidades efectivas de innovar en los procesos docentes y en las actividades que los soportan, dependen en alto grado de la gestión asociada. La gestión de la docencia debe considerar procedimientos, normas, organización y funciones que flexibilicen la relación del alumno con el profesor y del alumno con la institución. Debe, además, facilitar el uso de medios tecnológicos y de otros recursos que inciden en el aprendizaje estudiantil.

TAREAS PENDIENTES

En las recomendaciones precedentes se ha intentado resumir aquellos aspectos que se han estimado medulares y que resultaron del trabajo de la Comisión, todo en una perspectiva proyectiva, y dentro de un orden analítico. De ellas, así como del conjunto de antecedentes integrados en el informe, se destacarán a continuación algunas tareas pendientes en el presente ámbito de discusión.

1. Establecer un sistema a nivel nacional, donde la habilitación profesional, la certificación de la vigencia profesional y las connotaciones éticas de la actualización y educación continua, sean referentes permanentes en el ejercicio profesional.

2. Revisar la longitud de la carrera de Ingeniería Civil, cuya duración estándar actual de seis años resulta anómala en el contexto internacional.
3. Ordenar el sistema nacional de títulos y grados en el área de la Ingeniería, que se ve afectado en el presente por distorsiones que generan numerosos problemas en el desempeño profesional y dañan la imagen en este ámbito, en los procesos de integración global.
4. Especificar mejor las competencias y atributos de egreso en las carreras de Ingeniería, para que ellos sean efectivos recursos de desarrollo nacional y, a la vez, den orientaciones esenciales a la formación del Ingeniero. En esta materia se debe enfatizar la verificabilidad y evaluación de dichas competencias y atributos.
5. Generar una capacidad nacional, en parte apoyada por las universidades y en parte sostenida por organismos profesionales, para estudiar el campo laboral de la Ingeniería, de manera de conocer mejor cómo se da en la práctica el desempeño profesional. Ese conocimiento debería ser un insumo esencial en el diseño y gestión de los currículos de las carreras de Ingeniería, así como para la gestión de los organismos gremiales y agencias acreditadoras.
6. Revisar las políticas nacionales en Ciencia y Tecnología, así como la concepción y gestión de los postgrados del área de la Ingeniería, de manera que estos recursos tengan mayor incidencia en el desarrollo productivo nacional.
7. Fortalecer la formación en ética y responsabilidad profesional al interior de las universidades, buscando enfoques que integren la educación de los estudiantes y el desarrollo mismo de las instituciones a través del necesario rol ejemplificador de éstas.

BIBLIOGRAFÍA.

De Moura Castro, Claudio; Entrevista en Revista Qué Pasa, Diciembre de 2000.

Donaldson, T., (2001). The Ethical Wealth of Nations, Journal of Business Ethics, Vol.31.

Canadian Council of Professional Engineers, (2000). Accreditation Criteria and Procedures, Ottawa, Canada.

www.abet.org

Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA, (2001). Evaluación de Aprendizajes Relevantes al Egreso de la Educación Superior, Santiago, Chile.

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) (1998). Manual, Méjico.

Cruz, Carlos; "La Universidad Virtual, TEC-Monterrey", Video Conferencia.

Instituto de Ingenieros de Chile (2001). "Desafíos y Perspectivas de la Ingeniería Chilena", Santiago, Chile.

Mayor, Federico. "La Educación Superior en el Siglo XXI", UNESCO, Mayo/2000.

Mercosur, Comité Consultivo de Ingeniería (2001). Documentos de Trabajo, Buenos Aires, Argentina.

Ortúzar A., Alejandra; "Cambiar la Escuela", inédito.

Seebauer, E.G. and Barry, R.L (2001). Fundamentals of Ethics for Scientists and Engineers, New York, Oxford.

Anexo 1

COMPETENCIAS DEMANDADAS POR DIVERSOS SISTEMAS DE ACREDITACIÓN O ASOCIACIONES DE INGENIEROS.

1.- Accreditation Board for Engineering and Technology - USA.

Los programas de Ingeniería deben demostrar que sus graduados tienen:

1. Habilidad para aplicar conocimientos de Matemática, Ciencias, e Ingeniería.
2. Habilidad para diseñar y conducir experimentos, y analizar e interpretar datos.
3. Habilidad para diseñar un sistema, componente, o proceso que cumpla con metas deseadas.
4. Habilidad de funcionar en equipos multidisciplinarios.
5. Habilidad de identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.
6. Comprensión de su responsabilidad ética y profesional.
7. Habilidad de comunicarse efectivamente.
8. Una educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones de Ingeniería en el contexto de una sociedad global.
9. Reconocimiento de la necesidad y habilidad para permanecer aprendiendo toda la vida.
10. Conocimiento de asuntos contemporáneos; y
11. Habilidad de usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de Ingeniería necesarias para la práctica de la Ingeniería.

2.- FEANI - Federation Européenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs.

Las competencias demandadas son:

1. Comprensión de la profesión de la Ingeniería y de la responsabilidad del Ingeniero hacia sus colegas, empleadores o clientes, a la comunidad y el ambiente.
2. Conocimiento sólido de los principios de la Ingeniería basados en la Matemática, Física e Informática, de acuerdo a la especialidad.
3. Conocimiento general de correcta práctica de la Ingeniería en su especialidad y de las propiedades, comportamiento, fabricación y uso de materiales, componentes y software.
4. Conocimiento del uso de las tecnologías relevantes a su especialidad.
5. Capacidad de empleo de la información técnica y estadística.
6. Habilidad para desarrollar y emplear modelos para predecir el comportamiento del mundo físico.
7. Capacidad de aplicar juicio técnico independiente a través del análisis y síntesis.
8. Capacidad de trabajar en proyectos multidisciplinarios.
9. Conocimiento de las relaciones industriales y de los principios de la Gestión, considerando factores técnicos, financieros y humanos.

10. Habilidad de comunicación oral y escrita, incluyendo la habilidad de escribir informes claros y coherentes.
11. Habilidad de aplicar los principios del correcto diseño favoreciendo la facilidad de manufactura y mantenimiento, y la calidad, con economía de costo.
12. Una valoración activa de la evolución del cambio técnico y de la necesidad continua de no confiar sólo en la práctica establecida, sino de cultivar una actitud de creatividad e innovación en el ejercicio de la profesión de Ingeniería.
13. Habilidad de evaluar factores de diversas naturalezas en conflicto (por ejemplo calidad, seguridad y escala temporal) tanto en el corto como en el largo plazo y de encontrar la mejor solución de Ingeniería.
14. Habilidad de aportar consideraciones ambientales.
15. Capacidad de movilizar recursos humanos.
16. Fluencia en a lo menos un idioma europeo, distinto a su lengua materna.

Anexo 2

REQUISITOS CURRICULARES DE SISTEMAS DE ACREDITACIÓN INTERNACIONALES.

1.- CANADÁ - CANADIAN COUNCIL OF PROFESSIONAL ENGINEERS.

Matemática:	195 horas lectivas (50 min) mínimo
Ciencias Básicas:	225 horas lectivas mínimo
Ciencias de la Ingeniería y Diseño:	900 horas lectivas mínimo
Estudios Complementarios :	225 horas lectivas mínimo

El programa completo no puede durar menos de 1800 horas lectivas.

2.- MÉJICO - CONSEJO DE ACREDITACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

Ciencias Básicas y Matemática:	800 horas lectivas
Ciencias de la Ingeniería:	900 horas lectivas
Ingeniería Aplicada:	400 horas lectivas
Ciencias Sociales y Humanidades:	300 horas lectivas
Otros cursos:	200 horas lectivas

Anexo 3

PROGRAMAS ACREDITADOS EN NORTEAMÉRICA.

1.- Programas acreditados en Canadá (al año 2000).

Aerospace Engineering	Environmental Systems Engineering
Agricultural Engineering	Extractive Metallurgy Engineering
Agricultural and Bioresource Engineering	Extractive Metallurgy
Biological Engineering	Food Engineering
Bio-Resource Engineering	Forest Engineering
Biosystems Engineering	Fuels and Materials Engineering
Building Engineering	Génie Alimentaire
Ceramic Engineering	Génie Chimique
Ceramic Engineering and Management	Génie Civil
Ceramic Engineering and Society	Génie de la Construction
Chemical and Biochemical Engineering	Génie de la Production Automatisée
Chemical and Materials Engineering	Génie des Matériaux
Chemical Engineering	Génie des Matériaux et de la Métallurgie
Chemical Engineering and Management	Génie des Mines
Chemical Engineering and Society	Génie des Mines et de la Minéralurgie
Civil Engineering	Génie des Systemes Electromécaniques
Civil Engineering and Computer Systems	Génie Electrique
Civil Engineering and Engineering Mechanics	Génie et Gestion de la Construction
Civil Engineering and Management	Génie Géologique
Civil Engineering and Society	Génie Industriel
Computer Engineering	Génie Informatique
Computer Engineering and Management	Génie Mécanique
Computer Engineering and Society	Génie Mécanique Manufacturier
Computer Systems Engineering	Génie Métallurgique
Electrical Engineering	Génie Minier
Electrical Engineering and Management	Génie Physique
Electrical Engineering and Society	Génie Rural
Electronic Information Systems Engineering	Génie Unifié
Electronic Systems Engineering	Geo-Engineering
Engineering Chemistry	Geological and Mineral Engineering
Engineering and Management	Geological Engineering
Engineering Materials	Geological Engineering and Applied Earth Science
Engineering Physics	Geological Engineering (Geophysics)
Engineering Physics and Management	Geomatics Engineering
Engineering Physics and Society	Industrial Engineering
Engineering Science	Industrial Systems Engineering
Engineering Systems and Computing	Manufacturing Engineering
Environmental Engineering	Manufacturing Engineering and Management
	Manufacturing Engineering and Society
	Material and Metallurgical Engineering
	Materials Engineering
	Materials Engineering and Management

Materials Engineering and Society
 Mathematics and Engineering
 Mechanical Engineering
 Mechanical Engineering and Management
 Mechanical Engineering and Society
 Metallurgical Engineering
 Metallurgical Engineering and Management
 Metallurgical Engineering and Materials Science
 Metallurgical and Materials Science
 Metals and Materials Engineering
 Mineral Engineering
 Mineral Process Engineering

Mining and Mineral Process Engineering
 Mining Engineering
 Naval Architectural Engineering
 Ocean and Naval Architectural Engineering
 Petroleum Engineering
 Regional Systems Engineering
 Regional Environmental Systems Engineering
 Shipbuilding Engineering
 Surveying Engineering
 Systems Design Engineering
 Systems Engineering
 Water Resources Engineering

Anexo 4

CARRERAS CON DESIGNACIÓN “INGENIERÍA” OFRECIDAS EN CHILE.

Preparado por el Colegio de Ingenieros de Chile (2001)

INGENIERÍA CIVIL.

Acústica
 Agrícola (U. de Concepción)
 Agroindustrial
 Ambiental (U. de La Serena)
 Bioquímica
 Civil
 de Industrias
 Eléctrica
 Electrónica
 en Bioprocesos
 en Biotecnología (U. de Chile)
 en Computación
 en Computación e Informática
 en Electricidad
 en Geografía (USACH)
 en Materiales
 en Metalúrgica
 en Metalurgia Extractiva
 en Minas
 en Obras Civiles
 en Sonido y Acústica
 en Transporte

Geográfica
 Industrial
 Industrias Forestales
 Informática
 Matemática
 Mecánica
 Metalúrgica
 Química

INGENIERÍA

Agronómica
 Agrícola
 Ambiental
 Biomédica (U. de Valparaíso)
 Comercial
 de la Madera (U. de Chile)
 del Medio Ambiente y Recursos Naturales (U. de Viña del Mar)
 Eléctrica
 Electrónica
 en Acuicultura

en Administración Agroindustrial (U. Tecnológica Metropolitana)
 en Administración de Agronegocios
 en Agronegocios (U. Central)
 en Alimentos
 en Aviación Comercial (UTFSM)
 en Biotecnología Molecular (U. de Chile)
 en Comercio Internacional (U. Tecnológica Metropolitana)
 en Computación
 en Computación e Informática
 en Construcción
 en Construcción Naval
 en Desarrollo de Sistemas de Información (U. Regional El Libertador)
 en Diseño de Productos (UTFSM)
 en Electricidad
 en Electrónica
 en Estadística (U. de Playa Ancha, U. de Valparaíso)
 en Industria Alimentaria (U. Tecnológica Metropolitana)
 en Industria de la Madera (U. Tecnológica Metropolitana)
 en Industrias Marítimas
 en Información y Control de Gestión (U. Arturo Prat)
 en Informática (U. Arturo Prat)
 en Informática Aplicada (U. de Valparaíso)
 en Maderas
 en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente (U. Tecnológica Metropolitana)
 en Química
 en Software (U. de Viña del Mar)
 en Sonido y Acústica
 en Transporte
 en Turismo (U. Tecnológica Metropolitana)
 Estadística (USACH)
 Física (USACH)
 Forestal
 Informática (UTFSM)
 Marítimo Portuaria (U. Católica de la Santísima Concepción)
 Matemática
 Mecánica
 Mecánica Industrial (UTFSM)
 Naval
 Oceánica (U. de Valparaíso)
 Pesquera (U. Católica de Valparaíso, U. Católica de la Santísima Concepción)
 Química

INGENIERÍA DE EJECUCIÓN.

Agrícola (U. de La Frontera)
 Agroindustrial
 Agropecuaria
 Ambiental
 Conectividad y Redes
 Eléctrica
 Electrónica
 en Acuicultura
 en Administración Agroindustrial
 en Administración de Marketing
 en Administración de Recursos Humanos
 en Administración de Empresas (U. Gabriela Mistral)
 en Administración Naviera
 en Administración Turística y Hotelera
 en Administración y Finanzas
 en Agronomía
 en Alimentos
 en Automatización
 en Biotecnología
 en Bioprocesos
 en Climatización
 en Comercialización
 en Comercialización Internacional
 en Computación e Informática
 en Construcción
 en Control de Calidad
 en Electricidad
 en Estructuras
 en Geomensura (U. de Antofagasta)
 en Gestión Industrial
 en Gestión Pública
 en Informática
 en Informática de Gestión (U. Diego Portales)
 en Industrias Marítimas
 en Maderas
 en Materiales Forestales
 en Marketing, Finanzas y Recursos Humanos (U. Diego Portales)
 en Metalurgia
 en Metalurgia Extractiva (U. Arturo Prat)
 en Minas
 en Pesca
 en Pesca y Acuicultura (U. Arturo Prat)
 en Planificación y Desarrollo Social
 en Prevención de Riesgos
 en Procesos Químicos (U. Católica del Norte)
 en Química
 en Sonido

en Sonido y Acústica
en Telecomunicaciones
en Transporte
en Transporte Marítimo
Industrial

Informática
Mecánica
Mecánica Automotriz
Metalúrgica
Química

- Fuente:
1. I.N.D.I.C.E. 2000
Indicadores, números y datos sobre instituciones y carrera de
educación superior.
Suplemento diario El Mercurio
Año 2000
 2. Folletos de promoción de carreras de las diferentes universidades.