

**ASOCIACIÓN IBEROAMERICANA DE INSTITUCIONES  
DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA –ASIBEI–**

# **Enseñanza de Ingeniería en Iberoamérica**

**Un compromiso con el desarrollo de la Región**



**Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería - ASIBEI**

**Comité Ejecutivo 2010**

**Presidencia**

Ing. José Carlos Quadrado, *Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL. Portugal*  
Ing. Armando Pires, *Instituto Politécnico de Setúbal. Portugal*

**Vicepresidencia**

Ing. Paulino Alonso, *Consejo de Decanos de Facultades de Ingeniería - CONDEFI. Chile*

**Secretaría Ejecutiva**

Ing. Jaime Salazar C., *ACOFI, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*

**Vocalía**

ABENGE - Brasil  
ACOFI - Colombia  
ASECEI - Ecuador  
ANFEI - México  
Núcleo de Decanos de Ingeniería - Venezuela  
CONFEDI - Argentina  
CONAFIP - Perú  
Universidad de Castilla - La Mancha UCLM - España  
Universidad Politécnica de Madrid UPM - España  
Universidad Politécnica de Valencia UPV - España  
Universidad Católica del Uruguay - Uruguay  
Universidad ORT - Uruguay  
Universidad de la República - Uruguay  
Universidad Católica de Asunción - Paraguay

ISBN: 978-958-99255-1-5

1a. edición: 2010

© Editor:  **Asibet**

AUTOR

© ING. JULIO CÉSAR CAÑÓN RODRÍGUEZ  
Profesor Asociado Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Diagramación e impresión:  
ARFO Editores e Impresores Ltda.  
Cra. 15 No. 54-32 Tel.: 2175794 - 2494992  
Bogotá, D. C., Colombia  
casaeditorial@etb.net.co

# Contenido

	<b>Pág.</b>
Prólogo .....	5
Reconocimientos .....	7
1. Presentación .....	9
2. Ingeniería y sociedad: una relación dinámica y compleja .....	15
3. Educación en ingeniería: una contribución efectiva al desarrollo de la región.....	39
4. Balances y compromisos .....	60
5. Referencias .....	74



---

## Prólogo

---

El papel de la educación superior en las sociedades contemporáneas ha experimentado una radical transformación, como parte de la cual, a su compromiso de formación de profesionales competentes se agrega de manera cada vez más nítida la responsabilidad de contribuir al desarrollo de la sociedad a través de sus funciones esenciales de docencia, investigación y extensión.

Las instituciones y programas con responsabilidades de educación de ingenieros en Iberoamérica representan una gran riqueza de matices y declaraciones misionales proporcionales a la diversidad de sus identidades y propósitos académicos pero comparten, desde sus particulares énfasis y áreas de interés, el compromiso de responder a las demandas y necesidades de desarrollo de sus entornos sociales, vinculando su entorno local, nacional y Regional.

En este documento se presenta un conjunto de reflexiones que resultan de interés tanto para profesionales de la enseñanza de la ingeniería como para aquellos colectivos y personas interesados en la orientación del análisis –con la pertinencia, la calidad y la responsabilidad como líneas maestras- de las relaciones entre las propuestas de enseñanza de la ingeniería y las expectativas sociales.

La concepción de la ingeniería como un agente determinante del desarrollo social debe estar fuertemente radicada en la esencia de los programas de educación de nuevos ingenieros, materializada en la promoción de la investigación para el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías, la transferencia de conocimiento a través de la Región, el trabajo solidario para encontrar soluciones a los problemas comunes y el fomento a la movilidad de investigadores, profesionales y estudiantes.

El equilibrio entre los propósitos de formación explícitos en las declaraciones del deber ser de las instituciones y las expectativas de desarrollo social del

entorno es difícil de conseguir pero es un factor medular para asegurar la armonía entre la dinámica académica y el mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad. De alguna manera los elementos de discusión contenidos en la publicación pueden ser interesantes contribuciones para que la formación en ingeniería se consolide como un factor esencial para el desarrollo de la Región Iberoamericana.

El texto ofrece además algunas reflexiones sobre la responsabilidad especial de los organismos creados para alentar la calidad de la educación en ingeniería y sobre algunos principios y habilidades singulares que deben exhibir para contribuir a la calidad de la educación superior en un ambiente de promoción de los valores académicos, reconocimiento y respeto por la diversidad y la autonomía y estímulo a la cooperación, la integración y la solidaridad como instrumentos de cualificación regional de la educación en ingeniería.

De especial significado es el llamado que se formula en el texto para que las instituciones de educación superior promuevan y fortalezcan la participación estudiantil en los debates relacionados con temas académicos, pedagógicos y administrativos. Ciertamente es de la mayor importancia confiar a los estudiantes de ingeniería un rol más activo en las discusiones sobre las características y responsabilidades de los procesos de formación, sobre todo si se consideran sus crecientes compromisos con la formación autónoma, el aprendizaje continuo y la promoción permanente de mejores condiciones de vida para la sociedad; son también el relevo generacional que se necesita para hacer desde ahora propias estas inquietudes y necesidades, y darle la continuidad que se requiere.

Para mí, es una distinción el prologar este libro, tanto por la importancia y significancia que este tema contiene, como también por las calidades personales y profesionales tan connotadas que tiene el autor, que ha dedicado su vida a hacernos notar con sus relaciones y reflexiones críticas, sobre el real desempeño que debe cumplir la ingeniería en la sociedad.

ASIBEI, siendo fiel a su compromiso de reflexionar y fijar lineamientos de política académica en los temas de enseñanza de la ingeniería, hace entrega a la sociedad y comunidad académica Iberoamericana, éste valioso e importante libro que servirá de orientador en las estrategias de trabajo, presentes y futuras, de nuestra querida Asociación.

**PROF. DR. JOSÉ CARLOS QUADRADO**  
*Presidente de ASIBEI*

*Presidente del Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, ISEL, Portugal*

---

## Reconocimientos

---

La preparación de estas reflexiones y comentarios es el resultado de una iniciativa presentada a consideración de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería ASIBEI, para promover una discusión regional sobre las relaciones entre la academia y la sociedad en términos de educación en ingeniería y desarrollo.

El apoyo de ASIBEI, expresado particularmente en la solidaridad, deferencia y permanente respaldo de la Secretaría Ejecutiva, permitió adelantar este ejercicio que se entrega a consideración de la comunidad académica de ingeniería en Iberoamérica.

Las sugerencias formuladas en el documento están orientadas especialmente al desarrollo de los proyectos y propuestas de ASIBEI, organismo de cuyo Comité Asesor es miembro el autor, sin perjuicio de propiciar con ellas la reflexión de las asociaciones nacionales e incluso de instituciones de educación superior con intereses académicos en la formación de ingenieros.

Algunos de los comentarios y afirmaciones que se presentan en el texto son el resultado, directo o indirecto, de discusiones y debates adelantados con los colegas con quienes conformo el Grupo de Investigación EDUCING pero, desde luego, una vez integrados al documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen a las instituciones educativas o gremiales a las cuales está vinculado.

ING. JULIO CÉSAR CAÑÓN RODRÍGUEZ  
*Profesor Asociado*  
*Facultad de Ingeniería*  
*Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*





---

# 1. Presentación

---

La profunda remodelación que experimenta en los últimos años la educación de los ingenieros amerita un proceso de reflexión cuidadosa por parte de los responsables de los programas de formación. El panorama académico mundial ha sido fuertemente afectado por un conjunto de políticas, estrategias, proyectos y acciones que directamente ejercen impacto en conceptos básicos relacionados con la educación de los ingenieros.

Al crecimiento exponencial de las opciones de configuración de instituciones, programas, estrategias de formación y canales de vinculación de estudiantes y profesores, mediante mecanismos cada vez más difíciles de predecir y modelar, se añade el uso de medios de comunicación masiva y de nuevas expresiones –apoyadas en utilidades tecnológicas y en el poder formidable de Internet– que replantean las formas de aprendizaje.

La exposición de estudiantes y profesores a nuevas expresiones culturales y modalidades pedagógicas genera cambios profundos en el diseño curricular, la gestión de instituciones educativas, las estrategias e instrumentos de evaluación al tiempo que produce una expansión inédita de titulaciones, modalidades y metodologías cuya oportunidad, pertinencia y calidad son objetos de interés para los responsables de la educación superior.

Como resultado de esta agitación se advierte una reacomodación de intereses y decisiones de formación por parte de los jóvenes que ingresan a los programas de educación superior y, como consecuencia, algunos programas de larga tradición académica, gremial y profesional, ven languidecer su prestigio mientras surgen propuestas curriculares en un contexto que incluye exigencias estimuladas por el acicate de la globalización, estandarización de ofertas

curriculares, nuevas métricas del tiempo de aprendizaje y reacomodación de títulos y acreditaciones para facilitar el intercambio de productos de la educación superior.

Afloran también como condicionantes de este proceso de transformación factores de naturaleza política y económica, atentos a la valoración de la eficiencia de las inversiones en educación superior y sinceramente preocupados por la nitidez de las cuentas rendidas a la sociedad. No menos importantes son las dimensiones éticas de los compromisos de la ciencia y la tecnología, determinados por intereses comerciales, con los cuales compiten las prioridades y necesidades de la sociedad.

El potencial académico y las expectativas de desarrollo de los países exhiben drásticas diferencias, acentuadas por la volatilidad de políticas y modelos económicos, que hacen irremediablemente mayores las brechas en las actividades productivas, económicas y académicas, particularmente en lo que se refiere a la gestión y aprovechamiento de la ciencia y la tecnología.

El deterioro económico y social, las deficiencias de calidad en los distintos niveles de los sistemas educativos nacionales, las dificultades de acceso a fuentes de financiación de proyectos, la escasez de recursos para inversión, la debilidad o inexistencia de políticas de apoyo al trabajo profesional y la exposición a prácticas ilícitas que amenazan al ejercicio de la ingeniería producen un cuadro que es necesario reconocer como parte esencial del contexto en el cual se educa a los ingenieros.

La tentación de ignorar las condiciones del entorno, ocultando a los jóvenes estudiantes la realidad y subestimando -cuando no negando totalmente- la magnitud, urgencia e incidencia de los problemas sociales, podría ser una de las causas de la creciente distancia entre las declaraciones, propósitos e intereses académicos y los efectos de la acción educativa sobre la calidad de vida del conjunto de la sociedad.

La complejidad y creciente movilidad del conocimiento multiplican la importancia de las redes y grupos de investigación para generar conocimiento. La necesidad de incorporar las innovaciones científicas y tecnológicas a las estrategias de desarrollo, el aseguramiento del acceso a los descubrimientos más calificados, el compromiso de formación permanente de los graduados exigen una actividad incesante y veloz para acompasar la formación de los ingenieros a la revolución científico-tecnológica, favoreciendo una interacción inmediata y dinámica.

Las prioridades de desarrollo de la sociedad deben convertirse en los fines de la educación de los ingenieros y, desde luego, deben ejercer sobre el diseño de las políticas y estrategias curriculares una influencia determinante. La racionalidad técnica y el fundamento científico son esenciales para resolver los problemas pero es forzoso alentar en los estudiantes de ingeniería el deseo de participar en la comprensión de las necesidades sociales y la transformación de las condiciones de vida. La concepción de la ingeniería como un servicio a la sociedad y no como un simple negocio, debe estar fuertemente radicada en la esencia de los programas de educación en ingeniería.

El resultado de esa educación debe satisfacer propósitos trascendentes relacionados con compromisos tales como: contribuir a elevar la calidad de vida de la sociedad; racionalizar el aprovechamiento de los recursos –aproximando las demandas de la sociedad con los criterios de productividad, preservación ambiental y desarrollo sostenible–; promover el diálogo de la sociedad con la naturaleza; fomentar el tratamiento racional de los problemas de la sociedad a través del uso del conocimiento; y estimular la formación de una comunidad académica de ingeniería en la que la sociedad encuentre liderazgo y orientación.

La educación de los jóvenes ingenieros no debe concentrarse en el entrenamiento para el uso de herramientas tecnológicas –por otra parte instrumentos de rápida obsolescencia– subestimando la conexión con las dimensiones sociales y culturales. El estudiante de ingeniería debe interesarse siempre –más que en conocer el cómo se hacen las cosas– en saber por qué las hace, para qué las hace y, sobre todo; para quién las hace y por esta razón los programas de ingeniería deben considerar a la sociedad como núcleo de su interés.

La ingeniería debe incorporar a las estrategias de formación de sus nuevos practicantes el reconocimiento pleno de las prioridades que deben observarse para la inversión de los recursos colectivos, considerando que la movilización de ingentes esfuerzos económicos, sociales, científicos y tecnológicos con fines de desarrollo sustentable hace parte de un sistema de referencia político y sociocultural que excede los alcances operativos de la técnica.

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería ASIBEI promueve y apoya la publicación de documentos que propicien y alienten dentro de las comunidades académicas el debate sobre temas medu-

lares de la formación profesional<sup>1</sup>. En el marco de esa política institucional se entrega para consideración de la comunidad académica de la ingeniería iberoamericana este documento, cuya finalidad es justamente animar la reflexión sobre las relaciones entre el compromiso de educar nuevas generaciones de ingenieros y la satisfacción de las expectativas de desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Región.

Para los intereses de la educación en ingeniería es conveniente definir y organizar una agenda alrededor de la cual sea posible el ejercicio permanente de seguimiento y evaluación del comportamiento de las relaciones entre las declaraciones, fines y propósitos de las instituciones de educación superior y las necesidades y demandas de la sociedad que les ha confiado la orientación y preparación de las estrategias, proyectos y acciones que favorezcan su desarrollo.

En el diálogo entre la academia y la sociedad los programas de ingeniería, de acuerdo con su vocación y en virtud de su naturaleza, son los escenarios propicios para el ejercicio de la visión crítica de la forma en las que la organización de la docencia, la investigación y la proyección social se reflejan –directa o indirectamente– en la identificación, atención y satisfacción de las necesidades del entorno social.

La aproximación armónica y equilibrada de los programas de educación de ingenieros con las demandas e intereses sociales incluye, dentro de una amplia perspectiva temática, el examen permanente de los mecanismos empleados por las instituciones educativas para atender las exigencias centradas en demandas específicas y coyunturales de capacitación y entrenamiento básico orientadas a cubrir necesidades de corto plazo en proyectos y procesos del sector productivo.

Siempre en relación con la preparación para atender los compromisos sociales de los programas de educación en ingeniería es importante alentar la discusión sobre temas medulares como la caracterización de los nuevos modelos de gestión universitaria, la necesidad de definir políticas y programas perma-

---

<sup>1</sup> Ejemplos de esta iniciativa institucional son las publicaciones: *Aspectos básicos para el diseño curricular en programas de ingeniería*, *El ingeniero iberoamericano*, *La formación práctica en la ingeniería*, *Situación actual de la acreditación de programas de ingeniería en Iberoamérica*, *Directrices curriculares para carreras de ingeniería en Iberoamérica y Cultura, profesión y acreditación del ingeniero iberoamericano*, textos que pueden consultarse en el sitio web de la Asociación [www.asibei.org](http://www.asibei.org).

nentes de selección, preparación y evaluación de profesores y la adopción de criterios de admisión, acompañamiento y evaluación de estudiantes.

Las inquietudes se extienden a los modelos organizativos puesto que para apoyar, acompañar y evaluar efectivamente el diseño y la gestión curriculares desde la perspectiva de su impacto social y para satisfacer los requerimientos de calidad del servicio a los estudiantes y demás integrantes de la comunidad universitaria, se precisa una actualización de los patrones de gestión y administración de los programas.

Los responsables de la dirección universitaria deben implementar modelos de gestión caracterizados por la utilización de la tecnología para agilizar y simplificar procesos y mejorar el ambiente institucional, merced al desarrollo de las comunicaciones, la reducción de trámites y el adelgazamiento de procedimientos con los consiguientes beneficios ambientales y el saludable *efecto demostración* para la sociedad.

Las condiciones administrativas de los programas deben mostrar que los directivos están comprometidos con el proceso de calidad, trabajando con arreglo a los postulados del mejoramiento continuo, inscrito dentro de un complejo escenario de transformación mundial de la educación superior.

En relación con las políticas, estrategias y programas permanentes de preparación y evaluación de docentes en la actualidad se considera al potencial de innovación como un factor clave en la calidad y competitividad de la Ingeniería y es claro que desarrollar este factor depende, en buena parte, de la formación académica de los ingenieros. Se reconoce que la tarea de enseñar es compleja; plantea al profesor de Ingeniería el reto de ser un profesional de la docencia, avanzando en el estudio de las alternativas pedagógicas, curriculares y didácticas que promuevan la cualificación de su trabajo[1].

Este planteamiento implica diseñar estrategias de formación centradas en la práctica profesional, en torno a la participación activa del profesorado de Ingeniería en un proceso de intercambio de experiencias, búsqueda de nuevas metodologías, y de innovación en su práctica. Las demandas para que se fortalezcan las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad; los cambios curriculares; el desarrollo de competencias, la formación para la investigación, la reflexión y la crítica y la preocupación por el desarrollo personal y social de los estudiantes, implican importantes transformaciones en la función del profesor de ingeniería.

Para integrarse a la sociedad del conocimiento es fundamental propiciar un entorno comunicativo entre docentes y estudiantes que privilegie la innovación, la libertad de pensamiento, la capacidad de disentir, el respeto por la diversidad, las miradas complejas y alternativas, la formulación constante de preguntas. En este sentido es conveniente tener presente que los retos que enfrenta la educación en ingeniería en Iberoamérica provienen de dos frentes: las demandas urgidas por la globalización y la atención de sus necesidades básicas de la sociedad.

A partir del reconocimiento de las diferencias entre los distintos países de la Región Iberoamericana es deseable intentar la identificación y caracterización de elementos comunes a partir de los cuales puedan promoverse acuerdos entre los programas de ingeniería buscando en la cooperación académica regional una alternativa valiosa de solidaridad, integración y desarrollo.

La discusión de estos temas por parte de las comunidades académicas de ingeniería debe incluirse como parte de la agenda en cada país, al tiempo que se examina la situación creada por la creciente oferta de organismos internacionales con intereses en la educación de ingenieros, advirtiendo sobre la eventual superposición de esfuerzos y señalando la conveniencia de delimitar responsabilidades alrededor de proyectos específicos sobre los cuales puedan ejercerse medidas de acompañamiento, seguimiento y evaluación de resultados.

Los esfuerzos y compromisos gremiales suelen transitar por escenarios de indiferencia, despliegues simbólicos y acciones decrecientes, razón por la cual es necesario examinar los avances y logros de las propuestas e iniciativas relacionadas con la cualificación de la educación de los ingenieros en la Región y proponer alternativas de gestión que favorezcan la materialización de los proyectos formulados para mejorar las perspectivas de desarrollo social y crecimiento académico en Iberoamérica.

## 2. Ingeniería y sociedad: \_\_\_\_\_ una relación dinámica y compleja \_\_\_\_\_

Las presiones de distinto origen e interés que se ejercen sobre la educación de los ingenieros modifican de manera cada vez más perceptible la naturaleza de sus relaciones con el conocimiento y la sociedad tornándolas más complejas e inestables.

El desarrollo de la educación superior y su relación con el conocimiento se comprenden mejor como parte de la historia de la sociedad, cuando se asocian con hitos a partir de los cuales las formas de vida colectiva, las maneras de resolver los problemas y las estructuras sociales cambian de manera significativa y determinan nuevos modelos de organización. La ingeniería, como expresión y empresa social, no es indiferente a esas influencias y por eso conviene apreciar las relaciones que puedan existir entre la educación de los ingenieros y su impacto en el desarrollo de la sociedad.

La evolución y el comportamiento de los programas de educación de ingenieros no pueden entenderse aislados del contexto socioeconómico en el cual se desarrollan. El debate sobre las características de la formación profesional de los ingenieros es una tarea que debe incluirse en la agenda de cualquier proyecto académico dirigido a contribuir a la reducción de las brechas resultantes de la inequidad y el deterioro social, mejorando la calidad de vida de la población y fortaleciendo las opciones nacionales de participación frente a las exigencias mundiales.

Los programas de formación de ingenieros son objeto de la presión del Estado, a través de compromisos políticos y ajustes normativos; del reclamo de

las empresas, con exigencias de formación que permitan resolver sus urgencias operativas; y de las familias, padres y jóvenes estudiantes, que vuelcan sobre instituciones y programas sus expectativas de formación rápida, titulaciones múltiples y entrenamiento para enfrentar las exigencias de flexibilidad y adaptación provenientes del volátil entorno laboral.

Las relaciones entre la educación superior, el conocimiento y la sociedad se han transformado en las últimas décadas en razón de la evolución simultánea de los tres actores involucrados. Las universidades ya no tienen la exclusividad, y en algunos casos ni siquiera la preeminencia, en la producción y transmisión del conocimiento. Así mismo, la sociedad dispone de nuevas opciones para apropiarse y aplicar el conocimiento, mientras las instituciones de educación superior forcejean tratando de conservar algunos de sus antiguos atributos –reconocimiento social, autonomía, libertad de enseñanza y aprendizaje– en medio de presiones cada vez mayores para que se acomoden al ritmo de las nuevas demandas y se reconozcan como una parte integrada al cuerpo social.

En relación con la evolución de la ingeniería como expresión social, a grandes rasgos tres épocas bien diferenciadas pueden caracterizarse. Aún a finales del siglo XVIII no existía la profesión tal como se conoce hoy; se construía intuitivamente, con base en ensayo y error, según la tradición de un maestro constructor, trabajando con sus aprendices en el sitio de la obra.

Las exigencias de la revolución industrial, y la aparición de las primeras escuelas de ingeniería delimitan la *ingeniería como un arte*, como un oficio especializado que exigía destrezas y habilidades especiales y específicas. La Segunda Guerra Mundial es el referente cronológico de la aparición de la tercera etapa: la ingeniería con base científica, que aprovecha las ciencias exactas y naturales para fundamentarse, al tiempo que surgen las denominadas ciencias de la ingeniería y aparecen nuevas ramas derivadas de la ingeniería civil, conformada originariamente como una escisión de la ingeniería militar.

La necesidad de sintetizar e integrar las diferentes miradas o dimensiones de un problema conduce a reconocer un nuevo periodo histórico para la ingeniería, acaso relacionado con su compromiso de integrar conocimientos y propugnar el trabajo en equipos transdisciplinarios, conectados en redes complejas y sujetos a demandas globales.

En la definición de las características de la formación de los ingenieros se encuentra uno de los más altos retos de nuestros tiempos. Esa definición será



fundamental para constatar la coherencia de las declaraciones misionales y la sostenibilidad de los proyectos educativos, al tiempo que permitirá aclarar los términos del dilema entre el compromiso con los valores y principios de creación y transmisión de conocimiento y la adaptación a las demandas del sector externo como forma de asegurar el flujo de recursos para la supervivencia institucional.

Las tensiones en las relaciones entre las exigencias del entorno social, fuertemente influenciadas por la dinámica del mercado, su lenguaje, sus tácticas y sus expectativas; y los valores e intereses académicos de la educación superior, son la expresión de una crisis que afecta la esencia misma de las universidades y se retrata en efectos tan diversos como la definición de políticas académicas, modalidades y niveles de formación, contenidos, estrategias e instrumentos de evaluación; planes de estudio, programas de educación continuada, asignación de recursos para desarrollo, proyección social e investigación, admisión de estudiantes y vinculación de profesores e investigadores y, por supuesto, determina criterios, estrategias e instrumentos de evaluación, certificación, reconocimiento y acreditación.

La preocupación ecuménica por la reestructuración de la educación superior está integrada a un proceso económico, político y cultural más amplio en el que las perspectivas nacionales se desvanecen y la presión global desborda las barreras locales e impone políticas y programas adecuados y fortalecidos para mejorar la competitividad pero no siempre idóneos –por subestimar los efectos políticos, socioeconómicos y culturales del entorno– para superar los problemas básicos de las sociedades locales, nacionales o regionales.

La velocidad de los procesos de formación se ha multiplicado con la presión de la ciencia y la tecnología sobre las fronteras académicas de la educación profesional. La complejidad y dinamismo de las formas de movilidad del conocimiento multiplican la importancia de las redes y grupos de investigación para generar y divulgar conocimiento por fuera del ámbito universitario, mientras la omnipresencia de Internet, la versatilidad y desarrollo de las telecomunicaciones, la instrucción a distancia y el uso creciente de medios virtuales determinan la reducción del tiempo de trabajo presencial de estudiantes y profesores, fomentan la autogestión del aprendizaje y plantean serios interrogantes sobre la vigencia del papel de la educación superior en el mapa de las nuevas relaciones con el conocimiento y la sociedad.

Los avances de las corporaciones mundiales de software, biotecnología, nanotecnología y tecnologías de energía alternativa, entre otras áreas en desa-

rollo, modelan el nuevo orden económico mundial y excluyen a la mayor parte de las universidades de los países en desarrollo de la élite de máxima proximidad con el conocimiento de vanguardia. Las presiones del mercado, y la simple lógica de la supervivencia institucional, urgen la conversión paulatina de las instituciones de educación superior en organizaciones que negocian patentes, comercializan productos educativos, compiten con las empresas y el trabajo de sus propios egresados y atienden, cada vez con menos entusiasmo y determinación, la formación profesional básica.

La agenda de la educación superior está determinada en gran parte por orientaciones que apuntan a superar las limitaciones de acceso y los problemas de equidad mediante estrategias y recomendaciones centradas en cuatro ejes:

1. Aseguramiento de la gobernabilidad de las instituciones para facilitar el diseño y puesta en marcha de nuevas políticas educativas. En este proceso se replantean y redefinen conceptos como autonomía, compromiso social, participación y gestión académica frente a los cuales se prefieren y aclimantan principios de eficiencia; corporativismo y gerencia del conocimiento.
2. Incentivo y aseguramiento de la calidad mediante procesos de certificación y acreditación que orientan las políticas institucionales y determinan nuevas prioridades de acuerdo con los lineamientos de calidad impuestos por los gobiernos y las agencias responsables del reconocimiento de la calidad de universidades y programas<sup>2</sup>.
3. Mejoramiento de las condiciones de cobertura y equidad en el acceso mediante la puesta en marcha de mecanismos de financiación basados en indicadores de eficiencia y desempeño. Este eje ha resultado decisivo en los ajustes del sector y constituye una expresión de dinamismo que es forzoso examinar para visualizar las relaciones de la educación superior con el desarrollo de la Región. En solo 35 años América Latina pasó de una cobertura de apenas 7,03% en 1970 a 31,77% en 2005, medida sobre la población de 20 a 24 años, al pasar de 1,6 millones de estudiantes a 15,9 millones.

---

<sup>2</sup> La Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (RIACES), constituida en 2003, reúne a 35 agencias de evaluación y acreditación de la calidad de la educación superior y organismos involucrados con el desarrollo de instrumentos y políticas asociadas a su mejora continua. La relación de agencias y organismos nacionales con responsabilidades en procesos de acreditación puede consultarse en <http://www.riaces.net/index.php/categorias.html>

**Tabla 1.** Evolución de la tasa de cobertura de educación superior en América Latina<sup>3</sup>.

Año	%
1970	7,03
1975	12,27
1980	14,22
1985	15,77
1990	16,45
1995	18,43
2000	23,04
2005	31,07

El crecimiento de la educación media es un factor significativo dentro del fenómeno de expansión de la oferta de educación superior. La baja calidad, altos niveles de deserción y reducida articulación de la educación media ejercen presión sobre la matrícula en educación superior al tiempo que afectan su calidad, comportamiento curricular y políticas de financiamiento.

**Tabla 2.** Evolución de la matrícula en educación superior en América Latina<sup>3</sup>.

Año	Número de estudiantes
1970	1.646.000
1975	3.450.000
1980	4.622.000
1985	5.937.000
1990	6.701.000
1995	8.147.000
2000	11.269.000
2005	15.932.000

La ampliación de la cobertura de la educación superior dio paso a la oferta masificada, motor fundamental de los cambios a través de la mercantilización, la expansión y la conformación de ofertas diferenciadas de calidad, a través de un conjunto complejo de macro y microuniversidades<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Las tablas 1 y 2 son adaptadas del artículo “La tendencia a la masificación de la cobertura de la educación superior en América latina” publicado por Claudio Rama en la *Revista Iberoamericana de Educación* (número 50, enero-abril 2009) <http://www.rieoei.org/rie50a09.htm>

4. Ampliación de la matrícula en programas técnicos y tecnológicos mientras se debilita la imagen social de los programas de pregrado como techo de las aspiraciones de formación que habilitan para el empleo y se fomenta la oferta local de programas de posgrado.

En esta transición algunas responsabilidades educativas se convierten en objeto de inspección y vigilancia estatal, se reducen u obvian la discusión y el debate académico previos a la adopción de nuevas regulaciones al tiempo que las instituciones de educación superior se aplican a la realización de las tareas asignadas por las autoridades educativas y se afanan en la búsqueda de certificaciones y reconocimientos internacionales de calidad.

Desde la perspectiva de la racionalidad económica la educación superior se perfila como un bien de consumo cuya regulación y distribución eficiente y eficaz deben ser definidas por políticas educativas apoyadas en tres componentes:

1. El privilegio de los objetivos económicos,
2. El mercado como referente principal con un discurso plegado a los valores y vocabulario de los negocios, y
3. La inspección y vigilancia por parte del gobierno.

En lo referente a la verificación de la calidad de la formación impartida gana terreno la evaluación a posteriori y los propósitos de la formación se redefinen en función de las demandas del mercado, a través de la adopción de instrumentos de evaluación creados para atender las orientaciones coyunturales de empresarios o agencias del gobierno. Concentradas en la preparación para las pruebas, nacionales e internacionales, y forzadas a buscar recursos en el mercado la educación superior corre el riesgo de distanciarse de sus intereses académicos y sus responsabilidades sociales.

Las demandas externas trasladan a los procesos de formación elementos de regulación propios de la esfera de la producción y conducen a diseños curriculares adecuados para producir trabajadores flexibles, polifacéticos e innovadores, orientados hacia mercados sectoriales atomizados y volátiles, producto de la especialización laboral. Por esta vía, las señales externas definen los estilos de dirección, controlan el diseño curricular, orientan las estrategias pedagógicas, deciden los instrumentos de evaluación y el uso de los resultados y, desde luego, determinan la naturaleza y magnitud de los efectos sociales de la acción educativa.

La educación superior, sometida a las demandas del sector productivo, elabora sobre la marcha un discurso de contricción y como parte de su propósito de enmienda transforma educación en entrenamiento, mediante ajustes curriculares que privilegian las actividades de carácter práctico y técnico, sacrificando en aras de la eficiencia económica la reflexión, la crítica y los elementos innovadores y creativos de largo plazo y por esa vía renunciando a las responsabilidades de coadyuvar en el desarrollo de la sociedad.

Las políticas educativas predominantes orientan a las instituciones de educación superior hacia la satisfacción de las necesidades y demandas del sector productivo; hacia la capacitación de individuos que asimilen acríticamente las técnicas y procedimientos; los programas de formación profesional se orientan a resolver problemas puntuales y a enseñar resultados, fomentando la formación práctica y promoviendo la acción sin discernimiento. Con la información instalada en la red como forma sucedánea del conocimiento y la preparación para el trabajo como perspectiva predominante, la educación superior se entretiene en el entrenamiento, condiciona sus relaciones con el conocimiento y se somete a un proceso de sobreadaptación que a la larga puede resultar socialmente oneroso.

## **La sociedad del conocimiento y el conocimiento en la sociedad**

Las relaciones entre educación superior, conocimiento y sociedad experimentan notables transformaciones en todo el mundo. El conocimiento, su producción, difusión y transmisión eran asuntos que la sociedad confiaba sin reparos a un grupo de instituciones dotadas de privilegios como la autonomía y la financiación con recursos comunes.

Esas instituciones se situaban al costado de la sociedad, en sus extramuros, en sus propios terrenos y a pesar de que sus funciones de investigación y enseñanza eran importantes, solo despertaban el interés y las expectativas de un sector reducido y elitizado de la sociedad [2]. Los primeros puentes tendidos para vencer ese aislamiento y acercarse a las necesidades del entorno conformaron lo que terminó denominándose extensión.

Las tres fuerzas han experimentado por separado y en conjunto una serie de ajustes y transformaciones que tienen como resultado:

- La superposición de intereses y compromisos entre la sociedad y la educación superior hasta el punto de que ésta última se considera cada vez

más una institución integrada a la sociedad y no una referencia para ella.

- La producción y difusión de conocimientos, especialmente aquellos de mayor y más rápido efecto social e impacto económico, en centros de investigación, laboratorios y corporaciones independientes de las instituciones de educación superior
- La aceptación por parte de la educación superior de definiciones externas de prioridades y áreas de interés en relación con el conocimiento. La educación superior tiene que responder a las demandas de la sociedad porque ésta ya no se conforma para la atención de sus necesidades con lo que los académicos decidan investigar y producir.

En este conjunto de hechos notables se definen nuevos roles y compromisos para la educación superior. Absorbidas por la sociedad las instituciones deben rendir cuentas de sus procesos y resultados para recibir a cambio certificaciones y licencias, de naturaleza y efectos semejantes a los procesos que son de común ocurrencia en las actividades industriales y empresariales.

La competencia comercial impuesta por los mercados globales alentó la evolución del concepto de la calidad y de los procesos e instrumentos para asegurarla. Las deficiencias de calidad en la educación superior representan un grave problema social y un notable perjuicio económico frente a los cuales se adoptan sistemas de evaluación y acreditación basados en la participación de la comunidad educativa y en su decisión de mejoramiento permanente a partir de los resultados de la reflexión propia y la evaluación externa.

En medio de este paisaje, cruzado por múltiples intereses y variadas concepciones ideológicas, políticas y culturales se construyen las nuevas relaciones entre la educación superior, el conocimiento y la sociedad. Si la educación superior pretende alentar una sociedad con mayor capacidad de autocrítica, ella misma debe recuperar, ejercer y defender esa función. Esta es una asignación prioritaria para la agenda de los responsables de la formación y actualización de los ingenieros [3].

## **Ingeniería para todo y para todos**

El ejercicio de las actividades que con el paso del tiempo constituyen el conjunto de conocimientos, experiencias y habilidades que se reconocen social-

mente como ingeniería es inseparable del desarrollo de la sociedad humana. La seguridad y el bienestar de la población son los principales beneficiarios de la acción de la ingeniería y, en consecuencia, los avances en esas materias reflejan el desarrollo del soporte material de la historia de las sociedades.

Las prácticas agrícolas que determinan los esquemas de asentamiento de las tribus y comunidades; la consolidación del modelo urbano, el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la industria, el progreso de las máquinas y las nuevas demandas de energía y potencia, la irrupción de la electricidad y el auge de la electrónica y las telecomunicaciones, la miniaturización, la robótica, la inteligencia artificial y la manipulación genética, son expresiones de ingeniería que determinan sus relaciones históricas con la sociedad y con el conocimiento.

Del predominio de la ingeniería civil –conjunto de aplicaciones orientadas a resolver problemas de la población distintos a los planteados por las estrategias militares– se pasó a un mosaico de especialidades y tendencias. Las demandas de energía, máquinas y equipos, infraestructura para el desarrollo de los medios de comunicación y la demanda de soluciones para los problemas de producción masificada y distribución en mercados ampliados fueron, entre otros, los factores que prodigaron el auge de títulos y denominaciones de especialidades de ingeniería en todo el mundo.

En medio de esta gran variedad se preservan algunos rasgos comunes en las exigencias académicas determinadas para el aprendizaje y ejercicio de la profesión de ingeniero. Los programas de formación conservan dentro de sus estructuras esenciales ciertos atributos distintivos: fundamentación en disciplinas científicas; formación en diseño a partir de aplicaciones específicas de “ciencias de ingeniería” y formación investigativa orientada hacia el desarrollo de proyectos en los cuales concurren variables socioeconómicas, ambientales, técnicas y políticas.

A través de las soluciones de ingeniería se intenta superar la vulnerabilidad de los humanos frente a la acción de los elementos. Alimento, abrigo, comunicación, medios de transporte, herramientas y armas son provistos por el trabajo que sistematiza las experiencias y explora características y propiedades de los materiales.

El desarrollo de la informática, la electrónica, la robótica, entre otras formas emergentes de tecnología, tiene un importante lugar dentro del mapa de necesidades y urgencias de la sociedad, particularmente en lo relacionado con la inserción a la economía global, pero aún la ingeniería tiene también



el compromiso de continuar dotando a la sociedad de creatividad y respaldo científico y tecnológico para mejorar sus oportunidades de producción de bienes y servicios.

Los procesos de inserción de los países en los nuevos escenarios de la globalización, dentro de los cuales la ingeniería tiene una enorme importancia estratégica, pueden resultar traumáticos, tanto para los países considerados integralmente, como para sus territorios y regiones más débiles. Se requieren enormes esfuerzos para generar y utilizar adecuadamente nuevos conocimientos para evitar la ampliación de una brecha que amenaza con reducir a las sociedades de los países más vulnerables, y por supuesto a su ingeniería, a simples objetos, utilizables, disponibles o desechables en los inventarios del mercado mundial.

Las estrategias de desarrollo, la apropiación de valores culturales y la identificación, valoración y empleo de los recursos locales, requieren de una ingeniería dotada para enfrentar con solvencia dos transformaciones mundiales que se destacan por los desafíos que plantean a la ingeniería:

1. La revolución científico-tecnológica producida por la convergencia de ciencia y tecnología en una zona difusa en la cual la interacción es inmediata y muy dinámica, exigiendo de esta manera producción local de conocimiento científico a los países que desean incursionar en la cadena de innovación y desarrollo con fines productivos; y
2. La movilidad del conocimiento, que desdibuja las fronteras nacionales para la ingeniería y otros servicios de conocimiento especializado, obliga al fomento de estudios de posgrado y a la creación de grupos de investigación, identificados y reconocidos por su capacidad de generar conocimiento y propiciar el desarrollo para un contexto nacional o regional específico, gracias a los efectos de la trashumancia científica y tecnológica.

## **Responsabilidad social**

Por oposición a la concepción de ingeniería sin compromiso social, simple instrumento de conversión acrítica de procesos exitosos en otros contextos; se precisa una ingeniería con capacidad de lectura permanente de las necesidades y oportunidades de la sociedad a la cual sirve, con compromiso de recuperar el tiempo perdido para amplios sectores de la población y, al mismo tiempo, competente para atender las exigencias de la globalización.



La sociedad exige el desarrollo de una ingeniería suficientemente versátil para fundamentar un mejor nivel de vida para todos, con un continuo de formación y práctica que disminuya la brecha social ampliada por el desarrollo tecnológico. Esta ingeniería además del compromiso social incluye la responsabilidad por la actualización permanente, la racionalización de las decisiones y la sostenibilidad económica, cultural y ambiental de los productos, procesos y servicios.

Sin fundamentación científica, diálogo con sus pares en el mundo, solvencia en el diseño –entendido como la capacidad de propuesta de alternativas de solución para enfrentar problemas complejos y débilmente estructurados, en medio de limitaciones de recursos y bajo presiones políticas y sociales derivadas de las condiciones locales y regionales– las expectativas de la sociedad difícilmente podrán satisfacerse y la inversión de tiempo y recursos personales, familiares y sociales no estará compensada por un ejercicio productivo, calificado y competente de la profesión.

Los programas de ingeniería deben superar el tratamiento de la *proyección social o extensión* como una actuación bien intencionada, pero ajena a sus funciones sustantivas de docencia e investigación. Solo así podría enfocarse en la caracterización de sus verdaderas responsabilidades. Al margen de los esfuerzos por caracterizar la responsabilidad social de las universidades e instituciones de educación superior y asignarle roles determinantes a ciertas acciones remediales o asistenciales desarrolladas por ellas como parte de sus declaraciones misionales parece un buen punto de partida, al menos para los propósitos de este documento, plantear como principal –y acaso exclusiva responsabilidad social de la educación superior– el desempeño serio y sostenido de sus compromisos con el conocimiento, la verdad y las demandas de las sociedades de las que se nutre y a las cuales sirve.

Desde esa perspectiva simplificadora es razonable esperar que las universidades, y los programas de educación en ingeniería que ellas ofrecen, estén conscientes de su compromiso social y puedan emplear en sus análisis y propuestas de mejoramiento sus reflexiones sobre las razones por las cuales los líderes académicos, políticos y empresariales que egresan de sus aulas crean, alimentan y reproducen prácticas contrarias al bienestar de la sociedad, amenazan gravemente la estabilidad económica del mundo y arriesgan el futuro ambiental de la humanidad [4].

La revisión crítica de la crisis de las relaciones entre los dominios académicos que orientan las propuestas curriculares y los efectos gravosos del ejercicio

profesional en términos sociales y ambientales es un buen punto de partida para un rediseño de los programas de educación en ingeniería que esté orientado a mejorar las condiciones de vida de las personas y a garantizar la existencia futura de recursos para un proyecto de humanidad sostenible a partir de la ciencia y la tecnología.

En el marco de su responsabilidad social pueden resultar apropiadas algunas referencias generales para las instituciones de educación superior:

- La gestión de los programas de ingeniería debe ser, en sí misma, un ejemplo de ponderación, participación y democracia, tolerancia, visibilidad y transparencia, equidad, consideración y uso racional de los recursos.
- La docencia en los programas de ingeniería debe fundamentarse en un sistema metodológico que sea coherente con los intereses y necesidades de los estudiantes, del saber que se enseña y de problemas reales de la sociedad, con el fin de generar situaciones de aprendizaje formativas y transformadoras en las cuales los estudiantes se comprometen con su estudio.
- En el diseño y desarrollo de estrategias de enseñanza deben integrarse la didáctica del saber específico, el currículo y los problemas sociales y culturales pertinentes para el trabajo contextualizado de los estudiantes. La formación para la investigación, en el caso de los estudiantes de ingeniería, debe estar orientada principalmente a la identificación, caracterización y formulación de alternativas plausibles para la solución de problemas localizados en el entorno.

Los proyectos curriculares de formación de ingenieros tienen compromisos bien definidos de aclimatación de la cultura investigativa y el pensamiento crítico y autónomo, sin que sea razonable pretender de ellos la incorporación de estrategias, metodologías y prácticas de investigación que tienen su nicho en otros niveles de formación superior. Las circunstancias académicas han cambiado radicalmente en la Región en lo que a formación doctoral y de maestrías se refiere y, si bien es cierto que los niveles de investigación y el número de investigadores no son todavía comparables con los de países desarrollados, las exigencias de investigación en los programas de pregrado disminuyen paulatina e irreversiblemente. No obstante, estudiantes y profesores de los programas de pregrado deben contar, como parte del proceso formativo, con la garantía de acceso a los más altos y recientes desarrollos del

conocimiento, así como al conocimiento de las condiciones reales de desarrollo de sus propias sociedades.

En su diseño y desarrollo, los programas de pregrado deben orientar a los estudiantes para que reconozcan el hecho de que el campo científico es un escenario de competencia, cuyo funcionamiento supone una forma específica de intereses que modifica la percepción social de la capacidad propiamente técnica y obliga a revisar los conceptos de neutralidad de la ciencia.

El proceso de formación de los ingenieros puede despertar verdaderas vocaciones científicas si vincula permanentemente la curiosidad y el deseo de comprobación como insumos del trabajo académico. A lo largo del plan de estudios, vale decir permanentemente, los profesores deben animar en los estudiantes una actitud de descubrimiento y verificación mientras que la institución y el programa deben proveer el ambiente y los instrumentos que favorezcan tal actitud.

Las estrategias de profundización, las opciones de trabajo de grado, el acercamiento a los programas de posgrado, el uso habitual de una lengua extranjera, la participación en equipos de trabajo, la vinculación a redes y el estímulo a prácticas académicas caracterizadas por la innovación y la creatividad, son algunos de los factores que permiten aclimatar en un programa de pregrado una formación favorable para la investigación y el desarrollo de la sociedad.

El estímulo al trabajo en equipo, la promoción de proyectos originados en necesidades reales como aglutinantes de los distintos intereses curriculares, la exigencia de producción escrita y la exposición pública de resultados de los trabajos y proyectos son algunas formas de mostrar a los estudiantes de ingeniería algunos aspectos esenciales de la actividad investigativa.

La ingeniería es responsable por la consolidación de una forma de conocimiento esencial para el desarrollo local, regional y nacional pero poco apreciado en el discurso tecnológico. Se trata de la caracterización y reconocimiento, desde la perspectiva científica del propio territorio que trasciende la simple descripción e inventario de recursos, para identificar la cadena de innovación y productividad creadora de riqueza y desarrollo que pueda construirse a partir de los recursos locales. La deuda científica y tecnológica por este concepto crece a medida que la formación de los ingenieros y el ejercicio de su profesión se distancian de las necesidades y oportunidades locales.

Existe una serie de requisitos críticos que afrontan los procesos de vinculación de los programas universitarios de formación de ingenieros al sector productivo, dentro de los cuales uno de los más importantes es el establecimiento de mecanismos de cooperación ventajosos para las dos partes que sean a la vez fuente de valor agregado para la sociedad en su conjunto. Ciertamente, no conviene reducir la vinculación de los programas con las expectativas de la industria a un solo factor explicativo, sino que se precisa actuar simultáneamente sobre variables como la capacidad de gestión, la promoción de los servicios, el desarrollo de procesos administrativos flexibles, efectivos e inteligentes y, en especial, sobre la construcción de la capacidad de identificar, formular, evaluar y ejecutar exitosamente, proyectos tecnológicos conjuntos.

Para atender este variopinto de responsabilidades -en contraste con la concepción de ingeniería sin compromiso social: simple modelo de conversión acrítica de manuales y procesos exitosos en otros contextos- se precisa una ingeniería con capacidad de lectura diacrónica de las necesidades y oportunidades de la sociedad a la cual sirve. La ingeniería utiliza cuantiosos recursos comunes y afecta con sus procesos, productos y residuos, la calidad de vida de importantes grupos de población.

La credibilidad y confianza que la sociedad tiene en la ingeniería y en los ingenieros es un factor esencial de desarrollo profesional y crecimiento del capital social. La atención de los compromisos con las necesidades no resueltas de la sociedad y con las exigencias impuestas por la competencia internacional y la globalización reclaman, tanto de los procesos de formación de los ingenieros como de las prácticas y ejercicios de la ingeniería, la búsqueda permanente de los más altos niveles de calidad.

Por supuesto, los referentes cualitativos altos constituyen un desafío que las instituciones de formación de ingenieros, los gremios y la sociedad en general deben perseguir sin limitaciones a partir de una plataforma conformada por requisitos mínimos de calidad que deben ser exigidos con todo rigor como única manera de construir, preservar y consolidar una ingeniería de alta credibilidad e impacto social.

Las estrategias de proyección social de los programas de ingeniería deben identificar, diseñar y utilizar mecanismos de transferencia académica que potencien y expandan los logros derivados de la participación institucional en proyectos, asesorías y actividades de proyección social. Desprovista de tales instrumentos de transferencia académica, la participación de un programa en este tipo de actividades se identifica simplemente con la competencia comer-

cial con los egresados; agravando la crisis que se presenta cuando las circunstancias socioeconómicas imponen restricciones en el gasto público, dificultan la inversión privada y, como consecuencia, reducen las fuentes de recursos para el trabajo profesional.

Las actividades inscritas dentro de la extensión o proyección social de los programas deben ser un canal de comunicación con sociedad, de tal suerte que en su diseño e implementación se consideren los diferentes aspectos del desarrollo y se beneficien todos los involucrados, en un proceso de doble vía que permita capitalizar las experiencias, resultados y lecciones aprendidas, tanto en el programa como en el sector social respectivo.

DIMENSIONES DEL DESARROLLO	DIMENSIONES DEL PROGRAMA			
	Gestión Institucional	Docencia	Investigación	Extensión
Social (calidad de vida)				
Económica (empleo, ahorro, inversión)				
Científica y tecnológica				
Ambiental (sostenibilidad)				
Política y ciudadana				
Cultural				

**Figura 1.** Los énfasis de las intercepciones entre las dimensiones del desarrollo y las del programa de educación de ingenieros deben definirse con arreglo a las fortalezas institucionales y las condiciones y demandas del entorno.

Las dificultades de financiación que enfrentan las instituciones de educación superior, públicas y privadas ejercen una presión significativa sobre los programas de ingeniería a través de una demanda de servicios de consultoría que, con diferentes intensidades y graduaciones, se privilegia en las agendas institucionales y debilita el interés en las funciones sustantivas de docencia e investigación, concentrando los esfuerzos en la generación de ingresos mediante la participación en proyectos y contratos.

Esta forma de vinculación con las necesidades de desarrollo de la sociedad debe evaluarse rigurosamente para asegurar que no desvíe los esfuerzos institucionales y distorsiona los compromisos propios de un programa de educación. La promoción del capitalismo académico puede ser un resultado indeseable que deteriora la calidad del servicio educativo, genera conflictos que perturban el clima institucional y lesiona la identidad académica.

## Un nuevo contrato social sobre la ingeniería<sup>4</sup>

La ingeniería es un bien público que debe mejorar las condiciones materiales de vida de la sociedad a través de una compleja red de relaciones políticas, científicas, tecnológicas, económicas, sociales, ambientales y culturales. El uso inadecuado de la ingeniería puede conducir a efectos lesivos e indeseables de escala local, regional o mundial, cuyo impacto en la vida de los ciudadanos y en su inventario de recursos naturales y financieros hace preciso promover un efectivo control social sobre las distintas formas del ejercicio de la ingeniería, incluida una de sus expresiones más altas: la formación de nuevos ingenieros.

La configuración de un nuevo contrato social con la ingeniería requiere una plataforma ética defendida desde las aulas y prolongada con rigor y decisión a lo largo del ejercicio profesional. El cambio de las relaciones de la ingeniería con la sociedad urge reajustes académicos, normativos y gremiales, dentro de las cuales sobresalen la elevación de los niveles mínimos de calidad en los programas curriculares, la licencia específica para la docencia en ingeniería, la revisión de códigos de ética y textos legales relacionados con el ejercicio y la remuneración profesional, la educación continuada y la evaluación periódica del desempeño de los ingenieros.

El reconocimiento de la influencia de la ciencia y la tecnología en los programas y proyectos de desarrollo y cooperación internacional ha ganado visibilidad, especialmente por fuera de los escenarios académicos. Esta visibilidad y la creciente sensibilidad social frente a los efectos de la tecnología se extienden, por supuesto, a la ingeniería como vehículo por excelencia para conectar a la sociedad con los avances y logros de la ciencia y con las innovaciones, productos e instrumentos de la tecnología.

Como parte de la reestructuración de las relaciones entre la ingeniería y la sociedad aumentan paulatinamente el número e importancia de organizaciones relacionadas con la promoción de un nuevo diálogo entre la ingeniería y los ciudadanos<sup>5</sup>. Las diferencias profundas en la concepción del paradigma de de-

---

<sup>4</sup> Los apartados relacionados con el nuevo contrato social y sociedad del riesgo hacen parte de la ponencia “Un nuevo contrato social sobre la ingeniería”, presentada por el autor en la XXVIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería organizada por ACOFI [www.acofi.edu.co](http://www.acofi.edu.co) en Cartagena, Colombia en septiembre de 2008.

<sup>5</sup> Las propuestas y características de algunas de estas organizaciones profesionales que promueven el desarrollo humano y la reducción de la pobreza pueden conocerse en (Grupo de Desarrollo de Tecnologías In-

sarrollo, así como en la apreciación de las estrategias e instrumentos para su promoción, entorpecen la consolidación de un nuevo trato entre la ingeniería y el desarrollo humano y explican la relativa indiferencia de los ciudadanos ante los esfuerzos y el impacto real de las acciones de la ingeniería en el mejoramiento de la calidad de vida colectiva.

El vínculo explícito entre ingeniería y desarrollo humano está determinado por el modelo de desarrollo adoptado por los dirigentes de la sociedad, circunstancia que debería facilitar la reorientación de las decisiones de ingeniería hacia la promoción del progreso material del conjunto social. La experiencia muestra que no existe correlación directa entre crecimiento económico y desarrollo humano. Cifras e indicadores comprueban la existencia simultánea de bonanzas económicas, crecimiento de la producción, aumento de pobreza y ampliación de la desigualdad. En esos escenarios de desequilibrio e injusticia la ingeniería debe convertirse en factor determinante para superar las causas de atraso y contribuir directamente al desarrollo social armónico e integral [5].

Las innovaciones que la ingeniería traslada a la sociedad pueden tener un efecto doble sobre las perspectivas de desarrollo humano. En primer lugar contribuyen a mejorar las condiciones en las que se realizan actividades de gran importancia como la salud, la educación y las comunicaciones. Además, aportan elementos esenciales para modernizar la infraestructura productiva y favorecer el acceso de las personas al consumo de nuevos productos.

La exacerbación de las exigencias del mercado ha agregado a los inventarios comerciales cantidades significativas de bienes desechables dirigidos a la ostentación y la frivolidad, al tiempo que se reducen los inventarios de alimentos, crece la preocupación por una crisis de agua potable en el corto plazo y se multiplican los clamores por la reducción de la contaminación y la prospección de nuevas fuentes de energía. La ingeniería es clave en la atención de la deuda de los servicios básicos que se sustentan en obras de infraestructuras: agua potable, vías, suministro de energía. Además, tiene el poder de mejorar las posibilidades de participación de las personas en la construcción de un proyecto sustentable de desarrollo social.

---

termedias) [www.itdg.org](http://www.itdg.org); Ingeniería Sin Fronteras [www.ewb-international.org](http://www.ewb-international.org) Ingenieros contra la pobreza [www.engineersagainstpoverty.org](http://www.engineersagainstpoverty.org) Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros [www.unesco.org/wfeo/capbuildcom.htm](http://www.unesco.org/wfeo/capbuildcom.htm) e Institución de Ingeniería Civil del Reino Unido (ICE-UK) [www.ice.org.uk](http://www.ice.org.uk)



En la agenda del desarrollo humano las decisiones de ingeniería deben tener un lugar estratégico en la construcción de políticas públicas e instrumentos legislativos orientados a cerrar las brechas tecnológicas y atender las particulares necesidades de tecnologías que satisfagan las necesidades de los sectores más pobres.

## **La ingeniería en la sociedad del riesgo**

Los indicadores del bienestar social atribuible a los productos del sistema de ciencia y tecnología consideran no solamente la eficiencia de la distribución de los bienes y servicios, incluyen también la distribución de los riesgos y peligros. A propósito de esta concepción es interesante recoger las reflexiones planteadas por el sociólogo alemán Ulrich Beck en relación con las condiciones que definen el tipo de sociedad contemporánea [6].

De acuerdo con Beck, el eje que estructura nuestra sociedad no es ya la distribución de la riqueza, sino más bien la distribución del riesgo. La preocupación y el temor por los efectos negativos de la ciencia y la tecnología son fuerzas que movilizan a numerosos colectivos sociales. La lucha contra la energía nuclear, los residuos tóxicos, los efectos ambientales de las grandes obras públicas, los alimentos transgénicos y la explotación de petróleo en altamar, son ejemplos de fácil evocación. El riesgo está en el centro de los debates sociales y en las agendas políticas de los gobiernos, al punto que se habla de *sociedad del riesgo* tratando de invocar en esa denominación el impacto que los peligros naturales y tecnológicos tienen en el mundo actual.

El concepto de sociedad del riesgo plantea la aparición de conflictos sociales distintos a los que afloraron en otros momentos históricos. Con el surgimiento de la sociedad del riesgo, los conflictos sobre la distribución de los ‘males’ se superponen a los conflictos sobre la distribución de bienes como el trabajo y el ingreso, que constituyeron la médula de la sociedad industrial. Estos conflictos sobre la distribución de los peligros y amenazas surgen en torno a la distribución, prevención, control y legitimación de los riesgos que acompañan a la producción de bienes y por esta vía involucran inevitablemente a la ingeniería.

El cuadro actual de peligros está definido por varios referentes. Las amenazas de naturaleza catastrófica, que pueden afectar a buena parte de la humanidad y que por sus características no se detienen ante las fronteras tradicionales entre países o clases sociales. Abundan los ejemplos recientes: tsunamis, sis-



mos, inundaciones y epidemias cuya contabilidad de víctimas y damnificados desborda la capacidad de atención y respuesta de las sociedades afectadas.

El riesgo se encuentra ahora en el centro de la vida cotidiana de los individuos. En algunas culturas fuertemente ancladas en el fatalismo los males se atribuían al destino, la naturaleza o alguna voluntad sobrenatural. Ahora la sociedad intenta ejercer control sobre las causas de las situaciones catastróficas para atribuir responsabilidades y reclamar reparaciones. Esta asignación de responsabilidades, con su contraparte de la rendición de cuentas, constituye uno de los rasgos que identifican a la sociedad contemporánea como una sociedad del riesgo.

El papel de la ingeniería en este estado de cosas es central, pues buena parte de los riesgos que hoy rodean a la sociedad son de origen tecnológico. En estas condiciones la distribución de riesgos y perjuicios debería formar una parte constitutiva del concepto de bienestar en la sociedad y al hablar de los impactos sociales de la ingeniería será forzoso considerar con igual rigor y detenimiento tanto los positivos como los negativos.

El ejercicio de la ingeniería debe enmarcarse en el contexto económico, científico, tecnológico y cultural dentro del cual se desarrollan los conceptos básicos de la ciencia aplicada y las apropiaciones tecnológicas. Los actores y el escenario de aplicación y desarrollo de la ingeniería no pueden excluir las condiciones sociales reinantes, particularmente en los países con mayores deficiencias de infraestructura y servicios básicos, en los cuales debe atender los compromisos tecnológicos, sin mengua de la responsabilidad de remediar las necesidades básicas de la sociedad. En estas condiciones el principal reto de la ingeniería es proveer el soporte y los mecanismos para dotar a la sociedad de oportunidades para encontrar su desarrollo.

Para atender estas responsabilidades y superar la concepción de ingeniería sin compromiso social, apenas medio de conversión acrítica de manuales y procesos exitosos en otros contextos; se precisa una ingeniería con capacidad de lectura e interpretación de las necesidades y oportunidades de la sociedad a la cual sirve, con compromiso de recuperar el tiempo perdido para amplios sectores de la población y, al mismo tiempo, competente para atender las exigencias del intercambio globalizado.

Una aproximación de la ingeniería a la sociedad precisa del reconocimiento de que las relaciones actuales entre ellas están basadas en la disputa por la utilidad de los conocimientos. La verdad se procura por consensos utilitarios o

por la concesión graciosa a las presiones de la mayoría o a la imposición de la fuerza política o comercial. A este impulso irresistible y destructor lo denominó Nietzsche *voluntad de poder*, pero Heidegger lo llamó técnica. Los tiempos actuales se caracterizan por la apabullante sensación de disponibilidad de bienes y servicios. La sensación de que *todo está al alcance de un click* produce un clima de euforia desbordada que violenta toda privacidad y magnifica los alcances y atributos de los productos de la tecnología.

De singulares dimensiones es entonces el peligro que circunda al ejercicio de la ingeniería como expresión tecnológica: el riesgo de desconocer todo lo que no sea calculable en razón de su eficacia técnica, el horror de perder el sentido de lo incalculable como emblema moral de lo que es propiamente humano, la disponibilidad universal a la manipulación tecnocientífica, junto a la reducción de todos los valores al precio en dinero de servicios y afectos.

La estrecha relación entre la ingeniería y los ciudadanos obliga a replantear las relaciones entre la profesión y la sociedad. La configuración de un nuevo contrato social con la ingeniería exige una profunda reflexión sobre los principios, valores y responsabilidades que deben servir de fundamento a las relaciones de la profesión con los ciudadanos. En este sentido resulta esencial una plataforma ética defendida sin pausa en las aulas y prolongada con rigor y decisión a lo largo del ejercicio profesional. El examen de esas relaciones seguramente producirá apreciables modificaciones académicas, normativas y gremiales, algunas de las cuales deberían promover un debate serio entre todos los involucrados.

El control social deseable sobre las prácticas de la ingeniería incluye dimensiones académicas, gremiales y políticas cuyo efecto en el *statu quo* demandará un significativo esfuerzo de todos los involucrados en la transformación que se plantea. Autoridades educativas, programas de ingeniería, asociaciones académicas y gremiales, empresarios y entidades públicas, órganos legislativos y organizaciones sociales son algunos de los actores cuyo concurso se requiere en una transformación cultural inédita en nuestro medio.

Sin una discusión sincera, transparente y constructiva no habrá futuro para las propuestas que desde hace décadas se consignan en las memorias de eventos nacionales e internacionales preocupados, con justicia, por el progresivo deterioro de las relaciones entre la sociedad y su ingeniería. Actuar en consecuencia obligará a valorar con detenimiento aspectos como la calidad y pertinencia de los programas de formación de ingenieros, incluidas las ofertas

de postgrado y educación permanente; la profesionalización de la docencia de ingeniería, la evaluación del ejercicio profesional y el conjunto de valores y compromisos éticos imprescindibles para avalar un contrato social como el propuesto.

### **La renovación de los compromisos éticos**

La ingeniería constituye un ejercicio de amplio impacto sobre los recursos económicos de la sociedad y, justamente por su proximidad profesional con este tipo de trabajo, los ingenieros se encuentran expuestos a las crecientes tentaciones de la corrupción y la inmoralidad asociadas a los proyectos que comprometen los recursos sociales. Solamente una sólida fundamentación ética –como parte integral de la formación– puede evitar que el ejercicio de la ingeniería se comprometa en episodios dolosos que lesionen irreparablemente su credibilidad ante la sociedad.

Las extraordinarias conexiones entre la práctica de ingeniería, la conservación del ambiente y el manejo de recursos sociales acentúan la necesidad de fortalecer las condiciones éticas en las cuales se realiza el ejercicio profesional. En el contexto de un nuevo contrato social con la ingeniería las herramientas normativas y los códigos reguladores del ejercicio profesional, que deberían tener un reflejo consistente en los reglamentos y códigos existentes en los programas de formación de ingenieros, deben orientar sus énfasis hacia el manejo escrupuloso de los recursos, las exigencias de transparencia en todas las actuaciones, las relaciones de responsabilidad con la naturaleza y el compromiso permanente de actualización por parte de los ingenieros.

Al tiempo con el compromiso de educación permanente de los ingenieros, debe promoverse un acuerdo académico para su evaluación periódica. La acción evaluativa debe consultar las necesidades de los sectores a los cuales interesa la actualización de los ingenieros y debe dirigirse expresamente a propiciar la actualización y mejoramiento de la actividad profesional. La evaluación con resultados socialmente reconocidos facilitará la aclimatación de la cultura del mejoramiento como vía hacia la calidad y encontrará en la educación permanente un vehículo idóneo para asegurar la sostenibilidad de la iniciativa.

La perspectiva de un mundo científico aséptico y neutral es cómoda pero irreal. La ciencia y la tecnología son dimensiones de la sociedad del conocimiento. La ingeniería está cada vez más lejos de ser simplemente un ejercicio

profesional personal y en realidad debe asumirse como un bien público al servicio de la sociedad con el encargo específico de producir los elementos necesarios para mejorar las condiciones materiales de vida de la sociedad. No es posible eludir las responsabilidades sociales, económicas y ambientales de la ingeniería; pero sin un mayor compromiso de ciudadanos, empresarios y políticos tampoco será fácil estimular la comprensión social del papel de la ingeniería en el desarrollo.

Los programas de ingeniería son el lugar estratégico para instituir y promover la responsabilidad social del conocimiento porque constituyen el centro de convergencia entre la investigación, la transmisión de los conocimientos y formación de los ciudadanos profesionales encargados del uso de la ciencia y la tecnología y la divulgación y promoción del quehacer profesional.

La actividad científica es una actividad social como cualquiera que necesita ser cuidadosamente pensada y decidida, en razón del grado en el que afecta a todos los ciudadanos del mundo y al planeta mismo. Para eso, se necesita el gigantesco esfuerzo de información a la sociedad acerca de los cambios, potencialidades y riesgos de los ingenios tecnológicos. No es el Estado el que puede realizar esta tarea directamente, ni los medios de comunicación privados, sino las instituciones de educación superior a través de los programas de ingeniería en su doble papel de productores de conocimiento y educadores articulados con la sociedad civil, las empresas y el sector público.

### **El estudiante de ingeniería como vector de desarrollo**

El crecimiento de la población educada, incluso en los niveles más altos de la formación, es evidente pero también lo es el hecho de que la pobreza y la inequidad siguen presentes. Sin embargo, las investigaciones sobre los procesos de desarrollo eficientes resaltan la importancia del capital humano como insumo de las experiencias exitosas de desarrollo social, razón por la cual tiene pleno sentido pensar que el soporte principal pilar del desarrollo sostenido y sostenible está en la formación de los profesionales con un enfoque de desarrollo social.

La responsabilidad social de los programas de Ingeniería incluye la orientación de los procesos de formación hacia la promoción del desarrollo equitativo y sostenible. Para el efecto se precisa contar con estudiantes preocupados e informados sobre los problemas cruciales de su sociedad, capaces de interactuar con otros saberes y especialidades para apropiarse de experiencias

sociales formativas y promover valores ciudadanos con los cuales afrontar los dilemas éticos con los que se enfrentan a diario.

Se requiere un nuevo tratamiento de las relaciones de enseñanza y aprendizaje en el aula. En una primera aproximación puede decirse que en las aulas deben estar presentes todos los factores, características, variables, indicadores e índices que las comunidades académicas han construido para valorar las condiciones de desempeño de sus actividades de creación, crítica, transmisión y aprovechamiento del conocimiento científico y los avances tecnológicos, así como para apreciar las características culturales y sociales de las comunidades reunidas alrededor del conocimiento.

La actividad que se desarrolla en las aulas debe congruente con los propósitos de flexibilidad orientada, formación autónoma, promoción de valores, rigor científico y responsabilidad social. En consecuencia, en el aula de clase deben considerarse todos los indicadores de calidad que se refieren a la calificación de la gestión curricular y del clima institucional que le da soporte.

La sociedad tiene interés en conocer el desempeño de las instituciones y programas de educación de ingenieros como parte de las estrategias para anticipar la magnitud, dirección y efectos esperados de las acciones curriculares sobre el entorno. Para el efecto adelanta procesos de evaluación mediante los cuales las instituciones rinden cuentas de sus resultados y proyectos.

La calidad de las universidades e instituciones de educación superior no puede establecerse utilizando las estrategias, instrumentos e indicadores usados en el mundo empresarial. La consistencia de su discurso académico, la coherencia de sus acciones con los planes y declaraciones misionales, el efecto de sus resultados sobre el nivel de vida de la sociedad, el grado de compromiso de sus integrantes y la posición favorable a la autoevaluación y el mejoramiento permanente son variables de difícil cuantificación que, sin embargo, constituyen piezas claves de la arquitectura de la calidad de una institución de educación superior.

El aula es un territorio donde se asienta una comunidad temporal de estudiantes que representa el conjunto social donde está inserto el programa. La dinámica de las dimensiones sociales, económicas, culturales y tecnológicas del entorno se refleja en la composición y comportamiento de los cursos y, justamente por la naturaleza de sus variaciones, dificulta los esfuerzos de caracterización de grupos estudiantiles –sobre todo si se pretende un estudio de largo plazo– al tiempo que plantea un permanente desafío a los interesados

en vincular los atributos de las comunidades conformadas por los estudiantes como insumos para planificar, desarrollar y evaluar las actividades curriculares en las cuales esas comunidades están involucradas.

La determinación de los rasgos principales de los cursos es una componente esencial dentro de las estrategias de atención de los momentos del compromiso docente en ingeniería particularmente en el diseño, desarrollo y evaluación de actividades específicas como la conformación de equipos de trabajo y la preparación y aplicación de instrumentos de evaluación. La vida social que se desarrolla en un aula es, en general, un proceso dinámico con amplias dispersiones, ambigüedades, conflictos e incongruencias. En este escenario el liderazgo y orientación por parte del profesor constituyen signos vitales que resultan fundamentales para describir las expectativas, motivaciones, valores y perspectivas de las comunidades estudiantiles y para aproximarse a la forma como el entorno ejerce influencia sobre ellas.

### 3. Educación en ingeniería: una contribución efectiva al desarrollo de la región

---

Las relaciones entre la educación y el desarrollo de las sociedades son de naturaleza compleja y resultan determinantes cuando se trata de valorar los efectos que las inversiones sociales en los sistemas educativos tienen sobre la calidad de vida de los ciudadanos. Los distintos niveles educativos tienen distintos grados de articulación y constituyen el mecanismo a través del cual las organizaciones sociales elaboran, adaptan, difunden y promueven el conocimiento.

El nivel educativo superior tiene un compromiso particularmente sensible con la sociedad. Las instituciones y programas a quienes se confía la formación de profesionales tienen un fuerte vínculo con las estrategias locales de desarrollo y deben, en consecuencia interpretarlas y considerarlas como insumo esencial para el diseño, la gestión y la evaluación curricular.

Las declaraciones misionales de las instituciones de educación superior, amén de los postulados de los organismos internacionales del sector educativo, contienen los elementos fundamentales de la forma como anuncian sus principales contribuciones al desarrollo de la sociedad a la cual sirven.

En general, los aportes contenidos en las promesas básicas pueden agruparse en un conjunto que incluye:

- Promoción de valores asociados con la construcción de sociedades democráticas.

- Contribución al crecimiento económico.
- Impulso a la movilidad e internacionalización de la educación.
- Preparación para la gestión autónoma del aprendizaje permanente.

Por supuesto, con algunos matices y precisiones puntuales, estos compromisos son aplicables a las declaraciones de las instituciones y programas responsables de la educación de los ingenieros, si bien en estos casos es frecuente encontrar declaraciones a favor de la ciencia y la tecnología como vehículos para alcanzar los otros postulados.

La educación superior y específicamente la formación de nuevas generaciones de ingenieros tienen un rol decisivo en el desarrollo de la sociedad si se considera su aporte a los esfuerzos de afianzamiento económico e incremento de la competitividad basada en el uso del conocimiento, pero también cuando se valora su contribución a la apropiación de la ciencia y la tecnología como insumos de desarrollo, en sus dimensiones laborales y culturales.

Iberoamérica muestra asimetrías y brechas significativas en relación con los logros sociales de la educación superior según revelan los estudios y análisis realizados por organismos regionales interesados en el desempeño de los países<sup>6</sup>.

La ingeniería en Iberoamérica debe atender crecientes necesidades de infraestructura, producción y distribución de bienes y servicios, mejoramiento de procesos y planeamiento de sistemas cada vez más complejos y, en consecuencia, debe procurar un diálogo armónico y constructivo entre los proyectos de educación de nuevos ingenieros y las demandas de la sociedad, caracterizadas por dimensiones técnicas, sociales, económicas, ambientales y culturales cuya magnitud y alcances constituyen reales y atractivos objetos de investigación y aprendizaje para los programas de educación en ingeniería.

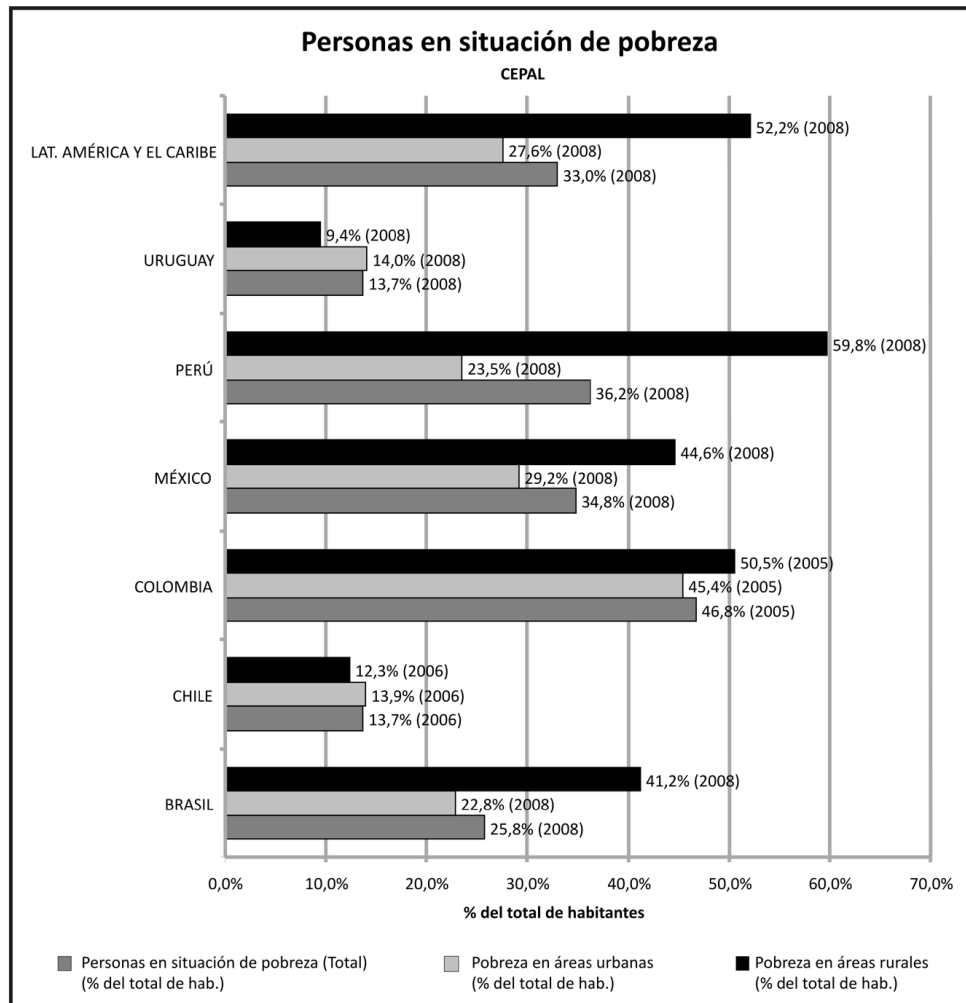
Énfasis especial debe tener en esta aproximación entre academia y sociedad la responsabilidad de la ingeniería frente a una forma de conocimiento esencial para el desarrollo: la identificación, caracterización y reconocimiento del territorio y los recursos para identificar la cadena de innovación

---

<sup>6</sup> Indicadores, gráficas e información útil para formarse una imagen de las condiciones de la Educación Superior en Iberoamérica pueden consultarse en el documento “Educación Superior en Iberoamérica-Informe 2010” elaborado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo, CINDA <http://www.cinda.cl/>



y productividad, creadora de riqueza colectiva y desarrollo sustentable que pueda construirse a partir de ellos. La deuda con la sociedad, por este concepto crece cuando los intereses académicos y las estrategias de formación de los ingenieros se distancian de los recursos, necesidades y oportunidades del entorno.



**Gráfica 1.** Los indicadores son una radiografía de rezagos, insuficiencias y debilidades, a la vez fuente de preocupación y estímulo para la acción educativa orientada al desarrollo de la sociedad. Fuente: CEPAL (datos de las fechas mostradas).

La educación de los nuevos ingenieros en la Región debe apropiarse de la responsabilidad de promover el acercamiento de la sociedad con los métodos, estrategias, instrumentos, limitaciones y logros de la ciencia y la tecnología. La ingeniería es un factor crítico dentro del proceso de alfabetización tecnológica para promover el aprecio social por la investigación, la innovación y la

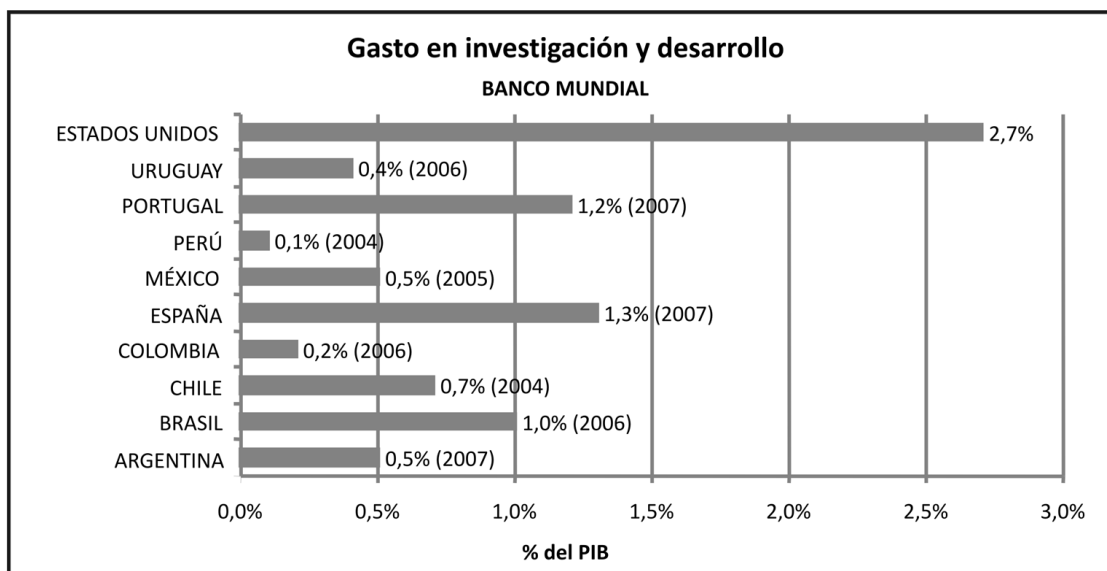
integración creativa de conocimientos con propósitos de mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

El desarrollo de la Región es la más significativa responsabilidad de los ingenieros y por esa razón, sin perjuicio de animar la movilidad y la internacionalización como importantes referentes institucionales, los programas de educación en ingeniería –en todos sus niveles y modalidades- deben asegurar dentro de sus compromisos misionales la revisión permanente de la vigencia y pertinencia de las relaciones entre las estructuras académicas y las necesidades, oportunidades y expectativas del entorno. Esto puede alcanzarse a través de un ejercicio de evaluación y seguimiento siempre atento a alentar como impronta profesional en la sociedad una ingeniería competente, responsable y comprometida con el desarrollo.

En el diseño de un proyecto de educación en ingeniería en Iberoamérica deben considerarse las condiciones de exclusión, desigualdad y distribución inequitativa de riqueza. En igual sentido es necesario incluir en el análisis las debilidades e inconsistencias de los niveles básicos de los sistemas educativos. Es importante valorar el efecto que este conjunto de cargas sociales tiene sobre los propósitos institucionales que alientan a la sociedad con ofertas de mejoramiento, promoción humana y desarrollo que no siempre consultan los riesgos e impedimentos que obstruyen el alineamiento de las declaraciones misionales con las expectativas y demandas de la sociedad.

Los programas de educación en ingeniería deben encontrar en este cuadro, en principio un tanto sombrío, oportunidades de desarrollo curricular consistente con las características del entorno y convertirse en promotores del mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades al tiempo que animan y acompañan cambios en todos los niveles educativos, acercando a todos los ciudadanos, desde su más temprana escolaridad a los beneficios y riesgos sociales de la ciencia y la tecnología.

Los responsables de la educación de ingenieros en los distintos países de la Región iberoamericana tienen un compromiso inaplazable: evaluar con rigor las condiciones de su entorno académico para identificar deficiencias y debilidades presentes en todos los niveles del sistema educativo, incluidos los más avanzados para actuar en consecuencia y dirigir esfuerzos hacia el mejoramiento integral de la educación.



**Gráfica 2.** Sin decisiones significativas y sostenidas de inversión acompañadas de medidas de amplio impacto irradiadas hacia todos los niveles y modalidades educativas es muy poco probable que puedan tener éxito las iniciativas de aclimatación social de la ciencia y la tecnología como soporte del desarrollo.

Las crisis económicas con sus consecuencias sobre la inversión pueden ampliar la brecha, en términos de apoyo a la investigación, entre los países desarrollados y los países en desarrollo y aún dentro de las fronteras de un mismo país, agregando cargas sociales y razones de incertidumbre a los responsables de la educación de ingenieros.

Nunca antes en la historia fue más importante la inversión en educación superior en tanto ésta constituye una base fundamental para la construcción de una sociedad del conocimiento inclusiva y diversa y para el progreso de la investigación, la innovación y la creatividad. La educación superior y la investigación contribuyen a la erradicación de la pobreza, al desarrollo sustentable y al progreso en el alcance de las metas de desarrollo consensuadas en el ámbito internacional, tales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)<sup>7</sup>.

La agenda educativa regional, particularmente la educación de nuevas generaciones de ingenieros debería incluir la reflexión permanente sobre estas

<sup>7</sup> Declaración de la Conferencia Mundial de Educación Superior 2009: Las Nuevas Dinámicas de la Educación Superior y de la Investigación para el Cambio Social y el Desarrollo (UNESCO, París, 5-8 de julio de 2009).

realidades, recordando que la educación superior, por su naturaleza de bien público, es responsabilidad de todos los actores involucrados, especialmente de los gobiernos y que frente a la complejidad y dinamismo de los desafíos globales la educación superior tiene la responsabilidad social de mejorar la comprensión de las dimensiones económicas, científicas, tecnológicas y culturales que modelan los grandes problemas de la sociedad.

Las instituciones de educación superior, a través de sus funciones de docencia, investigación y extensión, desarrolladas en contextos de autonomía institucional y libertad académica, deberían incrementar sus acciones interdisciplinarias y promover el pensamiento crítico y la ciudadanía activa, contribuyendo de esa forma al logro del desarrollo sustentable. La educación de las nuevas generaciones de ingenieros debe contribuir a la formación de ciudadanos comprometidos con la construcción de la paz, la defensa de los derechos humanos y los valores democráticos.

La aplicación de TICs a la enseñanza y el aprendizaje es una variable especialmente significativa en los programas de ingeniería. La tecnología ha creado una dinámica en la cual los jóvenes tienen unas expectativas y una visión de mundo muy diferente a la de las generaciones precedentes y en buena medida la ingeniería es responsable, a través de sus productos y servicios, de los cambios operados en la sociedad en relación con actividades como las educativas.

La idea de que el aprendizaje ocurre en la escuela ha sufrido una profunda transformación frente a la evidencia de que gracias a las facilidades tecnológicas el aprendizaje es posible durante las 24 horas del día, de tal manera que los estudiantes esperan que el sistema educativo les muestre alternativas para avanzar en el conocimiento a partir de su propio interés y creatividad. No obstante, la sociedad debe tener claro que no basta con comprar computadores para garantizar el cambio en la percepción del aprendizaje. Es necesario asegurar la conectividad y crear el entorno adecuado para que los jóvenes puedan asumir la responsabilidad de su formación autónoma.

Con el objeto de asegurar que la introducción de la tecnología en los procesos de formación de ingenieros agregue valor al aprendizaje y refuerce las relaciones entre profesores y estudiantes es necesario que las instituciones educativas y los gobiernos trabajen en conjunto para intercambiar información, proponer y desarrollar políticas y estrategias regionales y fortalecer la infraestructura de soporte para el flujo de información.

Las instituciones de educación superior que ofrecen programas de ingeniería deben invertir en la formación de sus profesores para que puedan cumplir nuevas funciones en el marco de sistemas de enseñanza y aprendizaje que evolucionan constantemente.

El desarrollo de las sociedades basado en la acción educativa debe apoyarse en un énfasis mayor, en todos los niveles, en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, así como en el reconocimiento de la importancia de las ciencias sociales y humanas. Es fundamental mejorar la competencia social para comprender la naturaleza del conocimiento de las matemáticas y de las ciencias naturales, para el efecto los resultados de la investigación científica deberían recibir amplia divulgación aprovechando el potencial de la tecnología de comunicaciones e información. La formación de base científica como base del desarrollo social debe comenzar en los estadios básicos del sistema educativo por lo cual es deseable que los programas de ingeniería dirijan sus esfuerzos a la temprana alfabetización científica y tecnológica de las instituciones de educación primaria y media.

La formación brindada a los estudiantes de ingeniería por las instituciones de educación superior de la Región debería trabajar con herramientas prospectivas para anticipar las necesidades sociales. Esto incluye la promoción de la investigación para el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías como formas de acortar la brecha incrementando la transferencia de conocimiento a través de las fronteras y trabajando solidariamente para encontrar soluciones a los problemas, fomentando de paso la movilidad de investigadores, profesionales y estudiantes.

Las redes y asociaciones internacionales de universidades y programas de ingeniería son parte de esta opción y pueden ofrecer una enorme contribución a la educación superior y al desarrollo regional siempre y cuando aseguren educación de calidad, promuevan valores académicos y acaten principios básicos de diálogo y cooperación, reconocimiento y respeto por la diversidad y la autonomía. La transformación de las relaciones entre educación en ingeniería y desarrollo requiere asociaciones y acciones concertadas a nivel nacional, regional e internacional para asegurar la calidad y sustentabilidad de las ofertas curriculares.

Las instituciones de educación superior deberían fortalecer la participación estudiantil en foros y discusiones relacionadas con temas académicos, pedagógicos y administrativos. Así mismo, los estudiantes deben prepararse para

ejercer acciones de veeduría sobre la gestión de las instituciones y las actividades curriculares, de tal manera que en la práctica participen en la evaluación y el mejoramiento de esas actividades.

Es importante confiar a los estudiantes un rol más activo en la evaluación de los procesos de formación, si se consideran sus nuevas responsabilidades de autoformación y aprendizaje continuo. En el caso particular de los estudiantes de ingeniería su participación en estos ejercicios de evaluación y mejoramiento tiene gran valor como parte de la incorporación de la cultura de la calidad al *ethos* profesional y a la promoción de mejores condiciones de vida para la sociedad que se beneficia de sus productos

Los estudiantes que desarrollan directamente en el debate académico y la orientación curricular pueden contribuir de manera concreta al mejoramiento de las condiciones en las que realizan su aprendizaje e incluso a la construcción a largo plazo de un programa y una institución más cercanos a sus compromisos sociales. Es esencial que los profesores propicien y acompañen la participación estudiantil buscando que el modelo se propague a todas las actividades institucionales.

En la construcción de programas de formación de ingenieros que contribuyan al desarrollo de la sociedad es de gran importancia asegurar el seguimiento de las iniciativas surgidas de los foros y conferencias que se ocupan del tema, identificando las cuestiones y prioridades más importantes para la acción inmediata, monitoreando tendencias, reformas y nuevos desarrollos, promoviendo la integración regional y la cooperación académica y apoyando la creación y desarrollo de espacios regionales de educación superior e investigación, entre otras medidas.

Por supuesto, los alcances de los programas de formación de ingenieros deben valorarse en relación con el contexto socioeconómico, científico, tecnológico y cultural dentro del cual se desarrollan las ofertas curriculares. Si bien es cierto que los conceptos científicos y tecnológicos que conforman el fundamento operativo de la ingeniería hacen parte de un conjunto de características aceptadas como universales, los responsables de la educación de ingenieros en Iberoamérica no deben excluir de sus evaluaciones y análisis las condiciones reinantes en la sociedad.

Lejos de cualquier pretensión generalizadora acerca de las relaciones recíprocas entre educación en ingeniería y condiciones del entorno social en la Región, es prudente alentar a cada país para que documente y evalúe con

propósitos de mejoramiento tales relaciones. La reunión e intercambio de resultados nacionales permitiría un acercamiento menos distorsionado a las circunstancias en las cuales se desenvuelve la educación en ingeniería y podrían postularse iniciativas regionales de cooperación basadas en un robusto conocimiento de las condiciones locales.

Como parte de un ejercicio de identificación del impacto de la educación en ingeniería sobre las propuestas de desarrollo de la sociedad es fundamental alentar la comprensión social de la Ingeniería como disciplina, de su papel en el desarrollo y del impacto de sus actuaciones en el entorno. Ello implica explicar a la sociedad la forma como se construye el conocimiento en Ingeniería, sus interacciones con las ciencias naturales y sociales, el papel del ingeniero en la sociedad, sus valores y compromisos éticos.

Dentro de un esfuerzo consistente por aproximar los objetivos de formación de los ingenieros a las demandas sociales de desarrollo los programas de ingeniería deben garantizar a sus estudiantes el acceso al conocimiento de los aspectos centrales de la historia de la construcción social de la ciencia y de la ingeniería como parte integral de las dimensiones sociales inherentes a la construcción del conocimiento.

La ingeniería representa la respuesta social a las necesidades materiales de soporte para el bienestar común y, en sus distintas especialidades, es además la conexión con el resultado de la investigación científica y los desarrollos tecnológicos, responsable de atender las crecientes exigencias de sostenibilidad ambiental, racionalidad en el uso de los recursos y permanentemente expuesta a la creciente erosión moral que afecta principalmente el uso de los bienes públicos, de los cuales se nutren en buena parte los proyectos de ingeniería.

A través de la ingeniería se divulgan y aplican la mayor parte de los desarrollos de la ciencia y la tecnología dentro de un contexto gobernado por las restricciones económicas, las exigencias ambientales y, desde luego, dentro de las limitaciones impuestas por el nivel general del sistema educativo, la calidad del gobierno y el bienestar de la sociedad.

Como respuesta de la sociedad a las necesidades físicas del desarrollo, es mucho más que sus expresiones de cálculo, sus habilidades matemáticas o sus sofisticados instrumentos. En realidad, responde a un modelo de múltiples dimensiones cuyo efecto sobre la sociedad es de naturaleza compleja, dinámica e intrincada. A través de esa acción que consume recursos y moviliza prácti-



camente todas las formas de capital disponibles en los países, las sociedades construyen su identidad física, soporte de su identidad cultural y satisfacen las necesidades de infraestructura para respaldar los planes de desarrollo surgidos de las políticas públicas nacionales e internacionales.

Las diferencias nacionales, acentuadas dentro del mapa regional siempre en detrimento de los sectores más vulnerables social y económicamente, deben ser atendidas por la ingeniería iberoamericana con criterios flexibles y creativos de nivelación para el desarrollo; considerando que procesos como la globalización, entendida como la construcción acelerada de redes de interactividad comercial, financiera, científica y tecnológica; han convertido en herramientas obsoletas los modelos de desarrollo vigentes apenas hace dos décadas. Alcanzar niveles de desarrollo que sirvan a los intereses de la sociedad en su conjunto, supone el abandono de los limitados modelos de la economía y el abuso de sus indicadores y urge la búsqueda de instrumentos de intervención constructiva en el organismo social.

El fortalecimiento de la capacidad de diseñar, a través de la ingeniería, soluciones complejas y multidimensionales para los problemas de la sociedad, permitirá superar la manía por la disyunción en la construcción del conocimiento, por culpa de la cual se privilegian la especialización y el aislamiento. En cambio, cobrará importancia la creación de grupos de investigación, identificados y reconocidos por su capacidad de generar conocimiento y propiciar el desarrollo para un contexto nacional o regional específico, convocar el talento regional y mundial y beneficiar a toda la sociedad con los efectos de la movilidad científica y tecnológica.

Para atender esta variedad de responsabilidades y por contraste con la concepción de ingeniería sin compromiso social, simple modelo de conversión acrítica de manuales y procesos exitosos en otros contextos; se precisa una ingeniería con capacidad de lectura diacrónica de las necesidades y oportunidades de la sociedad a la cual sirve, con compromiso de recuperar el tiempo perdido para amplios sectores de la población y, al mismo tiempo, competente para atender las exigencias de la globalización.

La ingeniería tiene un enorme compromiso social por cuanto utiliza cuantiosos recursos comunes y afecta con sus procesos, resultados y residuos la calidad de vida de importantes grupos de población. La credibilidad y confianza que la sociedad tiene en la ingeniería, y en los ingenieros, es un factor esencial de desarrollo profesional y crecimiento del capital social.



La ingeniería resulta crítica además dentro del proceso de innovación, considerando que su esencia es procurar la integración de conocimientos con propósitos adecuados al desarrollo. Los ingenieros deben ser, por excelencia, los principales responsables de aproximar a la sociedad con los logros de la ciencia y la tecnología y con las estrategias de innovación permanente de tales logros. Para el efecto, el ingeniero debe estar en capacidad de trabajar en conjunto con diferentes disciplinas y profesiones y debe tener la formación que le permita establecer las conexiones para identificar, proponer y diseñar soluciones creativas para los cambiantes problemas que enfrenta la sociedad.

El desarrollo, y no solamente el crecimiento material de la sociedad, es la mayor responsabilidad de los ingenieros y por esa razón los programas de formación deben garantizar, a través de sus profesionales, una ingeniería de calidad, técnicamente competente, con arraigados estándares éticos y expresa responsabilidad social. Es evidente que debido a la relación íntima entre el desarrollo y la calidad de la ingeniería que le proporciona soporte físico, es forzoso impulsar a la ingeniería hacia mayores cotas de competencia para diseñar y producir objetos y servicios socialmente pertinentes y exitosos y para ello es necesario comprometer seriamente en esfuerzos de mejoramiento a los responsables de la formación y capacitación de nuevos ingenieros.

En este proceso resultará fundamental que los programas de Ingeniería, como integrantes de instituciones de educación superior, acepten y enfrenten el reto supremo de construir una sociedad con mejores condiciones de vida y, en consecuencia, con mayores oportunidades para atender las exigencias del desarrollo y la competencia internacional.

La seriedad y trascendencia de este compromiso urgen reconocer las condiciones objetivas sobre las cuales se pretende construir mejores condiciones de vida para todos y por esa razón los programas deben trabajar conjuntamente con el sistema educativo, de cuyos productos se nutren y, desde luego, deben proyectar su influencia sobre toda la sociedad, trabajando intensa y permanentemente para contribuir a erradicar las falencias en medio de las cuales han crecido varias generaciones.

El resultado de la formación debe conducir a la satisfacción de propósitos relacionados, entre otros, con los siguientes compromisos de un programa de Ingeniería:

- ◆ Contribuir a elevar la calidad de vida de la sociedad a través de la gestión adecuada de uno de sus más valiosos recursos: los jóvenes estudiantes de ingeniería.
- ◆ Racionalizar el aprovechamiento de los recursos aproximando las demandas de la sociedad con los criterios de productividad, preservación ambiental y desarrollo sostenible.
- ◆ Promover el diálogo de la sociedad con la naturaleza a través de la planeación, desarrollo y evaluación de proyectos inscritos en un ambiente de rigor científico, actualidad tecnológica, pulcritud administrativa y fundamentadas consideraciones éticas.
- ◆ Fomentar el tratamiento racional de los problemas de la sociedad a través del uso del conocimiento y el respeto por sus saberes sociales acumulados.
- ◆ Estimular la formación de una comunidad académica que ejerza liderazgo sobre la sociedad y facilite la comunicación con otras culturas y formas de organización social.

Por variadas razones, los sistemas educativos pueden mostrarse reacios o incapaces de promover la formación de personas con conciencia de los problemas de su tiempo, con capacidad de interrogarse sobre las razones y circunstancias de sus relaciones estéticas, sociales e históricas. Aún así, en medio de las restricciones y dificultades locales, nacionales y regionales, la sociedad puede aspirar legítimamente a que todos los universitarios tengan contacto con las mejores realizaciones humanas, de tal suerte que aquellos que quieran avanzar en el conocimiento, puedan proponerse y alcanzar metas elevadas para el beneficio colectivo.

Los programas de formación de ingenieros no deben ignorar las problemáticas esenciales de la sociedad, aún cuando orienten sus esfuerzos a la promoción del conocimiento, declarándose ajenos a problemas como: la baja cobertura de los servicios públicos, el hacinamiento, la violencia, la corrupción, la miseria, el desempleo, el deterioro ambiental, la precariedad en los servicios de salud y, particularmente, las deficiencias del sistema educativo.

### **La unión indisoluble de ingeniería y compromiso ético**

En la mayor parte de los países la Ingeniería constituye un ejercicio de amplio impacto sobre los recursos económicos de la sociedad y, justamente por su

proximidad profesional con este tipo de trabajo, los ingenieros se encuentran expuestos a las crecientes tentaciones de la corrupción y la inmoralidad asociadas a los proyectos que comprometen ingentes recursos financieros. Solamente una sólida fundamentación ética –como parte de la formación integral– puede evitar que el ejercicio de la ingeniería se vea tristemente relacionado con episodios dolosos.

Desde la perspectiva del trabajo con el sector productivo, o con el Estado, el ingeniero debe tener claro –como producto de la formación recibida– que la responsabilidad social de las instituciones y de las empresas es simple de formular si se entiende que los negocios particulares y el Estado existen para servir a la sociedad y no para servirse de ella. El Estado, las instituciones, las empresas, las universidades y, dentro de ellas, los programas de ingeniería, deben ser analizados y evaluados con base en sus acciones efectivas contra la negligencia y las acciones que corroen la infraestructura moral de la sociedad.

### **Liderazgo social y participación política**

El propósito del humanismo clásico es formar al hombre integralmente, es decir, reconocer y reunir las múltiples dimensiones y dominios del hombre como tal, del hombre disponible para cualquier actividad particular, sin que ninguna especialización pueda limitar su potencial. El concepto de hombre integral es la noción de formación más importante de cuantas conforman la herencia educativa que Grecia dio a Occidente. En la formación integral, privilegiar o escoger un conocimiento en lugar de otro, sesgar la educación en algún sentido, equivale a mutilar la personalidad.

En la tríada clásica de educación intelectual, moral y física no hay privilegios o jerarquías; la diferencia se establece en el tiempo que ha de dedicarse a cada una de las actividades, pero no en la exclusión total o parcial de alguna de ellas para beneficio de las otras. Desde la perspectiva humanística, debemos enfrenar al hombre integral con el ingeniero entendido como un técnico.

El propósito de la formación debe ser trascendental; no hay que olvidar que la obra maestra de la pedagogía griega –la gran responsable del humanismo– fue la formación del político. El hombre como político es la negación del técnico, del profesional o del especialista y este conocimiento sobre los hombres se obtiene a través de la formación general que caracteriza al humanismo.

Esta función política debe ejercerse con actitud de compromiso permanente con la sociedad por parte de quienes son protagonistas destacados, intelectual y materialmente, del desarrollo. Particularmente cuando las crisis y dificultades parecen agotar las opciones de mejoramiento de las condiciones y calidad de vida para la sociedad, la ingeniería y los ingenieros no pueden permanecer ausentes de la búsqueda de soluciones.

La actitud política que debe estimularse desde la formación de los ingenieros debe rechazar la ausencia de los debates que interesan a la sociedad, a la profesión o al ingeniero como ciudadano y exigir en cambio su presencia, activa y caracterizada, en los foros que reúnen a quienes toman decisiones que afectan a la humanidad a través de la adopción de nuevas estrategias industriales y pactos comerciales que interpretan las necesidades definidas por las tendencias geoeconómicas y perfilan los modelos de producción y los canales de distribución de los bienes y servicios que la ingeniería y los ingenieros contribuyen a diseñar y fabricar.

Los problemas más urgentes de la humanidad tienen una importante dimensión técnica de total competencia y compromiso para la ingeniería: los problemas ambientales, el cambio climático, la producción limpia, la prevención de desastres naturales y antrópicos, la seguridad alimentaria, entre los más acuciantes. Además, el análisis de los indicadores de desarrollo, bienestar y calidad de vida de las poblaciones permiten identificar áreas en las cuales la presencia y contribución de la educación superior pueden calificarse de insuficientes: áreas como la dotación de vivienda y servicios públicos, la provisión de medios de movilidad compatibles con las necesidades sociales y las restricciones ambientales, las comunicaciones y autonomía agroalimentaria, la atención oportuna de demandas industriales y de desarrollo e innovación y las amenazas naturales y antrópicas.

De acuerdo con esta percepción social es imperativo formular propuestas sustentables de acción que promuevan iniciativas que permitan, a través de la ingeniería, aprovechar las oportunidades económicas para superar las brechas de desarrollo; sin obviar el reconocimiento y preservación de los valores culturales locales y regionales; y sin detrimento del compromiso social de la ingeniería con los sectores más vulnerables de la población.



**Gráfica 3.** En el imaginario social de la Región, desde luego que con distintos grados, no resulta determinante el papel de la ciencia y la tecnología en los procesos de desarrollo.

Las deficiencias en infraestructura, capacidad productiva y competitividad, sumadas a niveles significativos de inequidad en la distribución de los recursos, los bienes y el ingreso, dificultan el acceso pleno a los logros de la ciencia y la tecnología, e impiden la promoción de las sociedades hacia mejores condiciones de vida generando tensiones que se incrementan ante la presión derivada de los tratados comerciales y la interconexión de los mercados mundiales.

### **Esfuerzos conjuntos**

La reunión de esfuerzos de los Programas de Ingeniería de los países de la Región debe convocarse sobre la base de una decisión colectiva de cooperación con la seguridad de que el reconocimiento de las diferencias permitirá aprovechar, en beneficio de todos, los avances y desarrollos pioneros de las instituciones con mayor grado de avance en el cumplimiento de sus compromisos con la sociedad.

Un ejemplo de las posibilidades de cooperación regional solidaria y constructiva podría encontrarse en la prevención de la crisis del agua adecuada para consumo humano. Tal vez desde la época que contempló el florecimiento de las sociedades hidráulicas, colosales organizaciones humanas encargadas de construir las estructuras, físicas y administrativas, necesarias para aprovechar grandes volúmenes de agua, la humanidad no había enfrentado un desafío tan extraordinario en materia de utilización de este recurso como el que tendrá que encarar en un plazo cada vez más apremiante.

Sin recurrir a visiones apocalípticas, de todas formas conviene examinar las alternativas que la educación regional de ingenieros puede ofrecer para superar las dificultades, conflictos y enfrentamientos que ya han aflorado en diversos puntos como resultado del conflicto por el agua. Las respuestas a este tipo de problemas exigen, y justifican, los esfuerzos de cooperación y acercamiento en las tareas de formación de ingenieros. Proyectos que promueven el intercambio y la movilidad de investigadores, estudiantes y profesores, son iniciativas valiosas que valoradas con realismo, sin prevenciones excluyentes ni asimetrías prejuiciosas pueden contribuir a la gestación de un modelo regional de educación en ingeniería basado en la integración de esfuerzos y recursos con un propósito de gran significado social.

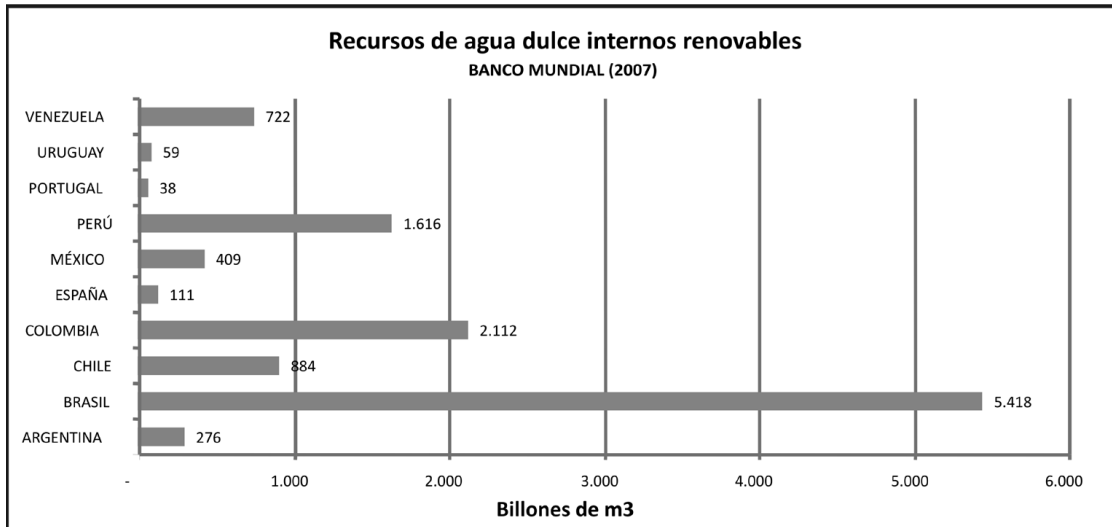
La movilización de recursos económicos, humanos, tecnológicos y naturales para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos supone un sistema de referencia de amplias dimensiones científicas, tecnológicas, académicas, políticas y socioculturales capaz de resolver los conflictos que necesariamente acompañan a estos procesos. Solamente un generoso enfoque sistémico de los problemas puede proveer un mecanismo de concertación que elimine los riesgos de confrontación.

El contraste entre necesidades y disponibilidad de recursos hídricos potencia el valor estratégico del líquido vital y anima un desarrollo tecnológico de exploración, captación, almacenamiento y transporte similar al desplegado alrededor de la industria petrolera mundial. La Región podría interrogarse sobre el impacto que la sed del mundo podría tener como motor de una incursión a tanque roto hacia las cuencas, los acuíferos y los depósitos lacustres de países ricos en recursos hídricos. En el mismo sentido es válido interrogarse sobre las opciones que tendrán los consumidores para enfrentar la voracidad de los conglomerados comercializadores de agua. Algunas respuestas podrían surgir del esfuerzo integrado de los programas de ingeniería de Iberoamérica.

Estas son inquietudes que deben ser evaluadas y enfrentadas con seriedad, con visión global y consideraciones de realismo. A los países corresponde decidir si el estudio compartido sobre el uso de los recursos es una medida más inteligente que el conflicto. A sus autoridades y sociedades de la Región debe confiarse la responsabilidad de aprovechar, en el mejor de los sentidos, para enfrentar esta crisis vital un recurso tan importante como es el conjunto de instituciones y programas de ingeniería.

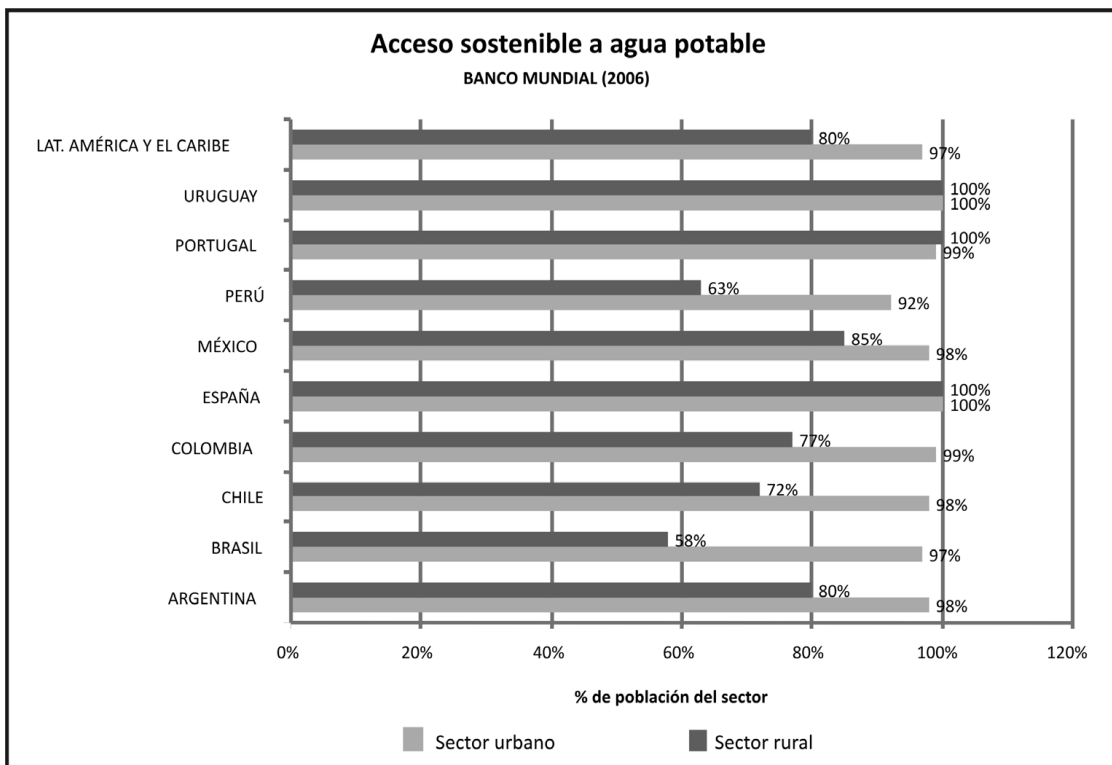
La investigación regional sobre amenazas naturales, vulnerabilidad y riesgos es otro ejemplo de un campo en el cual los programas de ingeniería de Iberoamérica podrían desarrollar proyectos conjuntos organizando equipos de

investigación y aprovechando las particulares condiciones y experiencias de la Región como un laboratorio de escala natural para la preparación de las sociedades frente a eventuales desastres.



4. a.

**Gráfica 4.** La conservación de la disponibilidad (4.a) y el aseguramiento del acceso a los recursos hídricos (4.b) podrían animar un proyecto que convoque y promueva el intercambio y la movilidad de investigadores, estudiantes y profesores de programas de ingeniería de la Región.



4. b

## Elementos de la agenda para la formación de ingenieros

La ingeniería en sus diversas manifestaciones, incluida desde luego la formación de nuevos ingenieros, está comprometida con la levedad [7]. Los nuevos materiales, la manipulación genética, la nanotecnología, las imperceptibles señales electromagnéticas y las estaciones espaciales; así como las redes planetarias de información y las innovaciones en diseños, procesos y formas de organización, son elementos que la ingeniería y la formación de nuevos ingenieros deben considerar en el diseño curricular.

La levedad no debe confundirse con la ligereza o la superficialidad, ni con una invitación a reducir el rigor necesario en la formación de los ingenieros. La búsqueda de la levedad no es una invitación al delirio o a la alucinación sin discernimiento, ni una excusa cómplice para ofrecer programas a los cuales se sustrae la esencia en beneficio de la titulación fácil. Para encontrar la levedad será necesario renovar actitudes –por parte de gobiernos, instituciones, empresarios, profesores y estudiantes– y cambiar de enfoque, mudar de lógica, deshacerse de métodos y formas de control que no sirvan a los propósitos de encuentro con nuevas opciones de acceso al conocimiento.

La tradicional debilidad de los recursos disponibles debe estimular la imaginación de los ingenieros para un aprovechamiento máximo de los fondos sociales mediante el aligeramiento de todas las fuentes de pesadez, principalmente aquellas relacionadas con prácticas obsoletas, procedimientos engorrosos, incumplimiento y corrupción.

Para enfrentar exitosamente la urgencia de los reclamos sociales y el acelerado flujo de conocimiento, bienes y servicios, la ingeniería debe estar dotada de los instrumentos necesarios para aproximarse a las transformaciones mundiales sin permitir la ampliación de las brechas que separan del desarrollo a las capas más vulnerables de la sociedad.

La necesidad del conocimiento en tiempo real para incorporar las innovaciones provechosas, el acceso a las bases de datos actualizadas con los aportes universales más calificados, la formación permanente de los graduados, reclaman, entre las más importantes características, una actividad incesante y veloz, necesaria para sincronizar la formación de los ingenieros con la revolución científico tecnológica y con su interacción inmediata y dinámica con la sociedad del conocimiento.



La formación de ingenieros con visión de su compromiso social debe interesarse por incrementar, tanto la velocidad física de los procesos, facilitada por la electrónica y las telecomunicaciones; como la velocidad mental; estimulando la sucesión de ideas, tan rápidamente que no se permita la ociosidad ni se propicie el tedio en la actividad académica o en el ejercicio profesional.

Un conjunto de esfuerzos orientados a la acción en el corto plazo puede sugerirse como parte de las estrategias de recuperación y fortalecimiento de la credibilidad social de la ingeniería, justamente en un momento de profundas transformaciones educativas, productivas y laborales que afectan, de manera significativa, la esencia misma de los procesos de formación y ejercicio profesional de los ingenieros.

Los programas de formación de ingenieros deben acometerse, y sostener, un singular esfuerzo para garantizar a la sociedad los atributos de rigor, seriedad, pulcritud y transparencia en todas las expresiones del ejercicio profesional las cuales incluyen, por supuesto, el compromiso académico de formación de nuevos ingenieros en un ambiente de rigor y exigencia.

El valor agregado por la ingeniería a la sociedad no debe ser solamente el de la provisión de bienes y servicios. La atención de los compromisos de dotación de servicios públicos esenciales, la solución de las necesidades de infraestructura y la reducción de las múltiples dimensiones de la brecha científica y tecnológica que constituyen un lastre para la competitividad, son altas responsabilidades de la ingeniería dentro de los procesos de inserción competitiva de los países en los escenarios de la globalización.

## **Esfuerzos para comunicarse con la sociedad**

La experiencia de una iniciativa de ASEE<sup>8</sup> para superar la percepción del público norteamericano acerca de la naturaleza y alcances de la ingeniería como

---

<sup>8</sup> ASEE American Society for Engineering Education <http://www.asee.org/> trabaja con la industria y los educadores para garantizar la provisión adecuada de ingenieros durante las próximas décadas. En desarrollo de su función de liderazgo en la educación en ingeniería trabaja con programas de los niveles educativos básicos y medios. Su propósito es promocionar la ingeniería como carrera y también comunicar al público de los EE.UU. la importancia que tiene la ingeniería para la calidad de vida de las personas. El sitio web de ASEE, en su sección K-12, presenta un “EngineeringK12 Center” diseñado para crear conciencia sobre la educación en ingeniería, brindar recursos educativos y promover el trabajo en red sobre el tema. Así mismo, se ofrece a los estudiantes de escuelas medias y secundarias “Engineering: Go for it!” una guía de carreras en ingeniería y tecnología.

carrera y, especialmente, sobre los aportes de la ingeniería a la calidad de vida de la sociedad ilustra las dificultades que en materia de comunicación existen entre los propósitos y objetivos de la oferta académica y la imagen social de los resultados de la ingeniería. Un estudio de la Academia Nacional de ingeniería (NAE) <http://www.nae.edu/>, con la financiación y respaldo de la National Science Foundation (NSF) <http://www.nsf.gov/>, mostró como a pesar de una inversión anual superior a los 400 millones de dólares para promover la ingeniería, un porcentaje alto de estudiantes y de la población en general no conocen las contribuciones de la ingeniería a la sociedad, ni está interesado en la ingeniería como un campo de desarrollo académico o profesional [8].

Cada año se realizan en los Estados Unidos numerosos concursos, exposiciones y talleres interactivos, programas de extensión de las Universidades y asociaciones de ingeniería en un intento para promover la profesión entre los estudiantes y para informar al público en general. Los resultados de las encuestas aplicadas mostraron que gran parte de este esfuerzo es aparentemente inútil, dado que muchas personas subestiman el impacto profundo y vital que los ingenieros tienen sobre la calidad de vida de los individuos y la sociedad y generalmente no comprenden cuál es el trabajo de los ingenieros. Según el estudio las carreras en ingeniería son a menudo vistas como opciones académicas menos prestigiosas frente a otras profesiones como la medicina.

El informe resultante de la investigación mencionada, un documento denominado “Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering”, recomienda comenzar a utilizar una estrategia de comunicación coordinada a través de diferentes medios, con mensajes que destaquen el hecho de que los ingenieros pueden hacer una gran diferencia en la sociedad, que son personas creativas que solucionan problemas, que ayudan a moldear el futuro, y que la ingeniería es esencial para la salud, la felicidad y la seguridad de la comunidad.

El informe recomienda una campaña de comunicación eficaz que incluya mensajes para destacar las contribuciones de los ingenieros a la sociedad, mostrar que la profesión combina las ciencias y la tecnología de una manera que alienta la creatividad, la innovación y el descubrimiento.

La promoción pública de la ingeniería encuentra en los medios electrónicos de comunicación un excelente canal para ingresar a los hogares de las personas y convencerlas de la importancia y el significado de la ingeniería y los ingenieros en la cotidianidad. Con un despliegue semejante al que otras

profesiones han tenido en la TV, las principales ejecutorias de la ingeniería mundial compiten ahora por el favor de los televidentes, enfrentadas a ofertas mucho menos glamorosas desde el punto de vista tecnológico<sup>9</sup>.

Los programas de ingeniería de la Región podrían encontrar información útil sobre la percepción social acerca de la profesión y a partir de los resultados sería posible diseñar estrategias de promoción que junto con los esfuerzos diarios por una educación de calidad pudieran mejorar las perspectivas del diálogo entre la comunidad académica de ingeniería y la sociedad, como parte de un proyecto de alcances regionales para acercar los intereses de las instituciones de educación superior y las expectativas sociales de desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de los ciudadanos.

---

<sup>9</sup> La oferta televisiva de canales internacionales como, Discovery <http://dsc.discovery.com/>, History <http://www.historyenespanol.com/>, National Geographic <http://www.natgeo.tv/co/> y Management TV <http://ar.managementtv.com/> incluye en sus parrillas varios programas relacionados con obras, productos y procesos de ingeniería. La producción y recursos de esos programas son de alta calidad técnica y artística e incluyen manejo de situaciones que comunican dosis de suspenso y dramatismo cercanas al gusto habitual de los televidentes promedio.

## 4. Balances y compromisos

La preocupación mundial por el desarrollo de la educación en ingeniería se manifiesta de variadas formas en foros y encuentros académicos programados para debatir y procurar soluciones en áreas tan sensibles como la calidad y pertinencia de los programas, el avance de nuevas modalidades de aprendizaje, la influencia determinante de la tecnología, la exigencia de respuestas globales a los problemas más apremiantes de la humanidad y, desde luego, para proponer estrategias y proyectos que incentiven la movilidad, aseguren el carácter internacional de la educación y respondan a las demandas de la sociedad, todo ello en un ambiente de defensa de los valores y fortalecimiento ético.

En la Región vale la pena destacar el esfuerzo de asociaciones nacionales que aglutinan escuelas y facultades de ingeniería, promoviendo el diálogo local y animando el trabajo en cooperación con sus pares de otros países. ABENGE (Brasil), ACOFI (Colombia), ANFEI (México), ASECEI (Ecuador), CONDEFI (Chile), CONFEDI (Argentina), el Núcleo de Decanos de Ingeniería de Venezuela, a las cuales se suman procesos actualmente en marcha en Perú y Bolivia, y la presencia de instituciones de Educación Superior con Programas de Ingeniería: Universidad de la República, Universidad Católica del Uruguay, y Universidad ORT (Uruguay), Universidad Católica de Asunción (Paraguay), Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Politécnica de Valencia y Universidad de Castilla La Mancha (España) y el Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e Instituto Politécnico de Setúbal (Portugal), como notables ejemplos de interés por la calidad de los Programas de Ingeniería.

ASIBEI reúne las asociaciones y genera un escenario de reflexión y propuesta que permite identificar los elementos comunes y formular a partir de ellos

una serie de propuestas para impulsar la cooperación y el intercambio entre las instituciones de educación superior de enseñanza de la ingeniería en todos los países de la Región iberoamericana y propender el mejoramiento de la calidad en la formación de los ingenieros, mejorando de esa forma las opciones de los programas de ingeniería para atender los compromisos de desarrollo académico, canalizar en beneficio de la calidad de vida de las sociedades nacionales los avances de la ciencia y la tecnología y abordar críticamente las demandas de los sectores gubernamentales y productivos.

En el proceso de expansión de los organismos preocupados por la educación de los ingenieros han surgido otros foros en los cuales se replican, con alcances multiplicados geográficamente, las discusiones y propuestas. Las manifestaciones de interés por la calidad de la educación de los ingenieros son expresiones gremiales valiosas para un ejercicio permanente de evaluación, reflexión y mejoramiento que contribuya a elevar las competencias de los programas y, por ese medio, a mejorar las condiciones del entorno social en el cual se desarrolla la actividad de formación de los ingenieros. No obstante, en beneficio de la pertinencia y viabilidad de los proyectos acordados en esos foros es deseable considerar las condiciones objetivas de las diferentes regiones y países, las serias limitaciones políticas y normativas que caracterizan las acciones educativas locales, la estrechez de recursos y, de manera especialmente significativa, las desigualdades de los sistemas educativos, los intereses –no siempre explícitos– tras las ofertas de cooperación internacional y la especificidad de las expectativas sociales alrededor de los programas.

El creciente número de iniciativas relacionadas con la educación, en todos sus niveles y modalidades, ofrece un campo abonado para examinar con interés los alcances, limitaciones, pertinencia y efectividad de los compromisos y proyectos anunciados, así como para estimar lo saludable que pueda resultar la superposición de esferas de acción por parte de organismos cuyos intereses y proyectos coinciden, pero cuyos mecanismos operativos promueven la multiplicación de esfuerzos y la dispersión de la energía social y académica<sup>10</sup>.

Desde las apuestas básicas sobre universalización de la educación básica primaria contenidas dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio anunciados

---

<sup>10</sup> Los principales organismos internacionales con intereses en la educación en ingeniería incluyen, además de ASIBEI, a la Federación Internacional de las Sociedades de la Educación de la Ingeniería (IFEES, por sus siglas en Inglés), <http://www.ifees.net/>; la Sociedad Americana para la Educación en Ingeniería (ASEE, por sus siglas en Inglés), <http://www.asee.org/> y la Sociedad Internacional para la Educación en Ingeniería (IGIP, por sus siglas en Alemán), <http://www.igip.org/>

por las Naciones Unidas<sup>11</sup> hasta las declaraciones específicas de organismos de reciente creación como la Asociación Mundial de Decanos de Ingeniería<sup>12</sup> se encuentra un variopinto de compromisos que apuntan a reforzar la importancia que la educación tiene dentro de las agendas de los gobiernos, los organismos académicos y, en general, en los planes de desarrollo de los países.

El examen de la declaración del Consejo Global de Decanos de Ingeniería (GEDC, por sus siglas en inglés) revela la preocupación de los responsables de la gestión de instituciones encargadas de la enseñanza de la ingeniería por los desafíos más urgentes de la profesión: suministro de alimentos, agua limpia, salud pública accesible, seguridad, energía y ambiente más limpios, calidad de la vida, cambio climático y desarrollo sostenible. Es notable la coincidencia de propósitos entre organismos de origen tan diverso como las Naciones Unidas y el Consejo de Decanos de Ingeniería del mundo.

Advierten los decanos en su declaración fundacional la necesidad imperiosa de reforzar el conocimiento técnico de las nuevas generaciones de ingenieros con habilidades que desarrollen a un profesional capaz de abordar los múltiples desafíos planteados por un mundo en permanente transformación y afirman su compromiso, apoyado por representantes industriales y gubernamentales, de fomentar el desarrollo de “ingenieros globales pertinentes localmente”. El Comité Ejecutivo Fundador del GEDC señala dentro de sus metas inmediatas: la construcción de una red de apoyo a decanos de la ingeniería para que estos desempeñen un papel de liderazgo en el establecimiento de políticas regionales y nacionales que favorezcan el desarrollo económico, y la participación en el desarrollo y el mantenimiento de un sistema global de estándares de calidad para la educación de la ingeniería.

Los alcances, efectos, limitaciones y viabilidad de estos programas en la Región Iberoamericana deberían ser objeto de evaluación por parte de las autoridades académicas relacionadas con la formación de ingenieros y, particular-

---

<sup>11</sup> En septiembre de 2000, basada en un decenio de grandes conferencias y cumbres de las Naciones Unidas, los dirigentes del mundo se reunieron en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, para aprobar la Declaración del Milenio, comprometiendo a sus países con una nueva alianza mundial para reducir los niveles de extrema pobreza y estableciendo una serie de objetivos sujetos a plazo, conocidos como los Objetivos de Desarrollo del Milenio y cuyo vencimiento del plazo está fijado para el año 2015. <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>

<sup>12</sup> En mayo de 2008 líderes de las instituciones de la educación de la ingeniería reunidos en París previas reuniones preparatorias en Río de Janeiro en 2006 y en Estambul en 2007, deciden la creación del Consejo Global de Decanos de Ingeniería (GEDC, por sus siglas en inglés). <http://www.gedccouncil.org/>. En junio de 2010 se acuerda la creación de un Consejo de Decanos de Ingeniería de la Región Latinoamericana y del Caribe.

mente, por parte de organizaciones como ASIBEI, cuyas propuestas coinciden en gran medida con estas declaraciones de organismos emergentes.

En un recuento de compromisos con el desarrollo de la educación en ingeniería en Iberoamérica vale la pena proponer un ejercicio de reflexión sobre el seguimiento y evaluación de la efectividad de iniciativas que en su momento aparecen como reivindicaciones urgentes de la calidad y pertinencia de la formación profesional.

Así por ejemplo, en una reunión de mayo de 2005 en la ciudad de Santa Fe, Argentina, con motivo de la celebración de la décimo sexta reunión del Comité Ejecutivo de la ASIBEI, representantes de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, México, Portugal, Uruguay y Venezuela hicieron público su pensamiento sobre temas considerados medulares en el proyecto de construcción de una propuesta regional de educación en ingeniería.

La declaración se ocupaba de asuntos relacionados con la creación de un espacio común de enseñanza de la Ingeniería en Iberoamérica para lo cual se consideraba esencial la definición de los rasgos del Ingeniero Iberoamericano como vía para alcanzar acuerdos de diseño curricular de programas de ingeniería sustancialmente equivalentes, sensibles a las diferencias y características propias de cada uno de los países, pero concebidos como mecanismos para el reconocimiento y equivalencia de las titulaciones.

Se advertía que tales acuerdos deberían favorecer la movilidad académica entre los países de la Región buscando líneas de integración que permitieran abordar la realidad iberoamericana y facilitar la eventual adopción de elementos curriculares comunes que pudieran ser objeto de evaluaciones comparables. El objetivo fundamental explícito sería la creación de un Espacio Común Iberoamericano de Enseñanza de Ingeniería.

En relación con las calidades y condiciones de ingreso de nuevos estudiantes a los programas de ingeniería se formularon recomendaciones sobre el diseño y aplicación de pruebas de ingreso respetuosas de los contextos educativos nacionales al tiempo que se recomendó a los gobiernos dirigir esfuerzos y recursos al aseguramiento de la calidad en los niveles básicos y medios del sistema educativo como parte de las estrategias de cualificación de la educación superior, particularmente en lo que a la formación de ingenieros se refiere.

Se recomendó asimismo establecer un sistema de evaluación de los mecanismos de ingreso para facilitar la homologación regional de resultados. Asi-



mismo, se consideraba importante que la ASIBEI analizara y definiera, *a muy corto plazo*, indicadores comunes para la medición de aspectos relacionados con variables como eficiencia terminal, ingreso, egreso, retención, actualización de contenidos, entre otros aspectos asociados al diseño y evaluación curriculares.

Se ocupó la Declaración de Santa Fe del tema de la utilización de créditos académicos en el diseño de los planes de estudio de carreras de ingeniería y al respecto señaló que el empleo de ese instrumento de asignación de tiempo para el proceso de aprendizaje exigía una minuciosa planeación del desarrollo de los contenidos de las asignaturas, las estrategias de acompañamiento y evaluación de los alumnos, la adecuada infraestructura física de aulas, bibliotecas y laboratorios y la actualización de los docentes para el manejo de nuevas opciones pedagógicas y didácticas.

Respecto a la duración nominal de los programas de ingeniería se enfatiza en la Declaración la necesidad de considerar las particularidades y conveniencias de cada país, recordando además que el compromiso de aprendizaje permanente obliga a definir nuevas fronteras y responsabilidades para los distintos ciclos de formación, aceptando que el papel de las empresas en la formación complementaria de los ingenieros exige la identificación de nuevas condiciones, estrategias y mecanismos de relación entre los programas curriculares y el sector externo.

El documento *El Ingeniero Iberoamericano* (mayo 2007) recoge y unifica las declaraciones y compromisos de ASIBEI y da continuidad al interés por determinar los rasgos esenciales del ingeniero con impronta iberoamericana como soporte para alcanzar dos propósitos básicos de integración que de esta forma se anuncian como determinantes para la educación de ingenieros en la Región.

Los propósitos esenciales perseguidos con el proyecto de Ingeniero Iberoamericano se plasman en:

- ❑ La creación de un *espacio común iberoamericano de enseñanza de ingeniería* que facilite la adopción de acuerdos sobre el diseño de currículos de ingeniería sustancialmente equivalentes, sensibles a las diferencias y características propias de cada uno de los países, pero concebidos como mecanismos para el reconocimiento y equivalencia de las titulaciones.
- ❑ El establecimiento de acuerdos que favorezcan la movilidad académica, la búsqueda de líneas de integración para abordar la problemática com-



partida de la realidad iberoamericana y la identificación y eventual adopción de estructuras curriculares con elementos troncales comunes que faciliten evaluaciones comparables entre los diferentes países.

El profesor Marcelo Antonio Sobrevila propuso en el libro *Cultura Profesión y Acreditación del Ingeniero Iberoamericano* (diciembre 2003) una definición de ingeniero iberoamericano que se complementó posteriormente enfatizando el compromiso con el desarrollo de la Región y con la formación permanente a través del *continuo* educativo formado por la articulación inteligente de los programas de pregrado con las ofertas de posgrado y educación continua.

El acento de la caracterización debe colocarse entonces en la contextualización que se dé a la formación de los ingenieros y para ello será preciso un esfuerzo formidable por parte de las instituciones y programas de educación superior. El conocimiento de la cultura, los recursos, las expectativas y necesidades de la Región deben incorporarse al diseño curricular junto con las estrategias y recursos que permitan materializar el discurso de compenetración de los ingenieros, en formación y en ejercicio, con la realidad iberoamericana.

Esta publicación pretende profundizar en la dimensión social de esa contextualización para propiciar de esa forma un ambiente favorable para materializar en el corto plazo las propuestas que ASIBEI ha sugerido en distintos encuentros y foros académicos en relación con temas como:

- ❑ Políticas regionales de ingreso de nuevos estudiantes. Es conveniente contar con pruebas diseñadas y aplicadas de acuerdo con el respectivo contexto educativo nacional, pero adecuadas para determinar niveles mínimos de conocimientos básicos de los estudiantes adoptados para la Región.
- ❑ Relaciones con los niveles precedentes del sistema educativo. Es necesario que los gobiernos y las instituciones de educación superior dirijan esfuerzos y recursos al aseguramiento de la calidad en los niveles básicos y medios como parte de las estrategias de articulación con la educación superior para establecer un modelo de evaluación que considere globalmente los sistemas educativos nacionales y facilite la homologación de resultados en el ámbito iberoamericano.
- ❑ Construcción de indicadores. Se considera importante definir y construir indicadores comunes que sirvan no solo para efectuar diagnósticos regionales, sino para el diseño de políticas institucionales de mejoramiento

los cuales deben partir de planes formulados a partir de los procesos de autoevaluación que deben incorporarse paulatinamente como parte de la cultura universitaria.

- ❑ Utilización de créditos académicos. El uso de créditos académicos para facilitar la comparación de planes de estudio y, por ende, la posibilidad de movilidad, transferencia y homologación.
- ❑ La modificación de las duraciones nominales de los programas de ingeniería. Decisiones en este sentido deben ser el resultado de una serie de ajustes y procesos que incluyen, entre otros: esfuerzos institucionales serios para atender la formación y capacitación permanente de los docentes.
- ❑ Alternativas de formación: Debe alentarse el uso de modalidades que faciliten el acceso de los jóvenes a programas de calidad empleando opciones de formación a distancia y educación virtual que satisfagan los requisitos de calidad y pertinencia adoptados para el efecto en la Región.
- ❑ Formación por ciclos. El compromiso de aprendizaje permanente obliga a definir nuevas fronteras y compromisos para los distintos ciclos de formación y acepta que el papel complementario de la empresa en la formación de los ingenieros necesita la identificación de nuevas condiciones, estrategias y mecanismos de relación entre los programas curriculares y el sector externo.
- ❑ Evaluación y acreditación para el mejoramiento permanente: Es fundamental reconocer y apoyar el trabajo que vienen desarrollando los organismos acreditadores de los países iberoamericanos y es deseable que ASIBEI participe de manera decidida propiciando o apoyando iniciativas para la definición de criterios, estrategias, mecanismos e instrumentos comunes de aseguramiento de la calidad de la educación en ingeniería en la Región.
- ❑ Apoyo a los sistemas nacionales de acreditación, estímulo a la formación de redes de investigación en el área de educación en ingeniería y preparación e intercambio de evaluadores externos para apoyar los procesos de acreditación de programas de ingeniería en la Región.
- ❑ Formación de profesores e intercambio de experiencias pedagógicas. La exigencia de profesores con mayor bagaje cultural para la educación

de los ingenieros es prioritaria para atender las expectativas sociales y aprovechar los nuevos conocimientos. Los ingenieros deben reflexionar sobre su saber, sobre su historia, sobre el efecto social, económico y ambiental de su trabajo. Los doctorados en educación deben incluir a la ingeniería como línea de estudio, por lo cual es conveniente proponer en esos niveles de estudio líneas de investigación en pedagogía y didáctica de ingeniería y programas de posgrado para la formación docente en Ingeniería.

El intercambio de las experiencias docentes en ingeniería es un saludable mecanismo de promoción de la docencia de calidad y, en consecuencia, resalta la conveniencia de crear y fortalecer puntos de encuentro para favorecer el flujo de esas vivencias en escenarios de trabajo interdisciplinario en los cuales se recupere el valor de la discusión académica y se rescate la prioridad de las instituciones y los programas<sup>13</sup>.

Como fundamento de la cualificación de la docencia en ingeniería en los países de la Región es esencial la creación de un Programa Iberoamericano de Formación de Profesores de Ingeniería, apoyado estructural y funcionalmente en las iniciativas nacionales existentes<sup>14</sup>.

Un plan de acción para concretar este conjunto de iniciativas debe ser el resultado de la concertación y el compromiso y debe inscribirse en el análisis de condiciones operativas, plazos, responsabilidades y acciones de seguimiento. Como una contribución al debate pueden sugerirse algunos lineamientos alrededor de los cuales ASIBEI podría concentrar sus esfuerzos para concretar sus propuestas y consolidar su presencia académica en la Región.

---

<sup>13</sup> (En desarrollo de un proyecto de investigación sobre docencia en ingeniería en Colombia el Grupo EDUCING diseñó y aplicó una encuesta para caracterizar las experiencias pedagógicas. El instrumento ha sido respondido hasta la fecha por 885 profesores al servicio de programas de Ingeniería, 511 durante la investigación inicial en 2005 y 374 durante el proceso de seguimiento (75 de ellos durante una Jornada de Formación Docente en una universidad peruana). La metodología empleada y la información recolectada sirvieron de base para una iniciativa que se encuentra en pleno desarrollo: el Observatorio del Desempeño Docente en Ingeniería ODDI, propuesta cuya versión inicial puede verse en [www.asibei.org/oddi](http://www.asibei.org/oddi)

<sup>14</sup> Desde 2007 la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI ofrece un Seminario de Formación de Profesores que tiene como propósitos centrales ofrecer a los participantes los conocimientos y herramientas para ejercer la profesión de profesor de ingeniería, consolidar la red de profesores interesados en la temática relacionada con la enseñanza de la ingeniería y preparar las bases para el desarrollo de proyectos de investigación en formación en ingeniería y la publicación de trabajos en el área. El Seminario organizado en Módulos se ha desarrollado anualmente y ha cubierto siete ciudades colombianas con la participación de más de dos centenares de profesores.

- Es esencial que ASIBEI divulgue a través de todos los medios y canales disponibles los principios alrededor de los cuales postula sus propuestas para el mejoramiento de la calidad de la educación en ingeniería en Iberoamérica. Para el efecto es conveniente que las propuestas, iniciativas y proyectos de la Asociación sean objeto de análisis, evaluación y discusión en todos los foros académicos organizados por las organizaciones e instituciones afiliadas en la Región.
- ASIBEI debe crecer en visibilidad como requisito para mejorar las perspectivas de éxito de sus iniciativas y proyectos. Apoyada en las asociaciones e instituciones nacionales que la conforman, ASIBEI debe incrementar sus esfuerzos para ser reconocida y respetada como interlocutor académico regional frente a las autoridades educativas y los organismos nacionales e internacionales con intereses en la formación de ingenieros.
- ASIBEI debe acercarse al sector externo para propiciar un flujo permanente de información y recursos entre la academia, la sociedad, las autoridades gubernamentales y la industria. Esta aproximación debe servir para formular proyectos regionales de formación avanzada y para orientar los programas de educación continuada que se ofrecen a los ingenieros en la Región. Los escenarios adecuados deben ser los encuentros nacionales, regionales e internacionales Universidad–Gobierno-Empresa, foros de los cuales se derivan acciones de cooperación e intercambio en las cuales ASIBEI debe procurar estar presente como líder regional de la educación en ingeniería.
- Carácter estratégico tiene la colaboración de ASIBEI con los niveles educativos secundarios de los países de la Región con el fin de propiciar acciones de mejoramiento en las condiciones de ingreso de los aspirantes a programas de ingeniería.
- La presencia de la Asociación en proyectos académicos conjuntos de profesores de Ciencias Básicas de los programas de ingeniería con docentes de último año de escuela media, puede introducir en el mediano plazo mejoras significativas en el nivel académico de los estudiantes que ingresen a los programas de ingeniería que se ofrecen en Iberoamérica.
- Sin perjuicio de la autonomía de instituciones y programas, la Asociación actuando como foro académico debe orientar la discusión permanente sobre diseño, gestión y evaluación curricular sobre la base de criterios de

flexibilidad, alternativas metodológicas, formación docente, estrategias e instrumentos de evaluación e indicadores.

- Desde la perspectiva política ASIBEI está llamada a cooperar en absoluto plano de igualdad como par académico y gremial de otras organizaciones, nacionales, regionales e internacionales con intereses en el mejoramiento y cualificación de la educación en ingeniería interpretando con visión iberoamericana las expectativas de la Región.

Estos lineamientos deben apoyarse en políticas, estrategias, programas, proyectos y actividades que animen a las asociaciones e instituciones de educación superior integrantes de ASIBEI a vincular sus esfuerzos y talentos a la promoción, defensa y fortalecimiento de las iniciativas regionales de cualificación de la ingeniería iberoamericana.

### **Una necesidad: preparar la hoja de ruta para los proyectos regionales**

Los esfuerzos realizados por las organizaciones académicas se justifican plenamente si los resultados se articulan con los procesos de mejoramiento de la educación desarrollados en otros frentes y ejercen influencia transformadora en la sociedad.

El reconocimiento de las debilidades y deficiencias de los procesos a través de los cuales se materializan las iniciativas institucionales constituye el paso inicial para diseñar las estrategias que permitan superarlas para alcanzar los objetivos propuestos. El análisis de los factores que constituyen amenazas para las propuestas permitirá identificar los obstáculos y los puntos neurálgicos para garantizar el logro de los propósitos, a partir del reconocimiento de que las circunstancias que determinan el comportamiento de los proyectos son variables sometidas a la dinámica del entorno social.

Las acciones se desarrollan mediante la realización de las tareas que las componen; una acción sin tareas está incompleta. Los conjuntos de acciones y las tareas específicas en las que se desagregan, deben complementarse con la asignación de las responsabilidades, los plazos y recursos necesarios para su ejecución. La coherencia entre las acciones y su desagregación en tareas, la definición de tiempos y la asignación de recursos deben ser claramente visibles y compartidas por los responsables de la ejecución de los proyectos.

La jerarquía de las acciones debe contemplar tres criterios principales:

- El grado de dificultad de la puesta en marcha de la acción.  
La dificultad en la puesta en marcha de una acción es un factor clave que puede llegar a determinar la consecución del objetivo propuesto. El grado de dificultad puede depender de aspectos tales como: disponibilidad de recursos, disponibilidad de personal, infraestructura y restricciones normativas, entre otros.
- El plazo requerido para la implementación.  
Hay acciones cuyo alcance está totalmente definido y no suponen un esfuerzo excesivo, por lo que pueden realizarse de forma prácticamente inmediata. Las demás pueden dividirse en tres tipos: aquellas que pueden ser emprendidas directamente a corto plazo, sin requerimientos adicionales ni modificaciones normativas; acciones que exigen trámites y modificaciones que pueden requerir un mediano plazo y finalmente, aquellas cuya puesta en marcha requiere la elaboración de propuestas específicas para obtener financiamiento y deben prepararse y presentarse como proyectos cuya factibilidad debe ser determinada por instancias externas.

Un plan de acción permite proyectar de manera sistémica, dinámica y diacrónica las actividades necesarias para alcanzar los objetivos de las iniciativas y propuestas institucionales. Para el desarrollo exitoso de los proyectos de ASIBEI resulta conveniente:

- Motivar la participación de la comunidad académica de ingeniería en la preparación de las propuestas y proyectos y en la confección del plan de acción. Los planes formulados y aprobados sin el compromiso de las comunidades carecen en su etapa de ejecución de los apoyos, la solidaridad y el seguimiento que aseguren sus logros y contribuyan a la transformación de la cultura institucional.
- Incluir los proyectos e informes de avance de las iniciativas adelantadas por la Asociación en la agenda de todos los eventos académicos organizados por las asociaciones e instituciones de educación superior asociadas como una estrategia para hacer visible la presencia y liderazgo de ASIBEI en la Región.
- Determinar metas, especificar acciones concretas, calcular recursos, fijar tiempos, asignar responsabilidades y definir indicadores de logro. Una debilidad manifiesta de Proyectos e Iniciativas que no avanzan con el

ritmo deseable es justamente la ausencia de detalles operativos que permitan concretar las acciones. En estas condiciones las iniciativas derivan hacia un catálogo de propósitos difícilmente convertibles en logros verificables.

## **Seguimiento y evaluación de resultados**

Un seguimiento adecuado de los proyectos e iniciativas, además de mantener informados y comprometidos a los involucrados en la ejecución de las acciones permite adecuar las estrategias a las demandas del contexto, valorar el impacto en la calidad de la educación de los ingenieros de la Región y asegurar la sostenibilidad de las declaraciones misionales de la Asociación. Es esencial establecer responsabilidades de seguimiento, control y evaluación. El monitoreo de las acciones y el cumplimiento de las tareas son aspectos importantes para tener en cuenta a medida que se avanza en el desarrollo de los proyectos. El seguimiento facilita el contacto con las potenciales fuentes de riesgo y hace posible el monitoreo del comportamiento de las estrategias, instrumentos y métodos empleados en el diseño y ejecución de los proyectos.

## **Mejoramiento de los mecanismos de comunicación**

El clima institucional favorable al desarrollo de las iniciativas proporciona los canales de comunicación que permiten compartir la información y actuar oportunamente en las distintas etapas de los proyectos. Es de interés para la Asociación estimular el uso de los medios disponibles, especialmente las alternativas electrónicas, como parte de una estrategia de motivación permanente.

Una estrategia de comunicación permite el desarrollo de un sistema estable y confiable para compartir iniciativas y proyectos y facilitar el seguimiento de los mismos por parte de la comunidad de ingeniería en la Región. Adicionalmente una estrategia de comunicación fortalecida es un importante paso inicial hacia la conformación de redes y comunidades académicas con intereses en la calidad de la educación en ingeniería y constituye un recurso fundamental para apoyar los compromisos misionales de la Asociación.

Con base en estas consideraciones parece plausible alentar la formulación e implementación de una estrategia de diálogo que permita superar los problemas generados por la falta de una comunicación fluida y facilite el desarrollo



de las iniciativas y proyectos de ASIBEI beneficiando de esa forma la educación de los ingenieros iberoamericanos

## El ciclo del entusiasmo

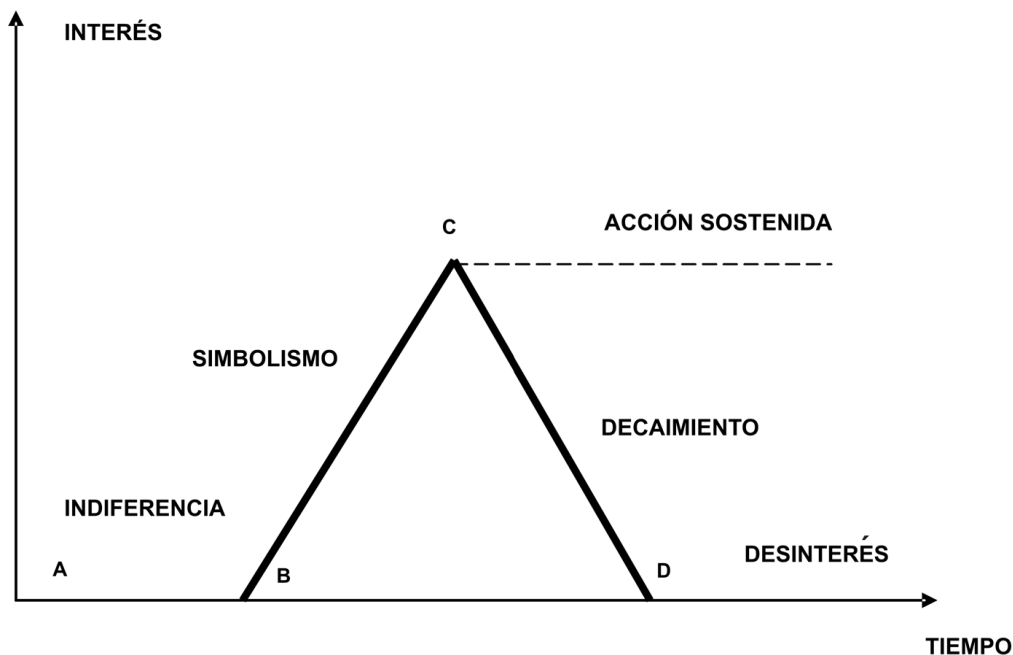
El comportamiento de algunas propuestas e iniciativas relacionadas con temas educativos, particularmente con la calidad y pertinencia de la educación superior, revela que, a pesar de buenas intenciones institucionales y costosos esfuerzos y recursos involucrados, la sociedad no percibe con nitidez los beneficios esperados. En buena parte de los casos, la energía consumida en los diagnósticos y los recursos institucionales invertidos se disipa sin alcanzar sus objetivos, transitando por una secuencia de Indiferencia-Simbolismo-Acción decreciente que usualmente concluye con abierto desinterés hacia nuevas propuestas.

Ocasionalmente la aparición de situaciones críticas, tales como exigencias o controles gubernamentales, hechos de fuerza mayor o manifestaciones de presión social, anima a las organizaciones e instituciones a abandonar la posición de *indiferencia* frente a sus compromisos y las impulsa incluso para adoptar algunas medidas *simbólicas* que generalmente incluyen la expedición de nuevas normas, la creación de comités y equipos accidentales de trabajo y el diseño de lemas e imágenes corporativas. Esta fase se caracteriza por un generoso despliegue de entusiasmo que solo excepcionalmente alcanza la velocidad de escape hacia la acción sostenida, es decir, hacia el desarrollo coherente y enérgico de las actividades necesarias para alcanzar los objetivos y metas propuestos.

En general, las acciones efectistas se relacionan con operativos institucionales durante los cuales se concentra una demostración de interés acompañada de gran despliegue de recursos, que infortunadamente resultan inútiles para garantizar actividad permanente como parte de un proceso serio y sostenido. En corto tiempo, disminuye la densidad de las acciones luego éstas se tornan esporádicas y, finalmente, desaparecen como preludio de un nuevo periodo de letargo e indiferencia.

El reconocimiento de estos comportamientos y, sobre todo, la decisión de generar un cambio en la actitud institucional para propiciar resultados sobre los cuales sea posible ejercer seguimiento y control, constituyen valiosos puentes hacia la acción.





**Figura 2.** Las actuaciones gremiales están generalmente inscritas en una secuencia de indiferencia, simbolismo y decaimiento que amenaza con producir desinterés frente a nuevas iniciativas.

Una vez vencida la indiferencia, debe emprenderse una evaluación detenida para precisar su grado de influencia dentro de un modelo de acción sostenida y decidir en consecuencia estrategias y mecanismos para evitar el efecto inercial de nuevos ciclos de desinterés que resultan apreciablemente costosos para la aclimatación de nuevas formas de cultura institucional.

La reflexión sobre estas consideraciones puede facilitar la adopción oportuna de medidas para asegurar el cumplimiento de los compromisos y garantizar de esa manera que las acciones tendrán efectos sensibles y se sostendrán en el tiempo.

En el caso de ASIBEI es alentador pensar que la acción sostenida alrededor de sus propuestas e iniciativas representa el mejoramiento de la educación de los ingenieros en Iberoamérica.

## 5. Referencias bibliográficas

- [1] Callejas, M.; Parra de Marroquín; Cañón, J.; Blanco, L.; Corchuelo, M. Formación docente para la innovación en la educación en ingeniería. Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Santa Marta, Colombia, 2009.
- [2] Cross, H. *Ingenieros y las torres de marfil*. McGrawHill, México, (1ª. edición en español) 1998.
- [3] Mollis, M. (compiladora). *Las universidades en América Latina: ¿Reformadas o alteradas? La cosmética del poder financiero*. CLACSO. Buenos Aires, 2003.
- [4] Martínez, Miquel (editor) *Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades*. Octaedro, Barcelona, 2008.
- [5] Broncano, F. *Entre ingenieros y ciudadanos. Filosofía de la técnica para días de democracia*. Montesinos, Madrid, 2006.
- [6] Beck, U. *La sociedad del riesgo*, Paidós, Barcelona, 1986.
- [7] Calvino, I. *Seis propuestas para el próximo milenio*. Siruela, Madrid, 1989.
- [8] Walesh, S. *Engineering your Future*. ASCE Press, Prentice Hall, New York, 2000.

### Referencias consultadas en la red

1. Banco Mundial. Indicadores de desarrollo.
2. <http://ddp-ext.worldbank.org/ext/DDPQQ/showReport.do?method=showReport>
3. Organización de las Naciones Unidas ONU. Objetivos de desarrollo del milenio. 2008. [http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG\\_Report\\_2008\\_SPANISH.pdf](http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2008_SPANISH.pdf)
4. UNESCO. The New Dynamics of Higher Education: Meeting the Challenges of Equity, Quality and Social Responsibility. Nicholas Burnett, Assistant Director-General for Education, UNESCO. OECD/France International Conference – Higher Education to 2030: What futures for Quality Access in the Era of Globalization? 8-9 December 2008.
5. [http://www.unesco.org/education/newdynamicss\\_speech.pdf](http://www.unesco.org/education/newdynamicss_speech.pdf)
6. Organización de los Estados Americanos (OEA). Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el Desarrollo, Una visión para las Américas del Siglo XXI. Washington D.C., 2006.
7. [http://www.oest.oas.org/engineering/espanol/documentos/esp\\_web\\_ok.pdf](http://www.oest.oas.org/engineering/espanol/documentos/esp_web_ok.pdf)
8. Red de indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT) [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)
9. Observatorio Responsabilidad Social Universitaria /PUJ Colombia. Espacio de reflexión colectiva de las instituciones de Educación Superior
10. <http://www.javeriana.edu.co/pensar/recursosvirtuales/orsu/>
11. Tercer Encuentro de Educación para la Responsabilidad Social: Estrategias de Enseñanza y Evaluación 28 y 29 de Agosto de 2008 Universidad de Concepción Chile <http://www.construyepais.cl/>