

## La calidad de la educación en ingeniería: un factor clave para el desarrollo

### The quality of engineering education is a key factor in development

Julio César Cañón Rodríguez<sup>1</sup>, Jaime Salazar Contreras<sup>2</sup>

#### RESUMEN

En el mundo entero se manifiesta la preocupación por la calidad de la formación de los ingenieros. La responsabilidad social, la actualización científica y tecnológica y el compromiso profesional de los ingenieros con las expectativas de la sociedad a la que pertenecen, se gestan desde las aulas y, en consecuencia, deben ser la esencia del diseño curricular al igual que la razón de ser del compromiso docente. La magnitud del compromiso docente en ingeniería reclama la particular preocupación de las instituciones de educación superior por la formación y acompañamiento de las tareas de sus profesores. La calidad de las ofertas curriculares en ingeniería depende de manera significativa de la calidad de la docencia que en ellas se ejerce y, en consecuencia la cualificación de los profesores y el reconocimiento de su importancia son factores claves de la gestión curricular y el cumplimiento de los compromisos misionales. Una indagación realizada a un grupo cercano al millar de profesores de ingeniería en Colombia permite identificar los rasgos principales de los tres momentos fundamentales de su actividad docente y a partir de ellos es posible caracterizar el papel de los profesores en la materialización de los planes de mejoramiento resultantes de los procesos de acreditación mediante los cuales los programas de ingeniería rinden cuentas a la sociedad. El futuro de la formación de ingenieros exige una profunda transformación en el quehacer docente. La imagen convencional del profesor de asignatura debe dar paso a la concepción del profesor de programa y el simple acatamiento de los lineamientos curriculares debe ceder su lugar a las iniciativas y propuestas que muestren la acción del profesor como un signo vital en el aula .

**Palabras clave:** educación, ingeniería, docencia.

#### ABSTRACT

The whole world is concerned about the quality of engineers' education. The ideas regarding engineers' social responsibility, scientific and technological updating and their professional commitment, along with the expectations of the society to which they belong, are conceived from the classroom and, consequently, should become the essence of curriculum design and therefore the *raison d'être* of teaching commitment. The magnitude of teaching commitment in engineering causes particular concern for higher education institutions and accompaniment regarding their teachers' tasks. The quality of engineering curricula significantly depends on the quality of the teaching offered in them and, consequently, teachers' qualifications and recognition of their importance have become key factors in curriculum management and compliance with commitments as stated in mission statements. Research involving around a thousand engineering professors in Colombia led to identifying the main features of the three fundamental moments regarding their teaching role; this, in turn, led to characterising teachers' role in ensuring that improvement plans are carried out, resulting from engineering programme accreditation (i.e. making them accountable to society). The future of engineering training requires a major transformation regarding the task of teaching. The conventional image of teachers must provide for the concept of teacher programmes and simple compliance with curriculum guidelines must give way to initiatives and proposals promoting a teacher's role as a vital/dynamic element in the classroom.

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [jccanonr@bt.unal.edu.co](mailto:jccanonr@bt.unal.edu.co)

<sup>2</sup> Ingeniero Agrícola. M.Sc., en Estructuras, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Profesor Titular, Maestro Universitario, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [jsalazarc@unal.edu.co](mailto:jsalazarc@unal.edu.co)

**Keywords:** education, engineering, teaching.

**Recibido:** marzo 31 de 2011

**Aceptado:** junio 27 de 2011

## La educación en ingeniería: un asunto de interés para la sociedad

El interés por la calidad y pertinencia social de la educación en ingeniería y el compromiso con la evaluación de la docencia, la investigación, la calidad de programas e instituciones, la formación de los profesores y la caracterización de los estudiantes se han acentuado en los últimos años en todo el mundo. La aparición y fortalecimiento de organizaciones como la SEFI (Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs), fundada en Bélgica en 1973, la IGIP (Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik), fundada en 1972 en Austria; la Asibei (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería), con su protocolización de estatutos en 1999; el Laccei (Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions); y el recientemente conformado GDEC (Global Engineering Deans Council), son organismos cuya gestión se suma a instituciones como la ASEE (American Society for Engineering Education), creada en 1893 y por cuya iniciativa, en el año 2005, se organizó una institución de alcance mundial denominada Ifees (International Federation of Engineering Education Societies), la cual desde su creación está promoviendo y liderando procesos de cualificación en la educación de ingenieros.

La formación de profesores para los programas de ingeniería es un tema estratégico en la agenda de las reuniones periódicas de estas asociaciones, dentro de las cuales se destacan el Global Colloquium on Engineering Education que organiza la ASEE, los encuentros iberoamericanos que organiza la Asibei, y las reuniones nacionales convocadas por la Acofi (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería). En la mayoría de estos eventos el grupo de investigación Educing (Educación en Ingeniería), conformado además de los autores, docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, por profesores de la Escuela Colombiana de Ingeniería y de la Universidad del Cauca, ha presentado los resultados de trabajos relacionados con el desempeño docente en ingeniería.

En el plano nacional puede señalarse el aporte del interés docente en la creación de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (1887), entidad que inscribió dentro de sus fines la educación de los ingenieros colombianos para promover su participación en el desarrollo nacional. En 1974 se funda la Acofi con la misión de propender el mejoramiento de la enseñanza y formación de ingenieros en Colombia y en desarrollo de ese compromiso misional en el año de 1995 emprende, con el acompañamiento del Icfes, el proyecto de actualización de los currículos de ingeniería en Colombia, dentro del cual se concluyó que

la transformación y modernización de las prácticas pedagógicas en la educación superior exigen que las universidades organicen grupos de reflexión y acción en torno a la docencia universitaria para lograr la concientización de todos los estamentos institucionales sobre la importancia de esta reflexión (ABET, 2009).

La gestión curricular debe incluir, en lugar privilegiado de sus compromisos, la formación y acompañamiento de los docentes y, por lo tanto, resulta de la mayor pertinencia implementar un proyecto sostenido para atender esa exigencia. En desarrollo de este lineamiento y recogiendo una recomendación recurrente en las reuniones nacionales de facultades de ingeniería en Colombia se implementó a partir del año 2007 el Seminario de Formación de Profesores organizado por la Acofi en varias ciudades del país e incluso con una versión internacional en el 2010, en Quito, a instancias de la Asibei y la Asecei (Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería).

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional en el transcurso de su historia ha cimentado gran parte de su prestigio y reconocimiento social en la prestancia académica y profesional de su cuerpo de profesores. En medio de la celebración del sesquicentenario de la facultad y considerando la actual imagen social de la ingeniería en el país, resulta imperativo reclamar un serio esfuerzo de formación y cualificación docente, como componente esencial del proyecto educativo y de los planes de desarrollo institucionales. Es una hora propicia para reivindicar desde la perspectiva de la docencia en ingeniería las palabras de Francisco José de Caldas: "Ninguno puede ser grande en una profesión sin amarla. Amad la vuestra y hacedla amar de vuestros conciudadanos para una conducta noble, dulce y virtuosa".

A pesar del reconocimiento de que la fundamentación de los procesos curriculares se centra en las estrategias pedagógicas y didácticas que acompañen los cambiantes retos de formación de los ingenieros puede afirmarse que la Universidad Nacional de Colombia no dispone de un proyecto explícito y estable de formación de profesores. En el inicio de los años noventa, cuando se establecieron criterios generales para la organización de los programas curriculares, se señaló como eje el trabajo del estudiante basado en "pedagogías intensivas", sobre las cuales no hubo un esfuerzo de orientación y acompañamiento dirigido a los profesores de la universidad.

Una acción institucional importante en el reconocimiento del trabajo docente, infortunadamente abandonada, estaba relacionada con la distinción de docencia excepcional otorgada a los profesores destacados por estudiantes y

egresados como personas que lograban incidir profundamente en su formación personal y profesional.

En la decanatura 2002-2004<sup>3</sup> se introdujo y dotó con recursos dentro del plan de desarrollo de la facultad el Programa de Formación Docente, como parte del cual se reunieron y sistematizaron experiencias pedagógicas de docentes de la facultad que expusieron y compartieron las estrategias de formación de ingenieros empleadas para prolongar en el tiempo la impronta y el prestigio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Infortunadamente, los inevitables cambios de prioridades en la gestión de la facultad condujeron al languidecimiento del proyecto. Recientemente ha renacido el interés de trabajar en estos temas con la programación de jornadas de capacitación a los auxiliares de docencia al servicio de la facultad.

## La pedagogía en la educación de ingenieros

La pedagogía puede concebirse como un saber que se construye gracias a la reflexión crítica permanente sobre el quehacer de quienes ejercen la docencia. Hace mucho tiempo que esta práctica es objeto de estudio e investigación permanente por parte de los responsables de la formación de profesores para los niveles básicos y medios de los sistemas educativos.

Más recientemente, y no sin resistencias, ha venido ganando audiencia e interés la convicción de que los profesores universitarios necesitan, además de esmerada formación profesional o disciplinar, una preparación especial para abordar sus responsabilidades pedagógicas concibiendo el aprendizaje como resultado de la construcción de significados sensibles a las señales del entorno, en un ambiente caracterizado por la participación, la colaboración y el diálogo de comunidades docentes abiertas a la evaluación crítica de su práctica y dispuestas permanentemente a la innovación (McKinnon *et al.*, 2003).

La pedagogía en educación superior implica varias actividades relacionadas con gestión, planeación, desarrollo y evaluación de los compromisos docentes (Albéniz *et al.*, 2009, 2009), a las cuales deben agregarse las relaciones del profesor con la investigación, la responsabilidad social de su trabajo, la atención de las demandas del mercado laboral y la competencia impuesta por la internacionalización.

En estas condiciones el docente universitario necesita saberes, experiencias, métodos, relaciones e intenciones diferentes a las de otros niveles educativos. Las exigencias

curriculares le plantean al docente universitario un dominio diferenciado de ciencias específicas, de sus interacciones inter y transdisciplinarias, y de la aplicabilidad de los conocimientos. El saber aplicado y aplicable que debe investigar, conocer o innovar el profesor de ingeniería le exige una teoría y una práctica diferente a la de otros niveles, si en verdad desea realizar su compromiso con el contexto y sus necesidades, y con la formación de sus estudiantes para la solución de problemas en el mundo real.

El profesor está relacionado con órganos de poder, representados por el Estado pero también encarnado en las instituciones de educación superior a las cuales presta sus servicios profesionales. En esa dimensión se desarrollan las regulaciones y controles que involucran al profesor como uno de los principales responsables. Así, las políticas públicas relacionadas con incremento de la cobertura, apertura de nuevas opciones de formación, alternativas de titulación, acreditación, formación por ciclos, adopción de créditos como medida del trabajo académico de los estudiantes, esfuerzos para reducir los índices de deserción o permanencia estudiantil en los programas, todas ellas se materializan en acciones cuyo ejecutor y responsable final es el profesor.

El profesor universitario está relacionado con la sociedad, tanto desde el plano local y regional como desde la perspectiva global, y en desarrollo de esas relaciones debe estar atento a sus expectativas y demandas, incluida la rendición de cuentas y la exposición a la evaluación y la crítica, para canalizar su contribución como docente al mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad. Por su parte, el sector productivo de la sociedad reclama del profesor universitario el aporte de su experiencia, su visión del desarrollo y su conocimiento tecnológico y científico. Los estímulos universitarios están habitualmente orientados hacia la investigación, la producción científica y los servicios de extensión hacia el sector productivo, desestimando la docencia y minimizando el espacio para las mediaciones pedagógicas. Los mayores incentivos para los profesores proceden de la valoración de su desempeño en proyectos de investigación; la producción escrita y la participación como ponentes, o conferencistas en eventos académicos. Difícilmente son objeto de reconocimiento o estímulo actividades más cercanas a la función docente, tales como preparación y publicación de manuales de clase y guías de lectura; buenos resultados de los estudiantes en pruebas de Estado o concursos académicos y reducción de tasas de deserción y repitencia de asignaturas.

El intercambio y sistematización de experiencias pedagógicas entre los profesores de un programa es un excelente medio para propiciar la reflexión sobre el quehacer de los docentes y para identificar de manera colegiada las necesidades de formación y actualización más sensibles para el cuerpo de profesores. El aprendizaje entre pares opera

<sup>3</sup>En el bienio 2002-2004 la Decanatura y Vicedecanatura Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia fueron ejercidas por los profesores Jaime Salazar Contreras y Julio César Cañón Rodríguez, autores de este artículo, e integrantes del grupo de investigación –EDUCING.

de manera eficaz para promover intercambio de experiencia entre profesores de distintas generaciones, de tal manera que los problemas centrales de la docencia pueden abordarse apelando al saber acumulado en quienes han convivido con ellos y aportado soluciones que la mayor parte de las veces permanecen inéditas, produciendo la equívoca sensación de ausencia de propuestas pedagógicas. Los elementos básicos para un proyecto de mejoramiento de la calidad de la docencia en una institución incluyen:

- Un proyecto institucional que vincule la calidad de la docencia a la calidad global de los programas curriculares.
- Un plan de desarrollo que incluya los proyectos, recursos, responsables y controles para adelantar las actividades de mejoramiento de la docencia incluidas en el proyecto institucional e incorporado a una propuesta cultural basada en la evaluación y el seguimiento de resultados.
- Una propuesta pedagógica alineada con las declaraciones misionales de la institución y construida a partir de las consideraciones sobre recursos realmente disponibles.
- Un modelo de gestión que favorezca y garantice el flujo y sistematización de experiencias pedagógicas.

La variedad de profesiones y disciplinas que participan en el proceso de formación de los ingenieros es un indicador de la complejidad del proceso educativo de estos profesionales y debería considerarse seriamente en las propuestas de actualización curricular y diseño de estrategias pedagógicas. Si la educación del ingeniero es un proceso de concurrencia multidisciplinaria los proyectos de formación de profesores deben considerar la conveniencia de vincular docentes de todas las áreas que conforman la estructura de los planes de estudio.

El examen de las responsabilidades de los profesores universitarios debe incluir nuevos elementos: las tensiones entre la libertad de cátedra y las presiones del entorno – exigencias del mercado, inestabilidad laboral– en la definición de contenidos y formas de enseñar y de aprender, son un buen ejemplo. Otro, de innegable actualidad, involucra el significado que la formación virtual tiene para los docentes que no dominan los instrumentos tecnológicos ni tienen acceso garantizado a los medios para su utilización.

La consideración de éstas y otras variables inéditas debe incluirse en el análisis de los escenarios de formación de profesores universitarios. Es importante tratar de cerrar la brecha y mejorar la comprensión entre la educación superior y los sectores vinculados a la producción, aprovechando de esa manera el conocimiento y la experiencia presentes en el entorno. La preocupación por los estudiantes que llegan a los programas de ingeniería hace parte de la responsabilidad social del docente y debe extenderse a la formulación de propuestas para mejorar las relaciones con la escuela básica y la educación media.

Docentes de sólida preparación pedagógica, inscrita en una amplia cultura y conocimiento del entorno socioeconómico, podrán contribuir al objetivo de formar individuos capaces de aprender por sí solos y de insertarse en el escenario mundial sin perder de vista su compromiso con las necesidades y carencias de la sociedad.

## Ingeniería y sociedad

Las relaciones entre los desarrollos curriculares en los diferentes niveles o ciclos de formación —técnica, tecnológica y de ingeniería— y las necesidades de la sociedad, se hacen cada vez más complejas y exigentes. Un problema de difícil solución para las facultades de ingeniería ha sido el diseño y desarrollo de propuestas curriculares que favorezcan el acercamiento entre las necesidades del sector productivo y los fines de las profesiones y disciplinas que conforman las ofertas educativas. Las prioridades, objetivos e intereses de las instituciones responsables de la educación de ingenieros no coinciden, o al menos no lo hacen con la oportunidad y pertinencia deseables, con las demandas del entorno, generando de esta forma una brecha cuya magnitud y características están determinadas por la ponderación que los programas de educación en ingeniería hacen de sus compromisos con el conocimiento y sus responsabilidades con el desarrollo de la sociedad. La reducción de la brecha entre los propósitos académicos y los problemas de desarrollo del entorno debe constituir un objetivo estratégico considerado en el diseño y la gestión curricular.

La ingeniería es el principal canal de difusión social de los avances y logros de la ciencia y la tecnología, en un contexto local delineado por decisiones políticas, restricciones económicas, exigencias culturales y presiones sociales definidas, entre otros factores, por el nivel general del sistema educativo, los intereses de los gobiernos, las determinaciones de los grupos de presión y las condiciones generales de vida de la sociedad. Por esta razón, las propuestas de normalización de los fundamentos curriculares para la formación de ingenieros basadas en los estándares de países y sociedades con altos grados de desarrollo deben tener en cuenta que la ingeniería de países como el nuestro enfrenta el doble compromiso de atender las exigencias de la competencia mundial, simultáneamente, con las demandas de atención de los problemas materiales básicos de las sociedades nacionales.

Una visión separada de estas dos responsabilidades contribuye a ahondar las brechas en detrimento de las sociedades más vulnerables de la región (Cañón, 2010).

A finales del año 2009 el 46% de la población colombiana estaba en condición de pobreza, mientras que el 18% estaba en condición de indigencia (según datos del Banco Mundial en el 2011 este indicador bajó dos puntos porcentuales), con tasas de crecimiento mayores en las zonas rurales y con problemas de desnutrición que pueden con-

siderarse alarmantes<sup>4</sup>. Estas cifras muestran un interesante contraste con el aumento significativo en el número de programas de ingeniería existentes en Colombia en un

período de doce años, contraste que parece sugerir una baja correlación entre la expansión académica y la solución de los problemas sociales.

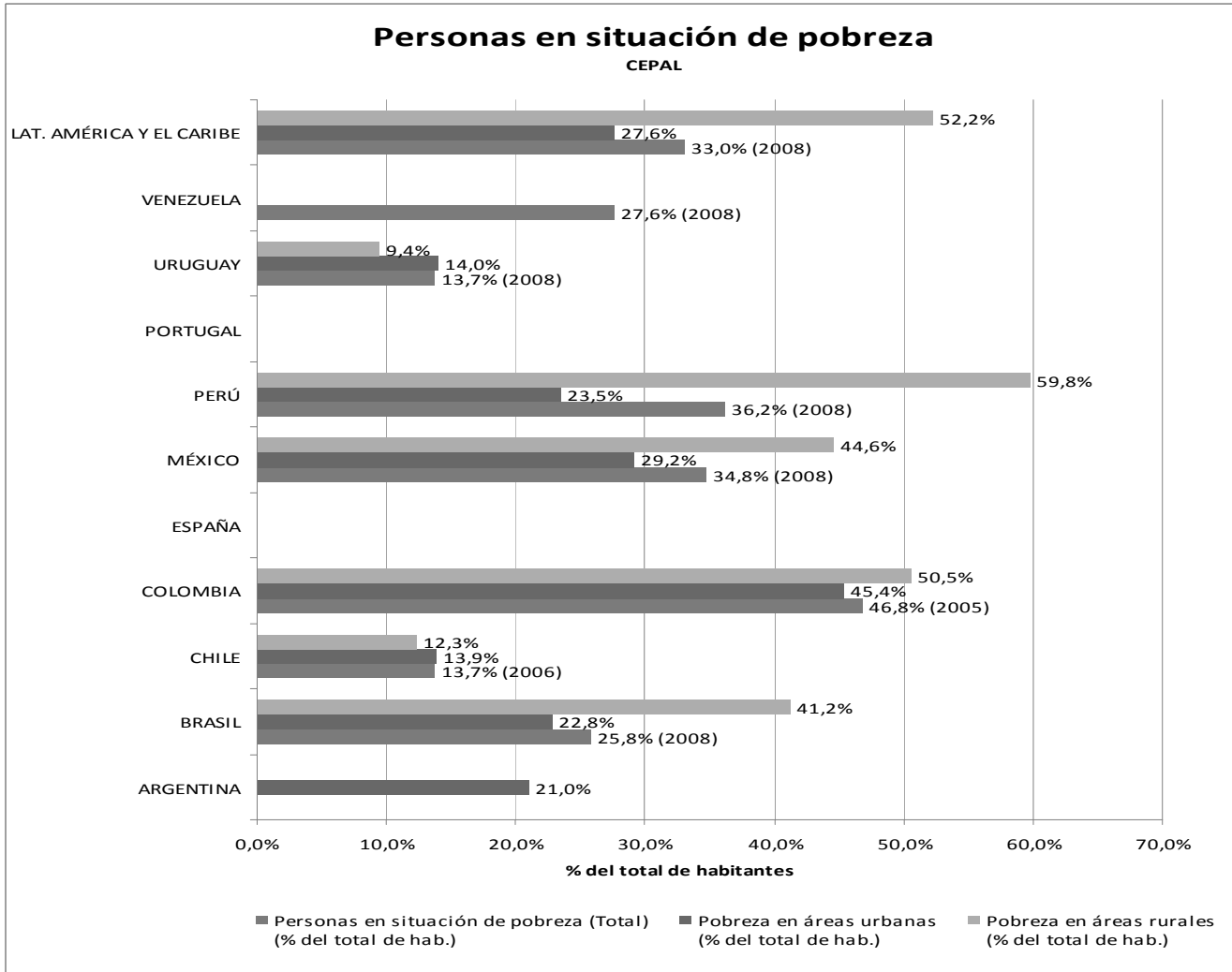


Figura 1. Distribución de la pobreza en América Latina. Fuente: Cepal (2010)

Atender los problemas regionales y reducir la inequidad en el desarrollo se convierten en retos para nuestros ingenieros. La dotación de vivienda digna, el acceso a servicios públicos de calidad, la participación en el desarrollo sostenible y la posibilidad de beneficiarse del progreso científico y tecnológico son, entre otras, aspiraciones sociales que demandan la construcción de nuevos escenarios donde la eficiencia y la equidad aseguren una distribución más equitativa de la riqueza. De aquí la necesidad de observar en qué medida las políticas y dinámicas de

las facultades de ingeniería se articulan con las demandas particulares de cada región y de qué manera se concilian los intereses de la academia con las expectativas de la sociedad.

Las propuestas curriculares evolucionan incorporando conceptos como la flexibilidad, entendida como el proceso que permite a los estudiantes transitar por los planes de estudio, consolidando su capacidad de formación autónoma, seleccionando sus áreas de interés, imprimiendo individualmente a su avance el ritmo y la profundidad deseados. La flexibilidad de los programas facilita la movilidad estudiantil entre las diferentes instituciones nacionales e internacionales de educación superior, entre diferentes programas y niveles de formación, y promueve la articulación entre la formación y el mundo laboral. Estos atributos no deben soslayar el hecho de que el desarrollo de la sociedad es la más significativa responsabilidad de los ingenieros y por esa razón, sin perjuicio de animar la

<sup>4</sup>Para acceso a información sobre estas áreas estratégicas pueden consultarse la Encuesta Nacional Demográfica y Salud 2005 de Pro-familia (Entidad privada sin ánimo de lucro) y ENSIN (Encuesta de la Situación Nutricional de la Población Colombiana) 2005. [http://nutrinet.org/index.php?option=com\\_remository&Itemid=110&func=fileinfo&id=385](http://nutrinet.org/index.php?option=com_remository&Itemid=110&func=fileinfo&id=385).

movilidad y la internacionalización como importantes referentes, los programas de educación en ingeniería —en todos sus niveles y modalidades— deben asegurar en 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 respectivo.

El distanciamiento entre los énfasis y las áreas de interés académico, y las demandas de la sociedad, puede acentuarse (A), o reducirse (B), de acuerdo con la evolución de los compromisos misionales de instituciones y programas, y su reconocimiento de la importancia de participar activamente, desde la misma concepción curricular, en el desarrollo del entorno, como se ilustra en la figura 3.

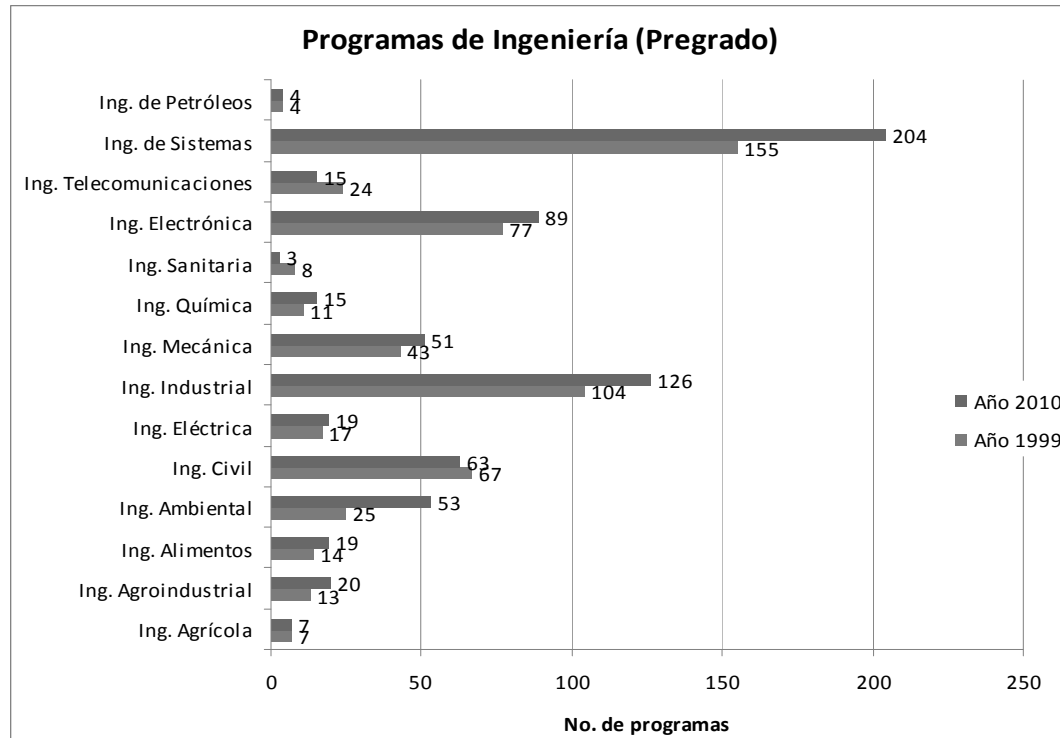


Figura 2. Programas de ingeniería en Colombia relacionados con las áreas estratégicas. Fuente: Acofi (2010), versión preliminar.

## La brecha: relaciones entre los programas curriculares y las necesidades sociales

Los ritmos, prioridades e intereses de los programas no coinciden con las demandas y urgencias sociales, generando de esta forma una brecha cuya magnitud y complejidad están influenciadas por la ponderación que los programas de ingeniería hacen de sus compromisos con el conocimiento y de su responsabilidad con el desarrollo de la sociedad.

La relación de las propuestas curriculares en ingeniería con las expectativas de la sociedad no siempre es adecuada, razón por la cual la apreciación de la magnitud y comportamiento de la brecha entre la dinámica académica y la evolución de necesidades y expectativas sociales, requiere que los programas de ingeniería reconozcan, identifiquen y caractericen las distancias entre sus competencias académicas centrales y los factores claves de desarrollo social.

En los actuales esquemas curriculares poco se trabaja en la identificación de problemas reales complejos, y en particular, de aquellos relacionados con el bienestar social de las comunidades. Bunge (1980) anota que dicho bienestar se manifiesta en cuatro aspectos: el biológico, representado en mejor condición de salud física y emocional; el económico, visible en el crecimiento con equidad social y desarrollo sostenible; el político, identificado en el ejercicio de la libertad y el cumplimiento de los derechos humanos y políticos; y el cultural, reflejado en la educación y la calidad de vida. Ninguno de ellos por sí solo es suficiente, se requiere la interacción de todos para construir una propuesta social sustentable de bienestar.

El distanciamiento entre los énfasis y las áreas de interés académico, y las demandas de la sociedad, puede acentuarse (A), o reducirse (B), de acuerdo con la evolución de los compromisos misionales de instituciones y programas, y su reconocimiento de la importancia de participar activamente, desde la misma concepción curricular, en el desarrollo del entorno, como se ilustra en la figura 3.

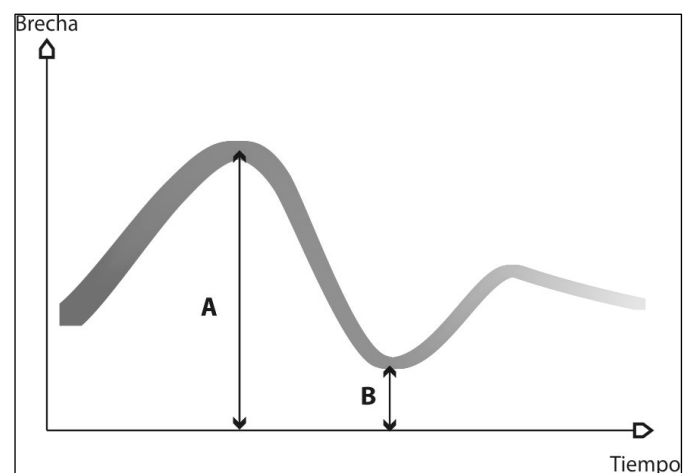


Figura 3. La brecha entre los propósitos académicos y las necesidades sociales tiene un carácter dinámico y complejo. Fuente: Autores (2011)

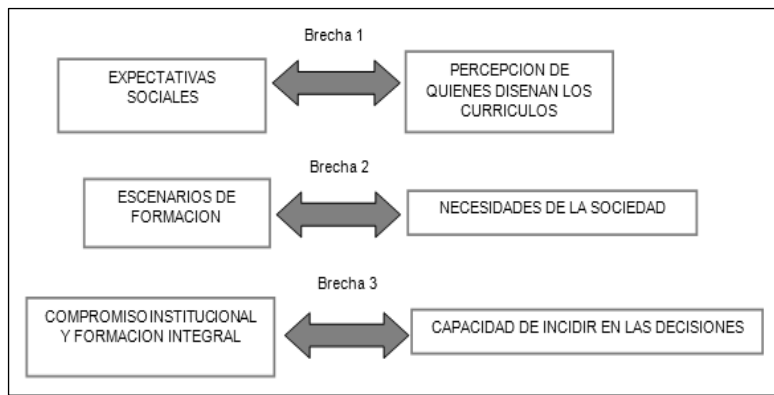


Figura 4. La brecha entre las estrategias curriculares y las demandas del entorno. Fuente: Autores (2011)

Un coadyuvante en la ampliación de la brecha deriva de los escenarios de formación circunscritos en buena parte a las aulas y alejados de la realidad del contexto regional (figura 4). Es necesario reorientar la mirada de la formación de ingenieros en busca de espacios que familiaricen a los estudiantes con su futuro desempeño por medio del trabajo interdisciplinario y el abordaje de problemas reales del entorno.

Se requieren propuestas curriculares que permitan a estudiantes y profesores aprender a tomar decisiones responsables, comprender el ejercicio de la ciudadanía como un acto político desde el que se identifican las causas y se prevén las consecuencias de las acciones. Es necesario ser sensible ante las necesidades de la humanidad y respetuoso de la diversidad cultural. El compromiso de las facultades de ingeniería no consiste solamente en la formación de recursos profesionales competentes; incluye la orientación de ciudadanos responsables, capaces de participar en la identificación de los problemas básicos de las comunidades de su entorno y en el planteamiento de soluciones plausibles, inscritas en un riguroso e innegociable marco ético.

### El papel de la docencia

La responsabilidad de proponer, discutir, evaluar y materializar las propuestas de transformación curricular necesarias para acercar los propósitos institucionales plasmados en los diseños curriculares a la identificación y caracterización de las expectativas del entorno involucra prácticamente a todos los actores con intereses en la educación superior. Las políticas públicas, las decisiones sobre asignación de recursos, el reconocimiento y respaldo social al trabajo de la universidad, los planes de desarrollo y los proyectos educativos institucionales, y los criterios de selección, vinculación y evaluación de profesores son, entre otros, algunos de los factores coadyuvan-

tes en la preparación y desarrollo del giro que se impone en la dirección de la educación de los ingenieros en Colombia.

Los profesores deben ser preparados y orientados para entender, asimilar y promover los compromisos curriculares y pedagógicos derivados de la transformación necesaria para adecuar los esfuerzos de formación a las necesidades y expectativas sociales de desarrollo.

Es necesaria la formación de profesores de ingeniería dispuestos a trabajar con sus estudiantes en la identificación y análisis de problemas reales para convertirlos en temas de proyectos educativos de interés comunitario que contribuyan efectivamente a articular las estructuras curriculares y los compromisos misionales de las universidades con los problemas del entorno, a desarrollar la capacidad de gestión a los fines de aprovechar el conocimiento y la experiencia disponibles en la sociedad, a utilizar las ventajas de la tecnología para mejorar la calidad de vida del conjunto social. De esta forma, mediante la implementación, desarrollo y evaluación permanente de actividades orientadoras —señales en la vía del continuo de formación— podrá promoverse la autonomía en el aprendizaje, uno de los supuestos básicos de la revolución copernicana que situó en el estudiante la responsabilidad del aprendizaje y en el profesor el compromiso de orientar y acompañar el cumplimiento de esa responsabilidad (figura 5).

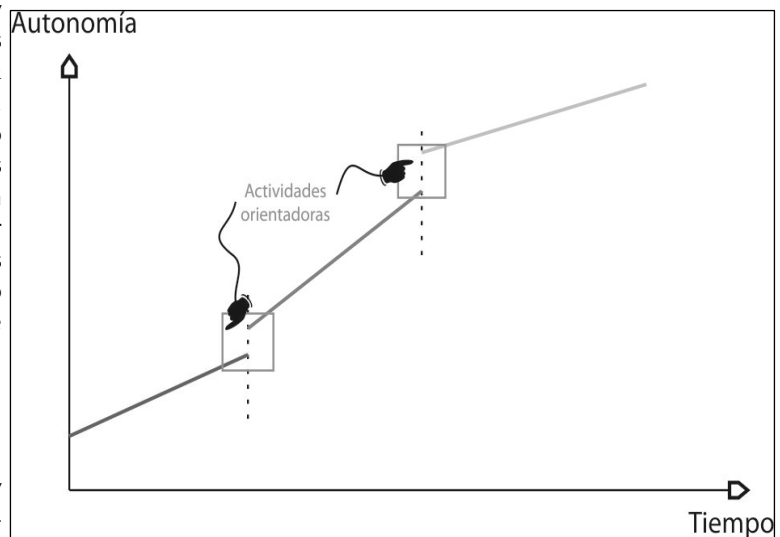


Figura 5. El profesor acompaña y orienta el crecimiento de la autonomía en el aprendizaje. Fuente: Autores (2011)

El giro propuesto requiere superar las prácticas de docencia repetitiva mediante propuestas en las que las actividades de docencia, investigación y proyección social de los programas se aborden de forma integral, con la finalidad de favorecer el dominio del saber, del saber hacer, del ser y del convivir, y permitir la aproximación entre la práctica

instrumental y la práctica reflexiva.

Los atributos y características docentes mencionadas tienen efecto sobre los tres momentos del compromiso de los profesores de ingeniería<sup>5</sup>. Una de las más profundas transformaciones requeridas para acercar las decisiones curriculares a las condiciones del entorno está relacionada con la ampliación del ámbito de ejercicio de la docencia. El profesor debe superar los estrechos límites del marco de las asignaturas a su cargo, vencer las restricciones impuestas por la especialización disciplinar y extender su compromiso e intereses hasta identificarse como profesor con intereses en el programa y en sus conexiones con otras profesiones y disciplinas.

El docente debe incorporar a sus estrategias de formación la promoción de un ambiente interdisciplinario que favorezca el intercambio de experiencias y saberes, así como la aproximación temprana a las exigencias del trabajo profesional mediante la promoción del aprendizaje autónomo basado en el estudio de casos reales. Esta decisión, por supuesto, no debe ser una respuesta aislada o un compromiso coyuntural de algunas instituciones. Se requiere que las iniciativas adoptadas para reducir las brechas entre la autonomía académica y la dinámica social se generalicen hasta alcanzar las dimensiones necesarias para impactar de manera verificable el desempeño de los profesores al servicio de todos los programas de ingeniería en Colombia.

Las políticas institucionales, expresadas no sólo en sus declaraciones misionales, sino, principalmente, en sus proyectos educativos y sus planes de desarrollo, deben garantizar el contacto permanente de estudiantes y profesores con escenarios reales (Escudero, 2004), fuentes de conocimiento de las condiciones del entorno por medio de apoyo efectivo a prácticas de campo, actividades extramurales, proyectos de impacto social e investigaciones básicas sobre problemas locales. Las opciones de apoyo en la virtualidad, si bien son herramientas poderosas dentro de los procesos de formación de ingenieros, no deben sustituir las experiencias provenientes de los escenarios del mundo real donde se ejercen las acciones de la profesión. Es fundamental que la sociedad, el Gobierno, las instituciones y los actores del proceso educativo de los ingenieros reconozcan que si se desea propiciar el acercamiento de las actividades del aula con el mundo real es imperativo aceptar los problemas del mundo real como insumos de aprendizaje en el aula.

Los profesores de los programas de ingeniería, mediante el ejercicio de la docencia, son los protagonistas de la materialización de cualquier propuesta de giro en el currículo y solamente gracias a su intervención debidamente orientada y acompañada institucionalmente puede alcanzarse gradualmente la sintonía entre el ritmo, las prioridades, los propósitos y las metas de las propuestas curriculares de programas de ingeniería y las necesidades y expec-

tativas del entorno social. La efectividad de la contribución de los profesores en el proceso de identificación, caracterización y reducción de las brechas, y la orientación del giro requerido por la educación de los ingenieros, depende del grado de preparación y acompañamiento institucional permanente que reciban.

## El papel de los profesores en la construcción de la calidad

Las instituciones y programas de educación superior incluyen invariablemente la calidad en un lugar privilegiado de sus declaraciones misionales. A los profesores corresponde la responsabilidad de materializar esas manifestaciones de calidad nominal para que su efecto se perciba a diario en las aulas. La calidad de las ofertas curriculares no debe establecerse utilizando acríticamente estrategias, instrumentos e indicadores usualmente empleados en otros sectores. Las mediciones de eficiencia financiera o los socorridos indicadores de cobertura o incremento del número de graduados no son representaciones confiables del desempeño de una institución educativa. 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 piezas claves de la arquitectura de la calidad de una institución de educación superior.

El concepto de calidad se aborda en el ámbito educativo desde perspectivas que incluyen: calidad basada en la proximidad del desempeño con relación a un modelo idealizado, calidad como expresión del apego de las acciones institucionales a sus declaraciones misionales, y calidad como percepción del aprecio social del valor agregado a los actores del proceso educativo.

La primera perspectiva está basada en la existencia de un modelo idealizado de institución y acepta como evidencia de calidad la proximidad con ese modelo, alentando de paso la conformación de escalafones y el uso del reconocimiento oficial como factor de diferenciación. La segunda aproximación acepta como significado de calidad la obtención de resultados alineados con los compromisos misionales y a los objetivos propuestos en planes y proyectos educativos específicos, individualizando los resultados y dificultando las comparaciones. Por su parte la tercera concepción, al considerar el valor agregado a los actores, define la calidad de instituciones y programas en función del impacto de su acción educativa, tanto en el nivel de conocimiento y el desarrollo personal alcanzado por los estudiantes, como en la capacidad pedagógica y el nivel de productividad académica de sus docentes y el desempeño profesional de los egresados.

Al margen del modelo empleado para apreciar la calidad



de la educación ofrecida, es importante reconocer que si bien la aplicación de normas de aseguramiento de la calidad en la educación puede contribuir al desarrollo y mejoramiento de la gestión en las instituciones y programas, es esencial promover la discusión colegiada de los proyectos educativos en escenarios que privilegien y respeten la participación de profesores y estudiantes.

Los ejercicios de acreditación son oportunidades excepcionales para la evaluación. Las acciones objetivamente verificables adelantadas por un programa durante un período de observación pueden clasificarse en los tres componentes de mejoramiento ilustrados en la figura 6:

-Acciones adelantadas directamente en acatamiento de los compromisos adquiridos como resultado de recomendaciones o imposiciones externas (segmento A).

-Acciones resultantes de la adaptación de iniciativas derivadas de la observación del desempeño de otras instituciones de naturaleza semejante (segmento B).

-Acciones de origen autónomo con las cuales las instituciones educativas demuestran su grado de madurez para el ejercicio de sus responsabilidades curriculares (segmento C).

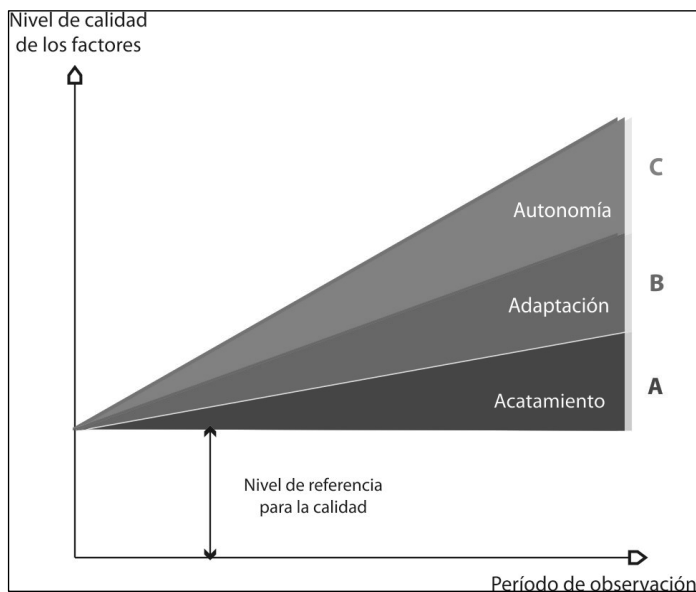


Figura 6. La combinación de decisiones y acciones de mejoramiento permite valorar el efecto y los impactos diferenciados de los procesos de acreditación en la cultura institucional.

### La docencia en los compromisos de mejoramiento

A lo largo del proceso formativo los profesores deben promover en sus estudiantes actitudes favorables al descubrimiento y la verificación, para lo cual, desde luego, deben contar con un clima institucional que reconozca e incentive esas actitudes. Equipos de trabajo, intergeneracio-

nales e interdisciplinarios, deben acentuarse como prácticas habituales del quehacer académico. Es preciso preparar a los profesores para asumir las nuevas responsabilidades que demanda el modelo de aprendizaje centrado en el trabajo del estudiante.

La desproporción existente entre la capacidad profesional, el saber de la especialidad y la formación pedagógica necesaria para orientar adecuadamente el proceso de aprendizaje, constituye la expresión más palpable de las deficiencias atribuidas a los profesores en los programas de educación superior y es, por lo general, el objeto de las estrategias institucionales dirigidas a mejorar la docencia en ese nivel educativo. Por estas razones, de gran significado estratégico para la calidad, los planes de mejoramiento de los programas de educación superior deben incluir en lugar privilegiado políticas, estrategias e instrumentos para la formación y actualización docente, orientados a mejorar la componente pedagógica, a facilitar el uso de nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje y a facilitar el flujo de la comunicación entre estudiantes y profesores, como requisito de un modelo de formación integral comprometido con las expectativas de la sociedad.

La prestancia y reconocimiento científico, profesional y académicos de los profesores al servicio de los programas son atributos que generan importantes volúmenes de confianza en la calidad de los programas durante la evaluación (tanto interna como externa) que acompaña a los procesos de acreditación. La permanencia en el tiempo de la planta de profesores coadyuva a la estabilidad y madurez de los programas y constituye un importante activo dentro de sus propósitos de mejoramiento y desarrollo. En estas condiciones la existencia de políticas sostenidas de selección, formación y evaluación integral del trabajo de los profesores resulta determinante para propiciar un clima adecuado al cumplimiento de los compromisos misionales.

### Microzonificación normativa: evaluación de la calidad real en el aula

Los planteamientos sobre la calidad de la educación de quienes diseñan las normas y promueven las reformas no coinciden, en general, con la percepción que sobre el mismo concepto tienen los responsables de desarrollar a diario las acciones educativas. Las declaraciones acerca de las condiciones de la educación difieren esencialmente por el enfoque dominante en la valoración de los factores de calidad, pues mientras que la obsesión por la cobertura y los indicadores orienta las políticas públicas y anima los esfuerzos institucionales en los niveles directivos, la preocupación real por el mejoramiento, la calidad sustentable y la pertinencia social de las ofertas curriculares generalmente ocupa en sus agendas un puesto modesto, si es que ocupa alguno.

El nivel de la calidad enunciada como atributo general de un programa o una institución de educación superior, puede diferir de las características y condiciones reales del trabajo cotidiano en las unidades académicas, los planes de estudio, las asignaturas y las actividades en las aulas. Las características de calidad en su recorrido entre el reconocimiento externo y el encuentro cotidiano de profesores y estudiantes en las aulas pueden sufrir pérdidas que incluso podrían conducir a encontrar condiciones que no satisfacen siquiera los niveles mínimos establecidos en los estándares oficiales (Cañón, 2033) (figura 7).

La confianza de la sociedad en la idoneidad de las ofertas de educación superior se basa en los reconocimientos institucionales de la calidad de los programas, pero debe salvaguardarse, evitando que eventuales deficiencias en los sitios reales de formación introduzcan en las relaciones con los jóvenes estudiantes y sus familias un indeseable riesgo moral. Cambios en factores especialmente sensibles pueden modificar la calidad real de una oferta curricular. La prestancia y reconocimiento científico, profesional y académico de los profesores al servicio de los programas son atributos que generan importantes volúmenes de confianza en la calidad de los programas, de tal manera que la modificación de la nómina docente como consecuencia de los inevitables procesos de relevo generacional o de la inestabilidad introducida por la flexibilización de las condiciones laborales pueden tener, en plazos relativamente breves, importante incidencia negativa en la calidad real de las actividades del programa. Una evolución semejante se espera de factores como los espacios físicos, las instalaciones y dotaciones de recursos bibliográficos, laboratorios y salas de informática. El deterioro y la obsolescencia afectan con rapidez a estos elementos, con los efectos negativos que son de esperar en la calidad de las actividades diarias en las aulas. El deterioro concentrado de la calidad como resultado de estas variaciones se refleja en el rápido descenso de los niveles.

En estas condiciones la existencia de un plan de relevo generacional de la planta docente, apoyado en políticas sostenidas de selección, formación permanente y evaluación integral del trabajo de los profesores, o un programa de identificación de fallas, mantenimiento y actualización de recursos, equipos y dotaciones, que puedan ser evaluados en forma permanente por los actores del proceso formativo, son tan importantes para propiciar un clima adecuado para el aprendizaje como la constatación puntual de las condiciones de los recursos de un programa. La incorporación de la evaluación y el mejoramiento a todas las actividades curriculares de las instituciones de educación superior y sus programas es un proceso lento y laborioso, y justamente por eso es importante apropiarlo

como una práctica habitual en las aulas, fuertemente vinculado a las responsabilidades docentes de planeación, preparación y evaluación, y a los compromisos de formación autónoma que adquieren los estudiantes al ingresar a las instituciones de educación superior.

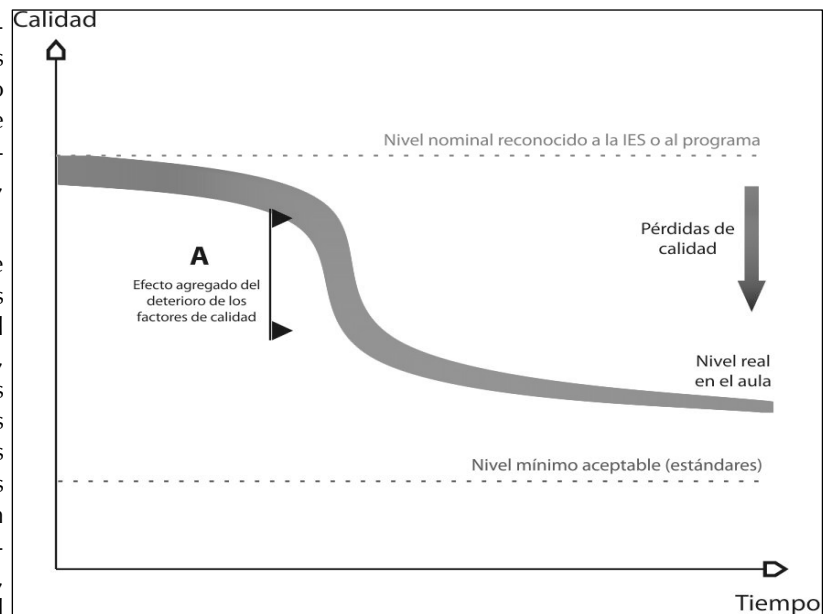


Figura 7. Las pérdidas en el flujo de la calidad

En las aulas se encuentra el código genético del ejercicio profesional y de las responsabilidades ciudadanas y, por esa razón en ellas debe procederse con extrema exigencia en relación con los diferentes factores de calidad del proceso formativo. En el escenario del encuentro de profesores y estudiantes alrededor del aprendizaje están todos los elementos necesarios para evaluar permanentemente los factores y características que conforman el cuadro de calidad.

El diseño, aplicación y evaluación de ejercicios de microzonificación normativa, entendida como el conjunto de estrategias, acciones e instrumentos diseñados, aplicados y evaluados para verificar en las aulas la satisfacción de los factores de calidad de los programas constituyen un fuerte incentivo para la participación de profesores y estudiantes en los procesos de autoevaluación y mejoramiento (CNA, 2003). Además, provee una excelente oportunidad de contrastar dos enfoques: el estacionario o euleriano, que caracteriza los ejercicios de evaluación que se realizan periódicamente para obtener una imagen localizada y sincrónica, resultante de la observación puntual; y el dinámico o lagrangiano, más cercano a un proceso de evaluación permanente, extendida y diacrónica, por medio del cual es posible construir una imagen de la calidad en movimiento.

Este contraste entre los dos modos de evaluación resulta muy útil cuando se valoran las diferencias entre la percepción de calidad de un programa por parte de quienes

realizan su evaluación externa en un momento específico y unas circunstancias particulares; y la experiencia de quienes desarrollan a diario las actividades formativas en las aulas.

La transformación profunda que se precisa en la docencia en ingeniería con la finalidad de atender competentemente el compromiso de educación para el desarrollo incluye la conversión de los profesores, desde sus nichos especializados hacia escenarios de actuación conjunta, interdisciplinaria y con intereses en el conjunto del programa. Los profesores de ingeniería deben ser protagonistas de primera línea en la orientación curricular y con sus iniciativas y propuestas de acción convertirse en fuentes de vitalidad en las aulas.

## Referencias

- Albéniz, V., Cañón, J., Salazar, J., Silva, E., Tres momentos del compromiso docente en Ingeniería., Análisis crítico de la experiencia colombiana, EDUCING (ed), Bogotá, ARFO Ltda., 2007.
- Albéniz, V., Cañón, J., Salazar, J., Silva, E., Evolución en los tres momentos de la docencia en Ingeniería., EDUCING (ed.), Bogotá, ARFO Ltda., 2009. 104 p.
- Bunge, M., Ciencia y Desarrollo., Siglo Veinte (ed.), Buenos Aires, 1980.
- Cañón, J.C., Estándares de Calidad: sus efectos en las aulas. Un ejercicio de microzonificación normativa., Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia (ed.), Bogotá, 2003.
- Cañón, J.C., Enseñanza de Ingeniería en Iberoamérica: Un compromiso con el desarrollo de la Región., ASIBEI (ed.), Bogotá, ARFO Ltda., 2010.
- CNA (Consejo Nacional de Acreditación)., Lineamientos para la acreditación de programas., Bogotá, 2003.
- Escudero, J.,. El espacio europeo de Educación Superior: Una crítica desde las controversias en torno a la calidad de la educación., Universidad de Murcia (ed.), 2004.
- McKinnon, C.R., Walker, S.S., Davis, D., Benchmarking en el sistema universitario., Departamento de Educación, Entrenamiento y Asuntos de la Juventud de Australia, Camberra, 1999. Traducción de UNIBIBLOS, Universidad Nacional de Colombia (ed.), Bogotá, 2003.
- ABET., Self-study questionnaire., Engineering Accreditation Commission (ed.), 2009.
- Saffort, F., El ideal de lo práctico: El desafío de formar una élite técnica y empresarial en Colombia., 1976.