

# REFLEXIONES SOBRE CÓMO SE ESTÁ DANDO LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EN MÉXICO

**MARIO IGNACIO GÓMEZ MEJÍA**

**MAESTRO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAS**



M É X I C O





**Trabajo de Ingreso:**  
**REFLEXIONES SOBRE CÓMO SE ESTÁ  
DANDO LA EDUCACIÓN EN  
INGENIERÍA EN MÉXICO**

**ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL**

**MARIO IGNACIO GÓMEZ MEJÍA**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAS**  
**ACADÉMICO TITULAR**  
**ACADEMIA DE INGENIERÍA, A.C.**

**Referencia: A.I.|27/jun/2013|T1017**

**Mérida, Yucatán**

**27 de junio de 2013**



Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería

**Comité Ejecutivo 2014**

**Presidencia**

Ing. Carlos H. Savio, Universidad Nacional de Catamarca. Presidente CONFEDI, Argentina.

**Past- President**

Ing. Ramón Blasco, Universidad de Santiago de Chile. CONDEFI, Chile.

**Vicepresidencia**

Dra. María Angélica Barba Maggi, Universidad Nacional de Chimborazo. Presidente ASECEI, Ecuador.

**Secretaría Ejecutiva**

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

**Vocalía**

Asociación Brasileira de Enseñanza de la Ingeniería, ABENGE.  
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI.  
Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería, ASECEI.  
Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI, México.  
Consejo Decanos Facultades de Ingeniería, CONDEFI, Chile.  
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, CONFEDI, Argentina.  
Consejo Nacional de Facultades de Ingeniería del Perú, CONAFIP.  
Núcleo de Decanos de Ingeniería de Venezuela.  
Instituto Superior de Ingeniería de Lisboa, ISEL, Portugal.  
Instituto Politécnico de Setúbal, IPS, Portugal.  
Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, LACCEI.  
Universidad Politécnica de Madrid, UPM, España.  
Universidad de Casilla La Mancha, UCLM, España.  
Universidad ORT, Uruguay.  
Universidad Católica del Uruguay.  
Universidad de la República, Uruguay.  
Universidad de Montevideo, Uruguay.  
Universidad Católica de Asunción, Paraguay.  
Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

ISBN: 978-958-99255-7-7

1ª. Edición 2014

Diagramación

Arfo Editores e Impresores Ltda.

Cra. 15 No. 54-32 • Teléfonos 2494753 - 2494992

e-mail: [casaeditorial@teb.net.co](mailto:casaeditorial@teb.net.co) • Bogotá, D.C.

## CONTENIDO

	Página
Presentación . . . . .	4
Resumen ejecutivo . . . . .	6
1. Introducción . . . . .	4
2. Concepciones básicas en las tendencias actuales en la educación superior . . . . .	11
3. Las corrientes de la educación en ingeniería en México . . . . .	17
4. Situación de la educación en ingeniería . . . . .	24
5. Conclusiones. . . . .	48
6. Recomendaciones . . . . .	52
7. Referencias. . . . .	55
8. Bibliografía . . . . .	57

## PRESENTACIÓN

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería –ASIBEI, consciente de la importancia que representa el difundir los temas relacionados con uno de sus objetivos misionales, es decir, con la educación en ingeniería, desea compartir con sus socios y la comunidad académica de la ingeniería iberoamericana, esta publicación que se ha titulado ***“Reflexiones sobre cómo se está dando la educación en ingeniería en México”***, la cual es el resultado de un trabajo que se preparó cuidadosamente para optar al ingreso a la Academia de Ingeniería de México, en junio de 2013, por parte del Ingeniero Civil Mario Gómez Mejía, profesor quien durante trece años fungió como Secretario Ejecutivo de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI, México.

El profesor Gómez Mejía, es ingeniero civil con un posgrado en ingeniería estructural, su labor académica la desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán en México, de la que fue decano durante ocho años; durante su vida académica y profesional ha recibido numerosas distinciones, como lo es el Premio Estatal de Ingeniería Civil en Yucatán, presidente regional de la Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción (ANALISEC), y de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE); miembro del Comité Ejecutivo de la Federación Internacional de Sociedades de Educación en Ingeniería (IFEES por sus siglas en inglés), habiendo sido Vicepresidente para las Américas en ese mismo Comité. Igualmente, desde la constitución de la ASIBEI, ha sido activo protagonista y formó parte del Comité Ejecutivo en representación de la ANFEI.

La publicación nos presenta una mirada a las tendencias actuales de la educación superior, para luego darnos una visión de cómo se ha venido dando la educación y formación en ingeniería en México, basados en la vasta y reconocida experiencia nacional e internacional que el Ingeniero Gómez Mejía tiene sobre el particular.

La temática expuesta nos da paso a recordar a Vitruvius, ingeniero militar durante el imperio de Julio César en el siglo I A.C., quien de manera visionaria expresaba:

“El ingeniero debe ser un hombre de letras para mantener registro de precedentes útiles(...), un dibujante habilidoso quien puede representar los efectos deseados con dibujos a color(...), un matemático que pueda utilizar la regla y el compás, puede distribuir trabajos, utilizar la óptica para considerar el efecto de la luz y utiliza la aritmética para adicionar costos(...), un historiador para narrar eventos pasados; ...

... un diligente estudiante de la filosofía para que sea de mente abierta, sin arrogancia, imparcial, sin avaricia(...). Además debe entender los principios de la naturaleza y del flujo del agua, sin ignorar la medicina para trabajos de suministro de agua y drenajes(...); aprender de leyes para contratos especificaciones y pleitos(...) y finalmente estar familiarizado con cálculos de astronomía”.

Finalmente señala :“El conocimiento es hijo de la teoría y de la práctica [...] y quienes han querido adquirir capacidades prácticas sin estudio teórico nunca han alcanzado autoridad a pesar de sus esfuerzos, mientras que quienes confiaron sólo en la teoría terminaron por perseguir sombras o ilusiones, no cosas tangibles. En cambio los que buscaron el dominio tanto de la teoría como de la práctica, alcanzaron pronto su objetivo y han logrado autoridad reconocida”.

Es posible, que todavía estemos buscando al ingeniero de Vitruvius.

Agradecemos a la Academia de Ingeniería de México, el haber autorizado esta publicación y al Ingeniero Mario Gómez Mejía por habernos, generosamente compartido su conocimiento y experiencia en este tema de vital importancia para la formación de los futuros ingenieros de Iberoamérica y, pensando siempre que ellos contribuirán en nuestras sociedades a disminuir la brecha y las inequidades entre nuestras naciones.

**ING. JAIME SALAZAR CONTRERAS**

Secretario Ejecutivo

ASIBEI

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Ante las fuertes inquietudes que se han manifestado en la Academia de Ingeniería con relación al estado del arte y la prospectiva de la ingeniería en México, se considera pertinente este trabajo en el que se presenta información sobre lo que está sucediendo en la educación en ingeniería, pero en esta ocasión, fuera del manejo de datos estadísticos, de los que de alguna manera ya se tienen muy buenos referentes, se hace una reflexión sobre lo que se ha podido recoger en el seno de las instituciones educativas, a través de los distintos foros que ha organizado en los últimos años la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI), en manos de quienes en un alto porcentaje está el logro de ese tan ansiado desarrollo de la ingeniería mexicana; de las experiencias obtenidas por el autor durante su vida académica como profesor y directivo en el campo de la educación en ingeniería y su interacción directa con instituciones y en foros nacionales e internacionales, relacionadas con este tema.

En este documento se hace un análisis de algunos de los aspectos que se han considerado de trascendencia para lograr el cumplimiento del perfil del ingeniero que se requiere en el país, reflexionando sobre la manera como han sido recibidos y tomados con la seriedad y responsabilidad del caso, por parte de directivos, académicos, administrativos y estudiantes, así como por quienes de

manera indirecta participan o deben participar en este proceso: empleadores, gobiernos y sociedad en general.

Se expone en primer lugar, a manera de antecedente, cómo surge la educación en ingeniería en México. En una segunda sección se presentan algunas de las bases que sustentan las tendencias actuales de la educación superior. Seguidamente se hace un análisis de las diferentes acciones que se han venido dando por parte de los programas educativos de ingeniería y las correspondientes autoridades, buscando en todo momento contar con una educación superior acorde con las tendencias internacionales, y pertinente con las necesidades nacionales. En una cuarta sección se describe cómo se está dando cada uno de los aspectos que se toman en cuenta en la formación del ingeniero y se hace un análisis crítico sobre las dificultades y los resultados que se han podido obtener. Finalmente se presentan conclusiones y propuestas con miras a poder librar esas dificultades.

**Palabras clave:** educación, educación superior, educación en ingeniería, perfil del ingeniero.

## 1. INTRODUCCIÓN

No hay duda que desde 1792, cuando se funda el Real Seminario de Minería, ha existido la preocupación de contar con un perfil del ingeniero, con el que se ha buscado de por siempre lograr un profesional formado para alcanzar algún objetivo de desarrollo que se busca en la sociedad. El programa de estudios, dividido en cuatro años, incluía Matemáticas Superiores, Física, Química, Topografía, Dinámica, Hidráulica, Laboreo de Minas, Lenguas y Dibujo, así como una práctica activa en algún real de minas. (UNAM, 2012), (E. Flores, 2010). De 1792 a 1821 se matricularon 323 alumnos, habiéndose graduado solamente 42 (13 %), con las consecuentes críticas que recibió el sistema. Fausto de Elhuyar, quien fuera el primer director del Real Seminario de Minería, señaló, al respecto, que la educación se iniciaba en el seno de las familias, continuaba en la escuela, proseguía en el trabajo, y la vida entera era insuficiente para cultivar con plenitud las ciencias. Ante la imposibilidad de que los estudios se prolongaran al infinito, introdujo dos cambios sustanciales: por una parte, propuso que los estudios teóricos comprendieran cinco años, por el bajo nivel académico de ingreso de los alumnos, y en segundo término, las prácticas de campo se redujeran a sólo dos años. En general, entre 1792 - 1821, el ciclo educativo, en términos formales, era de siete años. Sin embargo, las condiciones para llevar a cabo los cursos en los plazos fijados no se cumplieron por una serie de problemas de diversa índole, por ejemplo, la infraestructura de la escuela era

inadecuada; el suministro de profesores españoles no se realizó en los plazos señalados y principalmente por el atraso de los alumnos que fueron incapaces de terminar en el tiempo fijado y requirieron hasta nueve años para culminar sus estudios. Nos encontramos por tanto, desde sus inicios, que la educación en ingeniería en México padecía de dos grandes males aún vigentes: la forma en que llegaban los estudiantes a sus estudios profesionales, y la eficiencia terminal.

A pesar de todo lo anterior, el Real Seminario de Minería fue reconocido como “una de las instituciones de mayor valía en mundo científico”, como en su momento declaró el mismo Alexander Von Humboldt.

De 1792 a nuestros días, después de más de 220 años, mucho ha cambiado en cuanto a la concepción de la educación superior y en particular de la ingeniería, del principio original que fue el formar ingenieros capaces de definir procedimientos y técnicas que permitieran la óptima explotación de las minas, al servicio de la realeza española, a la concepción actual en la que la ingeniería se contempla en diversas facetas, y en muy distintas áreas de especialidad dentro de las cuales se trata de cubrir la gran cantidad de necesidades de la sociedad mexicana, buscando siempre estar al pendiente del desarrollo mismo que se da en el mundo.

Así mismo, se puede observar que a pesar de los cambios que se han generado durante ese tiempo, desde sus inicios se ha entendido que la base de las ingenierías, son las ciencias y las matemáticas, lo que ahora llamamos ciencias básicas, también se tenía una preocupación por las prácticas de campo, y sin calificarlo con ese término, estaba clara la importancia de la vinculación con la práctica profesional. Es así que en un vistazo rápido sobre los aspectos que se tomaban en cuenta en los inicios de la educación en ingeniería en México, estaban las ciencias básicas, la vinculación y la eficiencia terminal.

Desde la fundación del Real Seminario de Minería a nuestros días, se ha creado un gran número de programas educativos de ingeniería, siendo en la actualidad más de 2,800; se difunde la educación superior en todo el país, al grado que al día de hoy no existe entidad federativa que no cuente al menos con una institución de educación superior, y en la que la ingeniería está presente. Son más de 480 instituciones que ofrecen alguna carrera de ingeniería, y una matrícula del orden de 750,000 alumnos, formándose en más de 130 especialidades en ingeniería. En la actualidad, la educación profesional ha dejado de ser elitista y se puede decir, salvo situaciones especiales que comentaremos más adelante, está al alcance de todos los estudiantes que aspiren a ese nivel. Por otro lado, de un sistema educativo enfocado a la minería, con una estructura organizativa única, existen en la actualidad universidades públicas y privadas, institutos tecnológicos, universidades tecnológicas y universidades politécnicas, ofreciendo la ya citada diversidad de carreras de ingeniería, cada una con su propia estructura organizativa y modelo educativo, pero con relación al perfil del ingeniero y sus sistemas educativos, no varían sustancialmente.

## 2. CONCEPCIONES BÁSICAS DE LAS TENDENCIAS ACTUALES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Si repasamos sobre lo ocurrido en la historia de la educación en ingeniería, se puede ver que muchas de las orientaciones actuales no son novedosas, cuando hablamos de modelos modernos de aprendizaje, éstos se remontan a propuestas y experiencias de los grandes pedagogos que nos ha dado la historia, sólo que esos modelos se orientaban a la educación del niño: principios como aprender haciendo, uso de la razón más que la memoria.

Recogemos aquí algunas ideas de estos grandes pedagogos:

### **Aristóteles (384-322 AC)** (*G. Reale, 2003*)

- La característica más importante del pensamiento educativo aristotélico fue la originalidad, pues al no parecerle correcto el pensamiento de su maestro, tuvo la idea de crear su propia filosofía, la cual ha tenido influencia en el pensamiento de grandes filósofos, extendiéndose hasta tiempos contemporáneos.
- La educación de los jóvenes debe ser pública y común para todos, en beneficio del estado ya que no es el azar el que asegura el progreso, sino la voluntad inteligente del hombre.
- La educación nunca termina, ya que es un proceso de perfeccionamiento y por lo tanto este proceso nunca termina, la educación dura tanto como dura la vida de la persona.

**Juan Jacobo Rousseau (1712-1778)** (*J.J. Rousseau, 1923*)

- La única costumbre que hay que enseñar a los niños es que no se sometan a ninguna.
- Es verdaderamente libre aquel que desea solamente lo que es capaz de realizar y que hace lo que le agrada.
- La infancia tiene sus propias maneras de ver, pensar y sentir; nada hay más insensato que pretender sustituirlas por las nuestras.

**Juan Enrique Pestalozzi (1746-1827)** (*J.H. Pestalozzi, 2012*)

- El educador no es concebido como una figura autoritaria. En este sentido, el docente, debe estar al servicio de las necesidades del alumno.
- La educación sigue el desarrollo de la humanidad.
- Importancia de la educación creativa y productiva.

**María Montessori (1870-1952)** (*Lillard*)

- Los niños obtienen en la satisfacción de realizar solos su trabajo.
- El verdadero educador está al servicio del niño educando y debe de cultivar en él la humildad, la responsabilidad y el amor.
- Se debe respetar el derecho del niño a protestar y opinar: ello conlleva las capacidades de observación, análisis y síntesis.

Con estas pocas referencias, se puede ver que, en los últimos años, lo que la educación en ingeniería está “descubriendo”, es que muchos, por no decir todos, de los principios pedagógicos de todos los tiempos, son aplicables en la formación en la educación superior. La gran diferencia es que hemos comprendido que las teorías del aprendizaje no son exclusivas para aplicar a la niñez, sino para el aprendizaje continuo durante toda la vida, pasando por la etapa de la educación superior.

Los cambios más radicales dados en educación en ingeniería tienen sus orígenes en la iniciativa de la American Society for Engineering Education (ASEE), al integrar en 1953 el Committee on Evaluation of Engineering Education, con el objetivo único de estudiar los problemas de la educación en ingeniería. Los resultados de ese estudio, conocido como Reporte Grinter, publicados en 1955, han afectado la enseñanza de la ingeniería, mismo que fue un parte aguas sobre la forma como se conceptuaban los conocimientos. Como resultado de este Reporte se da un cambio a nivel mundial de cómo debería concebirse y organizarse la educación en ingeniería.

En el **Reporte Grinter** (R. Vargas, 2012) se establecen dos objetivos en la educación en ingeniería:

“El **objetivo técnico** de la educación en ingeniería es la preparación para la ejecución de las funciones de **análisis y diseño creativo** o las funciones de construcción, producción u operación, donde es esencial el conocimiento pleno del análisis y diseño de estructuras, procesos y máquinas. Involucra también el **dominio de los principios científicos fundamentales** asociados a cualquier tipo de ingeniería, así como el conocimiento de sus limitaciones y de sus aplicaciones a un problema en lo particular; además de la **habilidad de hacer el análisis crítico de la ciencia y el análisis económico**, y organizarlo todo en un **reporte oral o escrito, claro, conciso y convincente**.

El **objetivo social** incluye el **desarrollo de liderazgo**, un **profundo sentido de la ética de la profesión** y de la educación general del individuo. Incluye la comprensión del **impacto de la tecnología en la sociedad** y la **apreciación de otros campos culturales**; el desarrollo de una filosofía personal que asegure la **satisfacción en el desarrollo de una vida productiva**, y **valores éticos y morales** consistentes con la profesión de ingeniero. Estos objetivos deben proveer el antecedente para el propio crecimiento personal antes y después de egresar de la escuela. El cu-

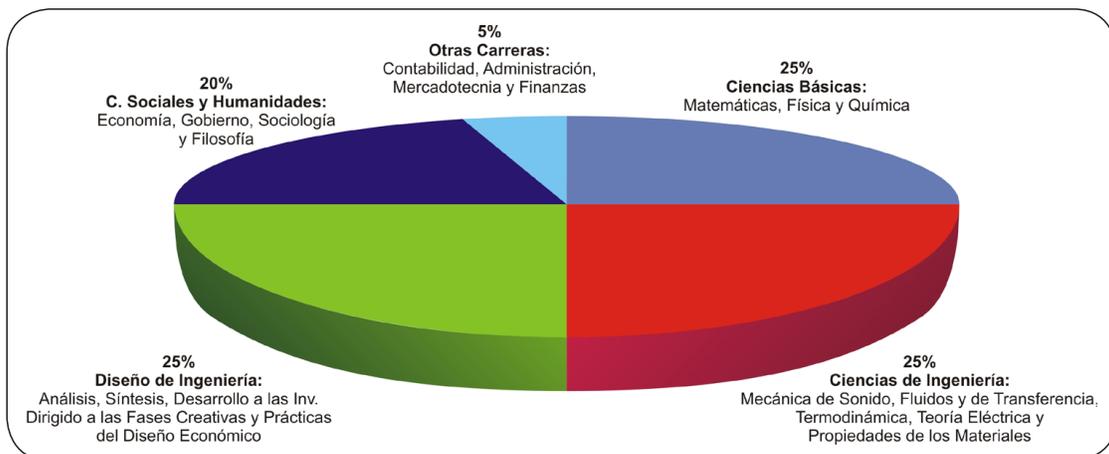
rrículo debe servir a los propósitos de preparar algunos individuos para el empleo inmediato y a otros individuos para estudios de posgrado.

Más ampliamente, se concibió al ingeniero como un profesional con dominio de las bases de ingeniería y una comprensión de las ciencias sociales y las humanidades, capaz de manejar, además de los problemas de su profesión, problemas económicos, humanos y sociales. Para lograr esta meta, el reporte consideró esencial:

- a) El **fortalecimiento de las ciencias básicas**, incluyendo matemáticas, química y física, particularmente de sus principios científicos básicos, conocidos como "fundamentales";
- b) La **identificación e inclusión de seis ciencias de ingeniería**, con uso pleno de las ciencias básicas como eje común del currículo de ingeniería: mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, termodinámica, mecanismos de transferencia, teoría eléctrica y propiedades de los materiales;
- c) El estudio integrado del **análisis y diseño en ingeniería**, así como la ingeniería de sistemas, como un antecedente profesional que estimule el **pensamiento creativo y la imaginación**, haciendo uso de las **ciencias básicas y ciencias de ingeniería**;
- d) La inclusión de **materias optativas** que desarrollen el talento individual, satisfagan una variedad de necesidades de la sociedad y den flexibilidad de oportunidades para estudiantes con talento;
- e) Un esfuerzo continuo para **integrar y fortalecer las humanidades y las ciencias sociales** en los programas de ingeniería;
- f) La insistencia en un alto nivel de ejecución en la **habilidad oral y escrita y en la comunicación gráfica de ideas**;

- g) El **estímulo a la experimentación** en todas las áreas de ingeniería;
- h) El fortalecimiento de los **programas de posgrado necesarios** para satisfacer las demandas de la profesión;
- i) El esfuerzo para lograr **mantener la capacidad intelectual y profesional del cuerpo docente** con el propósito de implementar las recomendaciones sugeridas, y
- j) La consideración de estas recomendaciones, antes **que la educación en ingeniería se convierta en un problema crítico.**”

Nótese que lo propuesto hace ya casi 60 años, no difiere de manera sustancial en lo que hasta ahora tratamos de inducir en el perfil del ingeniero, y no sólo en México, sino en todo el mundo.



### Modelo Curricular propuesto por el Reporte Grinter

En la Gráfica se muestra lo que el Reporte Grinter propuso en cuanto a la distribución de las áreas de conocimiento, la cual no varía mucho respecto a la distribución que ahora consideran los programas educativos de ingeniería.

Entre los aspectos específicos para llegar a ese perfil deseado del ingeniero, está la disyuntiva de formar un ingeniero generalista o

con una especialidad definida; la tendencia mundial es la primera, para lo que se requiere de una formación muy fuerte en ciencias, capacitado en el autoaprendizaje, más que llenarlo en un cúmulo de conocimientos que a corto plazo pueden ser obsoletos; en la segunda tendencia se orienta al estudiante en campos específicos, sin saber si al terminar se dedicarán a esa especialidad.

Siendo a la vez el gran reto de la educación superior en ingeniería el estar formando ingenieros cuando **muchos de los trabajos de ingeniería que se demandarán en los próximos años, todavía no existen**, en los que **usarán tecnologías que no han sido inventadas**, con las que se resolverán **problemas que todavía no sabemos si lo son**; tomando en cuenta que la información generada actualmente en un año es más que lo generado en los 5,000 años anteriores; **la cantidad de información está duplicándose cada dos años**, esto significa que para **un estudiante que inicia su formación técnica de cuatro o cinco años, la mitad de lo aprendido en su primer año, será obsoleto en su tercer año**.

Todo lo anterior, acompañado del fenómeno de la globalización y del continuo desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's), ha hecho que en el mundo se dé una preocupación por adaptar la educación en ingeniería al nuevo estilo de vida en nuestros países.

### **3. LAS CORRIENTES DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EN MÉXICO**

El desarrollo de la ingeniería y de la educación en ingeniería en México, están marcados por antecedentes relevantes que se dieron el siglo pasado, como la creación de la Escuela Nacional de Ingenieros, la Universidad Nacional de México, años después Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, instituciones que han sido referentes de los sistemas educativos señalados adelante, en los que siempre han estado presentes los programas de ingeniería.

En este proceso, es importante resaltar algunos hechos que han dejado huella y siguen señalando el interés por la formación de un ingeniero cada vez más acorde a las necesidades del país.

De estos hechos conviene mencionar los siguientes:

- En 1955 se crea la División de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuyos estudios de maestría y doctorado tienen el propósito declarado de formar profesionistas con conocimientos profundos en una especialidad definida, lo que los capacitaba para la investigación y la docencia, aunque para el logro de esta última no se contaba con preparación alguna, sino que se daba por el solo hecho de alcanzar esa preparación especializada.

- La I Conferencia Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, en 1958, cuya finalidad fue reunir por primera vez a los directores y académicos de las facultades de ingeniería con el propósito de intercambiar información e ideas acerca de la enseñanza de la ingeniería.
- En el marco de la IV Conferencia Nacional de Facultades de Ingeniería, se crea en 1964 la ANFEI, en cuya exposición de motivos los directores manifestaron lo siguiente: "La enseñanza de la Ingeniería en sus diversas especialidades, es en la actualidad uno de los renglones de mayor importancia de la educación superior en México. La misión que deberá cumplir, como parte de la vida organizada de México, impone a las Facultades y Escuelas que la enseñan, el compromiso de formar profesionales no sólo en número suficiente, sino con la debida preparación técnica como ciudadana. Se considera de urgente necesidad orientar esta profesión hacia una finalidad de beneficio colectivo. Por otra parte, la ciencia y la técnica aportan nuevos descubrimientos a un ritmo acelerado, que obligan a las autoridades docentes a mantener una constante revisión de sus planes de estudio, programas y métodos de enseñanza."

La concepción de su misión y sus objetivos no ha cambiado sustancialmente a lo largo de sus casi 50 años, con la diferencia de que no se hacía ninguna declaración explícita sobre la formación de los profesores.

- Durante años siguientes a su creación, la ANFEI atiende aspectos de actualización de los profesores, pero encaminados principalmente a la actualización de su especialidad, y ocasionalmente cursos relacionados con ayudas didácticas.
- Es importante señalar, que como hasta la fecha, los temas tratados en la ahora llamada Conferencia Nacional de Ingeniería han estado relacionados con la enseñanza de la ingeniería, el

profesor, la pertinencia, la vinculación, y en general con todas las tendencias de la educación superior, y cómo éstas deberían incidir en la formación del ingeniero.

Un paso importante en la educación superior en la década de los 70, fue la contratación de profesores de tiempo completo; es en ese momento cuando se inicia la consolidación académica en las instituciones de educación superior (IES), haciendo de esta actividad una opción profesional, lo que permitió a los profesores participar en el desarrollo de la investigación, la gestión, así como la oportunidad de perfeccionar sus capacidades docentes, o adquirirlas en su caso. Definitivamente la planta académica de tiempo completo, vino a dar un fuerte impulso a los programas de ingeniería, con las reservas que se comentarán más adelante.

En cuanto a las tendencias internacionales, México reacciona hasta finales de los 80, más de 30 años después del Reporte Grinter, con el inicio de los procesos de evaluación diagnóstica y acreditación y en particular por las exigencias del tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, con miras al reconocimiento de los ingenieros mexicanos por parte de esos países. Es así que se van dando los lineamientos sobre la forma como se ha ido organizando la educación en ingeniería en México.

La década de los 90 se puede catalogar como la década en la que se sientan las bases para la educación superior moderna, se inicia un ciclo de nuevas políticas públicas, como los estímulos internos y externos a profesores, subsidios condicionados a la calidad académica, procesos evaluación, entre otros, con los tamices correspondientes para la educación en ingeniería. A partir de esos años se fue consolidando en México el perfil que sería el que en su carácter general adoptaría la totalidad de los programas de ingeniería.

En cuanto al perfil del ingeniero, con algunas variantes en más o en menos, se dan las siguientes características:

- Formación básica, física, química y matemáticas.
- Fuerte formación científico - técnica.
- Capacidad para el autoaprendizaje.
- Nuevas habilidades, actitudes y valores.
- Trabajo en equipo, con grupos heterogéneos y diferentes culturas.
- Dominio de las TIC 's.
- Pensamiento crítico y asertivo.
- Ética profesional y vocación de servicio.
- Facilidad de comunicación en castellano y otro idioma, de preferencia el inglés.
- Mentalidad prospectiva, anticipadora e innovadora.
- Capacidad de adaptarse a diferentes ambientes laborales.
- Sensible a las necesidades de su región, pero abierto a las corrientes globales.
- Orientado más al diseño que a la producción.
- Visión clara sobre la sustentabilidad y la manera como la ingeniería incide en ésta.

El perfil del ingeniero y las corrientes educativas van haciendo presencia en las IES, llegando a los programas de ingeniería. Expertos en la materia emiten opiniones al respecto, van introduciéndose metodologías orientadas hacia el autoaprendizaje, se va consolidando el proceso de la globalización, se adquiere consciencia de que no es suficiente la autocomplacencia en cuanto a calidad se refiere y se va dando un convencimiento sobre la importancia de la evaluación externa, en muchas ocasiones "motivada" por los organismos educativos oficiales; cada vez se habla más del papel del profesor y el cambio de paradigma educativo, en donde éste deja de ser el actor principal, pasando a ser un facilitador del aprendizaje; se impulsa el espacio común de educación superior; la movilidad; la educación por competencias; se van dando indicadores

mundiales que hacen posicionar a México en educación, tales como el gasto público en esta rama, acceso a la educación superior; cobertura de las ingenierías en el país; la posición de la ingeniería y tecnología con relación a las otras áreas de estudio; el estado de la acreditación de los programas de ingeniería con relación al número de programas; la garantía de la calidad de los egresados; etc.

La misma Academia de Ingeniería en su informe Panorámica de la Educación Superior en Ingeniería menciona: **“Lo que está requiriendo la educación en ingeniería son métodos de enseñanza-aprendizaje que le den a los estudiantes la capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios, con creatividad, pensamiento crítico e innovador y que los prepare para el aprendizaje de por vida, entre muchas otras, sin excluir las habilidades técnicas propias de la profesión.”** (C. Morán, 2012) Estableciendo una diferenciación entre los métodos tradicionales y los métodos que preparan para el aprendizaje de por vida.

La calidad y la pertinencia de los programas de ingeniería, se declara, juegan un papel decisivo en los resultados de la formación de ingenieros.

Concluyéndose que aun cuando el protagonista principal es el estudiante, se reconoce que quien debe ser el impulsor de todo este desarrollo es el profesor, tal como lo declara la UNESCO en 1996:

“El aporte de los maestros es preparar a los jóvenes para que aborden el porvenir con confianza y lo edifiquen de manera resuelta y responsable; es despertar en los alumnos la curiosidad, desarrollar la autonomía y crear las condiciones necesarias para que la educación haga frente a estos nuevos retos; contribuir al desarrollo de la sociedad y ayudar a cada individuo a comprender y a dominar en cierta medida el fenómeno de la mundialización.”

Con el fin de poder atender estas exigencias de la actualidad y de que el ingeniero pueda adaptarse a las mismas, se han desarrolla-

do varias propuestas alrededor del mundo, de las que México está adoptando y adaptando la o las que se consideran más congruentes con nuestro país, y es así que se han retomado diferentes corrientes educativas, no necesariamente nuevas, pero sí orientadas fundamentalmente al autoaprendizaje. Aunque no siempre claro para los que practicamos la docencia, cada vez es más común entre los directivos y académicos hablar sobre el nuevo modelo educativo, el constructivismo, educación por competencias, eficiencia terminal, vinculación, formación integral, ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, aprendizaje basado en problemas y en proyectos, evaluación, calidad, acreditación, cuerpos académicos, y otros más. En la mayoría de los casos, las IES declaran que contemplan dentro de sus programas, incluidos los de ingeniería, todos estos aspectos, y casi todas afirman que están incidiendo con éxito en los mismos.

Con base en estos criterios educativos, los planes de estudio y los programas de las asignaturas se han organizado alrededor de los mismos, y es así que se van dando en dichos programas, consideraciones como, programas flexibles, el profesor como facilitador del proceso de aprendizaje, asignaturas obligatorias y optativas, interacción con la práctica profesional, movilidad, el alumno como formador de su propio currículum, calidad, sustentabilidad, créditos académicos, etc.

Las instituciones de educación superior, con el fin de adecuarse a estas corrientes, están haciendo esfuerzos con miras a lograr la formación de un ingeniero de acuerdo con las necesidades locales y nacionales, pero sin perder de vista el enfoque global. En la mayoría de las IES, se ha iniciado un ambicioso plan orientado al llamado nuevo modelo educativo, en el que se resaltan las características educativas ya señaladas.

En general se concibe a un ingeniero con las bases de ingeniería y una comprensión de las ciencias sociales y humanidades, capaz

de manejar además de los problemas de su profesión, problemas económicos, sociales y humanos.

Como se puede observar, hemos sido en muchas, si no todas, las veces reiterativos en lo que se refiere a la formación en ingeniería, esto ha sido intencional, con el fin dejar claro que los principios básicos recomendados para la educación en ingeniería, no son nuevos, sino se han dado desde hace más de medio siglo.

## **4. SITUACIÓN DE LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA**

Por lo anterior, puede decirse que el camino y las pautas a seguir ya están señalados, para garantizar contar con programas de ingeniería de calidad y pertinentes. Sin embargo, en el seno de los sistemas educativos y en los mismos programas, no siempre se logra alcanzar lo que es deseable para contar con el perfil del ingeniero requerido.

A continuación se presentarán algunos problemas que se han manifestado en diversos foros de la ANFEI, que han dificultado ese paso de la declaración a los hechos, obstáculos que necesitan ser resueltos, ya que de otra manera no será posible que las IES puedan aportar a la sociedad ingenieros con las bases necesarias para lograr el desarrollo tecnológico del país.

### **4.1. Calidad y pertinencia**

El punto de partida en el diseño o la evaluación de un plan de estudios es: tener la seguridad de que se desarrollará con calidad, esto es, siguiendo los lineamientos que permitan lograr la adecuada formación del ingeniero; que garanticen que este ingeniero está formado para resolver las necesidades de la sociedad en las que está inmerso.

Como resultado de algunos de los citados foros, se ha llegado a lo siguiente en cuanto a estos términos (ANFEI, 2006):

**CALIDAD**, se reconoce que es política que ya ha permeado hacia las instituciones de educación superior y a los programas de ingeniería, y a esto ha contribuido los mecanismos de acreditación y de certificación; pero se acepta que aún falta mucho por hacer.

En cuanto a este aspecto, hay una política general en las IES de contar con el mayor número de programas acreditados, por lo que han considerado la importancia de la evaluación externa. Sin embargo, parece ser que por lo general se busca una ratificación de su supuesta calidad, más que la evaluación en sí como un medio para el logro de la mejora continua.

**PERTINENCIA**, se considera que todavía no se tiene claridad en su conceptualización y consecuentemente en su ejecución; aún surgen preguntas tales como si los programas de ingeniería deben ubicarse con un enfoque regional, nacional y/o internacional y desde luego el cómo llevar a cabo el proceso que permita conocer, según el caso, si se está dando esa pertinencia.

La atomización del conocimiento en muchas ocasiones nos lleva a preocuparnos más en el conocimiento en sí, que en la utilidad que tendrá para la sociedad a la que sirve el profesionista. Sigue siendo difícil para las IES identificar de manera clara, y sobre todo en un plan prospectivo, cuál es la demanda de la sociedad, y cómo dar lo cambios oportunos cuando ésta lo requiere.

#### **4.2. Eficiencia terminal**

Tema tratado en la XXX Conferencia Nacional de Ingeniería (ANFEI, 2004), de la que se rescata lo siguiente:

La eficiencia terminal ha sido preocupación permanente en los programas de ingeniería, misma que se ve afectada por los estudiantes que no concluyen sus estudios o no los terminan en el tiempo definido, además de no tener establecido de manera clara, a quién calificar como egresado, si al que ha concluido con sus créditos o al que se ha titulado. A lo anterior hay que agregar la definición

del indicador, en el sentido de si lo debemos establecer como el cociente entre el número de estudiantes que concluyeron la carrera entre la totalidad de los que ingresaron en esa misma cohorte; o como el cociente entre la los egresados y los que ingresaron en el tiempo que dura la carrera. Se analizaron algunas de las causas que generan este problema:

### **Perfil de ingreso**

La mayoría de los programas de ingeniería establecen características que debe tener un egresado del nivel medio superior para ser acreedor a ingresar a un programa de ingeniería, las cuales se pueden resumir como sigue:

- **Conocimientos**  
Matemáticas, Física y Química.
- **Habilidades**  
Razonamiento lógico y matemático.  
Creatividad.  
Tener hábitos y métodos adecuados para el estudio.  
Expresarse correctamente en forma oral y escrita.
- **Actitudes**  
Responsabilidad.  
Participación en equipos de trabajo  
Disciplina en el estudio  
Respeto al medio ambiente  
Consciente de la problemática de su entorno.

En cuanto a conocimientos, casi nunca es posible determinar el nivel de conocimientos, ya que los procedimientos de selección se basan ya sea en la capacidad de espacio, o en un nivel determinado que por lo general es menor que los requisitos mínimos, además de que el resultado de un examen no siempre es representativo de los conocimientos específicos que se requieren; el éxito o no de estos

requisitos se determina al evaluar la deserción escolar, manifestada en el índice de reprobación en las ciencias básicas. Con relación a las habilidades y actitudes, no son fáciles de evaluar, y casi nunca son determinantes de la aceptación del aspirante.

Lo anterior nos hace ver que aun cuando se cuenta con el perfil de ingreso, éste solamente da una idea de la manera como ingresan los alumnos a las licenciaturas de ingeniería. Un proceso de selección en donde se pudieran analizar todas las características deseables implicaría, además del examen de conocimientos, una etapa de entrevistas que tal vez solamente sería operativo en programas con pequeña demanda; y en caso de que así se diera, se requeriría de un grupo de académicos conocedores de este tipo de entrevistas, quienes podrían discernir sobre el cumplimiento o no de algunos de estos parámetros.

Aunado a lo anterior, un ingreso riguroso ante el cumplimiento del perfil de ingreso, generará que el porcentaje de aceptados se reduzca, conduciendo esto a un problema social, y de equidad. Por lo que al aceptar a más de los que cumplen el perfil, ha llevado como consecuencia a que el promedio nacional de la eficiencia terminal no exceda del 50 %, y si nos vamos a los resultados de egreso, habría que incluir a aquellos estudiantes que a pesar de todo resultan ingenieros, pero cuyo desempeño demuestra finalmente su incapacidad para ser profesionistas de calidad, quienes no aportarán nada para el desarrollo de la ingeniería en el país. Ante esta situación, la mayoría de los programas de ingeniería asumen esta responsabilidad tratando de remediar estas deficiencias en el seno de los mismos programas, sin embargo, la experiencia ha demostrado que esta solución no ha podido ser totalmente efectiva.

Es importante aclarar que el problema de la baja eficiencia terminal no exclusivo de México, en el caso de los Estados Unidos, se tienen porcentajes de deserción similares, que también aqueja a la totalidad de los países iberoamericanos.

Se ha discutido mucho sobre los antecedentes en conocimientos principalmente de Matemáticas, no sólo de la preparatoria, sino desde el nivel elemental, en donde los estudiantes son desmotivados para estudiar carreras relacionadas con esta disciplina, y los que lo hacen, no llegan con la preparación adecuada. Se ha hablado con mucha frecuencia de un campaña de orientación desde el nivel preprimaria. Al parecer el problema más grave es que los profesores de esos niveles no cuentan con la capacitación para lograr niños pensantes y con capacidad de raciocinio, los resultados de la prueba PISA lo han manifestado al compararnos con otros países. Desde luego que también tenemos que reconocer que aun los profesores de educación superior carecemos de esa capacidad.

### **Las Ciencias Básicas**

Como consecuencia de la deficiencia de poder evaluar el perfil de ingreso, es oportuno tocar el tema de formación en ciencias básicas en la problemática de la eficiencia terminal. Aun cuando hay un convencimiento total sobre la importancia y la trascendencia que éstas tienen como antecedentes, y que un estudiante de ingeniería con muy buenas bases científicas será un ingeniero capaz de incursionar con más facilidad en la ingeniería, tenemos que reconocer que existen muchas dudas con relación a las mismas, de las que podemos enumerar:

- ¿Qué deben conocer los ingenieros sobre ciencias, para su desarrollo en las ingenierías? No se ha logrado un acuerdo entre si el estudiante se debe limitar a conocer lo indispensable para que cuente con las herramientas básicas para la aplicación de las mismas en ingeniería; o deberá tener una formación científica sólida orientada fundamentalmente al autoaprendizaje y como consecuencia a la generación del conocimiento; o deben ser ambas cosas.
- ¿Quiénes deben impartir los cursos de ciencias básicas, los científicos o los ingenieros? El científico docente podrá formar

en ciencias, pero no siempre en la aplicación de ésta en la ingeniería; el ingeniero docente podrá orientar a los estudiantes de ingeniería para aplicar los conocimientos científicos, pero sin llegar a la profundidad debida de la ciencia. Se ha concluido que debe haber una combinación de los dos: científicos que estén conscientes del perfil de egreso de los ingenieros, e ingenieros que tengan muy clara la importancia de las ciencias en la ingeniería.

- Por otro lado, los estudiantes, desde el inicio de la carrera, desean ver ya aplicaciones de su profesión, cosa que por lo general no sucede hasta después de varios semestres de estudio, esto ha generado frustración y desmotivación, y como consecuencia dificultades para integrarse a la carrera, cayendo en muchos casos en la deserción.

Como se puede observar, no se tiene una idea clara del objetivo de las ciencias básicas; por un lado, no ha sido fácil evaluar, más que a través de la aprobación de los cursos, qué tanta formación científica se está dando; y por otro lado qué tanta relación establece el plan de estudios, entre las ciencias básicas con las ciencias de la ingeniería, y la ingeniería aplicada; y lo más importante qué tanto el profesor y sobre todo el estudiante, comprenden y se dan cuenta de esta interrelación. Se tiene información de egresados que opinan que en lugar de tantas ciencias básicas se les debió dar más asignaturas prácticas.

### **Eficiencia terminal**

Independientemente del criterio que se siga (titulación, egreso, cohorte, etc.), en México la eficiencia terminal en educación superior, donde se incluye a las ingenierías, está entre el 38 % y el 50%, valores por demás bajos, lo que justifica lo señalado antes, al hablar del perfil de ingreso y de las ciencias básicas.

En la ANFEI se ha concluido que los principales factores que afectan la eficiencia terminal son:

- Deficiente formación en los ciclos previos de estudio.
- Falta de orientación educativa y falsas expectativas de lo que esperan de la ingeniería.
- Limitaciones socioeconómicas y culturales de los estudiantes.
- Distracción del estudio por necesidad de trabajar.
- Falta de compromiso de algunos profesores sea porque ya no pueden o no desean adaptarse al cambio, no tienen vocación docente o, por desconocimiento de la pedagogía y la didáctica.
- Empleo de métodos de enseñanza obsoletos.
- Rigidez excesiva en los planes de estudio.
- Escasa vinculación entre teoría y práctica.
- Inexistencia de programas integrales de apoyo a los estudiantes.
- Falta de estímulos por la crisis de la profesión y la incertidumbre de su futuro.

Finalmente destaca que la inadecuada preparación en ciclos previos de estudio, son los que inciden de manera más crítica, lo que se manifiesta en los índices de reprobación y la consecuente deserción en los primeros periodos de la carrera.

Se resalta también en la ANFEI que “la eficiencia terminal, con toda su importancia, no debe desvincularse del contexto general de cada institución, ya que depende de muchos factores endógenos y exógenos, algunos de los cuales no pueden ser modificados por lo que las instituciones educativas hagan o dejen de hacer. La eficiencia terminal no debe verse como una cifra a incrementar a toda costa, sino como un indicador que permita mejorar la calidad de los servicios educativos y formar de manera eficiente a los ingenieros requeridos para el desarrollo del país”.

Aunque es evidente que todas las IES tienen muy claro que deben mejorar la eficiencia terminal, y se tiene información sobre las diferentes acciones que están desarrollando los programas de ingeniería, no hay evidencias sobre el éxito que hubieran generado estas acciones.

Siendo un problema generalizado el lograr el éxito de los estudiantes en ciencias e ingeniería, puede ser oportuno señalar sobre dos programas que se desarrollan en los Estados Unidos, en los que buscan acercar a los niños y jóvenes con vocación hacia las ciencias, uno de ellos es el denominado STEM (science, technology, engineering and mathematics); y el otro, K 12 Engineering Go for it. Modelos que en México se podrían tomar como referencia. (STEM, 2013), (K 12,2013).

### **4.3. La formación socio humanística**

Esta formación se relaciona con: Actitudes y valores; trabajo en equipo, con grupos heterogéneos y diferentes culturas; pensamiento crítico y asertivo; ética profesional y vocación de servicio; facilidad de comunicación en castellano y otro idioma, de preferencia el inglés; capacidad de adaptarse a diferentes ambientes laborales; sensible a las necesidades de su región, pero abierto a las corrientes globales, entre otros aspectos. La pregunta es si los programas de ingeniería toman en cuenta estos temas, y de ser así, si los evalúan; y lo más importante, ¿contamos con los profesores que tengan estos atributos?, ya que de no contar con ellos, ¿cómo haremos para que sean una práctica común en los estudiantes, con miras a su aplicación en su vida profesional?

En su XVII Conferencia Nacional de Ingeniería (ANFEI, 2012), la ANFEI abordó este tema, habiendo llegado a las siguientes conclusiones:

- Hay un convencimiento unánime de la importancia de la formación humanística del ingeniero, pero no siempre se tienen las bases fundamentales para llevar a cabo esta formación.

- No se cuentan con instrumentos confiables para garantizar que el alumno de nuevo ingreso cubre con el perfil propuesto en cuanto a actitudes.
- Los programas deberán contar con actividades extracurriculares que ayuden a mejorar hábitos y actitudes en los alumnos de nuevo ingreso.
- La formación humanística no debe ser responsabilidad únicamente de los profesores que imparten asignaturas relacionadas con el tema, sino debe serlo del programa en su conjunto: autoridades, profesores de la especialidad y del área humanística, y administrativos.
- Debe haber una estrecha interrelación entre los profesores de la especialidad y los de humanísticas, a fin de que ambos participen y comprendan la importancia de los dos campos para la formación integral del ingeniero.
- Es importante la capacitación didáctica de los profesores en el campo de la formación humanística. Para lograr lo anterior, se cuenta con una gran experiencia de los académicos de muchas instituciones del país.
- Se deberá elaborar un Código Académico de Ética que rija en todas las instituciones afiliadas a la ANFEI.

Posteriormente se hizo una evaluación sobre lo avanzado, y se llegó a lo siguiente:

- Evaluar planes y programas de estudio de las instituciones de la ANFEI, efectuando modificaciones, tanto estructurales como metodológicas de acuerdo a los casos de éxito presentados en subsecuentes foros, para favorecer la formación humanística de sus estudiantes de ingeniería.
- Contribuir a la formación humanística de los estudiantes, recurriendo a: cursos específicos relativos a esta área, inserción en el currículo de ciertos espacios "integradores": apoyo a

actividades extracurriculares con manifestaciones culturales y actividades de orden cívico.

- El proceso de la contribución socio humanística permite que los profesores se interrelacionen con otros profesores y sobre todo que conozcan a sus alumnos, en donde el ejemplo o testimonio del profesor y de la misma institución, es fundamental.

Sin embargo, a pesar de todas estas reflexiones, no se tiene conocimiento de si los programas de ingeniería se apegaron a estas recomendaciones, pero lo que sí se sabe es que en la mayoría de los casos, el estudiante sigue considerando este tipo de asignaturas sin sentido, lo que significa que los mismos programas no han podido hacerles comprender sobre la importancia de estos tópicos.

#### **4.4. Las tecnologías de la información y la comunicación**

Las tecnologías de la información han hecho que el mundo cambie su estilo de vida, y la educación en ingeniería no ha quedado al margen, ya que se ha abierto una gran oportunidad para que el estudiante de ingeniería sea más independiente en su aprendizaje. Es muy claro que en ese sentido el alumno nos ha superado, ya que las generaciones actuales de estudiantes nacieron con las tecnologías de la información, y no les sorprenden los cambios vertiginosos que se están dando. Esto no sucede así con la mayoría de los profesores, a los que podemos clasificar como: 1) los que no tienen ninguna intención de cambiar sus estilos de enseñanza aprovechando las TIC's, 2) los que lo quieren hacer pero les está dando mucho trabajo, y 3) los más jóvenes que ya lo dominan. Los nuevos modelos educativos están tomando en cuenta el uso de las TIC's. Lo anterior está generando grandes diferencias en las técnicas educativas, y quienes no se adaptan al uso de estos nuevos recursos, están entorpeciendo el avance en la educación en ingeniería.

Existe un consenso respecto a la necesidad de integrar estas tecnologías buscando un cambio con los actores del proceso para que los profesores se vuelvan facilitadores del acceso al conocimiento y coordinadores del proceso, haciendo que los alumnos sean los propios diseñadores de su aprendizaje. Ésta es pues una oportunidad que tienen que aprovechar los profesores, pero para esto, necesitan tener la suficiente habilidad para el mejor aprovechamiento de las TIC's.

A pesar de que una mayoría de los profesores se ha integrado al uso de las TIC's, no se puede decir lo mismo en cuanto a su uso en la docencia, de una manera metodológica, sino que la mayoría las utiliza de manera intuitiva.

#### **4.5. Movilidad, vinculación e internacionalización**

Se integran estos tres aspectos en este apartado, por ser consideradas actividades que, si bien dentro del plan curricular de los programas, están fuera del trabajo rutinario en el aula, juegan un papel decisivo en la formación del ingeniero.

##### **a) Movilidad Académica y Estudiantil Nacional e Internacional**

El término movilidad es una acepción relativamente nueva, con la que se ha de ampliado el concepto de intercambio académico, según la ANUIES: "La movilidad puede ubicarse en dos niveles: académico y estudiantil. En la movilidad académica los profesores e investigadores realizan estudios de posgrado, estancias y cursos cortos, prácticas de laboratorio e investigaciones conjuntas en la modalidad de año sabático, periodo intersemestral o en estancias cortas. En la movilidad estudiantil, los estudiantes de licenciatura y posgrado realizan prácticas, cursos cortos y visitas académicas fuera de su institución. Debe destacarse que la movilidad no implica necesariamente una acción recíproca".

Aunque por lo general la movilidad se da a nivel internacional, se está dando también a nivel nacional. En ambas versiones la idea fundamental es lograr que tanto académicos como estudiantes tengan una visión más amplia de su carrera, cuando se conocen países y regiones con otro tipo de cultura y en donde aun cuando la esencia de la licenciatura no cambia, las formas o el cómo desarrollarla, sí son diferentes; y éste viene siendo el gran valor que tiene la movilidad, el que académicos y estudiantes tengan oportunidad de conocer escenarios distintos a los de su localidad.

La movilidad por tanto no es solamente el aspecto académico, sino tal vez lo es más el aspecto cultural, sobre todo si se trata de una movilidad internacional, ya que es la mejor manera de poder contar un una sensibilidad más allá de lo ambientes locales.

Si se está considerando a la internacionalización como una condición que están planteando las universidades en su nuevo modelo educativo, será interesante saber cómo llegará esta formación a todos sus estudiantes, cuando menos del 30 % de sus profesores han tenido estancias nacionales y/o internacionales; por otro lado, pocos programas de ingeniería cuentan con proyectos de este tipo, ya que para poder obtener el recurso necesario deben cumplir con una serie de requisitos en donde debe prevalecer la calidad comprobada del mismo.

En el caso de los académicos, se ha estado dando en el campo de la investigación, nacionalmente entre universidades que cumplen los citados niveles, y a nivel internacional, esto se da a través de convenios, teniendo como fundamento algún programa o proyecto de investigación. Cuando se trata de movilidad estudiantil, el número no sobrepasa el 10 % de la matrícula, por lo que esta experiencia no se cumple de manera representativa entre la mayoría de los estudiantes, y no por incumplimiento de los requisitos académicos, sino por la falta de recursos económicos.

Está comprobado que quienes participan en estos programas de movilidad regresan con una visión muy diferente a la que tenían antes del programa, de manera que es importante que las IES encuentren la forma de contar con los recursos necesarios para lograr la movilidad, por lo que se deberá buscar la manera de cómo obtener mayores recursos, y cómo lograr que estas experiencias permeen en todo el ambiente académico.

En una concepción todavía más amplia, está el Espacio Común de Educación Superior, entendiéndose éste como un importante desarrollo de mecanismos y redes de cooperación e intercambio académico nacional y/o internacional entre instituciones y Cuerpos Académicos que coadyuven al avance científico, tecnológico y cultural de la educación superior, y de la gestión del conocimiento. El Espacio Común de Educación Superior conduce al reconocimiento mutuo de programas específicos, considera a la movilidad como un elemento clave para su desarrollo, y en donde la flexibilidad, los créditos académicos y la educación por competencias, son aspectos indispensables para su éxito. La ANFEI, a raíz de una discusión entre directores sobre este tema, emprendió un programa de Espacio Común en Educación Superior en Ingeniería en México, con la finalidad de contar con este espacio de colaboración, sin embargo, hasta la fecha no se ha logrado ningún resultado, porque no se ha dado la colaboración entre los programas afines, aunque sí algunas instituciones lo están haciendo a nivel internacional, sin que se tengan reportes de estos resultados. Éste un campo de oportunidad que no ha podido ser aprovechado como una estrategia más para el logro del perfil del ingeniero.

## **b) Vinculación con los sectores de la sociedad**

La vinculación ha sido también de gran preocupación en los programas. Es uno de los aspectos que deben ser tomados en cuenta en el momento de definir la pertinencia de una licenciatura en in-

geniería, ya que es por este conducto como nos comunicamos con los sectores de la sociedad; y cuando hablamos de sectores, nos referimos al social y al productivo, el primero engloba el gubernamental y todas las instancias que tienen que ver con el bienestar de la comunidad, el segundo va orientado a la industria, en donde su función básica es la productividad.

En el sector social se da la mejor oportunidad para que los estudiantes logren cerrar el ciclo de formación humanística; por ley está establecido el servicio social, las IES están comprometidas con este sector y lo apoyan de diferentes maneras, siendo que en la mayoría de los casos, está la presencia de estudiantes y profesores. Sin embargo, la experiencia en el interior de las IES nos hace percibir que todavía falta mucho por desarrollar, especialmente en las ingenierías.

En el caso del sector productivo se debe dar un compromiso mutuo. Éste cuenta en la academia con una aliada para la solución de sus problemas técnicos y de organización, y ésta tiene en el sector productivo el mejor laboratorio para formar a los ingenieros en la verdadera práctica de la ingeniería. Sin embargo, se ha hecho muy difícil esta interacción por varios factores: a) por la gran dificultad que se da en la interpretación de las palabras por parte de cada sector; b) la concepción de los tiempos de respuesta según la academia y según el sector productivo; c) la falta de claridad entre la academia y la empresa en el sentido de que por conveniencia de ambos, tienen el compromiso de formar a los futuros ingenieros. La diferencia entre los objetivos específicos de cada sector (educativo e industrial), impide detectar entre ambas partes, que por un lado haya un interés común en la formación de ingenieros y por otro lado, las IES tienen en la industria campos de investigación que seguramente son de utilidad para la misma industria.

Aunque ya se puede hablar de muchos logros de vinculación por parte de las IES, todavía falta mucho por hacer para poder asegu-

rar que éstas están cumpliendo con su objetivo, sobre todo en un cumplimiento bilateral; en los foros de la ANFEI se han presentado casos exitosos, sin embargo, no se cuenta con información fidedigna sobre la manera como están incidiendo en la formación de los ingenieros.

#### **4.6. Evaluación de los programas de ingeniería**

Como se señaló antes, la cultura de la evaluación ya ha sido asimilada por la comunidad académica, ya han desaparecido las dudas sobre la forma como ésta se realizaría, ya no es un argumento el que se esté violando la autonomía universitaria, y en general no hay duda de la calidad académica y moral de los evaluadores.

Los procesos de evaluación se han dado bajo diferentes concepciones:

- La **evaluación diagnóstica**, realizada por el Comité de Ingeniería y Tecnología de los Comités Interinstitucionales de la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), la cual, como su nombre lo indica, pretende dar recomendaciones a los programas para mejorar la calidad, con base a una serie de parámetros preestablecidos. Los CIEES fueron las primeras instancias que se hicieron cargo de la evaluación externa a las instituciones, y han constituido un muy buen referente para conocer las debilidades de los programas, originalmente no para calificarlos, sino como un apoyo para hacer notar a las autoridades sobre estas debilidades, con el fin de propiciar una mejora. Con el tiempo se ha convertido también en un organismo calificador, otorgando niveles a los programas, de acuerdo con el cumplimiento de los parámetros de referencia.

Muchas instituciones han creído que éste es un paso previo a la acreditación, sin embargo, aun cuando los procesos son muy similares, tienen diferentes objetivos, los que al parecer no son

claros para las IES, sobre todo cuando los CIEES ya no sólo diagnostican, sino que también califican y otorgan niveles.

- La **acreditación**, en México se ha conceptualizado como un sistema que se encarga de establecer si un programa educativo cumple con los requisitos mínimos de calidad para poder darle la categoría de "acreditado". El primer organismo de acreditación fue el de las ingenierías, a través del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), creado desde hace más de quince años, siendo su función el realizar los procesos de acreditación de todas las ingenierías que se ofrecen en el país. Con el tiempo han ido surgiendo diversos sistemas de acreditación que han venido atendiendo a los demás programas de educación superior, relacionados con las ingenierías están el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC), el cual ha llevado a cabo evaluaciones a algunos programas de ingeniería relacionados con la informática y la computación, como la Ingeniería en Sistemas Computacionales; el Consejo Nacional de la Acreditación de la Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas (CONAECQ), que registra algunos programas de Ingeniería Química. De los tres, por su característica más orientada a las ingenierías, el CACEI cuenta acreditados hasta octubre de 2012, a 801 programas, en tanto que el CONAIC, 36; y el CONAECQ, 2; de manera que de los 839 programas de ingeniería acreditados, el 95 % ha estado a cargo del CACEI.

La respuesta de las IES y en especial de los programas de ingeniería, no fue inmediata, ya que durante los primeros años de su creación, fueron muy pocos los que respondieron a esta convocatoria. Esto se debió principalmente a la falta de conocimiento de las IES, a pesar de que los CIEES ya tenían algunos años de avance, por otro lado, no se le encontraba ninguna utilidad a estar acreditados y sí el riesgo de expo-

nerse públicamente al intentarlo y no lograrlo. Después de algunos años, y luego de las experiencias de los pocos programas que ya habían alcanzado la acreditación, comienza a despertarse el interés y la confianza de que el proceso no era tan traumatizante como se imaginaba. En el caso de las instituciones públicas, este interés se da principalmente cuando la Secretaría de Educación Pública abre programas de apoyo económico a las IES, en donde uno de los parámetros de decisión, es el nivel de calidad de sus programas. Por parte de las instituciones privadas, ven este reconocimiento como un medio de demostrar la calidad que ofrecen en sus programas. Se ha conceptualizado la evaluación como un medio para el logro de la calidad de los programas dentro del mismo proceso de mejora continua, y no hay duda de que los programas que han sido acreditados ya en varias ocasiones, son de calidad. Sin embargo, no se evidencia si se está dando esa mejora continua, ya que los parámetros de evaluación son los mismos para un programa de nueva creación que para un programa que ya ha recibido varias acreditaciones. Por otro lado, sin dudar de que esto se esté dando, no hay evidencias sobre la manera como cada programa asumió su acreditación, no sólo como un reconocimiento público, sino como ese proceso de mejora continua que debe darse de manera permanente y no cada cinco años cuando vence la vigencia de la misma.

- El **examen general de egreso de la licenciatura (EGEL)** es otro de los medios de evaluación de los programas de ingeniería. Administrado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), se crea con la finalidad de calificar el nivel de preparación del recién egresado, con dos objetivos básicos: a) que los programas identifiquen el nivel de preparación de sus egresados en cada una de las áreas de conocimiento, con el fin de tomarlo en cuenta para la mejora de su sistema académico; b) que los egresados co-

nozcan los alcances logrados en su aprendizaje, con relación a la media nacional; c) que los empleadores conozcan el nivel de conocimientos de los solicitantes a empleo.

El EGEL y la evaluación de los organismos acreditadores son complementarios, ya que el primero evalúa los resultados del aprendizaje, en tanto que los segundos evalúan los procesos del mismo, con todo lo que esto conlleva. Sin embargo, hasta donde el autor tiene conocimiento, no se ha establecido de manera formal, cuál es la relación entre los programas acreditados y los resultados de sus egresados en los EGEL's, se supone que la relación debe ser directa. Sin embargo, estos procesos son voluntarios, y no siempre los programas acreditados han propiciado que sus egresados participen en el EGEL. Hay que tomar en cuenta que el resultado final son las competencias que los egresados alcanzan para el ejercicio de la profesión.

Ésta es una tarea que está pendiente de atender con la formalidad del caso, y de la que seguramente se llegará a conclusiones que indudablemente darán orientaciones hacia la calidad de los programas de ingeniería y como consecuencia de sus egresados.

La evaluación de la educación en ingeniería se está dando en la mayoría de los países del mundo, y el sistema educativo mexicano no ha pasado esto por alto, sino todo lo contrario, se ha procurado una interacción internacional, al grado que tanto el CACEI como el CENEVAL actúan de manera dinámica con organismos análogos extranjeros e internacionales, y en muchas ocasiones asumiendo liderazgos, por el nivel de madurez que han alcanzado.

Algunas instituciones educativas se han preocupado por lograr que sus programas de ingeniería sean acreditados, no sólo por los organismos nacionales, sino también a nivel internacional. Es así que

algunos programas lo han logrado a través del ABET, organismo acreditador de programas de ingeniería en los Estados Unidos, ya que su prestigio es internacional, lo que les permite considerarse como programas acreditados internacionalmente, situación que es importante acotar, ya que el ABET no es un organismo de acreditación internacional, sino extranjero; el reconocimiento lo otorga el ABET a aquellos programas que previa evaluación, deberán ya estar acreditados por el organismo nacional, siendo que ABET certifica que el nivel de calidad de los programas es "sustancialmente equivalente" a los reconocimientos que otorga.

En los últimos años la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha puesto en marcha el programa de Evaluación de los Resultados del Aprendizaje de la Educación Superior (AHELO por sus siglas en inglés), en donde se pretende contar con un sistema de evaluación internacional de los egresados de educación superior, similar al CENEVAL en México. En esta primera etapa de desarrollo están participando 10 países miembros de la OCDE, entre los que se incluye México, y se ha iniciado un estudio de viabilidad con las licenciaturas de Economía e Ingeniería Civil. Los programas de ingeniería deberán estar preparados para que en próximos años se integren a este proyecto, cuyo enfoque es completamente internacional.

#### **4.7. La sustentabilidad y la ingeniería**

Las ingenierías son de principio las profesiones que más inciden en los cambios que el hombre genera en la naturaleza, por lo tanto, se está dando un énfasis muy especial a este tema, al grado de considerarlo como un atributo en el perfil del ingeniero.

En las asociaciones internacionales de educación en ingeniería, la sustentabilidad ha sido tema permanente en las Cumbres de la Federación Internacional de Sociedades de Educación en Ingeniería (IFEES por sus siglas en inglés), y la Federación Mundial de Orga-

nizaciones de Ingeniería, quien en su 8º Congreso sobre Educación en Ingeniería, efectuado en el 2010, abordó el tema: La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sustentable, en cuyas conclusiones resalta la urgente necesidad de que los programas de ingeniería consideren a la sustentabilidad como un contenido importante en las ingenierías. En estas conclusiones y declaraciones, se ha contado siempre con la presencia de México, representado por la ANFEI.

En su Conferencia del año pasado, la Asociación convocó a facultades y escuelas de ingeniería, a cambiar impresiones sobre este tema, se trataba de conocer lo que se estaba haciendo en las IES en el campo de las ingenierías, sobre la sustentabilidad, y cómo están estas acciones incidiendo en la formación del ingeniero.

Aun cuando se presentaron experiencias muy avanzadas en algunas instituciones, tenemos que reconocer que no fueron muchas, siendo algunas de ellas acciones desarrolladas en las mismas instalaciones de las IES, y que si bien es cierto que se han divulgado entre los profesores y los estudiantes, no dejan de ser más que ejemplos prácticos de aplicación, además de que permiten que los profesores y estudiantes se den cuenta de cómo su institución está atendiendo este tema.

También se encontró en este foro que en algunos programas de ingeniería se están realizando investigaciones hacia la sustentabilidad, en las que en algunos casos se cuenta con la participación de estudiantes; sin embargo, no se pudo constatar en el contenido de las conferencias y las ponencias presentadas, si en los planes de estudio y en los programas de las asignaturas ya se tienen experiencias que permitan garantizar que al concluir sus estudios el ingeniero pueda darle la prioridad del caso a la preservación del medio ambiente.

Se concluye finalmente que en este sentido, todavía falta mucho por hacer y su atención ya es urgente.

#### **4.8. La actuación del profesor en la formación de ingenieros**

Se ha dejado como parte final de estas reflexiones, para dedicarla a quienes son el elemento trascendente en la etapa de formación del ingeniero, al profesor, ya que aun cuando los modelos educativos y las tendencias actuales le dan al estudiante una mayor responsabilidad en su aprendizaje, éste no se puede lograr sin la adecuada orientación del profesor, quien debe abandonar las prácticas de la enseñanza para enfocarse a las prácticas del aprendizaje, un profesor que tiene la responsabilidad de aportar lo que le corresponde para lograr el perfil de egreso del ingeniero que declaran los planes de estudio.

Como se señaló al inicio de este análisis, la presencia de los profesores de tiempo completo fue decisiva para hacer en las IES, de la academia una profesión. El proceso evolutivo de la vida académica ha sido lento, el desarrollo de las funciones sustantivas no siempre se ha logrado. La docencia continúa impartándose de la misma manera como los profesores de asignatura la impartían, con la ventaja de que éstos le transmitían al estudiante de ingeniería su experiencia profesional, lo que el profesor de tiempo completo no puede hacer, por no tenerla. Durante un buen tiempo se criticó ese nuevo sistema educativo por parte de aquellos egresados que habían experimentado el antiguo sistema, ya que el alumno había perdido la oportunidad del contacto con la vida profesional. Aunado a lo anterior, los primeros profesores de tiempo completo fueron improvisados, sin ninguna preparación académica, más que sus estudios de licenciatura, resultando muchos de ellos, ingenieros que no habían podido superarse en la vida profesional, encontrando en la docencia una forma más llevadera de la profesión. Adicionalmente la contratación quedaba a la decisión de las autoridades universitarias, sin ningún criterio específico de selección, como ahora se da. Al correr del tiempo se inicia la contratación de profesores con posgrado, muchos de los cuales, con los escasos recursos que

se tenían para la investigación, van abriendo un espacio que cada día se va consolidando en las IES, con la consecuente creación de los posgrados en ingeniería, que para la década de los 70, México contaba con muy pocas instituciones educativas con posgrados en ingeniería. Los profesores de tiempo completo con posgrado, que enfocaban su atención principalmente a la investigación y eventualmente al posgrado, y los profesores de tiempo parcial que atendían la licenciatura, éstos últimos por lo general, profesores con nivel de licenciatura, ya que para el nivel que impartían se consideraba que no se requería ningún nivel superior; esta situación dio lugar a las categorías de "profesores de carrera" y "profesores investigadores", y hasta la fecha algunas instituciones todavía hacen esta distinción. Como se puede observar, si bien esta manera de organizar la academia fue en su momento una muy buena decisión en la política educativa, ésta se llevó a cabo sin ningún plan determinado, sin ninguna visión a largo o al menos a mediano plazo.

A todo lo anterior hay que agregar que no es hasta hace pocos años que comienza a generalizarse la preocupación de las IES por la capacitación docente de los profesores, de la que hay que reconocer que todavía no se cuenta con un buen porcentaje de profesores con la capacidad para aplicar métodos didácticos adecuados para cada una de las características que el perfil del ingeniero contempla. La Revista ANFEI publica un artículo (Garza, Martínez y Gómez, 2007), en donde se informa de los resultados de una investigación, que indican que la mayor dificultad para mejorar los procesos de aprendizaje es la insuficiente preparación docente de los profesores. Aunque se reconoce que las IES están haciendo grandes esfuerzos para lograr esa capacitación, ésta no ha cubierto cabalmente las necesidades que exige la educación en ingeniería.

También es conveniente reflexionar si el perfil que se busca del egresado de ingeniería debe tenerlo el profesor. De ser así, será necesario llevar a cabo un programa de capacitación y concientiza-

ción entre los académicos, así mismo, para las nuevas contrataciones se deberá redefinir el perfil de los profesores congruentes con el perfil deseado del ingeniero.

Las nuevas tendencias organizativas en la educación superior establecidas por la Subsecretaría de Educación Superior, a través del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), han definido un perfil deseable que en términos generales señala lo siguiente: profesor universitario de tiempo completo, que posee un nivel de habilitación científica - académica superior al de los programas educativos que imparte, preferentemente cuenta con el doctorado y, además, realiza de forma equilibrada actividades de docencia, investigación aplicada o desarrollo tecnológico, tutorías y gestión académica.

El objeto de este perfil se orienta a que los académicos que lo cumplan integren los llamados Cuerpos Académicos, los cuales se definen como: grupos de profesores de tiempo completo y que de preferencia cumplen el perfil deseable del PROMEP, que comparten una o varias líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento (investigación o estudio) en temas disciplinares o multidisciplinarios y un conjunto de objetivos y metas académicos. Adicionalmente sus integrantes atienden programas educativos en varios niveles para el cumplimiento cabal de las funciones institucionales. Los Cuerpos Académicos pretenden ser el corazón de la actividad académica de la educación superior, por lo que su concepción lleva muchas connotaciones que deben ser interpretadas de acuerdo con las políticas de cada una de las IES.

No hay duda que esta iniciativa de la Secretaría de Educación Pública tiene como finalidad la mejora de calidad de la educación superior, y estamos seguros que se está logrando, aunque en el caso de las ingenierías el porcentaje de cuerpos académicos catalogados como consolidados es muy bajo (no rebasa al 15 %), y por otro lado, no queda claro si las diferentes acciones desarrolladas en los

Cuerpos Académicos los están haciendo compatibles y complementarios del desarrollo de los modelos educativos que cada IES está adoptando. Tal es el caso del miembro del Cuerpo Académico que deberá tener de preferencia grado de doctor, como consecuencia deberá ser un investigador destacado, seguramente miembro del Sistema Nacional de Investigadores, pero además deberá ser docente, y como docente deberá estar actualizado en las diferentes técnicas educativas y sobre todo aplicarlas y en donde está claro que se requiere de un mayor tiempo de atención del profesor comparado con el tradicional método expositivo.

Una de las actividades que debe ser reconocida como parte del perfil deseable del profesor, dentro de los cuerpos académicos, es la **investigación educativa en ingeniería**, de la cual se desarrolla muy poco en México, y si se puede asegurar que es escasa, es porque es muy pobre la producción académica de calidad en este tema. Hoy más que nunca, se requiere que nuestro país desarrolle conocimiento serio en este campo, ya que es imprescindible que se tenga la seguridad de que estas nuevas formas de organizar a la educación en ingeniería y los diferentes métodos que estamos adoptando y en su caso adaptando, son adecuados para nuestra cultura y forma del desarrollo social y económico del país. Por lo que parece, las IES no han podido convencer a las autoridades que regulan los criterios del perfil PROMEP deseable y los Cuerpos Académicos, el considerar esta actividad como una actividad académica de ingeniería; estamos seguros que mientras no se desarrolle este tipo de investigación, México no contará con técnicas propias de docencia en ingeniería.

## 5. CONCLUSIONES

En este recorrido que se ha hecho de algunos aspectos que se deben considerar para el logro del ingeniero que requiere el país, a manera de conclusiones se puede resumir lo siguiente:

### Perfil del ingeniero

- La formación de ingenieros con las competencias adecuadas, son la base para lograr una ingeniería competitiva en México.
- Las características generales del perfil del ingeniero para lograr esas competencias, ya están establecidas.
- Hay que tomar en cuenta que el estudiante que está iniciando en un programa de ingeniería durará al menos entre cuatro y cinco años en egresar, y a ese tiempo habrá que agregar los años de integración a la vida profesional.
- Se debe propiciar una mayor movilidad tanto nacional como internacional, con toda la flexibilidad del caso, ya que el aprendizaje más efectivo se da al conocer otras regiones y otra organización educativa.
- Los programas de ingeniería deberán realizar un análisis permanente del plan de estudios en el que de manera simultánea participen profesores de todas las áreas de conocimiento y niveles académicos, buscando contar con un plan integrado en el que cada participante comprenda y asuma su rol en esa formación.

## **Profesores**

- El profesor siempre será la pieza clave del proceso de aprendizaje del estudiante de ingeniería.
- Ante los nuevos retos en la formación del ingeniero, es importante que la docencia adquiera el valor académico que se le da a la investigación.
- El profesor debe asumir su responsabilidad en esa formación, actualizándose continuamente tanto en su especialidad como en su formación como docente.
- Ya se ha comprobado que los estudios de posgrado, aun los de doctorado, no son una garantía para lograr un profesor de calidad, los posgrados profundizan en el conocimiento y preparan para la investigación, pero en pocos casos capacitan para la docencia.
- La investigación educativa en ingeniería es un campo de acción académica que debe extenderse entre la mayoría de los programas de ingeniería.
- Las tecnologías de la información y la comunicación son una magnífica aliada de la educación en ingeniería, que los profesores deben capitalizar adecuadamente.
- Un profesor que no sabe trabajar en equipo, ¿puede organizar y orientar en esta forma de trabajo a sus alumnos?

## **Formación socio humanística**

- Desde los anales de la educación en el mundo ya se conceptuaba una educación integral, esto es, una educación al servicio de la sociedad.
- Las actitudes y los valores; el trabajo en equipo, con grupos heterogéneos y diferentes culturas; el pensamiento crítico y asertivo; la ética y la vocación de servicio; facilidad de comunicación en castellano y otro idioma, de preferencia el inglés;

etc., son atributos que el ingeniero debe ir adquiriendo a lo largo de la vida, los programas de ingeniería deberán reforzarlos.

- ¿Cómo lograr una formación integral?, ¿estamos los profesores preparados para propiciar esta formación?
- La correcta comunicación oral y escrita es primordial en la actividad del ingeniero.
- El estudiante de ingeniería no le ha encontrado significado a este tipo de formación.

### **Evaluación, acreditación y calidad**

- Los programas de ingeniería deberán permanentemente evaluar el nivel de calidad y pertinencia de los mismos y no solamente en los periodos que se den los procesos de evaluación.
- La evaluación externa proporciona una retroalimentación para la mejora continua de los programas, y en caso de que sean acreditados, no se debe utilizar dicha acreditación para la autosatisfacción.

### **Eficiencia terminal**

- El problema de la eficiencia terminal está íntimamente ligado al del perfil de ingreso, aunque no es la única causa.
- Es urgente una alianza formal con los niveles académicos previos al superior, que permita futuros aspirantes de ingeniería con el perfil adecuado.
- Estamos convencidos de la importancia de la ciencias básicas, ¿cómo hacerlas atractivas a los alumnos?
- Si bien es cierto que la formación del ingeniero es responsabilidad de las IES, también deben asumir esta responsabilidad todas las partes interesadas en el desarrollo de la ingeniería.

## **Consideraciones generales**

- El perfil de ingeniero que requiere el país coadyuvará a su desarrollo, sin embargo, el logro de ese perfil es un reto para las instituciones educativas, aunque para lograrlo será necesario un cambio cultural tanto en las IES como en la misma sociedad.
- Hasta ahora nos estamos preocupando por el perfil del futuro ingeniero, sin embargo, no le estamos prestando mucha atención al perfil del actual ingeniero, ¿estamos formados con el perfil ideal?, y si no lo estamos, ¿podremos hacer algo para alcanzarlo?

## **6. RECOMENDACIONES**

Como resultado de estas reflexiones, hacemos las siguientes recomendaciones y estrategias a seguir, si bien no por orden de importancia, si por orden de prioridad.

### **Perfil del ingeniero**

Es urgente establecer una alianza nacional entre el sector académico, el social y el productivo, con la que de manera permanente se estén dando los lineamientos en cada una de las licenciaturas de ingeniería, con el fin de que siempre sean pertinentes con las necesidades de desarrollo del país. La Academia de Ingeniería y la ANFEI, deberían liderar esta alianza.

### **Profesores**

En este caso se requiere de soluciones a corto, mediano y largo plazo:

- A corto plazo se deberá capacitar a los profesores activos en los diferentes modelos educativos, de manera que adquieran las competencias necesarias para llevar a la educación en ingeniería de acuerdo con las técnicas y procedimientos requeridos; en este sentido, ya se ha avanzado, puesto que muchas instituciones ya cuentan con profesores capacitados, pero tenemos que reconocer que son las menos.
- A mediano plazo, se deberá establecer como condición para las nuevas contrataciones de profesores, los que además de

los requisitos de su especialidad, se comprometan a prepararse en didáctica de la ingeniería.

- A largo plazo, hacer de la investigación educativa en ingeniería una línea formal como las demás líneas de investigación, en la que los profesores desarrollen conocimiento y metodologías adecuadas a los sistemas educativos del país.

### **Eficiencia terminal**

Este tema debe ser atendido desde sus orígenes, por lo que se requieren soluciones integrales:

- A largo plazo: siendo que los problemas detectados se están dando en la forma como llegan los estudiantes a las carreras de ingeniería, por las deficiencias en los niveles anteriores, se deberá definir un plan estratégico para que los programas de ingeniería, con un fuerte apoyo gubernamental, establezcan programas institucionales sobre acercamiento a la ciencia, en algunas IES ya hay experiencias interesantes.
- A mediano plazo: dentro del plan estratégico mencionado, considerar este acercamiento en las preparatorias, en especial sobre los antecedentes académicos requeridos para avanzar con éxito en los programas de ingeniería.
- A corto plazo: siempre dentro de ese plan, asegurarse del cumplimiento del perfil de ingreso a los programas de ingeniería, y generalizar la opción del semestre cero o propedéutico para cubrir las deficiencias del perfil, en aquellos casos que justifiquen este apoyo.

### **Formación socio humanística**

Esta formación deberá darse no sólo con cursos, buscando cumplir con los parámetros de referencia que exigen los organismos acreditadores, sino debe ser en alto porcentaje aplicativo, y sobre todo,

a través de modelos de actuación que deben dar los profesores, las autoridades y la totalidad del centro educativo.

### **Evaluación, acreditación y calidad**

Es importante que los programas de ingeniería tengan claro que un programa de ingeniería merece ser acreditado porque es de calidad, y no porque está acreditado, necesariamente es de calidad.

En el establecimiento de los criterios de evaluación, los programas de ingeniería deben ser los actores principales.

## 7. REFERENCIAS

- ANFEI (2006). Conclusiones de la XXXII Conferencia Nacional de Ingeniería. Calidad y Pertinencia de las Licenciaturas en Ingeniería. Revista ANFEI, Año 2 No. 8 octubre – diciembre.
- ANFEI (2004). Conclusiones de la XXX Conferencia Nacional de Ingeniería. La Eficiencia Terminal en los Programas de Ingeniería. Revista ANFEI, Año 1 No. 1 enero – marzo.
- ANFEI. “Conclusiones de la XXVII Conferencia Nacional de Ingeniería. La Formación Humanística del Ingeniero”. recuperado diciembre 15 2012. [http://www.anfei.org.mx/XXVII\\_CNI.html](http://www.anfei.org.mx/XXVII_CNI.html).
- C. Morán Moguel, L. Estrada Galindo. “Panorámica general de la Educación en Ingeniería”. Reporte Academia de Ingeniería México, 2012.
- E. Flores Clair. “El real seminario de minería y la ilustración novohispana”. DEH-INAH. ISSN 0718-8242. (Vol 1, pp 121-153). Educación y Humanidades - Año 2010.
- Engineering Go for It, K 12. recuperado enero 30 2013. <http://www.egfi-k12.org/about/>
- G. Reale “Introducción a Aristóteles”. Editorial Herder. Barcelona 2003.
- Garza, R.; Martínez, G.; Gómez, M. (2007). “Diagnóstico de la enseñanza de la ingeniería en México”, Revista ANFEI, Año 4 No. 13 enero – marzo.

- J.J. Rousseau. "Emilio - De la Educación". Traducción de D.J.M., Editorial Campana, Buenos Aires, Argentina. 1923
- J.H. Pestalozzi. "Ideas pedagógicas". recuperado noviembre 25, 2012. [http://es.wikipedia.org/wiki/Johann\\_Heinrich\\_Pestalozzi#Ideas\\_pedag.C3.B3gicas](http://es.wikipedia.org/wiki/Johann_Heinrich_Pestalozzi#Ideas_pedag.C3.B3gicas)
- Lillard A., Else-Quest N.. "Evaluating Montessori Education", Vol. 313 No. 5795, The Early Years, DOI: 10.1126/science.1132362
- R. Vargas Leyva. "Los espacios de la formación profesional de la ingeniería. El Reporte Grinter". Recuperado noviembre 12, 2012. [http://www.anuies.mx/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib26/111.htm](http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib26/111.htm).
- STEM. Education Coalition. recuperado enero 30, 2013. <http://www.stemedcoalition.org/about-us>
- UNAM. "Antecedentes de la ingeniería en México". recuperado noviembre 25, 2012. <http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/historia03.htm>.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Ingeniería México 2030: Escenarios de Futuro, Recopilador Miklos T., publicación ANFEI, 2007.
- Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development, World Federation of Engineering Organizations (WFEO), International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences (CAETS), International Federation of Consulting Engineers (FIDIC), informe UNESCO 2010.
- Panorámica general de la educación en ingeniería en México, Morán C., Estrada L., Mayo A., estudio realizado para la Academia de Ingeniería de México con el patrocinio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2012.
- Ciencia e Ingeniería en la Formación de Ingenieros para el Siglo XXI Fundamentos, estrategias y casos, Edición Mauricio Duque, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, 2008.
- Educación en Ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica, Duque M., Celis J., Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, 2012.