
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA -ACOFI-

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN INGENIERÍA MECÁNICA

DOCUMENTO FINAL ACOFI - ICFES

Bogotá, Marzo de 1996

PRESENTACIÓN

Los nuevos modelos económicos basados en la apertura y el libre mercado, hacen necesaria la generación de grandes desarrollos tecnológicos, en donde el sector productivo y la educación superior tienen en el conocimiento su principal activo, con el cual los países pueden enriquecer sus sistemas económicos y sociales. Dentro de este contexto, la ingeniería es uno de los principales motores de desarrollo del país, que permite dar mayor valor agregado a los productos y servicios, debido a su estrecha relación con la ciencia y con los avances tecnológicos. Los permanentes cambios con la globalización de la economía y la apertura de los mercados hacen necesario que se deba mirar críticamente la manera cómo se están formando los ingenieros de hoy y los que se formarán en el siglo XXI.

El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, como Institución del Estado comprometida con el mejoramiento de la educación superior y consciente de esta necesidad, ha venido desarrollando en los últimos años actividades de fomento para mejorar los niveles de calidad en los diferentes programas de ingeniería. Parte fundamental de la calidad a que hacemos mención, corresponde a la revisión, actualización y modernización de los planes de estudio, que les permita ser competitivos, flexibles, dinámicos y con niveles altos de pertinencia, en concordancia con las necesidades socioeconómicas, culturales, científicas y productivas del país.

*En respuesta a lo anterior, el ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, desarrollaron el Proyecto “**Actualización y Modernización de los Currículos en Ingeniería**”, cuyo objetivo fundamental fue desarrollar una propuesta para modernizar desde el punto de vista humanístico, social, pedagógico, curricular, investigativo y ambiental, la formación de los futuros ingenieros de tal forma que respondan a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología, del sector productivo y la internacionalización del conocimiento y de la economía.*

Este proyecto se inicia con los programas estratégicos que más aportan al desarrollo productivo del país. Con esa visión se trabajaron las ingenierías Civil, Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Industrial y Química.

*Producto de los encuentros, seminarios talleres nacionales e internacionales, en los que participaron rectores, docentes, estudiantes, representantes del sector productivo y gremios profesionales, es esta publicación sobre **ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA MECÁNICA.***

INTRODUCCIÓN

La preocupación por la calidad y el mejoramiento continuo de los programas de Educación Superior, entre ellos, los dedicados a la formación de ingenieros, es el propósito que acompaña y alienta los esfuerzos de dos instituciones como el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, para iniciar el proyecto de “Actualización y Modernización del Currículo en Ingenierías”, tomando como inicio de las reflexiones los documentos promovidos y difundidos por el ICFES sobre la temática de los requisitos mínimos para la creación y funcionamiento de los programas.

Como parte de este proceso el ICFES y ACOFI, promovieron una serie de eventos en el campo de las ingenierías, encaminados a crear escenarios de análisis y reflexión que permitieran actualizar y modernizar los planes de estudio de los programas. En cada reunión se intercambiaron experiencias entre los responsables académicos de los programas, los representantes del Estado y los voceros del sector productivo. Los objetivos centrales del proceso se orientaron hacia:

- La actualización y modernización de los planes de estudio de los diferentes programas de ingeniería, a partir de las acciones y encuentros desarrollados en años anteriores por el ICFES y las instituciones de educación superior.
- La formulación de una propuesta encaminada a reorganizar y modernizar los planes de estudio de los programas de ingeniería con un desarrollo integral desde el punto de vista humanístico, social, pedagógico, ambiental, investigativo, para que su formación responda a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología y la globalización del conocimiento y la economía.
- La definición de compromisos que permitan el cambio y la actualización permanente de los diferentes sectores de la ingeniería colombiana.

Para concretar en acciones los propósitos declarados, inicialmente se seleccionó el grupo de carreras de las ingenierías: civil, eléctrica – electrónica, industrial y química, identificadas como dinamizadores dentro de la estructura económica del país.

Se programaron eventos regionales, nacionales e internacionales para cada una de las carreras seleccionadas. Las instituciones de educación superior agrupadas por regiones, discutieron y dieron a conocer su problemática específica, presentaron sus planteamientos y expectativas dentro del proceso de actualización y modernización curricular.

Se juzgó preciso discutir la pertinencia de los actuales planes de estudio, su adecuación a las necesidades locales y regionales para la sociedad actual y futura, y su forma de evolución en el contexto de un esquema curricular que permita una formación integral, con claros contenidos

en ciencia básica, con componentes humanistas y técnicos que reunidos proyecten un profesional competente dentro de la perspectiva de un desarrollo económico y social sostenible.

En 1995, para adelantar la primera etapa, se realizaron seminarios-talleres, en donde participaron instituciones de educación superior privadas y públicas, el Estado, el sector productivo y los expertos en el tema.

Para lograr una mejor cobertura, el país fue dividido en cuatro zonas de la siguiente manera:

- Occidental, a la cual concurren representantes de los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y el Chocó, entre otros.
- Norte - Oriente, a cuya convocatoria respondieron programas de la Costa Atlántica y Norte de Santander.
- Cafetera, con presencia de voceros del departamento del Quindío, Risaralda, Caldas.
- Central, reunió los representantes de la capital de la República y del interior del país.

Como resultado de los debates, discusiones y mesas de trabajo en cada uno de los encuentros regionales, se produjeron memorias que representan importantes aportes documentales sobre el desarrollo de los eventos y a la vez permitieron conocer y difundir las conclusiones sobre los siguientes aspectos relacionados con la actualización y modernización curricular en las diferentes ingenierías:

- Condiciones de la estructura curricular en las distintas regiones.
- Tendencias curriculares y tecnológicas en el desarrollo de cada especialidad
- Relaciones actuales y estrategias de acercamiento con el sector productivo, el sector público y la sociedad en general.
- Estrategias para actualizar y modernizar el currículo
- Recomendaciones para concretar las propuestas y materializar las conclusiones de los eventos.

Las propuestas de los seminarios regionales constituyeron la base de discusión para el Seminario Nacional, cuyos objetivos se orientaron hacia las siguientes direcciones

- Delimitar y jerarquizar los campos de acción de cada ingeniería, considerando sus responsabilidades con la solución de los grandes problemas de infraestructura como condición facilitadora del desarrollo del país, y las nuevas exigencias impuestas por los procesos de internacionalización y competitividad.
- Desarrollar una propuesta nacional encaminada a la actualización y modernización de los planes de estudio en las ingenierías, respetando la visión y autonomía de cada universidad, pero sin perder la óptica integradora que contemple los aspectos sociales, científicos, tecnológicos y económicos propios del ejercicio de la profesión.
- Definir una estrategia pedagógica que soporte y favorezca a través de un currículo flexible, moderno y abierto, la formación del ingeniero con especiales dotes de sensibilidad social,

con un alto sentido de compromiso con el desarrollo del país mediante una sólida formación científica y técnica, y con una clara conciencia frente al manejo sostenible de los recursos.

Posteriormente se realizó el Seminario Internacional, cuyas conclusiones tuvieron ocasión de ser evaluadas y complementadas con experiencias y enfoques de especialistas de otros países.

Allí se conocieron exposiciones sobre tendencias y prospectiva curricular tecnológica y profesional; estrategias de aproximación de las universidades a los distintos sectores de la sociedad y modelos pedagógicos adecuados a las nuevas exigencias sobre lo que debe ser la formación de ingenieros.

Terminó así la etapa de debate e intercambio de información básica para el proceso de actualización y modernización curricular en ingenierías. A partir de lo anterior, se inició entonces, la etapa de consolidación de las propuestas y recomendaciones y con ello permitir la formulación de proyectos reales, específicos y alcanzables que permitan plasmar en acciones toda la inversión de recursos, esfuerzos y expectativas que la sociedad colombiana espera del desarrollo de la profesión de ingeniería.

La descripción, análisis y comentarios sobre los factores y elementos vinculados al proceso de modernización curricular en ingenierías, alcanzó en todos los seminarios, altos niveles de acuerdo. Estos trabajos reunidos, constituyen el Ser de este proyecto emprendido por el ICFES y ACOFI.

Estos documentos presentan en general, el siguiente contenido:

Principales características de cada ingeniería, según su especialidad, tendencias en la formación profesional, plan básico de estudios, estrategias para actualizar y modernizar el currículo, relaciones y estrategias de universidad, el sector productivo, el sector público y la comunidad; recomendaciones hechas a los programas de las Instituciones de Educación Superior, a ACOFI, al sector productivo y al Estado y por último las principales conclusiones.

En el capítulo “Principales características de cada ingeniería”, según su especialidad, se realiza un análisis sobre la situación actual de los programas que se ofrecen e indica las principales características y particularidades propias de cada currículo, teniendo en cuenta lo discutido en los encuentros regionales y nacionales, en el capítulo de “Tendencias en la formación en Ingeniería”, se presentan las conclusiones propuestas y discusiones realizadas en los diferentes eventos sobre tendencias, metodologías de enseñanza y otros aspectos resultado del trabajo de las mesas de discusión en las que participaron los conferencistas nacionales, extranjeros y delegados del sector productivo y participantes de las instituciones de educación superior. En el “Plan básico de estudios”, se presenta la definición de cada ingeniería, título que otorga, duración, recursos específicos, estrategia metodológica y soporte administrativo e investigativo. Estos puntos son la base fundamental para la adecuación de los planes de estudio, la unificación de criterios para los diferentes programas en ingeniería, la orientación, pero sobre todo, la definición de políticas para mejorar los niveles de la educación superior.

Las “Estrategias para actualizar y modernizar el currículo”, son producto del trabajo desarrollado por los participantes y se dirigen principalmente a aquellos programas que aún no han iniciado su proceso de actualización.

Las relaciones y estrategias de vinculación de programas de ingeniería, se definieron por el aporte que ellas generan a la producción y a la necesidad de apoyo entre el sector productivo, el sector público, la comunidad y el Estado. Por ello, se busca que el énfasis en los programas de ingeniería esté basado en la búsqueda y desarrollo del trabajo investigativo en la universidad, en la creación y estructuración de centros de investigación, de formación y calificación de profesionales; de trabajo y apoyo a la comunidad y de generación de ofertas innovadoras para dar respuestas a los problemas existentes en cada especialidad.

Sin embargo, este proyecto de Actualización y Modernización del Currículo en Ingenierías, tan sólo pretende ser el inicio de un proceso que debe orientar sus mejores esfuerzos hacia el diseño y desarrollo, por parte de cada institución, de su propio proyecto educativo.

Tendrá así, el gremio de ingenieros, un instrumento para afianzar su naturaleza profesional con la capacidad necesaria y suficiente para consolidar acciones de mejoramiento, no solo en la calidad de la educación superior en Colombia, sino que incidirá en el desarrollo tecnológico del país.

Este proyecto no sería una realidad sin la excelente respuesta de quienes fueron convocados a formar parte de este proceso de modernización curricular. Extendemos un agradecimiento especial a los Rectores, Directores de Programas de Ingeniería, Profesores, miembros del sector empresarial y gremial, por el apoyo y esfuerzo que brindaron durante 1995 a este quehacer, el cual sin duda, redundará en la mejor calidad de los programas de ingeniería en Colombia.

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN INGENIERÍA MECÁNICA

DOCUMENTO FINAL ACOFI - ICFES

1. ANTECEDENTES

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) ha venido trabajando sobre la problemática de los programas de Ingeniería, en los años más recientes. Es por esto que anualmente reúne a los directores de programas de ingeniería para discutir temas que competen a la universidad, a la asociación y a la comunidad en general. En los últimos años particularmente, ACOFI ha reunido a los directores de los programas de Ingeniería Mecánica para compartir ideas y experiencias sobre temas como la enseñanza de diseño en ingeniería, la relación industria - universidad, la modernización de laboratorios de docencia, entre otros. Con la creciente oferta de programas de ingeniería, después de la ley 30 de 1992 de educación, ACOFI ha considerado importante sentar las bases para que aquellos nuevos programas correspondan y se acomoden a los esquemas universitarios actuales y es por esto que en el año de 1995, y con el apoyo del Instituto Colombiano para la Educación Superior (ICFES) realizó el proyecto de Actualización y Modernización de los currículos de Ingeniería.

En este contexto, ACOFI decidió realizar este proceso con cinco programas de ingeniería, uno de los cuales es el programa de Ingeniería Mecánica.

Este documento pretende resumir las discusiones sostenidas por los diferentes directores de los departamentos de Ingeniería Mecánica de las universidades e instituciones de educación superior colombianas y las opiniones de personas del sector productivo nacional que participaron en varios encuentros organizados por ACOFI e ICFES desde el mes de Mayo de 1995 y cuyo proceso culminó en un encuentro internacional en Diciembre de 1995.

Se realizaron inicialmente tres seminarios regionales: uno en la Región norte del país (Cartagena), otro en la zona cafetera (Medellin) y otro en la zona centro (Bogotá). En estos tres primeros encuentros se dio una cobertura nacional invitándose a todos los departamentos de Ingeniería Mecánica del país. Esta fase se realizó entre Junio y Julio de 1995, dando paso a una reunión nacional organizada en Ibagué en Agosto de 1995, donde se discutieron todos los aspectos elaborados previamente en las reuniones regionales.

Consecuentemente, en Diciembre de 1995 se organizó la reunión internacional en Medellin, donde se contrastó la realidad colombiana en este tema, con realidades de otros países y regiones del mundo. Vale la pena mencionar, que en todo este proceso hubo una muy amplia participación de las universidades, lo cual quiere decir que las conclusiones y

recomendaciones contenidas en este documento, reflejan pues las características y particularidades de los programas de Ingeniería Mecánica en Colombia.

2. PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

2.1 Definición

La ingeniería mecánica, es la profesión que aplica los conocimientos científicos y tecnológicos en las áreas de conversión de energía, manufactura y diseño; para desarrollar creativamente productos, maquinaria y sistemas teniendo siempre en mente aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad.

En este particular se desea complementar esta definición, con la descrita por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1991) para esta profesión, en lo que respecta a la clasificación internacional de ocupaciones:

"Los ingenieros mecánicos proyectan y dirigen la producción, el funcionamiento, la conservación y reparación de máquinas y maquinaria e instalaciones, equipos y sistemas de producción industrial e investigan y asesoran al respecto, o estudian aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos y dar asesoramiento pertinente".

Sus tareas incluyen las siguientes:

- *Proyectar máquinas y máquinas herramientas para las industrias manufacturera, minera y de la construcción y otros fines industriales, así como para la agricultura, y asesorar al respecto.*
- *Proyectar máquinas de vapor, motores de combustión interna y otras máquinas y motores no eléctricos, y dar asesoramiento pertinente.*
- *Proyectar y asesorar sistemas de propulsión, cascos y superestructuras de buques, fuselajes para aeronaves, carrocerías para automóviles.*
- *Proyectar sistemas y equipos de calefacción, ventilación y refrigeración, y asesorar al respecto.*
- *Proyectar instalaciones y equipos mecánicos para la producción, control y utilización de energía, y asesorar al respecto.*
- *Especificar y verificar métodos de producción o instalación y el funcionamiento de maquinaria agrícola y otras máquinas, mecanismos, herramientas, motores, instalaciones o equipos industriales.*
- *Establecer normas y procedimientos de control para garantizar el eficaz funcionamiento y la seguridad de máquinas, mecanismos, herramientas, motores, dispositivos, instalaciones y equipos industriales.*
- *Organizar y dirigir el mantenimiento y reparación de máquinas, mecanismos, herramientas, motores, dispositivos, instalaciones y equipos industriales.*
- *Estudiar y asesorar en aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos.*
- *Supervisar a otros trabajadores.*

Se desprende de la descripción de ocupaciones de la O.I.T., que el campo de aplicación y desarrollo profesional de los ingenieros mecánicos es amplio y se relaciona en gran medida con todas las actividades de la sociedad.

2.2 Título a que conduce

Los programas profesionales de la ingeniería mecánica que se ofrecen en Colombia, conducen al título de Ingeniero Mecánico, con excepción de algunas instituciones universitarias que debido a intensificación en el campo eléctrico otorgan el título de Ingeniero Electromecánico, fuertemente compatible con las labores descritas en párrafos anteriores.

2.3 Duración

Las universidades que ofrecen el programa de ingeniería mecánica con escolaridad diurna tienen una duración de cinco años y con escolaridad nocturna tienen una duración de seis años.

2.4 Programas de ingeniería mecánica en Colombia

Para el año de 1996, las universidades que ofrecen este programa son:

Barranquilla:

- Universidad del Norte

Cartagena:

- Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
- Escuela Naval "Almirante José Prudencio Padilla"

Cali:

- Universidad del Valle
- Corporación Universitaria Autónoma de Occidente

Bogotá:

- Universidad Nacional de Colombia
- Fundación Universidad América
- Universidad Incca de Colombia
- Universidad de Los Andes
- Universidad Antonio Nariño
- Universidad Santo Tomas

Medellín

- Universidad Nacional

- Universidad de Antioquía
- Universidad Eafit
- Universidad Pontificia Bolivariana

Manizales

- Universidad Autónoma de Manizales

Ibagué

- Corporación Universitaria de Ibague

Pereira

- Universidad Tecnológica de Pereira

Bucaramanga

- Universidad Industrial de Santander

Cúcuta

- Universidad Francisco de Paula Santander

Duitama

- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

2.5 *Plan Mínimo de Estudios*

De acuerdo a los más recientes lineamientos del ICFES y reproducido textualmente del documento "Requisitos para la Creación y Funcionamiento de Programas" (Acofi-Icfes, 1995), el plan mínimo de estudios en Ingeniería Mecánica se distribuye así:

AREAS	PORCENTAJE MINIMO CON BASE TOTAL HORAS PRESENCIALES
• Ciencias Básicas	20 %
• Básicas de Ingeniería	15 %
• Profesional Especifica	35 %
• Socio-Humanistica	10 %
• Económico	10 %

Ciencias Básicas:

Matemática, Física, Química y Biología

Básicas de Ingeniería:

Estática, dinámica, termodinámica, Dibujo de Maquinas, Mecánica de Fluidos, Resistencia de Materiales, Electricidad, transferencia de calor, Materiales

Profesional:	Plantas térmicas, Mantenimiento, Plantas hidráulicas, diseño de equipos y herramientas, estructuras, refrigeración y aire acondicionado, taller de torno y ajuste, motores de combustión interna, maquinas eléctricas.
Socio Humanísticas	Español, ingles, economía, política, deportes, etica, historia, constitución política, instrucción cívica, ecología
Económico - Administrativas	Economía de la Ingeniería, gestión tecnológica, evacuación de proyectos, administración, legislación, gestión económica, procesos contables.

2.6 Recursos Específicos para el Programa

Como recursos específico se relacionan aquellos mínimos que se deben poseer en las universidades para una educación tecnológica adecuada en la Ingeniería Mecánica.

Laboratorios

- Laboratorios de Ciencias Básicas (Física, Química, electricidad)
- Taller de maquinas Herramientas (Torno, fresadora, taladro)
- Bancos de Herramientas (Medida, corte, trazado)
- Laboratorio de Ensayos de Materiales
- Laboratorios de Fluidos e Hidráulica
- Laboratorio de Ciencias Térmicas
- Laboratorio de procesos de manufactura como fundición, etc.

Campos de Practica

- Laboratorios y Talleres propios de la Institución
- Laboratorios y Talleres mediante convenios (v. gr. SENA, etc)
- Visitas y Practicas en el sector industrial
- Centros de Tecnología

3. Principales Características de la ingeniería mecánica en Colombia

3.1 Introducción

En esta sección se resumen las discusiones sostenidas por los diferentes directores de departamento y personas del sector productivo nacional que participaron en este interesante proceso.

Con el fin de cubrir la inmensa variedad de temas tratados, estos se dividiran así:

- Plan de Estudios
- Profesores
- Investigación y Extensión Universitaria
- Relación Universidad - Industria

Plan de Estudios

Al analizar los planes de estudios de la Ingeniería Mecánica, en las diversas regiones del país, se encuentran algunas diferencias menores en sus contenidos, de lo cual es claro que se acomodan a las realidades de las regiones en que se desempeña el egresado de la Ingeniería Mecánica. En términos generales se encuentra la siguiente distribución promedio por áreas de los planes de estudio:

Distribución por ciclos	Porcentaje	Tiempo sobre 5 años
Ciencias Básicas	25 %	1.25 años
Ciencias Socio Humanísticas	15 %	0.75 años
Ciencias Básicas de Ingeniería	25 %	1.25 años
Profesional de Ingeniería	25 %	1.25 años
Materias Electivas	10 %	0.50 años

Algunas de las diferencias, que se lograron detectar en los planes de estudios tiene que ver con el número de:

- asignaturas que conforman el plan de estudios,
- horas de clase presenciales por semana para los estudiantes

Con base a estas diferencias existentes, se desprenden varios puntos a ser tenidos en cuenta, para una adecuada modernización de los currículos. Se plantea, entonces, la necesidad de reducir el número de horas de clase presenciales exigidas a los estudiantes en los diversos programas de ingeniería mecánica; en la actualidad la exigencia total en horas de estudio para un estudiante, a lo largo de cinco o mas años, se encuentra entre 8500 a 10000 horas aproximadamente, de las cuales corresponden 4000 a 5000 horas presenciales de clase para toda su carrera del pregrado.

También se reconoce, una tendencia muy acentuada por programas especializados que al disminuir su contenido profesionalizante, se pueden reducir no solo el número de horas presenciales sino además el número de asignaturas exigidas para optar el título de ingeniero mecánico, que en algún caso corresponde a 78 asignaturas.

Paralelamente, se considera necesario entonces, revisar los contenidos de los cursos de forma que la instrucción sea de naturaleza más básica, coincidiendo con las opiniones de los industriales.

En cuanto a la reducción de horas de clase presenciales de los estudiantes, se prevé una mayor cantidad de tiempo para la realización de trabajo individual o por grupos, más tiempo para el uso de recursos modernos (por ejemplo, computadores, internet, etc) para la investigación sobre temas específicos, solución a problemas abiertos que estimulan la creatividad, la capacidad de imaginar, sonar, innovar; y otra serie de actividades extracurriculares, esenciales en la formación tanto técnica como humanística del futuro ingeniero.

En lo que se refiere a modernas técnicas pedagógicas, se discutió la necesidad de disponer de los modernos recursos multimediales y de comunicación para realizar una instrucción más directa, llevando al salón de clase, exposiciones pregrabadas sobre experimentos de laboratorio, simulación computacional de fenómenos físicos, etc. facilitando así la comunicación del conocimiento. En este particular, se crea entonces la necesidad, por parte de los docentes y profesores, de entrenarse en el adecuado uso de estos recursos modernos.

En lo que respecta a los contenidos de los cursos, se concluye que sería recomendable estudiar, por un lado, con detenimiento los contenidos de manera que aunque se presente repetición de temas, este no sea excesivo y por otro lado los contenidos profesionales y especializados, se releguen a materias de naturaleza electiva de escogencia libre por parte del estudiante, contando con más tiempo para reforzar los conocimientos esenciales y básicos en las áreas de conversión de energía, diseño y manufactura, en general.

Aspectos Humanísticos

A lo largo de todas las reuniones, se presento una frecuente inquietud en lo que respecta a las habilidades humanas de los profesionales de la ingeniería mecánica. Aún cuando en los planes de estudio, se permite un espacio para que los estudiantes tomen materias de contexto social y humanístico, se consideró que no es suficiente para que el profesional adquiera mayor sensibilidad social y humana hacia los problemas que aquejan el país y la sociedad en general. Se planteó entonces, la necesidad imperiosa de que a través de los propios profesores de ingeniería, se trate de sensibilizar más al estudiante; al ser el profesor mismo, un derrotero y un ejemplo que el estudiante muchas veces desea imitar. Es así como, los departamentos de ingeniería deberán procurar por tener un mayor número de pedagogos y no simples profesores comunicadores del conocimiento.

El ambiente académico debe propiciar un acercamiento más profundo entre estudiante y profesor para que el discípulo joven, lo conozca en más dimensiones que aquellas que se pueden reflejar en un salón de clase. Se requiere pues un mayor compromiso de los profesores, en general, en mostrarle al estudiante, esas dimensiones humanas, sociales, éticas, etc., que le permitan complementar su formación técnica, científica e investigativa.

Aspectos de comunicación en la formación

Otro punto que se considero importante, es la necesidad de exponer a los estudiantes de ingeniería a desarrollar sus habilidades de comunicación, no solo desde el punto de vista gráfico a través de cursos de dibujo; sino desde el punto de vista de comunicación oral y escrita. Se plantea la necesidad, además, de reforzar sus conocimientos del español. En la actualidad, algunos programas de ingeniería exigen materias obligatorias en un segundo idioma, sin exigir conocimientos de español.

En cuanto a los aspectos de comunicación oral y escrita, se debería propiciar el espacio adecuado para que el estudiante realice exposiciones en frente de sus compañeros, realice ensayos monográficos, artículos de naturaleza técnica y científica; pero con la plena disposición de los profesores de ingeniería, para revisar y corregir los trabajos escritos y las exposiciones, en general.

Uso de computadores y electrónica en la formación

Se coincide, en la imperiosa necesidad de que se presente un adecuado balance entre los conocimientos básicos teóricos que debe adquirir un estudiante de ingeniería mecánica, junto con unas habilidades mínimas para utilizar, tanto, los equipos de computación y el software técnico, así como conocimientos básicos de electrónica que lo capacitan para su labor profesional. En este punto existe la exigencia de que el ingeniero mecánico desarrolle mejores capacidades de análisis y de síntesis de la vasta información, que se pueden generar; en contraste a una marcada dependencia del profesional por los resultados que emanan de los equipos de computo, sin realizar análisis profundo de los resultados. Se plantea entonces la obligación de una profunda reflexión sobre el uso de las herramientas modernas de computo y de elementos básicos de electrónica en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica.

Profesores

Es bien sabido que la carrera de profesor universitario en Colombia, esta demeritada socialmente, desde todo punto de vista. La sociedad no reconoce la ardua labor de los profesores en las universidades, consecuentemente el nivel salarial de los profesores de tiempo completo es bajo. Esta problemática tiene implicaciones demasiado serias para el futuro y la calidad de la instrucción universitaria, en general.

Es así como, en cuanto al número de horas de clase que debe dictar un profesor (de tiempo completo) por semana, se encontró una gran disparidad entre las universidades. En el peor de los casos, un profesor de tiempo completo debe dictar 20 o 30 horas por semana. Esta carga académica, aunque tiene una connotación administrativa, se debe revisar ya que con tantas horas dedicadas a la instrucción de estudiantes, se cuenta entonces con poco tiempo para la realización de otras labores académicas, como es la investigación, mejora de la docencia, preparación de artículos técnicos y científicos, la educación continuada, los servicios de

consultoría especializada a la industria, asesoría de proyectos de grado, cursos de nivel posgrado, escritura de libros textos, etc. Junto a esta realidad un profesor cuando tiene que realizar 20 a 24 horas de clase por semana, su labor se restringe a simplemente preparar las clases magistrales.

Adicionalmente, con esta exigencia administrativa, el profesor tiende a dictar siempre lo que le parece más fácil, dejando muy poco espacio para la revisión de contenidos, renovación del material de la clase, nuevos métodos pedagógicos, etc. Vale la pena resaltar que con dicha carga académica que sumado a pobres condiciones salariales, se incita a que el profesor busque complementar su salario y mejorar sus condiciones económicas con actividades fuera de sus horas laborales universitarias.

Otro punto importante en la discusión se centra en la necesidad de reducir además el número de horas de clase dictadas por profesores de hora - cátedra, quienes por la naturaleza de su ejercicio profesional tampoco dedican un tiempo adecuado en la mejora de la docencia. Vale la pena resaltar que en las áreas de docencia con un alto grado de especialización se considera conveniente tener profesores de hora - cátedra, dejando a los profesores de tiempo completo la responsabilidad por los cursos de naturaleza básica dentro de los planes de estudio de la ingeniería mecánica.

Adicionalmente, no se están preparando los profesores y docentes del futuro; un informe reciente de COLCIENCIAS (1995), revela que en Colombia hay sesenta mil docentes universitarios, de los cuales mil doscientos de ellos poseen título de doctorado. Este informe no los discrimina por áreas, pero se puede inferir que es un porcentaje muy bajo, aquellos profesores que tienen el título de doctorado en Ingeniería.

El mismo informe de COLCIENCIAS trata sobre el relevo generacional, el cual es un problema serio: la edad promedio de los profesores universitarios en las instituciones públicas es muy alta. Se especula que dentro de cuatro o cinco años, un porcentaje muy alto de los profesores se estará jubilando. A éste profesor que se está jubilando, resulta muy difícil solicitarle: - porque no se capacita en las últimas técnicas computacionales o de diseño para instruir y entusiasmar a los discípulos.

Investigación y extensión universitaria

En referencia a la investigación, se considera que esta se debe realizar bajo líneas definidas dentro de cada institución con el liderazgo de algún profesor o grupo de profesores, dedicados y entrenados adecuadamente para llevar a cabo este proceso. Consecuentemente, el estudiante tendrá la oportunidad de encontrarse, a lo largo de su formación profesional, con investigaciones e investigadores de primera línea que lo motivan a formar parte de este proceso. Así pues, el estudiante debe formar parte de un grupo de investigación sólido, actuando como investigador a través de proyectos especiales dentro de su plan de estudios, temprano en su formación; sin que se tenga que esperar a llegar a cumplir los requisitos para realizar su proyecto de grado (último año o semestre de su formación). Es claro que un

proceso de investigación, permite desarrollar integralidad de conceptos de los diversos aspectos de la ingeniería, acercarse a la realidad, entrar en relación profesional y humana con los demás integrantes de un grupo, etc.

Vale la pena mencionar que aquellas instituciones en donde la investigación es parte de la actividad diaria de los profesores, son aquellas que ofrecen regularmente programas académicos de posgrado (Maestría y Doctorado), con profesores con alto nivel de formación (Ph.D., M.Sc.). Al existir programas de posgrado en el plan de estudios global de una facultad o departamento en particular, se desprofesionalizan los estudios de pregrado, son más básicos; ya que existe una marcada tendencia a entregar contenidos incrementales de formación profesional y de conocimientos avanzados, en aquellas instituciones que no tienen programas de posgrado. Así pues, por ejemplo, un joven estudiante muchas veces es expuesto a libros textos de nivel de posgrado en otros países; y los cuales el debe utilizar como libro texto en sus materias de pregrado, con las consabidas exigencias y consecuencias. Este riesgo desaparece, al tener programas coherentes de investigación; y por ende, programas de posgrado, los cuales sustentan adecuadamente la investigación.

La extensión universitaria, se entiende como la oferta de programas profesionales de especialización y de educación continuada. Estos programas son importantes en lo que se refiere a la formación posterior del egresado, ya que se provee una constante actualización en las modernas técnicas de la practica profesional. Estos programas son una buena fuente ingresos para las universidades que los ofrecen, reflejando una adecuada imagen hacia la comunidad y cumpliendo con esta, a través de la difusión de resultados de las investigaciones que se realizan en el interior de las universidades.

Los cursos impartidos en los programas de pregrado se ven beneficiados, en la medida que los docentes y profesores imparten estos cursos profesionales de especialización y educación continuada. Estos cursos permiten conectar realidades industriales, a través de la participación de profesionales, generandose conocimiento de primera mano sobre estudios de caso que bien pueden ser enseñados y analizados en los cursos propios del pregrado.

Relación industria - universidad

La relación entre la universidad y la industria se presenta de una manera tímida en algunas instituciones universitarias. Esta debiera ser entendida como servicio a la industria que se presta desde la universidad, en lo que respecta a servicios de prueba en laboratorios de pruebas y ensayos, consultoria especializada y/o investigación aplicada en la solución de problemas industriales, pasantías y practicas empresariales, cátedras, educación continuada corporativa en algunos campos de aplicación particular de la industria, etc.

Sin embargo, se considera que existe un inmenso desconocimiento de parte de los industriales por las capacidades profesionales de los docentes, de las instalaciones y equipamiento que poseen las universidades, de los proyectos de investigación que realizan los profesores y sus alumnos, etc.; pero parece ser que las propias universidades no promueven ni promocionan

estas capacidades faltando campañas agresivas de propaganda y de mercadeo, desde el interior de las instituciones universitarias.

Así pues, entre las discusiones académicas sobre este aspecto, se considera de suma relevancia, la estrecha relación que se debe crear entre la industria regional y la universidad, para mejorar la formación de los ingenieros a través de prácticas empresariales, cátedras financiadas, proyectos de desarrollo con la participación de estudiantes. Este aspecto permitiría realizar una más profunda y permanente evaluación del tipo de profesional que se está formando; con el concurso de la industria, siempre teniendo en cuenta los aspectos académicos en la formación del joven ingeniero.

Es por esto que las universidades deben cambiar el diálogo con las industrias, en general, ya que la actitud de "mano tendida" ha dado muy pocos resultados positivos en este tipo de vínculos. Es así como, cuando a la industria se le aproxima con propuestas de desarrollo coherentes y de corto o mediano plazo, su actitud de cooperación se ve acrecentada.

Vale la pena resaltar que, los programas de ingeniería mecánica en Colombia, están promoviendo, pasantías semestrales, monitorias, proyectos de grado; ya que por su propia naturaleza complementan adecuadamente la formación de los jóvenes ingenieros.

En este sentido, la práctica empresarial y pasantías en la industria deberían promoverse, además entre los profesores y docentes jóvenes, posiblemente reflejándose de manera más inmediata y positiva en la relación industria - universidad. Consecuentemente, una acción concertada entre las partes para generar espacios de investigación aplicada (solución de problemas industriales) entre la universidad, el docente y una industria en particular, genera una serie de actividades académicas interesantes, promoviendo involucramiento de estudiantes en varios niveles, sea de pasantía de los mismos, proyectos especiales, monitorias administrativas, proyectos de grado, etc.

4. TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECÁNICOS EN COLOMBIA

4.1 *Prospectiva tecnológica*

La ingeniería mecánica, por ser una de las profesiones de ingeniería más tradicionales, ha contribuido, en años recientes, a la generación de una serie de especialidades, donde el nivel mismo de la práctica de la profesión corresponde y es exigido por el desarrollo tecnológico actual.

Vale la pena, entender como especialidades aquellas áreas de la práctica profesional y el campo del conocimiento, en las cuales el ingeniero mecánico ha venido contribuyendo de manera importante en su desarrollo, particularmente en este siglo. Para mencionar unas

cuantas se pueden distinguir las siguientes: Biomecánica, mecánica aplicada, elasticidad y plasticidad, combustión, tecnología de turbinas de gas, conformado de metales, máquinas de combustión interna, tecnología de la manufactura, energía nuclear, ingeniería de polímeros, propiedades de los materiales, robótica, análisis de esfuerzos, ingeniería de potencia, tecnología total, tribología, análisis de vibraciones, ingeniería automotriz, aerodinámica industrial, sistemas de producción agrícola, manejo de materiales, ingeniería de precisión y recientemente la ingeniería ambiental, para nombrar unas cuantas. La lista podría extenderse por algunas líneas más.

De las especialidades particulares, se puede notar, que todas ellas están íntimamente relacionadas con la aplicación de las tres áreas básicas y fundamentales de la ingeniería mecánica, como son: la conversión de energía, diseño de productos y maquinaria y la manufactura de productos.

Adicionalmente, la práctica de la ingeniería mecánica se ve mas ligada a la informática y la electrónica, por lo cual el ingeniero debe adquirir un desarrollo personal de destrezas y habilidades especiales para acomodarse a esta nueva realidad. Algunos ingenieros consideran esta como la tercera revolución industrial donde el procesamiento de la información se convierte en una parte integral de, por ejemplo, operación de las máquinas herramientas, diseño asistido por computador, etc. implicando esto que muchas operaciones que se efectúan manualmente se deben realizar en base al conocimiento e información. Por otro lado, el ingeniero mecánico debe no solo mantenerse actualizado en estas nuevas técnicas, sino que además, debe interactuar e integrarse permanentemente con profesionales de otras disciplinas.

En este orden de ideas, es claro que el ingeniero del futuro debe procurar adquirir habilidades en el manejo de hardware y software relacionado con su actividad profesional, además de requerir una mayor capacidad de análisis y síntesis, y menos capacidad de cálculo, para la evaluación de resultados y generación de alternativas de solución adecuadas. Así pues, el ingeniero debe evitar llegar a la obsolescencia técnica a través de la actualización permanente en cursos de educación continuada, revistas y medios de comunicación, asociación con sociedades científicas y tecnológicas, etc.

En un estudio elaborado por la Comisión de Ingeniería Mecánica de ACIEM, sobre la ingeniería mecánica del siglo XXI, se hace un análisis riguroso sobre las tendencias tecnológicas y de requerimiento futuro, en las áreas generales de actividad profesional del ingeniero mecánico en Colombia, como son: el diseño, la producción, la realización de montajes y proyectos, la consultoría y las ventas. (Noguera, 1994). En este documento se desean incluir algunos de los puntos analizados por dicha comisión y se realizarán comentarios pertinentes.

Area de Diseño

Se prevé un cambio acentuado en la metodología y herramientas disponibles para la realización de los procesos de diseño, incorporándose conceptos de diseño como la ergonomía, la ecología, el reciclaje de productos. Se están produciendo paquetes de software, teniendo en cuenta aspectos del diseño encaminados a la optimización de recursos, tanto técnicos y económicos como humanos. En esta línea de pensamiento, se observa cómo en algunas compañías multinacionales se están implementando procesos de diseño para manufactura y ensamblaje, diseño para reciclaje y el medio ambiente, sistemas expertos, ingeniería simultánea para trasladar los posibles problemas técnicos de los productos comerciales a la etapa misma del diseño, ayudándose este proceso con una fuerte complementación de la ingeniería experimental (instrumentación electrónica, análoga, diseño de experimentos, modelaje por computador, sistemas de adquisición y procesamiento de datos experimentales, análisis estadístico etc).

Es por esto que la necesidad de actualización del ingeniero se vera influenciada cada vez mas con la sofisticación tecnológica de las herramientas de soporte (hardware y software) para el desarrollo de esta actividad, teniendo en cuenta los requerimientos actuales de productos de calidad y de gran competencia en el mercado no solo nacional sino internacional.

Area de Producción

Esta actividad es la que mas directa y rápidamente se ha beneficiado de los elementos electrónicos y de procesamiento de información, de manera que se aumente la capacidad de competencia, productividad y garantía de calidad en el procesamiento de materias primas en productos terminados. Dada la nueva coyuntura tecnológica, los modernos sistemas de producción y el conocimiento profesional necesario implican que el ingeniero se desempeñe adecuadamente en temas relacionados con la administración de recursos, servicios generales en planta, procesos de manufactura, manejo de computadores, programación y planeamiento, aseguramiento de la calidad, etc.

Es así como, se esta trabajando de una manera sólida en lo que actualmente se conoce como Mecatronica, la cual se puede definir como la integración sinérgica de la ingeniería mecánica con la electrónica y control inteligente asistido por computador en el diseño y manufactura de productos y procesos. En este contexto se debe entender sinergia como aquello que resulta si las partes que constituyen un diseño global son elegidas óptimamente y trabajan en armonía destacando lo mejor de cada una de ellas. Para habilitar esta sinergia, el equipo de diseño de producto debe ser capaz de tomar decisiones de diseño desde el amplio espectro de las tecnología disponibles en planta.

Area de Mantenimiento

Con los apreciables desarrollos tecnológicos y la oferta tan amplia de equipos electrónicos y de instrumentación a mas bajo costo, la actividad del mantenimiento ha adquirido ayudas que permiten al ingeniero en desarrollar su labor de diagnóstico más en la línea de la prevención y predicción que en la práctica común de la corrección de fallas. Es así como el

monitoreo de condición de máquinas y equipos, donde se conjugan elementos de hardware y software, habilitan entonces al ingeniero mecánico en la administración del mantenimiento, en conjunto con los equipos de producción y manufactura dentro de la planta, buscando siempre la optimización de recursos con la consecuente reducción en costos y la manufactura de productos con cero errores.

En las áreas mencionadas en el documento de ACIEM, como son: los montajes y proyectos, la consultoría y ventas se nota un elemento en común y característico a lo largo del presente análisis, como es la influencia tan fuerte de los equipos computacionales y los medios electrónicos de comunicación como herramienta básica en la elaboración efectiva de cada una de las actividades en que se involucra el ingeniero mecánico.

Desde el punto de vista de la formación del ingeniero mecánico se plantea entonces una exigencia adicional a las instituciones de educación superior por formar ingenieros mecánicos que se acomoden rápidamente a las circunstancias de desarrollo tecnológico cambiante, sin permitirse obsolescencia técnica. Vale la pena reflexionar, además, en la tendencia actual de los ingenieros mecánicos por adquirir conocimientos a nivel de posgrado en temas financieros y de administración, lo cual posiblemente desplaza recursos humanos capacitados técnicamente para desempeñarse en áreas complementarias, dejando a un lado el estudio riguroso del desarrollo tecnológico y relegándose este a las generaciones de ingenieros mecánicos jóvenes.

Esta preocupación es cada vez mayor, no solo en Colombia sino en los países del primer mundo donde se observa un desplazamiento masivo de técnicos hacia el área financiera, cuya consecuencia en el mediano plazo puede ser acentuar más la dependencia tecnológica.

4.2 Cambios Demográficos

La solicitud de ingresos a programas universitarios profesionales en general en Colombia se ha incrementado en los últimos años, y en el caso particular de la formación de ingenieros mecánicos, la oferta de nuevos puestos universitarios no ha crecido acorde a la demanda. Para el año de 1990 (ICFES 1991) en Colombia solicitaron ingreso, a Ingeniería Mecánica, aprox. 6000 bachilleres a los cuales se les ofrecían 1800 cupos. Para el año de 1995, la solicitud de ingreso subió a aprox. 11200 aspirantes mientras la oferta de cupos no subió sino a 2200. En los 21 programas de ingeniería mecánica, están estudiando un total aproximado de 11200 estudiantes, de los cuales probablemente solo el 60 % obtenga su título de ingeniero mecánico en el transcurso de los próximos cinco años.

Comparativamente, en los Estados Unidos, existen 232 programas de ingeniería mecánica y para el año 1995 ingresaron 60000 estudiantes nuevos, lo cual corresponde a una relación de 1 estudiante por cada 5000 habitantes. Por su parte en Colombia, la relación de estudiante nuevo por habitante es de 1 a 25000.

En lo que se refiere al número de graduados de ingeniería mecánica para el año de 1995 en Colombia, este no excede los 1200 nuevos ingenieros mecánicos que ingresan al mercado laboral industrial para corresponder a los retos tecnológicos que impone la apertura de mercados y de la economía.

Es por esto, que compañías grandes y/o multinacionales pronostican un acentuado déficit de profesionales de ingeniería mecánica en los próximos tres años, que se acomoden a una realidad tecnológica de cambio para el desarrollo armónico y sostenible del país.

Consecuentemente, la modernización y actualización de los currículos de ingeniería mecánica deberán incluir estos cambios demográficos y posible incremento en la población estudiantil como uno de los elementos de profunda reflexión, que permitan acomodarse a la realidad nacional y regional.

5. ESTRATEGIAS PARA LA ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CURRÍCULO

5.1 Currículo

Se puede entender el currículo como todos aquellos elementos que integralmente forman parte de un programa en Ingeniería Mecánica de manera que los estudiantes se habiliten y capaciten para poder practicar la ingeniería a nivel profesional. Esta capacitación debe conducir al título profesional de Ingeniero Mecánico, reconocido por el estado y la sociedad, en general.

Entre los elementos básicos que forman parte del currículo se consideran:

- Objetivos educacionales del programa
- Plan de estudios de un programa dado y su componente profesional
- Los estudiantes
- El profesorado
- Los graduados y su desempeño profesional
- Los recursos físicos
- Soporte institucional y recursos financieros

Algunos otros elementos, como: programas institucionales de investigación básica y/o aplicada, extensión universitaria, servicio a la industria, prácticas empresariales, cátedras, programas de posgrado a nivel de especialización y maestría, etc. son considerados como actividades complementarias al currículo, altamente benéficas para la educación del discente y las cuales facilitan recursos físicos y financieros; además de reflejar y proyectar la imagen de la universidad ante la comunidad.

5.2 *Aptitudes y actitudes del profesional de la ingeniería mecánica*

Se podría resumir que los graduados de un programa de ingeniería deben adquirir a lo largo de su formación profesional (ABET, 1995):

- a) Habilidad para aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería;
- b) Habilidad para diseñar y conducir experimentos, analizar e interpretar datos;
- c) Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para resolver una necesidad dada;
- d) Habilidad para trabajar en equipo multidisciplinario;
- e) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería;
- f) Entender su responsabilidad ética y profesional;
- g) Habilidad para comunicarse adecuadamente;
- h) La educación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto social global;
- i) Reconocer la necesidad para y la habilidad de comprometerse en aprendizaje continuo a lo largo de su vida;
- j) Conocer de problemas contemporáneos;
- k) Habilidad para utilizar técnicas, destrezas y las modernas herramientas de ingeniería necesarias para la práctica de la misma

Así pues, los programas de ingeniería mecánica en Colombia debe realizar acciones conducentes y coherentes para hacer coincidir los elementos esenciales, arriba definidos, del currículo; junto con desarrollar las habilidades y actitudes deseables en los profesionales de la ingeniería. Como resultado se tendría entonces un programa de Ingeniería Mecánica de excelente calidad.

En los siguientes párrafos, se transcriben y analizan las opiniones recogidas de profesores e industriales que han participado de este interesante proceso y que posiblemente permitan desarrollar estrategias y pasos a seguir para realizar una adecuada modernización y actualización de los currículo en Ingeniería Mecánica.

5.3 *Recomendaciones a los programas de ingeniería mecánica*

En los próximos años, el profesional de la ingeniería mecánica debe enfrentar el problema de un desarrollo social sostenible, con base a los recursos renovables y no renovables. Como tal, debe tener en cuenta; entre otros, los efectos del impacto ambiental y la contaminación.

Así mismo, se acentúa en la imperiosa necesidad de entregar al ingeniero una visión y cultura general sobre nuevas tecnologías y herramientas para un adecuado desarrollo profesional, promoviendo desde su ejercicio académico universitario, la innata capacidad de autoaprendizaje, autoformación e investigación. En este sentido, parece que los currículo deberán avanzar, entonces, mas hacia la sintetización y profundización del conocimiento de los fundamentos básicos de la Ingeniería; ya que se considera que los paradigmas de la

Ingeniería serán y seguirán siendo los mismos en el siglo por venir. Es por esto que se debe procurar por una integración armónica del conocimiento, promoviendo la flexibilidad e interacción del plan de estudios, con otras disciplinas del conocimiento, ya que, en últimas, el ingeniero del futuro se desarrollara primordialmente en un administrador de la información, centrado en el análisis y la síntesis de esta.

En lo que compete al perfil de formación del profesional de la ingeniería mecánica se plantea la necesidad de estudiar a fondo, algunos aspectos de relevancia. Entre aquellos aspectos mencionados se resaltan: la definición del campo ocupacional del ingeniero mecánico, el cual parece no estar claramente definido dada la amplia y versátil gama de ocupaciones en las que se puede desarrollar nuestro profesional. En adición, se considero importante; difundir, dimensionar y penetrar en el sector empresarial; en lo que respecta a las capacidades y habilidades básicas adquiridas por el egresado de la Ingeniería Mecánica para un adecuado desarrollo profesional. En este sentido, se planteo la necesidad de promocionar sentimientos de pertenencia hacia la profesión, dada la fuerte tendencia global de los egresados jóvenes por vincularse en la administración y sectores de manejo económico y/o financiero. Estos planteamientos se pueden pensar que deberían ser un derrotero de las asociaciones profesionales colombianas y gremios; sin embargo parece ser que las instituciones universitarias son las llamadas a tomar liderazgo.

En lo que se refiere a algunos aspectos particulares de la formación del egresado, se plantea la necesidad de desarrollar aptitudes en las relaciones humanas, en cuanto a flexibilidad, interacción con otros, mente abierta, integralidad, sensibilidad y coherencia.

Dentro de las actitudes se consideran relevantes aquellas que fortalezcan la honradez, responsabilidad, creatividad y liderazgo.

Objetivos educacionales del programa

Cada institución universitaria y programa debe definir claramente los objetivos educacionales, de manera que el plan de estudio sea consistente y este ligado a esos objetivos, a la misión institucional, a la cultura organizacional y al contexto regional particular. Es claro que los programas de Ingeniería Mecánica que están surgiendo y responden a problemáticas regionales deberan concentrar sus esfuerzos en acomodarse a estas realidades sin quizás pretender formar profesionales para un contexto nacional o internacional.

Estos objetivos educacionales deben ser conocidos por cada uno de los miembros de la comunidad universitaria. Así mismo, en la medida que estos objetivos sean permanentemente evaluados y estudiados permitan ser mas coherentes con el cambiante mundo tecnológico e industrial del país, la región o la localidad en que este enmarcado cada programa; formando profesionales que desarrollan sus habilidades individuales, adaptandose mas rápidamente en el medio industrial y del sector productivo. En consecuencia, el ingeniero mecánico sera mas competitivo.

Plan de Estudios

Con respecto a este punto, se encontró una inmensa coincidencia en los planes de estudios de los programas de ingeniería mecánica en el país, sin embargo existen algunas diferencias que son producto de particularidades y realidades industriales locales.

En general se considera que la distribución existente de los planes de estudio es adecuada, sin embargo se insiste en la necesidad de reducir las exigencias en cuanto a materias y número de horas de clases presenciales de los estudiantes.

En general, de las reuniones nacionales e internacional, se coincide en afirmar que los planes de estudio en Ingeniería Mecánica deben adecuarse en lo que respecta a:

- La necesidad de reducir los contenidos incrementales profesionales y reforzar más bien los contenidos básicos de la ingeniería. Al tiempo que se debe procurar por integrar los conceptos básicos de la ingeniería con elementos reales y de la vida práctica de la ingeniería;
- Desarrollar mejoras en la comunicación oral y escrita de los estudiantes y futuros ingenieros, habilitándolo también en el entendimiento básico de una segunda lengua;
- Inclusión de una disciplina en el manejo de instrumentos computacionales, redes, etc., procurando evitar la confusión entre la herramienta y el conocimiento;
- Desarrollar conciencia ecológica y de la protección del medio ambiente;
- Desarrollar el espíritu experimental a través de adecuadas prácticas de laboratorio;
- Procurar extender el proceso enseñanza - aprendizaje fuera de las instalaciones físicas de la universidad;
- Elaborar nuevas metodologías pedagógicas, incrementando la participación del estudiante en la creación del conocimiento, desarrollando conjuntamente con el estudiante los contenidos de las asignaturas;
- Permitir el contacto de los estudiantes con problemas reales de ingeniería desde los primeros niveles de su formación académica;
- Revisar los procesos de evaluación del conocimiento adquirido por el estudiante, desarrollando sistemas de evaluación más flexibles, más universales exigiendo permanentemente calidad en los trabajos desarrollados, en el ámbito laboral se le calificara así;
- Considerar elementos emocionales y motivacionales en el estudiante en su proceso de aprendizaje, procurando rescatar la afectividad y capacidad de asombro por todo aquello que se descubre;
- Crear esquemas donde se aprenda más y se enseñe menos;
- Enseñar al estudiante a buscar y manejar información y darle pautas para realizar un proceso de investigación;
- Establecer las "transdisciplinas" (currículo oculto) entendiendo esto como las interacciones de las materias estudiadas. Por ejemplo, el conocimiento, no se debe limitar a la asignatura respectiva, sino también en las materias mediante la consulta de textos en este idioma.

Mediante el establecimiento de "transdisciplinas" sera posible actualizar y extender el área de conocimientos sin la necesidad de establecer nuevas materias para atender los requerimientos tecnológicos, ya que se concatenaran los conocimientos sin parcelarlos;

- Buscar concordancia entre el perfil del ingeniero mecánico y los planes de estudio
- Desarrollar mayor responsabilidad en el estudiante frente a su proceso de aprendizaje;
- Propiciar discusiones y análisis abiertos sobre información técnica, códigos, normas internacionales, asuntos de legislación, aseguramiento de la calidad, etc.;
- Facilitar y estimular el desarrollo de la creatividad y la innovación;
- Permitir al estudiante el empleo de los recursos tecnológicos modernos y de calculo, que hoy se encuentran disponibles, a nivel de simulación de procesos o software especializado, para que los estudiantes tengan acceso a los medios o elementos de trabajo que posiblemente se van a encontrar durante el ejercicio profesional;
- Capacitar al estudiante para la auto crítica y permanente cuestionamiento hacia la excelencia;
- Estimular el debate ideológico como preparación a la vida ciudadana, hacia la práctica de la tolerancia y el pluralismo en el marco de la democracia participativa;
- Estimular la disciplina de trabajo multidisciplinario mediante la realización de proyectos multidisciplinarios
- Promover políticas de integración de las facultades de una misma universidad, para evitar duplicación de esfuerzos.

Estudiantes y profesores

Los estudiantes y profesores son los actores mas importantes del proceso de formación universitaria, es por esto que un programa de ingeniería mecánica debe adecuarse para que exista una interacción mas amplia, desde todo punto de vista.

En lo que respecta a los profesores, un programa debe tener el número suficiente de profesores de tiempo completo con las competencias necesarias para cubrir todas las áreas curriculares del programa. Sin embargo, del diagnóstico presentado en este documento se acentúa, pues, la necesidad de reducir la carga académica de los profesores, de manera, que se cuente con el tiempo necesario para realizar otras labores académicas, investigación, mejoras en la docencia, preparación de material técnico, preparación de laboratorios, preparación de problemas abiertos, etc. En este sentido, existe el obstáculo financiero (reto bastante difícil de superar en el sector educativo) que facilite que los profesores utilicen mejor su tiempo en beneficio del programa.

A lo largo de todas las reuniones sostenidas, se refuerza la necesidad de contar en las universidades con profesores con vocación pedagógica, mas que con vocación científica; un cuerpo docente no necesariamente es mejor porque tenga mas doctores (Ph. D.); lo que si es claro es que en el futuro es deseable que aquellos docentes que demuestren vocación pedagógica, se actualicen y se desarrollen profesionalmente, quizás, con estudios de posgrado, experiencia industrial, uso de modernas técnicas pedagógica, uso de recursos

computacionales y de laboratorios modernos para una mejor enseñanza, etc.; siempre y cuando la misión de la universidad sea la formación de profesionales de excelente calidad.

A nivel nacional se recomienda la creación de un programa de renovación de docentes y profesores, al mas alto nivel, tanto para instituciones públicas como privadas, en las diversas áreas de especialización en la Ingeniería Mecánica, lo cual redundará en ampliación de la investigación básica y aplicada. Al tiempo que se sugiere realizar un proyecto de desarrollo de nuevas metodologías Docentes, con la utilización masiva de medios de información modernos, quizás permitiendo optimizar y compartir recursos, financieros, tecnicos y humanos, a nivel nacional.

Los graduados y su desempeño profesional

Cada programa de ingeniería mecánica deberá crear un sistema de información documentada sobre los resultados de sus graduados y su correspondiente desempeño profesional de manera que pueda ser evaluada, demostrada y medida la conexión entre la misión de la institución y los objetivos educacionales del programa. Esta información permite, pues, identificar el perfil de su egresado, además, de ser usada para lograr un mayor desarrollo del programa y un mejoramiento continuo del mismo.

En lo que respecta a los profesionales del país, se recomienda desarrollar sistemas de evaluación, a nivel nacional, a través de exámenes y sistemas de acreditación mínimo de los ingenieros mecánicos para ejercer adecuadamente la profesión. En este punto se ha venido trabajando en las asociaciones profesionales como ACIEM. Las instituciones universitarias deberían cooperar con estas asociaciones, de manera que se logren realizar estos exámenes nacionales profesionales. Con estos exámenes se pueden determinar las calidades básicas y los perfiles profesionales de las instituciones universitarias, al tiempo que permite cubrir aspectos técnicos, éticos, económicos, etc., implicando que los ingenieros mecánicos deben enrolarse en una preparación y actualización continua.

Los recursos físicos

Los salones de clase, laboratorios y su equipamiento asociado debe adecuarse para alcanzar los objetivos educacionales del programa y así proveer una atmosfera adecuada para el aprendizaje. Las facilidades adecuadas propician y potencian una interacción mas directa entre el profesor y el alumno, además de crear un clima de desarrollo profesional. Sistemas de información y facilidades computacionales, permiten exponer al estudiante al uso de modernas técnicas y herramientas de análisis, como soporte de sus actividades.

Sin embargo, es importante resaltar que adecuar los recursos físicos, no es una tarea fácil, ya que esto implica inmensas inversiones de dinero, que los programas y las universidades no poseen. A esto va sumado, el hecho de que los últimos desarrollos tecnológicos están cambiando de una manera dramática. El acceso a la ultima tecnología lo hace mas rápido la industria que la universidad, realidad que se presenta en cualquier país y no solo en

Colombia, así pues se debe trabajar arduamente en la generación de mecanismos que dinamicen la relación universidad - industria, con el único fin de repartir recursos físicos, si es posible, para un mejor entrenamiento y desarrollo profesional de los estudiantes.

Al mismo tiempo, se recomienda crear mecanismos de intercambio entre universidades de una misma ciudad, de manera que con esto, se facilite un uso mas adecuado de los recursos físicos.

Soporte institucional y recursos financieros

Los programas deben contar con el soporte de personal e institucional para poder cumplir con sus objetivos educacionales, sin embargo vale la pena anotar que la educación y la inversión del Estado en la misma, no son considerados como proyectos politicos atractivos. Es por esto que las instituciones universitarias, tanto publicas como privadas, estan permanentemente en problemas presupuestales y de recursos financieros, con la consabida reduccion de inversiones en equipos, bajos salarios de los profesores, entre otros.

Las universidades, en el mundo desarrollado, siempre han contado con algún tipo de subsidio de la sociedad, sea del Estado o de la industria; y es por esto que nuestras instituciones deben demostrar su viabilidad económica en el largo plazo, a través de actividades interesantes y atractivas, sea con el estado o con el sector privado, que garanticen y sustenten un desarrollo social sostenible. Si la educación es cara, la ignorancia lo es más.

6. *Estrategias y recomendaciones generales*

Este capítulo contiene algunas recomendaciones adicionales y de orden general, que no han sido mencionadas en este documento; dirigidas hacia los programas, a las instituciones de Educación superior, al propio ACOFI, al sector productivo y al estado.

Los programas de ingeniería mecánica, en asocio con el ICFES, ACOFI, la industria y otros entes de la sociedad deben desarrollar, en el mas inmediato plazo, el programa de acreditación y homologación de los mismos. Este debe ser un esfuerzo nacional, no puntual, de manera que se asegure la calidad de los programas existentes y se garantice la calidad de aquellos que se puedan crear. Al tiempo que se debe promover ademas la homologación de los profesionales de todas las universidades del país.

En relación con el sector productivo y el Estado, la universidad debe buscar formar parte de esta trilogía, ya que permitiría generar recursos financieros, como soporte de su actividad académica. Con las recientes modificaciones al régimen tributario nacional, el nuevo esquema de donaciones permitirá crear fondos hacia las universidades que le permitan garantizar su viabilidad financiera.

En referencia a la actividad de servicio a la industria de parte de las instituciones universitarias, se plantea la necesidad de generar centros de innovación tecnológica; con el

apoyo de la industria y el Estado, como sucede ya como en el instituto del plástico en Medellín, y algunos otros en el país. Estos centros de investigación pueden servir como incubadores de empresas de base tecnológica, oficinas de transferencia de tecnología, centros de desarrollo empresarial, centros de servicios tecnológicos; en los cuales se puedan desarrollar actividades conducentes al desarrollo de proyectos de cooperación conjunta, como resultado de esta actividad se prevé aumentos en los ingresos de las instituciones para mantener una adecuada planta de personal profesional y de soporte; con participación de estudiantes, en estos procesos de investigación industrial. Centros de esta naturaleza pueden dar las pautas necesarias para servir como mediador entre la universidad y la industria, promotora de proyectos y facilitadora de las relaciones entre las partes. También se pueden plantear proyectos de interés para la nación, posiblemente compartiendo recursos de otras universidades, complementando su labor.

En este sentido, seguramente resultaran aquellos protocolos para la reglamentación de la propiedad intelectual de los desarrollos, etc. Además de poder entrar en contacto con entes y universidades de otros países de reconocimiento internacional.