



ACOFI

ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA



ICFES
LA EDUCACION SUPERIOR

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL
FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR

Actualización y modernización del currículo en INGENIERIA MECANICA



OF

Actualización y modernización del currículo en **INGENIERIA MECANICA**

Documento ejecutivo



ACOFI

ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA



ICFES
LA EDUCACION SUPERIOR

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO
DE LA EDUCACION SUPERIOR

M F N - 0042
PACOF 42
ACOFI 24 JUN 1997
Centro de Documentación

PACOF 42 - 1997 Mayo

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO
DE LA EDUCACION SUPERIOR, ICFES
Subdirección General Técnica y de Fomento
Calle 17 No. 3-40 A.A. 6319
Teléfonos 2819311 - 2435129 - 2834027
Fax 2845309 Santafé de Bogotá, D.C.

ASOCIACION COLOMBIANA DE
FACULTADES DE INGENIERIA -ACOFI-
Cra. 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres
Bloque C Of. 7- 301 - 303 - 401/404
A.A. 59285 Tels. 2215438
Fax 2218826 Santafé de Bogotá D.C.

Director General del ICFES	Dr. JAIME NIÑO DIEZ
Subdirector General Técnico y de Fomento	Dr. JOSE N. REVELO REVELO
Presidente ACOFI	Ing. EDUARDO SILVA SANCHEZ
Vicepresidente ACOFI	Ing. SILVIO DELVASTO ARJONA
Director Ejecutivo ACOFI	Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

COORDINADORES PROYECTO:

Ing. LUIS ALFREDO POSADA DELGADO
Subdirección General Técnica y de Fomento del ICFES
Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Director Ejecutivo de ACOFI - Profesor Titular de la U. N.

Este libro fue editado siendo Director General del ICFES el Dr. Luis Carlos Muñoz Uribe y Subdirectora General Técnica y de Fomento la Dra. Graciela Amaya de Ochoa.

Elaboración de texto con base en las reuniones y documentos regionales, nacionales e internacional de Ingeniería Mecánica

SANTAFE DE BOGOTA, D.C. SEPTIEMBRE 1996

Serie: Actualización y modernización del currículo

ISBN: 958-680-000-8 Obra completa
ISBN: 958-680-006-7 Ingeniería Mecánica

El proyecto: ACTUALIZACION Y MODERNIZACION DEL CURRICULO EN INGENIERIAS MECANICA, QUIMICA, ELECTRICA - ELECTRONICA, CIVIL E INDUSTRIAL ha sido realizado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior -ICFES- y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-.

Corrección de estilo: Mercedes Bohórquez Montoya
Periodista
Ilustración portada: Raúl Moreno

Diseño, armada electrónica e impresión:
OPCIONES GRAFICAS EDITORES LTDA.
Calle 14 No. 52-31 piso 3 - Telefax: 2601643
Celular: 93-3369670 Apartado Aéreo 34348
Santafé de Bogotá - Colombia

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 éste contexto, la ingeniería es uno de los principales motores de desarrollo del país, 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 como se están formando los ingenieros de hoy y los que se formarán en el siglo XXI.

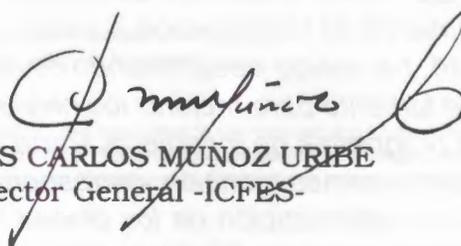
El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, como Institución del Estado comprometida con el mejoramiento de la educación superior y consciente de esta necesidad, ha venido desarrollando en los últimos años actividades de fomento para mejorar los niveles de calidad en los 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 inició 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 ACTUALIZACION Y MODERNIZACION DEL CURRICULO EN INGENIERIA MECANICA.



LUIS CARLOS MUÑOZ URIBE
Director General -ICFES-

Introducción

La preocupación por la calidad y el mejoramiento continuo de los programas de Educación Superior, y 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, e 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 y 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 seminario-talleres, en donde participaron instituciones de educación superior privadas y públicas, el Estado, el sector productivo y los expertos en el tema.

Para ello el país fué dividido en cuatro zonas y para el caso de Ingeniería Civil, se desarrolló de la siguiente forma:

- La zona Occidental, a la cual concurren representantes de los Departamentos del Valle del Cauca, Cauca y el Chocó, quienes tuvieron su encuentro en la Universidad del Cauca.
- La zona Norte-Oriente, a cuya convocatoria respondieron programas de la Costa Atlántica y Norte de Santander, reunidos en la sede de la Universidad de Cartagena
- La zona Cafetera con presencia de voceros del Departamento del Quindío y tuvo como escenario para sus deliberaciones, la Universidad del Quindío.
- La zona Central, se organizó en la sede de la Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", donde concurren programas de Ingeniería que se ofrecen en la capital de la República y en el interior del país.

Como resultado de los debates, discusiones y mesas de trabajo en cada uno de los encuentros regionales, se produjeron memorias que, aparte de representar importantes aportes documentales sobre el desarrollo de los eventos que 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 en Agosto de 1995 con sede en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional en Medellín. Los principales objetivos del Seminario Nacional se orientaron en 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.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, sede Santafé de Bogotá, en Octubre de 1995 organizó el Seminario Internacional en la ciudad de Santafé de Bogotá. Las conclusiones de este encuentro, 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 los 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 la 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, al Estado y por último el capítulo de Conclusiones.

En el capítulo "Principales características de la 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 de las propuestas y discusiones realizadas en los diferentes eventos sobre las tendencias, metodologías de enseñanza

y otros aspectos resultado del trabajo de la 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, perfil profesional, plan mínimo de estudios con sus áreas básicas y sus objetivos, 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 los 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 éste quehacer, el cual sin duda, redundará en la mejor calidad de los programas de ingeniería en Colombia.

Contenido

Presentación

Introducción

I. Definición	11
II. Plan mínimo de estudios	13
III. Consideraciones para desarrollar un plan de ingeniería mecánica de calidad	15
1. Currículo	15
2. Aptitudes y actitudes profesionales	15
3. Recomendaciones a los programas de ingeniería mecánica	6
3.1 Objetivos educacionales del programa.....	7
3.2 Plan de estudios	17
3.3 Estudiantes y profesores	19
3.4 Los graduados y su desempeño profesional	20
3.5 Los recursos físicos	20
3.6 Soporte institucional y recursos financieros	21
IV. Tendencias en la formación de ingenieros mecánicos en Colombia	22
1. Prospectiva tecnológica	22
1.1. Area de diseño	23
1.2. Area de producción	23
1.3. Area de mantenimiento	24
V. Estrategias y recomendaciones generales	25

I. 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 -O.I.T.- (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 dan 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 sistemas de propulsión, cascos y superestructuras de buques, fuselajes para aeronaves, carrocerías para automóviles, y asesorar al respecto.
- ✓ 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 aspectos tecnológicos de determinados materiales, productos o procesos, y asesorar al respecto.
- ✓ 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.

II. Plan mínimo de estudios

De acuerdo a los mas 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 mínimo 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
- Biología

Básicas de Ingeniería:

- Estática
- Dinámica
- Termodinámica
- Dibujo de Máquinas
- Mecánica de Fluidos
- Resistencia de Materiales
- Electricidad
- Transferencia de calor
- Materiales

Profesional:

- Plantas térmicas
- Mantenimiento
- Plantas hidráulicas
- Diseño de equipos y herramientas

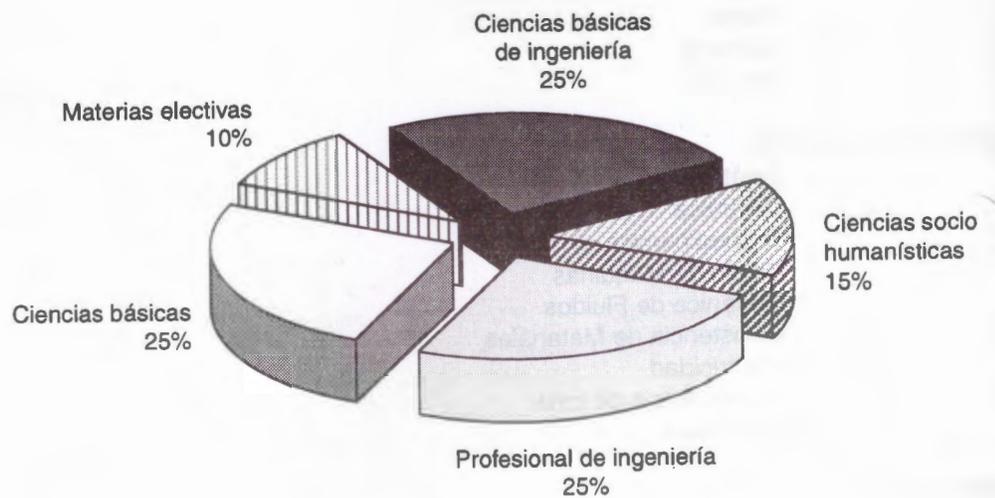
Estructuras
Refrigeración y aire acondicionado
Taller de torno y ajuste
Motores de combustión interna
Máquinas eléctricas.

Socio Humanísticas:

Español	Inglés
Economía	Política
Deportes	Ética

Económico - Administrativas

Economía de la Ingeniería
Gestión tecnológica
Evaluación de proyectos
Administración
Legislación
Gestión económica
Procesos contables.



III.

Consideraciones para desarrollar un plan de ingeniería mecánica de calidad

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 postgrado 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.

2. Aptitudes y actitudes profesionales

Se podría resumir que los graduados de un programa de ingeniería deben adquirir a lo largo de su formación profesional:

- a. Habilidad para aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería;
- b. Destrezas 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. Destrezas 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.

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 currículos deberán avanzar, entonces, más hacia la sintetización y profundización del conocimiento de los fundamentos básicos de la ingeniería; ya que se considera que los paradigmas de la ingeniería 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 desarrollará 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 consideró

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 planteó 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.

3.1 Objetivos educativos del programa

Cada institución universitaria y programa debe definir claramente los objetivos educativos, 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 deberán concentrar sus esfuerzos en acomodarse a estas realidades sin quizás pretender formar profesionales para un contexto nacional o internacional.

Estos objetivos educativos 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 permitirán ser más 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, adaptándose más rápidamente en el medio industrial y del sector productivo. En consecuencia, el ingeniero mecánico será más competitivo.

3.2 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 internacionales, 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 mas 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, habilitandolo 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;
- ✓ Motivar el espíritu experimental a través de adecuadas practicas 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 calificará 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 del inglés, 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 cálculo, 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 autocrítica 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;
- ✓ Propiciar 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.

3.3 Estudiantes y Profesores

Los estudiantes y profesores son los actores más importantes del proceso de formación universitaria, es por esto que un programa de ingeniería mecánica debe adecuarse para que exista una interacción más 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, más que con vocación científica; un cuerpo docente no necesariamente es mejor porque tenga más 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 redundara 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, técnicos y humanos, a nivel nacional.

3.4 Los graduados y su desempeño profesional

Cada programa de ingeniería mecánica debera 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, ademas, 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 deberfan 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.

3.5 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 atmósfera adecuada para el aprendizaje. Las facilidades adecuadas propician y potencian una interacción mas directa entre el profesor y el alumno, ademas 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 última tecnología lo hace más 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.

3.6 Soporte institucional y recursos financieros

Los programas deben contar con el soporte 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 políticos atractivos. Es por esto que las instituciones universitarias, tanto públicas como privadas, están permanentemente en problemas presupuestales y de recursos financieros, con la consabida reducción 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.



IV. Tendencias en la formación de ingenieros mecánicos en Colombia

Prospectiva Tecnológica

La Ingeniería Mecánica, por ser una de las profesiones de ingeniería mas 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 mas.

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 más 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 con base en el 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.

En este documento se desean incluir algunos de los puntos analizados por dicha comisión y se realizaran comentarios pertinentes.

• **Area de diseño**

Se prevé un cambio acentuado en la metodología y herramientas disponibles para la realización de los procesos de diseño, incorporando 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 como 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, ayudando 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 está 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 tecnologías disponibles en planta.

• Area de mantenimiento

Con los apreciables desarrollos tecnológicos y la oferta tan amplia de equipos electrónicos y de instrumentación a más bajo costo, la actividad del mantenimiento ha adquirido ayudas que permiten al ingeniero 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 postgrado 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 relegando 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.

V.

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 más 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 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 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 mediadores 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.

Finalmente se recomienda a ACOFI y al ICFES dar continuidad al proyecto y realizar reuniones periódicas que permitan hacer un seguimiento y llevar a la práctica actividades que permitan formar y corregir las deficiencias detectadas en la formación de docentes y tecnologías educativas.



Este libro se terminó de imprimir en
Opciones Gráficas Editores Ltda.
el 5 de Septiembre de 1996.
Santafé de Bogotá