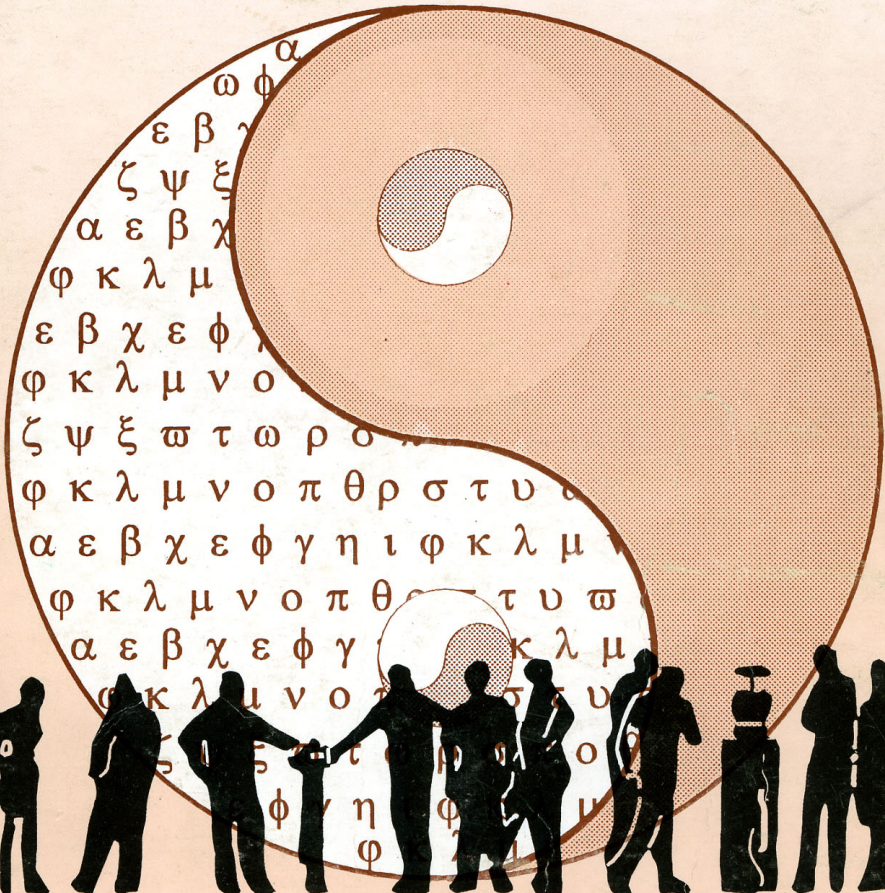


# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica  
JULIO/DICIEMBRE 1992 VOLUMEN 2 Nº 2

620  
IN



# INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica

Volumen 2 Julio-Diciembre 1992 Número 2

## DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

## EDITOR

Victor Herrera C.

## CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.

Ismael Mazón G.

Domingo Riggioni C.

## CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica

Apartado Postal 75

2060 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

## CANJES

Universidad de Costa Rica

Sistemas de Bibliotecas, Documentación e información

Unidad de Selección y Adquisiciones-CANJE

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

### Suscripción anual:

Costa Rica: ₡750,00

Otros países: US \$20.00

### Número suelto:

Costa Rica: ₡500,00

Otros países: US \$10.00



# FUNDAMENTOS PARA LA RENOVACION DEL CURRÍCULUM EN INGENIERIA: Las orientaciones internacionales en el cambio de los currícula de ingeniería y la situación del mercado de trabajo de los ingenieros eléctricos y mecánicos en Costa Rica

*Wilbert Ezequiel Solano Rojas (\*)*

## RESUMEN

Este artículo suministra, de manera sintética, las reflexiones e información que durante los últimos años ha venido recogiendo y elaborando el autor sobre el contexto en que pueden situarse las reformas curriculares en las Escuelas de Ingeniería de nuestra Facultad y de otras facultades de ingeniería del país.

Esto se hace presentando tanto las perspectivas internacionales en cuanto a los cambios necesarios en el currículum de las Escuelas de ingeniería en el mundo, particularmente en los Estados Unidos e Israel, y los resultados, conclusiones y recomendaciones de estudios recientes sobre la situación de los ingenieros eléctricos y mecánicos en el mercado de trabajo costarricense (sectores privado y público). Esos estudios se hicieron así con el fin de diferenciar la situación en cada uno de los sectores y poder compararla. Se hacen también algunas conclusiones y recomendaciones generales.

## SUMMARY

This article presents in a synthetic manner, reflections and information which the author has been gathering and elaborating over the past years regarding the context in which curriculum reforms can be situated in Engineering Schools of our Faculty and of other engineering faculties in the country.

This objective is achieved showing both international perspectives with regard to necessary changes in the curriculum of Engineering Schools throughout the world, particularly in the United States and Israel, and the results, conclusions and recommendations from recent studies concerning the situation of electrical and mechanical engineers in the Costa Rican work market (private and public sectors). These studies were done in an attempt to differentiate the situation in each of the sectors and to be able to compare them. Some conclusions and general recommendations are also included.

### 1.- LA PERSPECTIVA INTERNACIONAL EN CUANTO A LOS CAMBIOS NECESARIOS EN EL CURRÍCULUM DE LAS CARRERAS DE INGENIERIA

#### 1.1.- La Agenda de Acción Nacional para la Enseñanza de la Ingeniería en los Estados Unidos de América

La Asociación Americana para la Educación en Ingeniería (American Society for Engineering Education, ASEE) promovió la constitución de un Grupo Especial para establecer lo que se llamó "La Agenda Nacional de Acción para la Educación en Ingeniería".

El Grupo Especial estuvo coordinado por Edward E. David, Presidente de EED Inc., además constituido por John G. Bollinger, Decano de Ingeniería de la Universidad de Wisconsin-Madison; R.P. Case, de IBM Corp.; Edmund T. Cranch, Profesor Distinguido de la Universidad de New Hampshire; Richard H. Gallagher, Vicepresidente del Instituto Politécnico de Worcester; Martin Goland, Presidente del Instituto de Investigaciones de Southwest; C. Jones, Presidente de la Universidad de Delaware; W. Edward Lear, Ex Director Ejecutivo de la ASEE; William R. Schowalter, Director de Ingeniería Química de la Universidad de Princeton; F. Karl Willenbrock, Director Ejecutivo de la ASEE; Gerald L. Wilson, Decano de Ingeniería del MIT y Lawrence

(\*) Doctorado en Ciencias de la Educación en la Universidad de Ginebra (SUIZA), Licenciatura y Estudios de Doctorado en Filosofía en la Universidad de Costa Rica (COSTA RICA). Catedrático de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica y de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica

Wolf, Decano de la Facultad de Tecnología de la Universidad de Houston.

Un resumen del análisis que este grupo hizo de los problemas más importantes de la enseñanza de la ingeniería, y de las recomendaciones que, a partir de ese análisis, hicieron, fue publicado en la Revista "Engineering Education" (Ver bibliografía)

Seguidamente, con el objeto de proporcionar elementos para un análisis objetivo del contexto en el que se enmarcan los cambios que se están llevando a cabo en los Planes de estudio de Ingeniería, se hace una síntesis del estudio ya señalado.

En ese estudio se constata que los ingenieros deben prepararse para operar en un medio caracterizado no solamente por el rápido progreso tecnológico, sino también por cambios mayores en el mercado de trabajo.

Una selección de los puntos que se consideran importantes en ese Estudio para el futuro de la educación en ingeniería, es la siguiente:

- Mejorar el contenido de los programas de pregrado.
- Aumentar el número de programas de maestría orientados a la práctica profesional.
- Definir el rol del diseño, la manufactura y el procesamiento en el currículum de ingeniería.
- Considerar el problema del reclutamiento de profesores y el desarrollo a lo largo de su carrera.
- Analizar los objetivos y la aplicación de la instrucción basada en prácticas de laboratorio.
- Considerar la educación de los ingenieros a lo largo de la carrera profesional, y
- Analizar la calidad y cantidad de estudiantes y su preparación pre-universitaria.

A continuación se presenta, en síntesis, algunos de los resultados del análisis de los puntos y se ofrecen, además, algunas recomendaciones para la acción. También, se discuten algunos de los obstáculos que podrían presentarse al llevar a cabo esas recomendaciones.

Los programas de pregrado en ingeniería deben ser reconocidos como el primer paso en un proceso, que se desarrolla a través de toda la vida, de aprendizaje profesional o continuo.

El programa tradicional de cuatro años no debe ser más estirado para incluirle una siempre creciente cantidad de materias y temas técnicos o no técnicos.

El programa de cuatro años de pregrado en ingeniería debe proveer el conocimiento base y la capacidad para el aprendizaje a largo plazo. Esto debe incluir las matemáticas y las ciencias apropiadas que permitan adquirir y refinar los conceptos fundamentales de análisis y diseño.

Se deben organizar proyectos para desarrollar y poner a prueba cursos centrados en la metodología del diseño en ingeniería, aplicables a las disciplinas ingenieriles, tanto a las simples como a las múltiples.

También deben ser exploradas las técnicas metodológicas que permitan generalizar el aprendizaje mediante equipos de diseño.

El profesorado de ingeniería debe desarrollar, en los programas de maestría, una vigorosa práctica profesional orientada a una variedad de especialidades tecnológicas, como complemento de los programas de Doctorado encaminados a la investigación disponible ahora en las disciplinas de ingeniería.

La mayoría de estudiantes que desean proseguir carreras en la práctica de la ingeniería deberían ser animados para completar tales programas a tiempo completo, como la ruta apropiada para profundizar, trabajando, en el conocimiento y habilidades técnicas en ingeniería.

Los estudiantes más altamente calificados deben ser orientados e impulsados a hacer el doctorado y a seguir la carrera de profesor en las Escuelas de Ingeniería.

Las universidades, con el apoyo del Gobierno y de la industria, deben remover sistemáticamente las barreras financieras, para hacer que las plazas de profesores de ingeniería sean carreras atractivas para los estudiantes con las más altas habilidades intelectuales.

Los administradores de la universidad deberían proveer un ambiente que ayude a los profesores a aumentar su competencia en los aspectos técnicos de la enseñanza y de la investigación.

Para mejorar los programas de pregrado es esencial que se haga un minucioso reexamen de los objetivos de la instrucción en el laboratorio.

Deben desarrollarse enfoques, eficientes en costo, que hagan uso de las modernas tecnologías de simulación y de procesamiento de información.

El profesorado de ingeniería necesita repensar los objetivos de la instrucción y experimentación en el laboratorio y encontrar vías innovadoras para satisfacer esos objetivos.

El avance rápido del cambio tecnológico ha hecho imperativo para todos los ingenieros la educación a lo largo de la carrera (educación permanente o continua).

Esa educación debe mejorar el desempeño del trabajo de los ingenieros, mantener un adecuado progreso del salario, aumentar la satisfacción profesional, y reforzar la capacidad de las profesiones de ingeniería para atraer y retener a los individuos más capaces.

Las universidades, la industria basada en la tecnología, las agencias gubernamentales dependientes de la tecnología y las sociedades

profesionales de ingenieros deberían reconocer su responsabilidad compartida en el desarrollo de un sistema integrado para proveer servicios de educación continua a los ingenieros a lo largo de sus carreras profesionales. Esos servicios deben ser efectivos en el tiempo y en el costo.

Cada una de las escuelas de ingeniería, las compañías industriales y las sociedades profesionales de ingenieros necesitan combinar sus esfuerzos, de tal manera que exista una adecuada infraestructura y que las oportunidades y la calidad de la educación continua sea mejorada.

El número y la calidad de los estudiantes futuros en ingeniería es crucialmente importante para la nación. Un alto porcentaje de los estudiantes intelectualmente más capaces deben ser atraídos hacia las carreras de ingeniería.

La investigación académica en ingeniería necesita ser reforzada por las agencias estatales y otros apoyos externos menos orientados por metas específicas seleccionadas por anticipado.

La queja más común respecto a los graduados en ingeniería es el relativo subdesarrollo de las técnicas de escritura y expresión verbal, en comparación con sus habilidades técnicas.

Aunque la ingeniería es atractiva para estudiantes con alta aptitud en las áreas verbal y matemática, el currículum en ingeniería no fomenta las técnicas de comunicación de los estudiantes.

Un cierto número de escuelas de ingeniería han creado formas creativas para reforzar estas habilidades en sus estudiantes.

Mejorar las técnicas de comunicación debería también ser uno de los objetivos por incluir en la educación permanente en ingeniería. Un ingeniero que no tiene conocimiento de las humanidades, las artes y las ciencias sociales, llega legítimamente a ser considerado subeducado.

### 1.2.- Las necesidades de cambios curriculares en las carreras de Ingeniería en Israel

En el Instituto Samuel Neaman para Estudios Avanzados en Ciencia y Tecnología, perteneciente al Technion, la Universidad Tecnológica de más prestigio de Israel, con sede en la ciudad de Haifa, se constituyó un grupo especial de profesores para estudiar cuáles eran los cambios que debían hacerse en el currículum de las carreras de grado en ingeniería.

El estudio tenía como objetivo el poder anticipar los cambios que el ambiente tecnológico produciría para el año 2001 y que debían reflejarse en nuevas estructuras curriculares.

Los profesores integrantes del Grupo fueron Zehev Tadmor, profesor de ingeniería química, quien fungió como coordinador; Zvid Kohavi, profesor de ingeniería eléctrica; Avinoam Libai, profesor de ingeniería aeronáutica; Paul Singer, profesor de física y David Kohn, Jefe de la División de Organización y Planeamiento.

Ese Grupo rindió primero un Informe Provisional que fue publicado en la Revista "Engineering Education" (véase la Bibliografía).

Ese informe provisional fue discutido en una reunión en Haifa con asistencia de profesores de ingeniería y de autoridades académicas de más de veinte países. Luego, previa una revisión final del Comité Docente del Technion, fue publicado el Informe Final en 1987, en el cual se recomiendan numerosas adiciones y cambios en el currículum de ingeniería.

Una versión condensada del Estudio salió publicada en "Engineering Education" (véase la bibliografía). Es de esa versión que se extrajo y tradujo la síntesis, en cuanto a los cambios curriculares, que se presenta a continuación. Quien tenga interés de ampliar la información siguiente debe buscar el documento directamente en la Revista indicada.

Paralelamente a otros cambios en el currículum, el Estudio del Instituto Neaman, titulado "Educación en Ingeniería para el 2001", recomendó:

- 1.- Reducir la carga total de cursos a 144 créditos en un currículum de cuatro años,
- 2.- Con una dedicación de 30 a 35 % de los créditos a las matemáticas y a las ciencias naturales,
- 3.- Un 35 a 40 % a las ciencias de la ingeniería,
- 4.- Un 15 a 20 % al diseño y tecnología de computadoras, y
- 5.- Un 10 % a las humanidades, ciencias sociales, comunicación e inglés.

Evidentemente, en vista del ya sobrecargado currículo de cuatro años, una reestructuración sustancial del currículum en ingeniería es necesaria.

Entre los cambios recomendados se encuentran también los siguientes:

- 6.- Posponer la especialización disciplinaria extensiva para desarrollarla en los programas de grados superiores (especialización, maestría y doctorado).
- 7.- Reducir la porción de temas electivos (sean electivos libres o electivos por departamento) y reemplazarlas por un programa de estudios coherente, agrupado alrededor de los temas principales.
- 8.- Introducir programas de honor para estudiantes con notas superiores al promedio y altamente motivados.
- 9.- Renovar los métodos de enseñanza y los hábitos de aprendizaje. Fomentar fuertemente el estudio individual.
- 10.- Conforme se mejore la educación secundaria, trasládese material de matemáticas y de ciencias de la universidad a los colegios.
- 11.- Debe alentarse activamente, al tercio superior del conjunto de los estudiantes, a continuar inmediatamente los estudios del grado de maestría.

La versión condensada del Estudio, que fue publicada en "Engineering Education", incluye otros temas y subtemas.

El tema titulado "El Perfil del Futuro Ingeniero", incluye los siguientes subtemas: \* Educación Básica versus Educación Especializada - La Revolución de la Ciencia, \* Tecnología de Computadores - La Nueva Revolución, \* Tecnología y Sociedad - La Revisión de las Humanidades, \* El Trabajo Interdisciplinario y los Estudios Multidisciplinarios, \* Técnicas de Comunicación, el Inglés y Técnicas de Administración y Gestión.

El tema titulado "Componentes del Currículum", incluye los subtemas siguientes: \* Panorama de las Necesidades Curriculares, \* Estudios de Posgrado y Educación Continua.

El último tema, titulado "La Lucha por la Excelencia", incluye solo un subtema: Calidad y Cantidad.

Esos temas pueden verse en la versión condensada del Estudio que, como se señaló, fue publicada en "Engineering Education" (véase la bibliografía).

## 2.- LA SITUACION DE LOS INGENIEROS ELECTRICOS Y MECANICOS EN EL MERCADO DE TRABAJO COSTARRICENSE (conclusiones y recomendaciones de dos estudios recientes)

El autor de este artículo ha promovido como temas de proyecto de graduación, entre los licenciandos de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, el estudio de las condiciones cualitativas y cuantitativas resultantes de la incorporación de los Ingenieros Eléctricos y Mecánicos en el mercado de trabajo costarricense.

Fruto de ese estímulo ha sido la elaboración de cuatro estudios que sirven de fuente para lo que aquí se consigna.

Esos estudios proporcionan información actualizada sobre el número de ingenieros eléctricos y mecánicos que laboran en cada sector y sobre diversas características de su incorporación al mercado de trabajo, por ejemplo: área de la ingeniería en que trabajan, tipo de puesto, tareas desempeñadas, salarios devengados, opiniones de los entrevistados sobre los Planes de Estudio de las Escuelas de Ingeniería de las que han egresado y sobre su disposición a seguir actividades de educación continua, etc.

A continuación se presentan, resumidas, las conclusiones y recomendaciones a que se llegó en esos estudios, separadas por sector.

### 2.1.- Ingeniería Eléctrica. Situación en el Sector Público

Quisiéramos comenzar con algunas consideraciones sobre los objetivos e hipótesis planteadas en este primer estudio <sup>1</sup>.

En lo que respecta a los objetivos propuestos para la realización de la investigación, se puede afirmar que éstos se cumplieron a cabalidad, debido a que se pudo indagar sobre aquellas áreas de la formación académica del profesional en Ingeniería Eléctrica, a las cuáles debe darse mayor énfasis por parte de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Además se pudo determinar las principales tareas que estos profesionales realizan en sus respectivos trabajos, e incluso se pudo conocer la perspectiva acerca de la posibilidad de contratación de ingenieros eléctricos en las instituciones públicas en los próximos cinco años.

Por otra parte, en lo que respecta a las hipótesis planteadas, se debe agregar lo siguiente: primero, que efectivamente se pudo corroborar el hecho

<sup>1</sup> "La incorporación del Ingeniero Eléctrico en el Mercado Laboral de las Instituciones Públicas", estudio elaborado por Alvaro Garita Herrera y Ronald Bustamante Carmona y cuyo Profesor Guía fue el Dr. Wilbert Ezequiel Solano Rojas (ver bibliografía).

de que la mayoría de los profesionales en ingeniería eléctrica laboran en el sector público (principalmente en el Instituto Costarricense de Electricidad); mientras que tan solo una tercera parte laboran en el sector privado; por lo que esta hipótesis queda comprobada.

También se pudo comprobar la validez de la segunda hipótesis, la cual establece que los profesionales en ingeniería eléctrica, con puesto de jefatura, que tienen ingenieros eléctricos a su cargo tienen una buena opinión acerca del desempeño laboral de esos profesionales.

La última hipótesis, que establece que las jefaturas de las instituciones públicas consideran la formación académica del ingeniero eléctrico como deficiente, resultó refutada; por cuanto todas las jefaturas manifestaron que la formación académica es buena.

### 2.1.1.- Conclusiones

Después del análisis realizado anteriormente, se pueden mencionar como principales conclusiones las siguientes:

- 1.- La mayoría de los profesionales en Ingeniería Eléctrica, cuando se egresaron como bachilleres en esta especialidad, no tuvieron dificultad para encontrar trabajo, principalmente por el hecho de que contaron con la facilidad de ser recomendados por personas conocidas, generalmente con cierto grado de influencia dentro de la institución.
- 2.- Aproximadamente la totalidad de los ingenieros electricistas, en las instituciones públicas, están en plaza fija y tienen jornada de trabajo de tiempo completo, por lo que gozan de una excelente estabilidad laboral.
- 3.- La remuneración económica para la mayoría de estos profesionales es superior a los 55.000.00 colones, lo que constituye un salario aceptable para este tipo de profesional.
- 4.- Las tareas principales que realizan los profesionales en ingeniería eléctrica se relacionan con administración, planeamiento, diseño eléctrico, investigación y desarrollo, mantenimiento, asesoría, docencia, programación y, en menor grado, ventas.
- 5.- Aproximadamente la mitad de los ingenieros electricistas en el sector público realiza un trabajo de mucha afinidad con su profesión, en el que existen buenas oportunidades de desarrollo profesional, por lo que estos ingenieros manifiestan estar satisfechos con las actividades que desempeñan en las instituciones donde laboran.
- 6.- Más de la mitad de los profesionales en ingeniería eléctrica se desempeñan en un trabajo donde el grado de aplicación de los conocimientos adquiridos es bajo.
- 7.- Los ingenieros electricistas afirman que debe darse mayor énfasis en la formación académica del bachiller en las siguientes áreas: inglés; técnicas para elaborar, administrar y ejecutar proyectos; computación e informática; diseño eléctrico; electrónica digital; ingeniería de comunicaciones; máquinas eléctricas y control automático.
- 8.- Gran parte de los ingenieros electricistas en el sector público consideran escaso el contacto de la Escuela con las instituciones que requieren de este tipo de profesional.
- 9.- La mayoría de los profesionales en ingeniería eléctrica tienen interés en recibir cursos de educación continua o de actualización, con el propósito de complementar su formación profesional. Las dos formas recomendadas para impartir dichos cursos incluyen asistencia regular a lecciones y la modalidad de seminarios. Por otra parte el (los) instructor(es) a cargo de este tipo de educación debe(n) tener como cualidad esencial una amplia experiencia teórico-práctica en la especialidad que imparte.



10.- De acuerdo con la experiencia laboral del ingeniero electricista, los campos más recomendados para que la Escuela de Ingeniería Eléctrica ofrezca cursos de educación continua son: - Ingeniería de comunicaciones, Electrónica (analógica y especialmente digital), - Computación e informática, y - Máquinas Eléctricas (transformadores, motores, generadores y afines).

11.- Aproximadamente dos terceras partes de los ingenieros eléctricos ocupan cargos de jefatura o dirección. La mitad de ellos tienen a su cargo profesionales en ingeniería eléctrica, en tanto, que el resto tiene a su cargo técnicos y auxiliares de ingeniería; esto último, principalmente por el hecho de que la institución donde laboran tienen limitaciones económicas (falta de presupuesto) para contratar ingenieros eléctricos.

12.- Una cantidad ligeramente superior a la mitad de los profesionales que ejercen puestos de jefatura o dirección poseen un grado de aplicación de sus conocimientos de regular hacia abajo, esto por cuanto realizan labores básicamente de índole administrativa.

13.- Todos los ingenieros electricistas con puestos de jefatura o dirección afirman que la calidad de trabajo del ingeniero eléctrico es buena, destacando como sus principales virtudes: la iniciativa y la capacidad para tomar decisiones. Así mismo, la mayoría de estos jefes expresan que la formación académica que recibe el ingeniero eléctrico también es buena, principalmente por que los conocimientos adquiridos son buenos y existe una aceptable relación teórico-práctica.

14.- Más de la mitad de los ingenieros electricistas jefes manifiestan que durante los próximos cinco años es definitivo el hecho de que se requerirá de la contratación de profesionales en ingeniería eléctrica, principalmente porque se establecerán nuevos planes de desarrollo y expansión dentro de la institución.

15.- El Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E) es la principal institución empleadora de profesionales de ingeniería eléctrica en el sector público del país, ya que en esta entidad laboran más de la mitad de los ingenieros electricistas integrados a este sector económico; en tanto que las otras instituciones públicas mencionadas en este trabajo, emplean una pequeña cantidad de estos profesionales.

#### 2.1.2.- Recomendaciones

Las recomendaciones que a continuación se presentan resultaron del diálogo que se estableció con cada uno de los profesionales consultados en la muestra, ya que como se mencionó anteriormente todas las entrevistas se realizaron en forma personal. Por tal razón estas recomendaciones no se fundamentan en la información recopilada de los cuestionarios aplicados en la investigación.

Las recomendaciones más importantes por destacar son las siguientes:

1.- La Escuela Ingeniería Eléctrica, durante la formación académica de este tipo de profesional, debe dar mayor importancia a los procesos prácticos de la enseñanza; esto es, mejorar los cursos de laboratorio existentes con el fin de que en cada una de las prácticas contempladas, el estudiante obtenga el mayor aprendizaje posible. Además, debe fomentarse la creación de experimentos en aquellos cursos donde los conceptos teóricos podrían ser complementados con prácticas; podría ser aplicable a las electrónicas (analógica y digital).

2.- Deben promocionarse visitas a instituciones y empresas cuyas actividades involucran la aplicación de la ingeniería eléctrica, con la particularidad de que los participantes deben tener conocimientos básicos sobre el tema o temas que pudieran ser abarcados en las visitas. Por tal motivo es conveniente que los asistentes estén cursando o hayan aprobado la asignatura que más se relaciona con los objetivos de dichas visitas.

Otro aspecto importante en relación con lo anterior, es el hecho de que los cursos de nivel superior debieran contemplar dentro de su programa la realización de, al menos, una visita a una entidad cuya actividad se relaciona con los principales conceptos estudiados en el temario del curso.

3.- Es recomendable sustituir algunos cursos de la precarrera (específicamente: Matemática, Física y Química), cuya importancia no es relevante en la formación académica del ingeniero eléctrico, por nuevos cursos dirigidos a los campos de Computación e Informática y de idioma inglés. Esto por cuanto el conocimiento básico de estas áreas se ha vuelto indispensable para este tipo de profesional.

4.- El curso de Diseño eléctrico que actualmente forma parte del plan de estudios de licenciatura, debe incorporarse a las asignaturas de bachillerato, sin importar la especialidad que desea cursar el estudiante.

## 2.2.- Ingeniería Eléctrica. Situación en el Sector Privado

El estudio básico sobre "La ingeniería eléctrica en el sector privado costarricense", fue elaborado por los Ingenieros Marvin Rojas Varela y Aldo Starcevic Rivera y el Profesor Guía fue el Ing. Guillermo Segura (ver bibliografía).

### 2.2.1.- Conclusiones

1.- Desde el punto de vista de su formación académica, el ingeniero electricista es subutilizado por la industria privada.

2.- Aproximadamente una tercera parte de los ingenieros electricistas graduados por la Universidad de Costa Rica laboran para el sector industrial privado del país. Dentro de éste, las áreas de producción en las que se ubican estos profesionales son : el área de fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo; y el área de otras industrias manufactureras.

3.- Una gran parte de las actividades que realizan los ingenieros electricistas en la empresa privada costarricense son de carácter administrativo, ocupando puestos de gerencia, dirección y jefatura.

4.- Los ingenieros electricistas que laboran para el sector privado nacional manifiestan altos niveles de satisfacción con el desempeño de sus actividades; y consideran tener muy buena estabilidad laboral y amplias posibilidades de desarrollo profesional.

5.- El contar con algún tipo de formación técnica antes de ingresar a la Universidad de Costa Rica, no es factor determinante para el buen desempeño profesional del ingeniero electricista dentro del actual esquema de desarrollo del sector privado del país.

6.- En términos generales, el grado de aplicación de los conocimientos adquiridos por el ingeniero electricista en la Universidad de Costa Rica es regular, en lo que respecta a las labores que realiza para la industria privada costarricense.

7.- La mayoría de los jefes consideran buena la calidad del trabajo realizado por los ingenieros electricistas que laboran para la empresa nacional.

8.- Existe un gran interés por parte de los ingenieros electricistas que trabajan en el sector privado costarricense de recibir cursos de educación continua (actualización) para profesionales.

9.- Un país como Costa Rica, en vías de industrialización, no puede preparar especialistas, requiere ingenieros que sean capaces de comprender y enfrentar toda clase de problemas en general.

10.- Por la falta de especialización de la industria privada costarricense, el ingeniero electricista se ve obligado a ascender para

ocupar puestos administrativos. En consecuencia, pierde a menudo su identidad profesional.

11.- El ingeniero electricista muchas veces es el encargado de administrar una empresa, o al menos parte del personal, sin estar muy capacitado para ello.

12.- Los programas de estudio vigentes en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica le permiten a los graduados adaptarse adecuadamente a las necesidades actuales de la industria costarricense. Sin embargo deben ser más flexibles y estar orientados en todo momento a satisfacer los requerimientos a corto y mediano plazo de la industria privada. No tiene sentido retener por largos años al estudiante de la Escuela perfeccionando técnicas que muy pronto pueden ser obsoletas, o no encontrar aplicación en el país.

#### 2.2.2.- Recomendaciones

1.- Los seminarios de realidad nacional y el sistema de cuotas de conferencia deben ser aprovechados de mejor manera, con el propósito de brindarle al estudiante de ingeniería eléctrica la posibilidad de conocer en forma más amplia la realidad tecnológica y económica nacional e internacional.

2.- Debe establecerse un mecanismo de supervisión y ajuste continuo de los programas de estudio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica en relación con el avance de la industria nacional, a fin de integrar en la formación del futuro ingeniero, aspectos que respondan realmente a las necesidades del sector privado.

3.- Los problemas ocasionados por la formación que se va haciendo obsoleta en los ingenieros electricistas, dados los

rápidos cambios profesionales y tecnológicos, pueden ser solventados por medio de cursos de educación continua (actualización). Dichos cursos serían impartidos a través de sistemas de seminario o tutorías y por instructores que cuenten con una amplia experiencia teórico-práctica.

4.- Debe impartirse algún tipo de cursos y seminarios de ética profesional en los últimos semestres, con el objeto de que el futuro graduado comprenda el papel del ingeniero electricista no sólo en la empresa o institución que lo contrata, sino también dentro de la misma sociedad.

5.- Los profesores necesitan conocer las necesidades de la industria costarricense, de otro modo no pueden comunicar experiencia profesional.

6.- Existe la necesidad de que impartan cursos de administración dirigidos a varias áreas: control de producción, relaciones humanas, mercadeo, balances, etc.

7.- Se presentan problemas como consecuencia del poco dominio del idioma inglés al momento de egresarse. Por lo tanto debería ser parte del plan de estudios de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por lo menos un curso de inglés.

8.- Debe profundizarse en los campos específicos de la electrónica digital, y el diseño eléctrico y electrónico, así como incorporar el campo de la computación.

9.- Debe lograrse que los ingenieros electricistas que imparten lecciones en la Escuela, combinen la enseñanza con la práctica de la profesión en los sectores económicos del país, con el propósito de que se conviertan en verdaderos orientadores en la formación profesional de los futuros ingenieros.

2.3.- Ingeniería Mecánica. Situación en el sector público

El estudio de este tema, titulado "La situación actual del ingeniero mecánico en el sector laboral público", fue elaborado por los Ingenieros Marlon Portilla Delgado y Mario Alfaro Zúñiga, bajo la dirección y supervisión del Profesor Dr. Wilbert Ezequiel Solano Rojas (ver la bibliografía).

### 2.3.1.- Conclusiones

- 1.- Se puede decir que, en general, el mercado laboral nacional brinda al Ingeniero Mecánico buenas oportunidades de trabajo, así opinan la mayoría de los profesionales que laboran en el sector público.
- 2.- No existe en dicho sector ingenieros mecánicos que se desempeñen en el área de investigación y desarrollo, área en la cual los ingenieros mecánicos podrían explotar al máximo los conocimientos adquiridos durante su formación profesional.
- 3.- La mayoría de los ingenieros mecánicos del sector público participan de la dedicación exclusiva, motivo por el cual no pueden ejercer su profesión en ninguna otra empresa o institución.
- 4.- Solamente alrededor del 50% de los ingenieros mecánicos del sector público utilizan en buena parte los conocimientos adquiridos durante su formación profesional, lo cual muestra una subutilización de este profesional en el sector público.
- 5.- No existe dependencia alguna entre el salario percibido por los ingenieros mecánicos del sector público y los años de experiencia laboral.
- 6.- La mayoría de los ingenieros mecánicos ha laborado para dos o más empresas o instituciones a lo largo de su ejercicio profesional, lo cual muestra que la movilidad laboral en este profesional no es frecuente.
- 7.- El sector público ofrece buenas oportunidades a los ingenieros mecánicos en lo que se refiere a cursos de capacitación y aumentos de salario. Sin embargo, lo anterior implica un estancamiento profesional para esos ingenieros debido a que sus posibilidades de ascenso son muy limitadas.
- 8.- En el sector público, entre otros factores por la política de reforma del Estado que tiende a reducir el aparato institucional y a pasar una serie de funciones al sector privado, tiende a darse un estancamiento, el cual se manifiesta, entre otros aspectos, por el poco apoyo a las iniciativas personales de los ingenieros mecánicos para desarrollar nuevas áreas de trabajo. Además, los ingenieros mecánicos de este sector no se desempeñan en el área de investigación y desarrollo.
- 9.- La mayoría de los ingenieros mecánicos del sector público se encuentran satisfechos con las actividades que realizan.
- 10.- Más de la mitad de los ingenieros mecánicos opina que la experiencia es necesaria para el desarrollo de sus actividades laborales.
- 11.- La mayoría de los ingenieros mecánicos opina que la institución para la cual laboran necesita contratar más de estos profesionales. No obstante, prácticamente la mitad de ellos opina que no existen factores que impulsen las futuras contrataciones y, entre los obstáculos, se señalan las políticas administrativas, las reformas del Estado y los recursos económicos limitados. También se menciona como uno de los factores adversos a esas nuevas contrataciones, la incursión de ingenieros de otras especialidades en el campo de la ingeniería mecánica, en parte a causa de la falta de información sobre los campos o funciones que corresponden al ingeniero mecánico.
- 12.- Más de la mitad de los ingenieros mecánicos del sector público que fueron entrevistados opina que las actividades que realizan tienen gran afinidad con la formación académica recibida.

13.- La actividad curricular, llamada actualmente "práctica profesional", es el único contacto que tiene el estudiante de ingeniería mecánica con el ambiente laboral nacional y con la posibilidad de aplicar, con ciertos límites, los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas reales. Además, "la práctica profesional" permite que muchos estudiantes puedan encontrar trabajo aún antes de graduarse. Por lo que se recomienda que esta actividad continúe formando parte del plan de estudios de ingeniería mecánica, en la cual la práctica es esencial para el desarrollo profesional.

14.- Por otra parte, los ingenieros mecánicos muestran un gran interés por formar parte de un programa de educación continua. De igual forma, creen necesario el establecimiento de estudios de posgrado que les permita obtener una especialización en su campo.

15.- Finalmente, los ingenieros mecánicos opinan que el actual plan de estudio debe ser revisado, así como el nivel del profesorado y todos aquellos factores que puedan afectar el aprovechamiento de los cursos por parte de los estudiantes. Aunque el ingeniero mecánico se desempeña bien en su trabajo, es consciente de deficiencias en su formación actual. Cree en la sustitución de algunos cursos por otros de mayor necesidad en la actualidad, tal como el diseño por computadora. La apertura de nuevos cursos, el establecimiento de programas de posgrado y de educación continua son apoyados por los profesionales en ingeniería mecánica entrevistados. Existe un ambiente de apoyo al proceso de reforma curricular y al análisis de la oportunidad de reapertura del Bachillerato en Ingeniería Mecánica.

### 2.3.2.- Recomendaciones

1.- La Escuela de Ingeniería Mecánica debe preocuparse por promover las facilidades

para que el estudiante avanzado pueda ubicarse en algún sector laboral aún antes de graduarse, ya sea por medio de la "práctica profesional", el trabajo comunal universitario o la investigación dirigida a la resolución de problemas prácticos de la industria nacional.

2.- Aunque el estudiante debe preocuparse él mismo de complementar sus estudios de acuerdo con las demandas del mercado, la Escuela de Ingeniería Mecánica y la Universidad deben facilitar al estudiante la consecución de esos estudios complementarios, ofreciendo cursos de educación continua y motivando a los estudiantes.

3.- Parece conveniente que la Escuela de Ingeniería Mecánica, en coordinación con algunos organismos profesionales, estudie la posibilidad de impartir, por lo menos en forma experimental, para estudiantes y profesionales, algunos cursos cortos de capacitación en diversas especialidades. Los temas por tratar podrían ser algunos de los seleccionados por los encuestados en el estudio a que estas recomendaciones hacen referencia.

4.- La Escuela de Ingeniería Mecánica, con la ayuda de las asociaciones de ingenieros mecánicos, debería promover la carrera de ingeniería mecánica, para que los distintos sectores laborales del país conozcan mejor el quehacer que es propio de los ingenieros mecánicos.

5.- Debe darse a conocer, a los sectores económicos, cuáles son las áreas y funciones propias de la ingeniería mecánica, para minimizar la incursión de otros profesionales de la ingeniería en el campo propio de la ingeniería mecánica.

6.- Debe renovarse de alguna forma, y a corto plazo, el equipo de laboratorio existente en la Escuela de Ingeniería Mecánica.

7.- La Escuela de Ingeniería Mecánica debe tomar la iniciativa para que se definan,

conjuntamente con el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y la Asociación de Ingenieros Mecánicos, las tareas y funciones propias de la ingeniería mecánica.

- 8.- El personal docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica debe hacer un esfuerzo de formación y adaptación para que le sea posible utilizar en sus cursos métodos actuales de enseñanza. Por ejemplo, utilizando la computadora para el uso de paquetes tales como los de diseño gráfico, los cuales se podrían introducir en el curso de gráfica.

#### 2.4.- Ingeniería Mecánica. Situación en el sector privado

El estudio de este tema, titulado "Situación Actual del Ingeniero Mecánico Graduado de la Universidad de Costa Rica en el Sector Privado", fue elaborado por el Ingeniero Herbert Jackson Quirós, bajo la dirección y supervisión del Profesor Dr. Wilbert Ezequiel Solano Rojas (ver bibliografía).

##### 2.4.1.- Conclusiones

- 1.- El sector industrial manufacturero absorbe la mayor cantidad de los ingenieros mecánicos que laboran dentro del sector privado costarricense. Los puestos que desempeñan son principalmente puestos gerenciales, siguiéndole en importancia los puestos de agente de ventas y asesoría técnica.
- 2.- El ingeniero mecánico presta sus servicios como consultor o como ingeniero de diseño, en la mayoría de los casos, únicamente como una fuente secundaria de ingresos.
- 3.- El sector privado brinda buenas oportunidades al ingeniero mecánico, tanto en el aspecto económico como en el profesional, por lo que la gran mayoría de los ingenieros entrevistados durante este estudio manifestaron estar satisfechos de la actividad profesional en la cual se desenvuelven.

- 4.- Más de la mitad de los ingenieros mecánicos entrevistados en este sector han trabajado, como máximo, en dos empresas. Eso conduce a pensar que tienden a especializarse en sus funciones, en un área. Muy posiblemente debido a esta situación es que los ingenieros piensan que es necesario tener experiencia de trabajo para llevar a cabo las funciones que desempeñan.

- 5.- El sector privado demanda apenas una utilización de alrededor del 50% de la formación propiamente técnica de los ingenieros mecánicos, dado que realizan también en su trabajo una serie de actividades que no son las propias de la ingeniería mecánica.

- 6.- Únicamente alrededor de un 50% de los ingenieros mecánicos se mantiene en contacto con los cambios tecnológicos que afectan el área en que se desenvuelven. Sin embargo, la mayoría de ellos estarían dispuestos a participar en un programa de educación continua.

- 7.- En general, se estima que la Escuela de Ingeniería Mecánica debe preocuparse seriamente por mejorar el nivel de los cursos de ingeniería económica, procesos de manufactura y electrotecnia.

- 8.- Debe analizarse la posibilidad de incluir cursos sobre administración, mantenimiento preventivo e inglés, ya que actualmente estas disciplinas están muy ligadas con el quehacer ingenieril.

- 9.- El estudio realizado muestra que existiría oposición a una ley que obligue a obtener una licencia profesional mediante la realización de un examen de conocimientos básicos.

- 10.- Se considera que la incursión del estudiante de ingeniería mecánica en el mercado laboral, antes de graduarse, es una buena iniciativa, pues permite realizar una buena

práctica profesional y el darse a conocer dentro del gremio.

11.- Se considera que la Escuela de Ingeniería Mecánica debe definir y llevar a la práctica una estrategia para la proyección de la profesión en el mercado de trabajo y en la comunidad nacional.

#### 2.4.2.- Recomendaciones

1.- Debe analizarse el plan de estudio de licenciatura para que este represente una opción atractiva. En caso de reabrirse el bachillerato no debe permitirse a los estudiantes de ese programa llevar los cursos de licenciatura, pues se deteriora el nivel y calidad de dichos cursos.

2.- Es importante que la Escuela de Ingeniería Mecánica tome iniciativas en cuanto al establecimiento de un programa de educación continua, que tendrá repercusiones positivas en el desarrollo profesional de los ingenieros.

3.- En cuanto a la necesidad cada vez mayor, en las actuales circunstancias del mercado, de complementar la formación del ingeniero con conocimientos sobre administración, debe analizarse la posibilidad de crear una Maestría en Administración de la Ingeniería, para enseñar al profesional la administración de recursos, equipo, materiales y personal, así como la planificación de obras, elaboración de presupuestos de inversión de capital, cálculo de costos industriales, etc. Esto debe ir unido a la exigencia del dominio de otro idioma distinto del español, de preferencia el inglés.

4.- Parece necesario estudiar, puede ser en un proyecto de trabajo final de graduación, la posibilidad de instalar una empresa dedicada a la recuperación de partes, el tipo de equipos factibles de recuperar y la maquinaria y equipo necesario para el funcionamiento de esa empresa.

5.- Se considera útil efectuar un trabajo de investigación dirigido a la determinación de la pérdida de conocimientos básicos que sufre el ingeniero mecánico según los años transcurridos después de su graduación.

#### 3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Los nuevos Planes de Estudio no tienen, finalmente, más objetivo que responder, de manera general, a la siguiente pregunta:

*¿ COMO FORMAR UN INGENIERO BACHILLER, DE FORMACION MINIMA PERO INTEGRAL, EN UN CONTEXTO DE INTEGRACION MUNDIAL Y DESARROLLO TECNOLOGICO ACELERADO Y CON LA PERSPECTIVA DE UNA DISMINUCION EN LA INVERSION ESTATAL DEDICADA A LAS UNIVERSIDADES PUBLICAS Y, POR ENDE, A LAS FACULTADES DE INGENIERIA ?*

Claro que algunas cuestiones, surgidas durante el proceso de planificación curricular, no tienen una solución fácil. Entre esas cuestiones que habrá de solucionarse está la de cómo lograr una formación más sólida en Ciencias Básicas de la Ingeniería y al mismo tiempo formar un ingeniero especializado en temas tecnológicamente actuales, capaz de integrarse de inmediato y productivamente al mercado de trabajo.

Al respecto, deben seguirse sopesando algunas de las causas y consecuencias de esas tendencias tanto para los estudiantes como para la Escuela y para el país.

En principio se ha superado el problema del "grado" mínimo (bachiller) y continuaría la licenciatura. Sin embargo, las limitaciones económicas y la existencia de las Maestrías harán posiblemente resurgir, más tarde o más temprano, la cuestión de la eliminación de uno de esos dos grados. Los acontecimientos parecen orientarse a una configuración de la licenciatura e incluso de la maestría en consonancia con los intereses de los ingenieros bachilleres graduados, las instituciones empleadoras y las necesidades de desarrollo del país.

Los problemas que plantea a la enseñanza de la ingeniería en general, y particularmente de la Ingeniería Eléctrica y Mecánica, la actual revolución científico-tecnológica y el proceso de integración mundial deben ser abordados de manera regular en los órganos de decisión y análisis de las Escuelas de Ingeniería. Las conclusiones que de ahí surjan deberán reflejarse lo más pronto posible en los Planes de Estudio.

En cuanto al problema de la necesidad de "recursos" intensivos para la enseñanza-aprendizaje (computadoras, laboratorios, medios audiovisuales, etc.) y las limitaciones presupuestarias, deben crearse vías novedosas de financiamiento ligadas a la más estrecha vinculación de las Escuelas de Ingeniería con la vida productiva y con los organismos e instituciones ligados al desarrollo económico e industrial.

#### 4.-BIBLIOGRAFIA UTILIZADA Y DE REFERENCIA

##### 4.1.- Bibliografía utilizada

- 1.- AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. *The National Action Agenda for Engineering Education*. En: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 78, Number 2, november 1987, pp.95-99
- 2.- AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. *La Agenda de Acción Nacional para la Educación en Ingeniería*. En: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volumen 78, N°2, noviembre 1987, pp.95-99, traducción del Dr. Wilbert Ezequiel Solano Rojas.
- 3.- GARITA HERRERA, A. BUSTAMANTE CARMONA, R. *La incorporación del Ingeniero Eléctrico en el Mercado Laboral de las Instituciones Públicas* (Proyecto de graduación como bachilleres en Ingeniería Eléctrica). San José (C. R.): Universidad de Costa Rica, 1990, 121p.
- 4.- JACKSON QUIROS, H. *Situación Actual del Ingeniero Mecánico Graduado de la Universidad de Costa Rica en el Sector Privado* (trabajo final de graduación para optar al grado de licenciatura en ingeniería mecánica), San José (C. R.): Universidad de Costa Rica, 1991, 163p.
- 5.- PORTILLA DELGADO, M y ALFARO ZUÑIGA, M. *La Situación Actual del Ingeniero Mecánico en el Sector Laboral Público* (trabajo final de graduación para optar al grado de licenciatura en ingeniería mecánica), San José (C. R.): Universidad de Costa Rica, 1992, 143p.
- 6.- ROJAS VARELA, M. STARCEVIC RIVERA, A. *La Ingeniería Eléctrica en el Sector Privado Costarricense* (Proyecto de graduación como bachilleres en Ingeniería Eléctrica). San José (C.R.): Universidad de Costa Rica, 1989, 86p.
- 7.- SALAZAR MORA Z. *Evaluación de contexto de la Carrera de Ingeniería Eléctrica*. Centro de Evaluación 84p. + anexos
- 8.- TADMOR, Z. et al. *Future curricular requirements in brief*. En: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 78, Number 2, november 1987, p.116
- 9.- TADMOR, Z. (chairman) *Engineering Education 2001*. Interim report of the Working Committee on Engineering Education and Technion Policy-20001. Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, June 1986.
- 10.- TADMOR, Z. et al. *Las necesidades curriculares futuras, en breve*. En: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volumen 78, N°2, noviembre 1987, p.116, traducción del Dr. Wilbert Ezequiel Solano Rojas.



#### 4.2.- Bibliografía de referencia

- 1.- AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. *The National Action Agenda for Engineering Education*. En: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 78, Number 2, november 1987, pp.95-99.

Los Estudios que fueron revisados por el Grupo Especial que elaboró la Agenda Nacional de Acción para la Enseñanza de la Ingeniería, son los siguientes:

- a.- *Engineering Education and Practice in the United States: Foundations of Our Techno-Economic Future*. Report of the National Research Council Committee on the Education and Utilization of the Engineer, J. A. Haddad, chairman. National Academy Press, Washington, D. C., 1985 (\*) (El asterisco, cuando aparece, indica que el Informe completo o un Resumen han sido publicados en la Revista "Engineering Education").
  - b.- *Quality of Engineering Education*. Final report of the Quality of Engineering Education Project, W. E. Lear, project director. American Society for Engineering Education, Washington, D. C., 1986 (\*).
  - c.- *Undergraduate Science. Mathematics and Engineering Education*. Report of the National Science Board Task Committee on Undergraduate Science and Engineering Education, H. A. Neal, chairman. National Science Foundation, Washington, D. C., 1986.
  - d.- *Proceedings, November 1986 National Congress on Engineering Education*. E. M. Nordby, chairman. Accreditation Board for Engineering and Technology, New York, N. Y., Jan. 1987.
  - e.- *Engineering Education 2001*. Interim report of the Working Committee on Engineering Education and Technion Policy-20001, Z. Tadmor, chairman. Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, June 1986 (\*).
  - f.- *A Nation at Risk: the Imperative for Educational Reform*. Report of the National Commission on Excellence in Education, D. P. Gardner, chairman. U.S. Department of Education, April 1983.
  - g.- Cranch, E. T. *Continuing Engineering Education in the United States: An Overview and Assessment*. Proceedings, World Conference on Continuing Engineering Education, ASEE/IEEE, Lake Buena Vista, Fla., May 1986 (\*).
  - h.- *Final Report: Goals of Engineering Education*. E. A. Walker, chairman, American Society for Engineering Education, Washington, D. C., Jan. 1968 (\*).
- 2.- BORDOGNA, J. et al. *An Alternative Practice-Oriented Master's Level Program: The ExMSE*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, pp.474-477
  - 3.- DRUCKER, D. *Industry Competitiveness and the National Attitude Toward Engineering*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, pp.478-481
  - 4.- FREY, J. et FINAN, W. *Engineering Education in Japan: A Career-long Process*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, pp.466-472

- 5.- KAUFMAN, H. *Continuing Education for Japanese Engineers Is In-house and the Job*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, p.473
- 6.- LANDIS, F. *What Is the Future of Continuing engineering Education*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 79, Number 8, december 1989, pp.1005-1009
- 7.- SEIGEL, A. et DAVIS, C. *Televising Undergraduate Engineering Courses: A Survey*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, pp.482-483
- 8.- STIMPSON, B. *Reclaiming the High Ground: An Engineering Ethic for the New Age of Engineering*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 3, april 1991, pp.372-375
- 9.- SWAIM, R. et MORETTI, P. *The Case for the 120-Credit-Hour B.S.*. In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 5, july/aug 1991, pp.482-483
- 10.- SOLANO ROJAS W.E. et SALAZAR MORA Z. *La Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Costa Rica*. En: "Ingeniería" (Revista de la Universidad de Costa Rica), Volumen 1, N°1, enero/junio de 1991, pp.95-100
- 11.- SOLANO ROJAS W.E. *125 años de programas de enseñanza de la ingeniería en Costa Rica (1864-1990. Primera Parte: Las carreras y grados en las universidades estatales (1864-1989)*. En: "Ingeniería" (Revista de la Universidad de Costa Rica), Volumen 1, N°2, 1991, pp.149-163.
- 12.- VESILIND, P.A. "The Social Role of Engineers: A Philosophical Perspective". In: "Engineering Education" (American Society for Engineering Education), Volume 81, Number 3, april 1991, pp.376-379-