



Actualización y modernización del currículo en INGENIERIA DE SISTEMAS



OF

PACOF 49

08/03 2001

ACOM

Centro de Documentación

Actualización y modernización del currículo en INGENIERIA DE SISTEMAS

Documento ejecutivo



ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA



INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO
DE LA EDUCACION SUPERIOR

SANTAFE DE BOGOTA, D.C. MAYO 1997



INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR, ICFES Subdirección General Técnica y de Fomento Caile 17 No. 3-40 A.A. 6319 Teléfonos 2819311 - 2435129 - 2834027 Fax 2845309 Santafé de Bogotá, D.C. ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA -ACOFICRA. 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. E--mail: 104721.213@compuserve.com

Director General del ICFES

Dr. LUIS CARLOS MUÑOZ URIBE

Subdirector General Técnico y de Fomento

Ing. LUIS ALFREDO POSADA DELGADO

Presidente ACOFI

Ing. EDUARDO SILVA SANCHEZ

Vicepresidente ACOFI

ing. JORGE IGNACIO VELEZ MUNERA

Director Ejecutivo ACOFI

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

COORDINADORES PROYECTO:

Ing. MANUEL GUILLERMO HOYOS
Jefe (e) División Académica del ICFES
Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Profesor Titular de la Universidad Nacional

Elaboración de texto con base en las reuniones y documentos regionales, nacional e internacional de Ingeniería de Sistemas.

SANTAFE DE BOGOTA, D.C. MAYO 1997

Serie: Actualización y modernización de los currículos en ingeniería

ISBN: 958 - 680 - 000 - 8 Obra completa

ISBN: 958 - 680 - 015 - 6 Ingeniería de Sistemas - ejecutivo

Fotografía:

Cristina Velásquez D.

Diseño y armada electrónica 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 globalización del conocimiento y el libre mercado, hace que los países adopten sistemas competitivos que les permita mejorar, la calidad de vida de los ciudadanos, su sistema educativo, e invirtiendo en su formación y su capacidad profesional.

Teniendo en cuenta el entorno anterior, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI- y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior -ICFES-, emprendieron la labor de desarrollar un proyecto que cumpliese como propósito motivar a las Facultades de Ingeniería a la reflexión y al análisis de sus programas, para llevar a cabo la actualización y modernización de los currículos en ingeniería.

Este proyecto se inicio en 1995 con programas estratégicos para el desarrollo del país, destacándose los correspondientes a las Ingenierías Civil, Eléctrica/Electrónica, Química, Industrial y Mecánica y en el año 1996 se discutió el área de Ingeniería de Sistemas, quien en la fecha cuenta con el mayor número de programas en el país.

Producto de los encuentros regionales, nacional e internacional, en los que participaron decanos, directores de programa, docentes, estudiantes, representantes del sector productivo y gremios profesionales, se presenta la presente publicación sobre Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería de Sisternas.

Ing. EDUARDO SILVA SANCHEZ



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 la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, 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 la ACOFI y el ICFES, 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.

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, en las áreas de Ingeniería Civil, Eléctrica/Electrónica, Industrial, Mecánica y Química.

En 1996 se trató el tema de Ingeniería de Sistemas, dado que es la ingeniería que tiene el mayor número de programas, alcanzando a la cifra de 78, con un aumento del 129%, con relación a los que existían antes de la aparición de la ley 30/92.

Para desarrollar los seminarios-talleres se dividió el país en tres zonas geográficas para discutir regionalmente la temática de la actualización y modernización curricular, las cuales se describen a continuación:

- Zona central: Sede Universidad de los Andes. Santa Fe de Bogotá.
- Zona cafetera y occidente: Sede Universidad de Antioquia. Medellin.
- Zona norte-oriente: Sede Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla.

Posteriormente se efectuó un encuentro nacional al cual asistieron delegados de cada una de las zonas geográficas y en el cual fueron presentados los documentos generados de las reuniones regionales. Discutidos y comentados los anteriores encuentros, se elaboró una propuesta nacional para ser presentada en el evento internacional en la Politécnica Universidad Javeriana de Cali.

El seminario-taller internacional contó con destacados conferencistas internacionales exponentes de la formación europea y norteamericana; igualmente se destacó la asistencia y la participación permanente de las empresas públicas de Medellin, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas ACIS, decanos, profesores y estudiantes de los programas de ingeniería de sistemas en Colombia.

El documento que se presenta contiene los siguientes tópicos: Antecedentes del proceso, las principales características de la ingeniería de sistemas en Colombia, las tendencias en la formación de los ingenieros de sistemas, las debilidades típicas de este profesional, el plan básico de estudios, incluyendo áreas de conocimiento y porcentajes, estrategias para el actualización y modernización del currículo y las recomendaciones pertinentes al sector productivo, a los programas, a las instituciones de educación superior, a Acofi y al Estado.

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, y en donde el proyecto pedagógico se convierte en un factor preponderante.

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 a éste quehacer, el cual sin duda, redundará en la mejor calidad de los programas de ingeniería en Colombia.

Contenido

Presentación

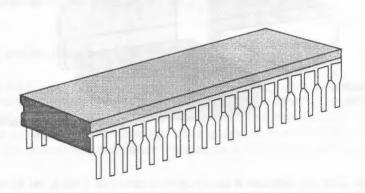
Introducción

I.	Definición	9
11.	Plan básico de estudios	10
	Recursos específicos	11 12
III.	Consideraciones para desarrollar un plan de ingeniería de sistemas de calidad	13
	El papel de la universidad	13
	La flexibilidad del plan de estudios	13
	Con respecto a la formación básica y a la formación como persona	14
	La formación en aspectos de la carrera	15
	Los modelos pedagógicos	15
	La investigación y la educación continuada	16
IV.	Prospectiva de desarrollo de la ingeniería de sistemas	17
	La globalización	17
	Cualquier información de cualquier lugar en cualquier momento	18
	Los grupos de trabajo	18
	Las transformaciones en el mundo del software	18
	El "Outsoursing"	19
	La velocidad vertiginosa de los cambios	20
	Las debilidades típicas del ingeniero de sistemas que deben ser superadas	21
V.	Recomendaciones	23
	Con respecto a los Programas de Ingeniería de Sistemas	23
	A las Instituciones de Educación Superior	24
	A la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-	25
	Al Sector productivo	25
	Al Estado	26



I. Definición

Es el estudio de los aspectos humanos y organizacionales y de la tecnología relacionados con la planeación, el análisis, el modelamiento, la captura, la transmisión, la presentación y la seguridad de la información. Esto implica, por supuesto, elementos importantes de modelaje y diseño.

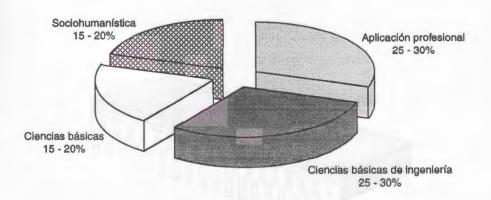




II. Plan básico de estudios

En la formación del ingeniero de sistemas es fundamental que haya materias relacionadas con las Ciencias Básicas, las Ciencias Básicas de Ingeniería, la aplicación profesional y las sociohumanísticas, en los porcentajes aproximados mostrados en la siguiente figura:

Aplicación Profesional 25 - 30% Ciencias Básicas de Ingeniería 25 - 30% Ciencias Básicas 15 - 20% Sociohumanísticas 15 - 20%



Se consideran *Ciencias Básicas* a las disciplinas como la Física, las Matemáticas, la Biología y la Química que constituyen la base teórica de la Ingeniería. Se considera que es fundamental la existencia de estas materias en el curriculum de Ingeniería de Sistemas pues contribuyen de una manera substancial en su formación básica en aspectos como su capacidad de análisis y síntesis.

Son Ciencias Básicas de Ingeniería todas aquellas disciplinas como los métodos numéricos, el modelaje, la estadística, la programación lineal, y la electrónica, que son indispensables en la formación de cualquier ingeniero, sin ser ciencias básicas. Dos aspectos las hacen importantes: el contribuir a desarrollar habilidades como su capacidad de análisis y de modelaje de la realidad, y la enorme pertinencia que tienen

algunas de ellas en su devenir profesional. Se incluyen aquí las Ciencias Básicas de Ingeniería de Sistemas como la lógica matemática y las matemáticas discretas.

Las materias de *aplicación profesional* son las que definen al graduado como un profesional de sistemas propiamente dicho, e incluyen aspectos como la estructura de datos, la algorítmica, la computación numérica y simbólica, la ingeniería de software, la inteligencia artificial y la robótica, los aspectos básicos sobre la estructura y el funcionamiento de los computadores(arquitectura de computadores, sistemas operacionales), las redes de computadores, las bases de datos, etc. Además de estas, también se deben incluir materias de profundización en diferentes áreas como ingenieria de software, bases de datos, redes, etc.

Las sociohumanísticas son todas aquellas materias que contribuyen a la formación del estudiante como individuo y como miembro de una sociedad. Se considera que esta formación debe impartirse a lo largo de toda la carrera, como lo ilustra la figura. Además, que hay muchas actividades que pueden contribuir a ella como los semestres de práctica y las actividades extracurriculares.

Se cree que la formación sociohumanísitca no se consigue únicamente con clases, pues aunque estas son importantes, no son suficientes y se requiere la existencia de espacios y mecanismos que permitan una formación integral. Hay que tener en cuenta que los profesores inciden considerablemente en la formación del alumno.

Otro aspecto que puede tenerse en cuenta en la flexibilización del currículo, y que valdría la pena explorar, es el establecimiento del trabajo por problemas y no por asignaturas, que ya se está empezando a desarrollar en algunas universidades.

Recursos específicos

Es complejo establecer normas precisas con respecto al número exacto de recursos requeridos para garantizar un mínimo de calidad en los programas, pues puede haber variaciones importantes dependiendo de las particularidades de cada programa. Sin embargo, se considera conveniente fijar unas guías de referencia, que definan unos límites mínimos de recursos que deben tenerse para no comprometer la calidad de los programas.

El recurso fundamental de cualquier programa son los profesores. Se recomienda que las instituciones cuenten entre 2 y 3 profesores de tiempo completo por cada 50 estudiantes en el programa. Es deseable además que algunos de ellos tengan nivel de posgrado. Se considera además conveniente contar con profesores de cátedra que puedan contribuir con su valiosa experiencia profesional.

En cuanto a los recursos físicos, es recomendable contar con:

- Una estación de trabajo por cada 6 estudiantes. Se requeriría una cantidad menor de estaciones de trabajo si los estudiantes tienen acceso a computadores en su casa.

Hay que aclarar además que se debe contar con estaciones de trabajo en por lo menos dos ambientes: Windows y Unix.

- Es indispensable contar con laboratorios de física y química.
- En la biblioteca un mínimo de 400 títulos relacionados con la formación básica y profesional. Además tener un mínimo de dos copias de cada uno por cada 50 estudiantes, con una actualización anual del 10%.
- En la hemeroteca debe contarse con una subscripción a las principales revistas de la profesión.
- Cada vez se hace más necesario poder proporcionar a los estudiantes acceso a Internet, y a las facilidades de correo electrónico.

Soporte administrativo e investigativo

El soporte administrativo requerido para un programa de ingenieria de sistemas es similar al requerido para otras ingenierias : un decano o jefe de departamento, un coordinador académico y personal auxiliar de soporte. Es muy conveniente que estos sean de tiempo completo y que participen en las actividades docentes.

Es muy difícil concebir la docencia si los profesores no participan activamente en actividades de investigación y actualización permanente. Esta es una de las razones que conducen a pensar que las instituciones deben contar con profesores de tiempo completo comprometidos con el trabajo académico.

Para dar soporte a la investigación se requiere también contar con una infraestructura computacional adecuada, adicional a la que se utiliza para la actividad docente, y permanentemente actualizada.

Igualmente se requiere que los profesores cuenten con acceso a Internet y a revistas especializadas en temas avanzados de la Informática.



Consideraciones para desarrollar un plan de ingeniería de sistemas de calidad

III.

El papel de la universidad

Los nuevos desarrollos tecnológicos y los que nos esperan en el futuro están obligando a replantear el papel de la universidad en la época actual. Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta en esta reflexión es la existencia de instituciones que están ofreciendo servicios que antiguamente eran proporcionados únicamente por las universidades. Constituye entonces un deber de las instituciones de educación superior el replantear su misión y encontrar los medios más adecuados para llevarla a cabo. Un lugar preponderante dentro de este proceso lo deben ocupar las reflexiones sobre los aspectos pedagógicos.

Además de lo anterior, la universidad debe propender por cumplir con los procesos de acreditación nacional e internacional, no sólo a nivel institucional, sino a nivel programático, teniendo muy en cuenta ópticas de mejoramiento continuo en todos los procesos educativos. Dentro de estas labores son fundamentales los procesos de autoevaluación.

Se requiere entonces generar una cultura organizacional nueva, donde se activen las capacidades de trabajo en equipo, dentro de un ambiente institucional favorable, que ofrezca un ambiente propicio para la participación, la creatividad, la imaginación, la controversia y la evaluación permanente del trabajo coordinado en ambientes diversos y heterogéneos. Esto contribuirá a desarrollar en el estudiante la capacidad para enfrentar problemas abiertos, en cuya solución tendrá que conciliar las necesidades de carácter social o empresarial con los recursos disponibles para llegar a dicha solución.

La flexibilidad del plan de estudios

Se considera que *el plan de estudios debe ser flexible*, tanto en lo espacial como en lo temporal. Un estudiante debe poder avanzar a su ritmo, y si alguien avanza más rápido hay que permitírselo, privilegiando así a los mejores. Por esto deben contemplarse holguras en los planes de estudio. Desde el punto de vista del espacio esas holguras se pueden establecer con la amplitud de las posibles elecciones temáticas y con la existencia de proyectos personales o institucionales, que deben ser elegidos por el estudiante.

Además, dando campo a que las materias obligatorias de hoy puedan ser reemplazadas por otras a medida que la tecnología evolucione.

Un subproducto importante de un plan de estudios flexible es el fomento a la autonomía del estudiante, quien debe concebir su carrera como un cúmulo de posibilidades de desarrollo personal que él debe elegir, y no como una carrera de obstáculos que hay que vencer para obtener lo más rápidamente posible el diploma que lo acredita para el ejercicio profesional. Desafortunadamente muchos factores culturales atentan contra la autonomía del estudiante, pero esto no debe desanimarnos en la búsqueda de vías que nos conduzcan a ella.

Con respecto a la formación básica y a la formación como persona

La experiencia muestra que la formación como persona es un factor concluyente en el éxito de un ingeniero de sistemas. Por ello se considera muy importante desarrollar en él habilidades como el espíritu crítico y constructivo, la solidaridad social, la necesidad de adaptarse al cambio como consecuencia natural del avance social y de la profundización del conocimiento, la adaptabilidad como forma de vida, en un mundo complejo e inestable, el valor de los sistemas de simbolización como medios expresivos de comunicación, el valor de la disciplina personal como fuente creadora de un espíritu independiente y autónomo, el valor de ser creativos, activos, emprendedores, participativos, bien informados y profundos conocedores de saberes científicos, técnicos y contextuales. Para poder lograr lo anterior se requiere que el ingeniero de sistemas tenga excelentes facilidades de comunicación con sus superiores, sus subordinados, sus compañeros y en general con las demás personas. Además que tenga habilidades para la comunicación oral y escrita en su lengua materna y competencia en una segunda lengua.

Para lograr lo anterior, se considera conveniente que en el proceso formativo del estudiante de sistemas se enfatice el trabajo tangible con la realidad.

Dentro de las habilidades personales hay una que se considera fundamental para su desempeño exitoso en el área de sistemas: su capacidad de trabajo en grupo y de interacción con profesionales de otras disciplinas. Se recomienda por lo tanto fomentar dentro de la carrera todas aquellas actividades que contribuyan a desarrollar en el estudiante estas habilidades.

Otro aspecto que se considera fundamental en la formación de los ingenieros de sistemas es la ética y el desarrollo de sus calidades humanas. En particular, se juzga muy conveniente que los profesionales de sistemas sean generosos y humildes. Lo primero, para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades, y lo segundo para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad es necesario entender sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

Con respecto a la formación ética se cree que lo difícil no es tanto darse cuenta de su importancia, que es evidente, sino identificar métodos eficientes que contribuyan a su desarrollo. En muchos casos se requiere mucho menos inteligencia para tener una buena idea, que para llevarla a la práctica.

Un aspecto que se debe tener en cuenta es que no se debe supeditar la preparación educativa únicamente a los requerimientos inmediatos de la empresa, pues hay que tener siempre en mente que se están formando personas y no únicamente engranajes para que se acopien a los sistemas de información de la empresa. Esto hace de la formación humanística un ingrediente muy importante. Esta debe impartirse a lo largo de toda la carrera, por medio de diferentes actividades que deben incluir algunas de naturaleza diferente a los cursos, como los semestre de práctica y las actividades extracurriculares.

La formación en aspectos de la carrera

Con respecto a la formación en temas de su carrera se considera fundamental en el ingeniero de sistemas su capacidad de análisis, su visión holística de los sistemas y sus destrezas para aprender a resolver problemas de computación no sólo en lo relacionado con el hardware y el software sino con la implantación exitosa de los sistemas en las organizaciones, lo cual requiere que se realicen un conjunto de actividades para que las organizaciones y las personas puedan sacar el máximo beneficio de los desarrollos informáticos.

Debe buscarse darle respuestas al clamor empresarial de tener una relación fuerte con la práctica minimizando el uso, hoy abusivo, de cursos, y en su reemplazo propugnando por la formación de una cultura de proyectos, cimentada desde el primer semestre en los estudiantes.

Los conocimientos en sistemas son obsoletos a los seis meses, lo que obliga a *crear* fortalezas y competitividad en la fundamentación teórica y no en las herramientas e instrumentos, que son efímeros. Pero como el ingeniero debe conocer algunas, trabajarlas y familiarizarse con ellas, éstas deberían ser parte del ambiente de trabajo apropiado, al posibilitarlo orgánicamente dentro del currículo, pero por fuera del plan de estudios.

Hay que tener en cuenta además, que la labor del ingeniero en el futuro será más especializada y exigente, lo cual se debe reflejar en su formación.

Además de lo anterior, si se quiere que la industria del software florezca en el país se requiere que las instituciones educativas se apersonen y reflejen esas necesidades en su currículos, de pregrado o quizás de posgrado.

Los modelos pedagógicos

Existe actualmente la convicción a nivel de las instituciones de educación superior de que los modelos pedagógicos utilizados por éstas actualmente no son los adecuados. Se requieren metodologías dinámicas que fomenten la participación activa de los estudiantes, haciendo que éstos descubran o construyan el conocimiento en vez de recibirlo pasivamente, que desarrollen la comunicación y la argumentación, teniendo al idioma como un instrumento de socialización, que induzcan al estudiante a la solución de problemas reales, que le enseñen a trabajar en grupo, etc.

Además se deben explorar las nuevas posibilidades que ofrecen tecnologías como Internet, el software educativo y el correo electrónico para plantear formas más efectivas de enseñar, de establecer comunicación y de coordinar el trabajo entre los profesores y los estudiantes.

Se juzga conveniente que la universidad propenda por la formación de los docentes, no sólo en el área de sistemas, sino también en el área educativa y pedagógica. Se considera también importante contar con docentes de tiempo completo, comprometidos con la formación, conocedores del perfil buscado. Esta última recomendación debe también ser aplicable a los profesores de cátedra.

Una idea que podría ser interesante de explorar con respecto a los modelos pedagógicos es la utilización de la teoría educativa del Proyecto Educativo Institucional, para, derivado del mismo enfoque, realizar el Proyecto Educativo del programa o facultad, o PEP.

La investigación y la educación continuada

Se considera muy conveniente que la universidad, en sus estudios de pregrado, dé la oportunidad al estudiante de introducirse en el mundo investigativo en el área de sistemas.

Además de lo anterior, la investigación es un elemento fundamental para el desarrollo de las instituciones y por consiguiente de los currículos. Por esta razón es fundamental que las instituciones se involucren en proyectos de investigación. Esto va a hacer que la creación de programas de maestría y doctorado sea un camino obligado de las instituciones a mediano plazo. Se considera además que se le debe dar énfasis a la investigación aplicada, entendida esta como la búsqueda de soluciones a los problemas informáticos del país.

También es muy conveniente que las universidades desarrollen otros tipo de actividades, complementarias a la formación de pregrado y Maestría, como la educación continuada y las especializaciones. Esto les permite tener una muy buena retroalimentación con respecto a la pertinencia, relevancia y adecuación de los conocimientos que imparten.

Finalmente, la formación de líderes y empresarios debería ser una prioridad importante en los programas de Ingeniería de Sistemas.

IV. Prospectiva de desarrollo de la ingeniería de sistemas

Algunas tendencias enmarcarán el futuro laboral del ingeniero de sistemas, lo cual hace imprescindible el tenerlas en cuenta en el desarrollo de los currículos de la carrera.

La globalizacion

La vida económica del momento ha estado sujeta a la modernización y a la reestructuración del aparato productivo en sus aspectos técnicos y organizativos. Esta es una consecuencia, entre otras razones, de la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos, que se han convertido en aspectos estratégicos de la sociedad y de las empresas. En especial, son tomadas como ventajas competitivas que se desarrollan para la supervivencia, dentro de lo cual los cambios tecnológicos y las innovaciones son elementos claves para que las empresas compitan con posibilidades de éxito en los mercados.

Este nuevo escenario se denomina el de la globalización, y tiene diferentes características: se exige la apertura de mercados en los países en desarrollo, mientras aparecen nuevas formas de protección económica en las naciones industrializadas; las nuevas necesidades de comunicación son parte substancial del crecimiento, mientras hay carencias en la infraestructura de comunicaciones en los países en vías de desarrollo; las nuevas tecnologías se presentan como uno de los recursos fundamentales, lo cual plantea nuevos problemas en cuanto a su planeación, manejo, gestión, gerencia, evaluación y prospectiva; se profundiza la dicotomía entre las necesidades del mercado y las tendencias sociales de los sectores y comunidades de menores recursos; continúan los efectos perversos de un estado, de por sí pequeño; son evidentes las debilidades inherentes a la formación y preparación de la población en general, para afrontar los retos que plantea el valor estratégico del conocimiento científico y tecnológico.

La consecuencia más obvia de los planteamientos anteriores, en lo que tiene que ver con la formación de los ingenieros de sistemas, es la enorme necesidad de profesionales capacitados en estas áreas para poder afrontar los enormes desafíos que implica la globalización.

Cualquier información de cualquier lugar en cualquier momento

La posibilidad de poder tener acceso a "cualquier información de cualquier lugar en cualquier momento", al utilizar la superautopista de información y redes como Internet, induce profundos cambios en la forma de organización de las empresas al permitir llevar a extremos insospechados (en el tiempo y en el espacio) las posibilidades de coordinación. Dos implicaciones importantes tiene esto en la formación de los ingenieros de sistemas: por un lado, es muy probable que los modelos pedagógicos y en general los estilos tradicionales de impartir educación cambien radicalmente (se habla por ejemplo de la "universidad virtual" aunque todavía hay muchas preguntas por contestar con respecto a esta idea), y por otro, es fundamental que el ingeniero de sistemas tenga una formación que le permita entender los profundos cambios organizacionales que está teniendo la Informática en las empresas para que las transformaciones se hagan de una manera exitosa.

La tendencia anterior llevará a que se creen grandes problemas relacionados con la seguridad, la intimidad y el uso apropiado de la información, y planteará problemas éticos, sociales y legales de gran magnitud, que deberá enfrentar el ingeniero de sistemas con el concurso de otros profesionales.

Los grupos de trabajo

Saber comunicar es tal vez la calidad personal más importante en un ingeniero recién egresado. Trabajar en una empresa implica integrarse en un equipo y esto requiere ante todo una buena comunicación. Excepto en ciertos casos, las empresas no necesitan genios aislados, sino personas que contribuyan realmente al éxito del equipo.

Uno de los aspectos más destacados de las organizaciones modernas es el surgimiento de las "adhocracias", que se refieren al uso de equipos de trabajo que se conforman dinámicamente, según las necesidades de un proyecto, y redes altamente descentralizadas de grupos empresariales relativamente autónomos. Las tecnologías informáticas pueden, por ejemplo, ser usadas para encontrar y coordinar gente con conocimientos y habilidades diversos, en diferentes partes de la organización y en distintos sitios geográficos.

En un ambiente como el descrito más arriba es fundamental que el estudiante desarrolle habilidades para trabajar en grupo y para entender las características de los nuevos ambientes de trabajo lo cual debe verse reflejado en los currículos.

Las transformaciones en el mundo del software

El mundo del software ha tenido grandes transformaciones en el último tiempo. Una de ellas es la gran importancia que ha ido adquiriendo y que lo ha hecho predominar sobre el hardware. Otro aspecto importante de destacar es la creciente importancia de la informática del hogar y en general la absoluta masificación de la tecnología computacional cuyo resultado más directo es una demanda insatisfecha muy grande de soluciones de software en diferentes campos.

Lo anterior, junto con las nuevas posibilidades de comercialización de software a través de Internet, hacen pensar que la industria del software, una de las industrias sin chimeneas por excelencia, puede llegar a ser muy importante y a constituirse en una alternativa muy interesante de desarrollo para el país.

Una de las consecuencias más importantes que esto puede llegar a tener es la necesidad de contar con un volumen grande de profesionales calificados para el desarrollo profesional de software. Aunque este papel lo pueden cumplir otras empresas como las casas de software, es indudable que la universidad debe jugar un rol importante en esta causa.

Además de lo anterior, la producción de software en donde se programa absolutamente todo se hace cada vez más rara. Cada día son más importantes la reutilización de componentes de software y hardware existentes y la preparación del producto para su integración en el medio en donde se va a usar. Esta preparación consiste esencialmente en la realización de las interfaces adecuadas. La fase crítica en todo el proceso es la integración global.

Como consecuencia de lo anterior, tanto para prestar servicios como en la reutilización de productos, el ingeniero debe ser capaz de buscar en el mercado productos (hardware y software) que le permitan acelerar su trabajo y bajar los costos. Esto implica que debe poder evaluar la calidad del producto, negociar con el proveedor, estimar el grado de confianza que se puede tener en este y analizar los aspectos jurídicos (propiedad industrial, por ejemplo).

Esta visión, y las habilidades necesarias para manejarla, deben ser dadas entonces al profesional de sistemas.

El "Outsourcing"

Actualmente las organizaciones están delegando el área de sistemas en otras empresas especializadas en lo que se denomina usualmente "outsourcing". Esto ha llevado a que lo usual ahora sea que el egresado se vincule a empresas de consultoría en donde se requiere una alta especialización. La consecuencia lógica de esta situación es que la formación del ingeniero de sistemas va a ser cada vez más exigente .

Lo anterior implica también que el ciclo de vida del ingeniero de sistemas va a cambiar. Antiguamente, una vez graduado el ingeniero entraba a trabajar a una empresa, normalmente en labores de apoyo de sistemas, como mantenimiento y asistencia a los usuarios. Ganaba un poco de experiencia y buscaba conectarse con otra empresa en donde tuviera un salto en salario y en funciones. Este paso se repetía dos o tres veces hasta ubicarse en una empresa cuya actividad principal no eran los sistemas. Alli se atrevía a dar el salto desde los sistemas hacia un área colateral como planeación, finanzas o mercadeo. Lo más importante era que su ciclo se desarrollaba en compañías que no eran de su profesión. Los que lograban conectarse con multinacionales del área de los sistemas lo hacían generalmente con funciones de soporte y ventas. Este esquema la cambiar ahora.

El profesional entrará a trabajar en compañías de sistemas, usualmente más pequeñas, más planas, con menos niveles, quizás dos o tres, pero concentradas en actividades como el desarrollo de software, las comunicaciones, etc. La carencia de un árbol frondoso hará que su carrera sea más corta y concentrada en actividades verdaderamente relacionadas con el desarrollo de proyectos. El salto hacia lo administrativo se reducirá pues esos cargos están ocupados por los dueños. En este ambiente de trabajo hay mayor competencia y mayor riesgo. Hay imperativos más exigentes pues las compañías viven de obtener contratos, lo cual las obliga a distinguirse por la buena calidad, el buen servicio y el cumplimiento. El riesgo aumenta porque hay menos márgenes de acción en la compañía. Un proyecto mal ejecutado o valorado puede llevarla a la quiebra. Hay, por consiguiente, mayores requerimientos de productividad. Los contratos están rodeados de muchas cláusulas de cumplimiento, lo que no sucede como empleado bajo la frondosidad de una empresa grande que permite estructuralmente asimilar los costos extras. En la empresa pequeña deberá entrar a producir inmediatamente pues esta no tiene las posibilidades de financiar el período de inducción y entrenamiento, lo que obliga a que el profesional posea ya el manejo de herramientas más ágiles y gran capacidad de materialización. Hay mayor movilidad de tamáticas, puesto que entre proyecto y proyecto se marcan fuertes diferencias sobre los objetos simbólicos a manejar, contrario al terreno estable de las necesidades de una entidad grande. Las plataformas de trabajo, tanto físicas como de ambientes de desarrollo son variadas pues son inversiones ya hechas por los contratantes. Los proyectos deben terminar a tiempo y sin dejar cabos sueltos, pues estos incurrirían en sobrecostos a los cuales es altamente sensible la pequeña compañía. Se requiere una capacidad mucho más desarrollada en la comunicación debido a la permanente interacción que hay que desplegar con los contratistas y a la movilidad y variedad de éstos. Como ya comienza a observarse, las convocatorias para empleo cambiarán: ya no se pedirá tanto un listado de milagros, deseos, sueños, fantasías y hasta mentiras, a través de la hoja de vida, sino que se solicitará una muestra del trabajo que se está en capacidad de realizar, tal como código y documentación para el caso de actividades de desarrollo.

La velocidad vertiginosa de los cambios

Es casi ya un lugar común la constatación de la enorme velocidad a la que ocurren los cambios en nuestra sociedad y particularmente en lo que tiene que ver con el área de sistemas.

Esto nos lleva a pensar que el profesional de sistemas debe tener una gran capacidad para evolucionar. Es necesario que los jóvenes egresados estén listos a la movilidad en todos los sentidos de la palabra. Las empresas esperan que ellos sean capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo.

Junto con esta capacidad de adaptación y desarrollo, los ingenieros deben ser capaces de valorar su experiencia. Las empresas se dan cuenta de que la evolución del trabajo puede ser tan frecuente que es prácticamente imposible llegar a un dominio completo de la profesión.

La enorme velocidad de los cambios en el mundo informático implica también que los currículos de sistemas deben ser flexibles para poder estar actualizados permanentemente. Además se debe fomentar la agilidad en los procesos administrativos de las universidades para que los cambios curriculares puedan tramitarse en forma expedita.

Las debilidades tipicas del ingeniero de sistemas que deben ser superadas

Desde hace algún tiempo se ha hecho el diagnóstico de que el recién egresado de sistemas tiene unas debilidades que deben ser superadas. Se considera además que la adquisición de ciertas habilidades es crítica en su desempeño futuro.

Algunos de los aspectos que se consideran fundamentales para el profesional del futuro (y particularmente para el de sistemas) se mencionan a continuación.

Hablar el mismo lenguaje que el cliente: la complejidad de un sistema de información debe ser transparente para los usuarios. El sistema debe ser simplemente una herramienta que está a su servicio. El ingeniero de sistemas debe adquirir rápidamente el lenguaje del usuario y presentar en esos términos el sistema que corresponda a sus necesidades.

Los aspectos de presentación también influyen en el desarrollo del sistema. El usuario debe encontrar en la interface del sistema que manipula el vocabulario que usa normalmente y la ergonomía adecuada. Este no es un aspecto secundario, como se piensa frecuentemente.

Manejar un proyecto: Para poder asumir plenamente las responsabilidades que se le imponen, el ingeniero de sistemas debe hacerse cargo de un proyecto en su totalidad. Esto cubre aspectos tales como negociar el monto del contrato, administrar el proyecto y manejar los aspectos contractuales, además de los aspectos técnicos.

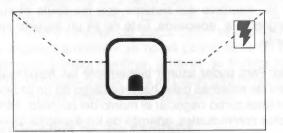
Conocer el mundo empresarial: El ingeniero debe conocer el mundo de la empresa, saber cómo funciona y qué tipo de relaciones existen en ese medio. Un punto particular y muy importante es la relación con los clientes. La mayoría de los jóvenes egresados ignoran lo que es un cliente, las diferentes formas de relación empresa-cliente y no conocen ni siquiera un mínimo de socio-psicología para el trato con los clientes.

La gran importancia que se le da a la Informática como herramienta competitiva refuerza la necesidad de que el profesional de sistemas tenga una alto grado de compenetración con la estrategia de la empresa y sea capaz de plantear soluciones informáticas para apoyarla.

Saber presentar en forma sintética: Expresarse oralmente o por escrito en su idioma y/ o en inglés es indispensable. El ingeniero de sistemas debe ser capaz de adaptarse a las circunstancias: tiempo y público. Esto significa ser capaz de presentar en 2 minutos, 20 minutos o 2 horas o en 10 líneas, 10 páginas o 100 páginas, adaptando el discurso a un público de expertos, clientes o neófitos.

El dominio (hablar, escribir, leer) del inglés es necesario.

Generosidad y humildad: la primera, para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades y la segunda para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad es necesario empaparse de sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.



V. Recomendaciones

Con respecto a los programas de Ingeniería de Sistemas

Quizás la principal labor que debe realizarse en los programas de Ingeniería de Sistemas es la definición de su identidad, que si bien es difícil por los problemas expuestos en este documento, es de imperiosa necesidad no sólo para poder dar una adecuada orientación al currículo, sino también para poder comunicársela a los estudiantes, lo cual contribuirá a que estos clarifiquen las actividades que van a desarrollar durante su ejercicio profesional.

Se considera también que el plan de estudios debe ser flexible, tanto en los espacial como en lo temporal. Un estudiante debe poder avanzar a su ritmo, y si alguien avanza más rápido hay que permitírselo, privilegiando así a los mejores. Por esto deben contemplarse holguras en los planes de estudio. Desde el punto de vista del espacio las holguras se pueden establecer con la amplitud de las posibles elecciones temáticas y con la existencia de proyectos personales o institucionales, que deben ser elegidos por el estudiante. Además, dando campo a que las materias obligatorias de hoy puedan ser reemplazadas por otras a medida que la tecnología evolucione.

Se considera fundamental que la profesión de sistemas siga perteneciendo al área de Ingeniería por el importante aporte que la formación básica puede proporcionar a estudiante.

La experiencia muestra, además, que la formación como persona es un factor concluyente en el éxito de un ingeniero de sistemas. Por ello se considera muy importante que los programas desarrollen en él habilidades para :

- La movilidad en todos los sentidos de la palabra, para que sean capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo.
- Dentro de las habilidades personales hay una que se considera fundamental para su desempeño exitoso en el área de sistemas: su capacidad de trabajo en grupo y de interacción con profesionales de otras disciplinas
- Conocer el mundo empresarial



- Manejar un proyecto de sistemas
- Saber presentar en forma sintética
- Mantener siempre un espíritu crítico y constructivo
- La solidaridad social

También se requiere que los programas contribuyan a que el egresado sea generoso y humilde, lo primero, para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades, y lo segundo para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad es necesario entender sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

En lo que tiene que ver con los aspectos técnicos se recomienda no hacer énfasis únicamente en el software y el hardware, sino también en los aspectos organizacionales de la informática y tener en cuenta la importancia de la reutilización de componentes de software y de hardware existentes y la preparación del producto para su integración en el medio en donde se va a usar.

También se recomienda crear fortalezas y competitividad en la fundamentación teórica y no únicamente en las herramientas e instrumentos, que son efímeros.

Igualmente sería conveniente que en los programas se tenga en cuenta la importancia estratégica de la industria de software para que así en el futuro se pueda contar con un volumen grande de profesionales calificados para el desarrollo profesional de software. Aunque este papel lo pueden cumplir empresas como las casas de software, es indudable que la universidad debe jugar un rol importante en esta causa.

A las instituciones de educación superior

Los nuevos desarrollos tecnológicos y los que nos esperan en el futuro están obligando a replantear el papel de la universidad en la época actual. Constituye entonces un deber de las instituciones de educación superior el replantear su misión y encontrar los medios más adecuados para llevarla a cabo. Igualmente, inducir cambios culturales para pasar de una actitud reactiva a una proactiva y para generar ambientes educativos apropiados, que permitan satisfacer los requerimientos de formación del ingeniero de sistemas, mencionados en la sección anterior.

Además de lo anterior, la universidad debe propender por cumplir con los procesos de acreditación nacional e internacional, no sólo a nivel institucional, sino a nivel programático, teniendo muy en cuenta ópticas de mejoramiento continuo en todos los procesos educativos. Dentro de estas labores son fundamentales los procesos de autoevaluación, que se constituyen en un instrumento valioso en el mantenimiento de la calidad de los programas. Con respecto a este último aspecto es fundamental que las instituciones hagan lo necesario para poder contar con los recursos requeridos para este fin, tanto en lo que tiene que ver con el profesorado como con la infraestructura de

soporte a la docencia (computadores, material bibliográfico, laboratorios, etc.). En este informe se dieron algunas guias al respecto. Es importante destacar que las exigencias del mercado laboral van a ser cada vez mayores.

Pero quizás uno de los aspectos sobre el que más se inisitió en las reuniones organizadas por Acofi, tiene que ver con el uso de metodolgias educativas que fomenten la participación activa de los estudiantes, haciendo que éstos descubran o construyan el conocimiento en vez de recibirlo pasivamente, que desarrollen la comunicación y la argumentación, teniendo al idioma como un instrumento de socialización, que induzcan al estudiante a la solución de problemas reales, que le enseñen a trabajar en grupo, etc.

También debemos reconocer que existe una segunda clase de conocimiento, además de los hechos, los procedimientos, las reglas y los modelos, la clase de conocimiento que sólo puede ser obtenido en la interacción con otros que ya lo tienen.

Adicionalmente a lo anterior, es fundamental que las instituciones exploren las nuevas posibilidades que ofrece la tecnología informática (software educatico, correo electrónico, Internet, Intranet, etc.) para ponerlas al servicio de sus procesos pedagógicos. Una consecuencia natural de este proceder es que los estudiantes se van a a interesar y a familiarizar con estas facilidades que van a estar presentes por doquier en nuestrras sociedades futuras.

La investigación es un elemento fundamental para el desarrollo de las instituciones y por consiguiente de los currículos. Por esta razón es fundamental que las instituciones se involucren en proyectos de investigación. Además, serán de enorme utilidad para el desarrollo de las instituciones y, por lo tanto de los estudiantes, las alianzas que se puedan establecer con el sector productivo, con el sector oficial y con la sociedad en general.

Son también muy útiles las actividades complementarias a la formación de pregrado y de Magister, como la educación continuada y las especializaciones, pues permiten tener una muy buena retroalimentación con respecto a la pertinencia, relevancia y adecuación de los conocimientos que se imparten.

A la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI

El papel fundamental que debe jugar Acofi es el de organizar eventos para discutir sobre diferentes aspectos de la profesión, asesorar al sector oficial en aspectos relacionados con la acreditación de los programas y en general contribuir a aumentar la calidad de los programas de Ingeniería de Sistemas en el país.

Al Sector productivo

La mayor contribución que puede hacer el sector productivo a los programas de Ingeniería de Sistemas es la de constituir alianzas con las instituciones educativas para emprender proyectos de beneficio común. Esto requiere una gran imaginación para idear esquemas exitosos.

Además, la universidad tiene un papel importante que cumplir con respecto al sector productivo en la organización de cursos de educación continuada, los cuales, con el transcurso del tiempo, se irán haciendo cada vez más importantes.

Al Estado

El papel fundamental que debe cumplir el Estado es el de fomentar el desarrollo de los diferentes programas de Ingeniería de Sistemas y velar por que en las instituciones educativas se cumplan unos mínimos requisitos de calidad. Esta última recomendación es especialmente importante, teniendo en cuenta el número tan grande de programas que han surgido en el área, en muchos casos sin contar con los recursos adecuados.

Otro aspecto en el que el Estado tiene un importante papel que jugar es en el de incentivar la investigación en las instituciones de educación superior, y fomentar la realización de alianzas entre el sector productivo y el académico.

Este libro se terminó de imprimir en Opciones Gráficas Editores Ltda. el 23 de mayo de 1997 Santafé de Bogotá



Attended in unapplicated mode an expell properties out ourself one reduced at people production on the deposit sector do the for any curson observable. On Europe, can pr

Al Estado

Experience are provided to a quantity of Editorial y Venez and of the provided to the least and the provided to the provided t

to be a service of the service of th

Sate libro se terreino de arquirra en Opciones Getlicai Editaves Lida, el 23 de mayo de 1997 Santalé de Bogota

