

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA -ACOFI-

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

Documento Final

ACOFI - ICFES

BOGOTÁ, MARZO 9 DE 1996

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

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

DIRECCIÓN GENERAL – ICFES -

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Estos documentos presentan en general, el siguiente contenido:

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

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

de criterios para los diferentes programas en ingeniería, la orientación, pero sobre todo, la definición de políticas para mejorar los niveles de la educación superior.

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

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

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

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

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

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

DOCUMENTO FINAL

1. ANTECEDENTES

Uno de los signos de la época es la vertiginosa velocidad del cambio, la cual es especialmente manifiesta en el caso de los aspectos que tienen que ver con el mundo informático. Lo anterior ha conducido a crear un enorme dinamismo en los programas de Ingeniería de Sistemas, pero al mismo tiempo ha generado una gran confusión y una enorme dificultad para predecir el futuro y, por ende, para adaptarse a los cambios que éste inducirá en la economía y en la sociedad, lo cual se ha visto reflejado en estos programas que han tenido serias dificultades para entender cuál es su papel y cuáles son las estrategias más adecuadas para enfrentar el futuro.

Lo anterior no ha impedido, sin embargo, que el número de programas de Ingeniería de Sistemas de diferente naturaleza (diurnos y nocturnos, en la universidad pública y en la privada, presenciales y no presenciales) se multiplique, llegando a alcanzar a la fecha el número de 78, que constituye el 21% de los programas de Ingeniería existentes actualmente en el país.

Esto ha llevado a que las instituciones encargadas de velar por la calidad de los programas y de propender por su desarrollo hayan organizado diferentes eventos para discutir la problemática de la Ingeniería de Sistemas.

El ICFES ha organizado en el pasado reuniones entre los directivos de los programas, con el fin de promover el desarrollo de la profesión y de fijar estándares de calidad.

Igualmente ACOFI promovió un acercamiento entre las instituciones de educación superior para debatir aspectos de la carrera, y organizó una reunión, en la Universidad Javeriana de Cali, hace algunos años.

La Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas, ACIS, también se ha preocupado por el desarrollo de la carrera de Sistemas. En 1991 culminó un estudio sobre la evolución de la informática en Colombia en el que se analizaron cualitativa y cuantitativamente diferentes aspectos de la profesión, incluyendo lo relacionado con la formación [SIS91]. Además, recientemente constituyó un grupo de trabajo que ha organizado varios foros abiertos para

debatir sobre el futuro de la profesión y que difundirá sus resultados en el primer semestre de 1997.

Con la creciente oferta de programas de ingeniería que ha ocurrido después de la ley 30 de 1992, a partir del año de 1995 el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, han organizado 30 encuentros regionales, nacionales e internacionales, conducentes a la actualización y modernización de los currículos de Ingeniería Civil, Eléctrica y Electrónica, Química, Industrial y Mecánica, de los cuales se han derivado una colección de 10 documentos finales y ejecutivos, en los que se señalan y describen los elementos indispensables para hacer más competitivos a los ingenieros de esas especialidades.

En el segundo semestre de 1996 se realizó el mismo proceso para la carrera de Ingeniería de Sistemas. De esta manera, se organizaron tres reuniones en diferentes regiones del país, con participación de directivos de programas de sistemas, de ACOFI y del ICFES. Una en la región norte, en la Universidad Autónoma del Caribe, el 26 y 27 de Septiembre de 1996, que contó con 28 participantes, otra en la región central, en la Universidad de Los Andes en Bogotá, el 3 y 4 de Octubre de 1996, a la que asistieron 21 participantes y una tercera en la zona cafetera, en la Universidad de Antioquia, el 10 y 11 de Octubre de 1996, a la que concurrieron 26 participantes. En ACOFI puede solicitarse copia de los documentos que resumen el resultado de esas reuniones [CAP96], [RIO96] y [RUE96a].

Además de lo anterior los relatores de las tres reuniones anteriores junto con directivos y asesores del ICFES y de ACOFI se reunieron el 7 de Noviembre para discutir sobre las principales conclusiones obtenidas a nivel nacional, las cuales fueron plasmadas en un documento que puede ser solicitado en ACOFI [RUE96b].

Finalmente, y con el fin de discutir con los directivos de Sistemas las principales conclusiones de las reuniones regionales, se organizó una reunión nacional e internacional en la Universidad Javeriana de Cali, los días 27, 28 y 29 de Noviembre. A esta reunión asistieron también los doctores Jairo Rocha, vinculado a la Universidad de las Islas Baleares y antiguamente a la Universidad de Stony Brook en Nueva York y Claudia Roncancio, profesora de la Escuela Nacional Superior de Informática y Matemáticas Aplicadas de Grenoble - Francia.

Este documento presenta las principales conclusiones obtenidas, tanto en las reuniones regionales como en la nacional e internacional, y busca dar pautas y recomendaciones para la modernización y actualización del currículo, tanto a las instituciones educativas, como al ICFES, a ACOFI y al sector productivo.

2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN COLOMBIA

Un gran dinamismo

El gran auge que ha tenido la informática en los últimos tiempos ha conducido a que la carrera de Ingeniería de Sistemas tenga un gran dinamismo, lo cual se ha manifestado en la creación de un número muy importante de nuevos programas en diferentes instituciones de educación superior. Es así como el número de programas aumentó entre 1992 y 1996 en un 129% (de 27 programas diurnos y 7 nocturnos pasó a haber 51 diurnos y 27 nocturnos). La razón para esto es la gran demanda que existe por la carrera entre los bachilleres, la cual la coloca entre las carreras que tienen un mayor número de aspirantes en las universidades.

Ocurre un fenómeno similar en el área de formación técnica y tecnológica. Al finalizar el año de 1995 había en el país aproximadamente 100 programas de este tipo, con tendencia al crecimiento [ICF95]. La variedad en la modalidad de los programas es también bastante grande.

En el área de postgrado la carrera tiene también un gran dinamismo. Existen en la actualidad 43 programas de especialización y 8 de magister. Además, hay convenios con universidades extranjeras para el ofrecimiento de programas de doctorado, otorgados por éstas, los cuales existen en dos universidades. Actualmente se están dando las bases para la creación del primer programa nacional de doctorado. Sin embargo, a pesar de lo anterior, la investigación es todavía incipiente, como lo testimonia el escaso número de proyectos de investigación en el área financiados por COLCIENCIAS o por el sector productivo.

Finalmente, la demanda por cursos de educación continuada es muy alta, teniendo en cuenta las enormes necesidades de actualización que tienen los profesionales de sistemas y los crecientes requerimientos a las empresas por una mayor competitividad. Esta demanda es a veces satisfecha por las universidades y en su defecto, por otras instituciones no formales.

El problema con la diversidad de modalidades de programas existentes es que no siempre el mercado laboral puede distinguir entre ellas, lo cual puede generar situaciones de confusión en las empresas y de desempleo o subempleo entre los profesionales.

Dificultad de identificar su objeto de estudio

La dificultad para identificar el papel que juega el ingeniero de sistemas en el país también se extiende a las instituciones que ofrecen programas de sistemas y a la sociedad en general. Esto es debido al gran dinamismo de la profesión, que si bien se da también en otras carreras, tiene en esta un ritmo especialmente vertiginoso. Una consecuencia inevitable de esto es que la imagen que se le da a los estudiantes, tanto de bachillerato como de la universidad, sobre las posibilidades y el futuro del ejercicio profesional en el área sea bastante confusa y a veces contradictoria. Por ejemplo, hay quienes dicen que en el futuro no se necesitarán ingenieros de sistemas pues los programas de computador están evolucionando de tal manera que cada vez serán más fáciles de utilizar y que por lo tanto, cuando esto ocurra, “ todo el mundo podrá ser un programador” (esta frase es tomada de Dom Tapscott, uno de los expertos más

conocidos en computación por sus predicciones sobre el futuro). Otros afirman, por el contrario, que el campo de la Informática es cada vez mayor pues ésta está invadiendo cada vez más terrenos llegando a ocupar prácticamente todos, y que para que las cosas funcionen se necesitan conocimientos técnicos que difícilmente puede llegar a tener alguien que no posea una formación sólida en el área de Sistemas.

Uno de los síntomas de la gran confusión que existe y de la diversidad de pareceres con respecto al área de trabajo de la Ingeniería de Sistemas se dio en la reunión nacional e internacional organizada por ACOFI entre los directivos de los distintos programas para discutir la problemática de la carrera, y en la que una de las preguntas de las mesas de trabajo en la que hubo más debate y dificultad de precisar los conceptos fue en la relacionada con el objeto de estudio de la carrera de Sistemas. Las respuestas a la misma cubrieron un amplio espectro: desde quienes opinaban que eso no era importante de debatir, hasta quienes creían que el tema de estudio de la carrera era la tecnología informática, pasando por muchas otras versiones que decían que lo importante eran los sistemas (¿qué clase de sistemas? , preguntaban otros), la información, los sistemas de información, etc. Esta dificultad para precisar la identidad de la carrera ha conducido a que muchos egresados no tengan claro su futuro campo de trabajo, o que al verlo muy limitado, terminen dedicándose a otras actividades.

La situación de crisis mostrada en el párrafo anterior, no se limita a nuestro país sino que se extiende a otras partes, incluyendo los países desarrollados, como lo evidencia un artículo de Denning sobre el particular [DEN92].

Problemas de calidad

Otra característica importante de la carrera en el país, debida a la enorme proliferación de programas existentes, es la desigual calidad de los mismos. Esto ha llevado a que se presenten serios problemas de desempleo entre los ingenieros de sistemas, lo cual ha generado una gran preocupación en instituciones como el ICFES y ACOFI, y ha sido uno de los principales motivadores de este estudio para la modernización y actualización del currículo de la carrera.

Escasez de recursos

La mayoría de las universidades que ofrecen programas en el área de sistemas, por otra parte, cuentan con un reducido número de profesores de planta, lo cual explica el nivel tan bajo de investigación existente. Además, se constituye en un obstáculo para la evolución de los programas y en un limitante para su calidad.

En cuanto al nivel de formación de los profesores se encuentra que en la mayoría de las instituciones los profesores apenas cuentan con un título de pregrado, y sólo en muy pocas tienen grados de magister o doctorado.

En lo que tiene que ver con los recursos de soporte a la docencia, lo usual es que las instituciones cuenten con medios muy precarios, lo cual hace, entre otros, que los ambientes computacionales de las instituciones de educación sean muy pobres comparados con los de las empresas en las que se van a desempeñar los futuros profesionales (¿cuántas instituciones proporcionan a sus estudiantes, por ejemplo, ambientes Unix, o posibilidades de acceso eficiente a Internet y a correo electrónico, o ambientes de manejadores de bases de datos?). Y en lo relacionado con otro tipo de laboratorios y con recursos bibliográficos existen también serias limitaciones en la mayoría de las instituciones.

En contraste con lo anterior, el volumen promedio de matrículas en primer semestre es de 141 estudiantes, lo cual parece exagerado si se tienen en cuenta las limitaciones en la capacidad logística de la mayoría de las universidades.

Metodologías educativas inapropiadas

Otro aspecto que caracteriza a los programas de Ingeniería de Sistemas, y en general a las instituciones educativas, es la utilización de metodologías educativas muy tradicionales y poco efectivas, que generan poca motivación entre los estudiantes y que no conducen a un aprendizaje adecuado, ni a la generación de hábitos de estudio. Además de lo anterior, el uso de la tecnología informática para potenciar y hacer más efectivos los procesos de aprendizaje es muy bajo, lo cual es paradójico tratándose de los programas de Ingeniería de Sistemas (“en casa de herrero azadón de palo”).

“El modelo de producción masivo tiende a cambiar, y si esto se da en la producción, con mayor razón se debe dar en la educación. Las economías de escala que han buscado el rendimiento en términos de recursos o del tiempo, tienden a perder su valor. A todo un grupo de 40 o 50 estudiantes se les enseña lo mismo, sin consideraciones individuales, lo que hace que se tienda a nivelar por lo bajo. Los nuevos paradigmas apuntan a sacar más provecho de los individuos, y para ello su preparación debe registrar el tratamiento personalizado. Como no habrá suficientes de los profesores tradicionales para que cada alumno reciba la dosis de paternalismo usual para adulterarlo, se impone la construcción de nuevos paradigmas educativos. La ubicación física será cada vez menos importante, sobretodo para aquellas profesiones que trabajen en intangibles, lo que conllevará a la desescolarización de gran parte de las actividades” [RIO96].

3. TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE SISTEMAS EN COLOMBIA

Desde hace ya varios lustros los investigadores y los estudiosos del futuro han empezado a preocuparse por un fenómeno que según ellos cambiará fundamentalmente las relaciones sociales y económicas : la sociedad postindustrial, en la cual la información jugará un papel

fundamental. Esto ha llevado a algunos a pensar que los nuevos juegos de poder entre las naciones girarán en torno a estos aspectos y que por lo tanto las naciones deben estar preparadas para esta “revolución de la información”.

En opinión de algunos está ocurriendo una nueva fusión de la tecnología de información y de la de telecomunicaciones, que afectará radicalmente a todas las organizaciones, aún a las que no hayan sido usuarias importantes de tecnología. Esta nueva fusión es extraordinariamente dinámica y va a conducir a cambios fundamentales en la estructura de las empresas, quienes estarán ahora más interconectadas, favoreciendo así el trabajo cooperativo. Otro aspecto que hay que destacar con respecto a la tecnología de información es que, además de posibilitar la automatización de algunos procesos, permite generar grandes cantidades de información que antes no estaban disponibles en la organización, y que ofrece la posibilidad de integrar la conversión, el almacenamiento, el procesamiento y la comunicación de información y de comprimir el tiempo y el espacio, no sólo en velocidad, sino también en la cantidad de información transmitida.

Es en el contexto anterior que debe entenderse la importancia del desarrollo de la carrera de Ingeniería de Sistemas, como un medio para poder ser depositarios de todos los beneficios de este nuevo paradigma y como un requisito fundamental para la competitividad.

En esta sección presentaremos algunas tendencias en la formación del ingeniero de sistemas: primero, algunos apartes de un artículo de Peter Denning [DEN 94] que muestran el nuevo paradigma que se requiere en las carreras de ingeniería y particularmente en la de sistemas, dado el enorme interés y pertinencia que tiene para el diseño de un currículo de sistemas y después una descripción de las principales tendencias que están modificando el ambiente en que se va a tener que desenvolver el ingeniero de sistemas y que tienen relevancia en nuestra realidad y en nuestra cultura nacional.

Los paradigmas cambiantes, según Denning

En opinión de Denning las carreras de ingeniería, y particularmente la de sistemas están sufriendo un cambio de paradigma debido a las nuevas formas de concebir los siguientes aspectos :

- La profesión
- La universidad
- La educación
- La investigación
- El trabajo
- La innovación

Presentaremos a continuación sus reflexiones con respecto a los cambios en la carrera que están siendo inducidos por esta nueva visión.

CON RESPECTO A LA PROFESIÓN

“Actualmente, la mayoría de los ingenieros de sistemas ven su disciplina como el estudio de los fenómenos que rodean a los computadores. Para ellos, su profesión la constituyen un conjunto de expertos que dedican su vida a resolver problemas de hardware y de software, para producir sistemas de información más rápidos, baratos y confiables.....pero la noción anterior entra en conflicto con nuestro conocimiento de otras profesiones. Pocos dirían, por ejemplo, que el Derecho estudia los fenómenos que tienen que ver con las leyes, sino más bien que los seres humanos están preocupados de vivir en sociedades ordenadas con gobiernos, constituciones y cortes... De la misma manera podemos decir que el proceso de registro, procesamiento y comunicación de información son partes de una preocupación de todos los seres humanos por una coordinación efectiva de su trabajo y acción. (teniendo en cuenta lo anterior) los profesionales de la computación son vistos ahora como personas que se ocupan de las preocupaciones de otras personas con respecto a esa área. Estas preocupaciones no se reducen al diseño de mejor hardware y software, sino que incluyen la instalación, configuración y mantenimiento de sistemas de computación en las organizaciones, los estándares para la comunicación e intercambio de información, la privacidad e integridad de las conversaciones, archivos y documentos, el contexto histórico de la computación y las comunicaciones, así como los valores compartidos por la gente que usa los computadores y las redes”.

“ (sin embargo) esas nuevas ideas no han afectado todavía nuestro currículo, nuestra enseñanza y nuestra forma de hacer los negocios”.

CON RESPECTO A LA UNIVERSIDAD

“La universidad ya no es el único sitio en donde se puede tener acceso a librerías, computadores e instrumentos, pues las primeras pueden ser accedidas electrónicamente y a los segundos se puede llegar remotamente”.

.....“Similarmente, se está volviendo posible ofrecer enseñanza a través de canales de multimedios incluyendo la televisión interactiva, el video y aún el correo electrónico. En los años venideros, pocos estudiantes necesitarán venir al campus para interactuar con los profesores”.

...“los estudiantes no quieren prolongar su estadía en la universidad, sino que ven el diploma como un requisito para obtener un mejor trabajo. Cada vez más, creen que para ser más valiosos para sus empleadores necesitan menos teoría y más práctica. El número de estudiantes que trabajan durante sus estudios está aumentando”.

...“Organizaciones privadas como Nintendo, Sony, Apple Computer y otras se están preparando para ofrecer servicios educativos que por la primera vez compiten directamente con los que ofrecen las universidades”

..“Además de lo anterior, muchas firmas privadas están ofreciendo servicios educativos sobre las redes. Las universidades están empezando a tener competencia, cosa a la que no estaban acostumbradas. Esto

las fuerza a formular la educación como un servicio que debe establecer sus nichos del mercado y ofrecer un mejor valor”.

CON RESPECTO A LA EDUCACIÓN

“La aproximación a la educación que utilizamos en la formación del ingeniero, está basada en una suposición implícita: que antes de que podamos tomar una acción efectiva, debemos tener un modelo preciso del mundo, el cual adquirimos a través del conocimiento. Por consiguiente, nuestra enseñanza está organizada como una presentación continua de hechos, procedimientos, métodos y modelos importantes que transferimos a los estudiantes como un subconjunto del cuerpo de conocimiento que constituye la disciplina. Nuestros currículos son especificaciones de esas presentaciones. Nuestros programas de investigación constituyen una búsqueda de nuevos hechos, leyes y modelos que puedan algún día manifestarse en el currículo”.

“Las anteriores suposiciones implícitas están perdiendo validez. El mundo cambia ahora muy rápidamente y es demasiado complejo para permitir una reflexión completa antes de la acción. La gente se ve forzada a la acción antes de que pueda entender completamente lo que está pasando. El deseo de actuar efectivamente en ese mundo es una exigencia de los estudiantes y empleadores. Los estudiantes aceptan la teoría sólo como un medio de extender su acción a otros dominios”.

.... “Lo anterior no significa que debamos reemplazar el conocimiento informacional con conocimiento para la acción, sino que 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, y que incluye habilidades para escuchar, diseñar, preocuparse, persuadir, organizarse para aprender, para ser un profesional y aun para ser honesto”.

CON RESPECTO A LA INVESTIGACIÓN

“(después de la segunda guerra mundial) se estableció un contrato social bajo el cual el gobierno pagaba a los investigadores para que se dedicaran a la investigación con el entendido de que se obtendrían beneficios substanciales para la sociedad en forma de seguridad, salud, y bienestar económico. Como consecuencia de esas intenciones del gobierno las universidades reestructuraron sus sistemas de recompensas alrededor del éxito en la investigación produciendo el popular sistema actual de ‘publique o muera’..... “en el contexto de la búsqueda universal por la reputación en investigación, esto ha producido entre los profesores jóvenes un frenesí de publicación de artículos y una resistencia a gastar tiempo en dar clases”.... “alrededor de dos millones de artículos en ciencia e ingeniería son publicados cada año por 72.000 revistas. La gran mayoría de esos artículos son leídos por máximo una centena de personas”

...En las universidades se concibe la investigación como un proceso formal de generar nuevo conocimiento para agregar al acervo de conocimiento de la humanidad. Se considera la investigación como el primer paso en un proceso lineal que transforma ideas en productos. Según eso, después de la investigación vienen el desarrollo, la producción y el mercadeo. El flujo a través de ese proceso es lo que se denomina usualmente transferencia de tecnología. Como la creación de conocimiento se considera en

las universidades más importante que su transferencia o aplicación, la investigación tiene un puesto más privilegiado que la docencia o los servicios en la mayoría de las universidades”.

..”Se está gestando un descontento extendido y creciente con las concepciones anteriores. La relación entre mucho del trabajo que se hace en las universidades y las preocupaciones de la gente, las empresas o el sector público no son muy evidentes, ni para un observador externo ni para el investigador... Aquellos que financian la investigación están empezando a pedir que ella esté conectada con alguna preocupación real de largo plazo y que no sea simplemente el conocimiento por el conocimiento”.

“La investigación está empezando a ser vista como la anticipación de ciencia y tecnología que pueda ser útil en el mundo que nos preocupa”.

CON RESPECTO A LA INNOVACIÓN

“Por tradición le damos mucha importancia a la innovación. Nuestra visión actual es que ella consiste en la introducción de una nueva máquina o procedimiento que hace que un conjunto de acciones sea más eficiente. La innovación es concebida como el trabajo de personas especialmente dotadas. Uno de los trabajos del administrador de tecnología es el de encontrar gente creativa y de involucrarla en los procesos tecnológicos. Según lo anterior, sólo unos pocos son capaces de generar innovaciones y sólo unas pocas de estas pueden llevarse al mercado”.

“La realidad de las organizaciones que aprenden y que están haciendo permanentemente mejoras en sus productos y ganando reputación de innovadoras contradice la concepción anterior...Ejemplos de innovaciones son los restaurantes de comida rápida, las colas únicas en los bancos, el reemplazo de la regla de cálculo por la calculadora y la puesta de órdenes por fax. Esto nos lleva a una nueva concepción de la innovación como un cambio en las prácticas estándar de una comunidad que le ayuda a realizar sus propósitos más efectivamente.... Un innovador es una persona u organización que articula un cambio, ofrece los medios para realizarlo y moviliza a la gente para que adopte la nueva práctica. La innovación es un fenómeno organizacional, no sólo individual”.

CON RESPECTO AL TRABAJO

“Nuestra concepción de la educación está influenciada por nuestra concepción del trabajo. Nuestra visión tradicional de este es que está constituido por un conjunto de tareas por medio de las cuales un conjunto de personas cumple un objetivo. Además, que el trabajo puede ser optimizado reduciendo el número de movimientos y etapas, y que la productividad puede ser aumentada si hay menos pasos. Las tareas son planeadas, especificadas y supervisadas por los administradores”.

“Un nuevo entendimiento de tipo lingüístico está empezando a surgir. El trabajo es un proceso por medio del cual un agente completa una acción que conduce a la satisfacción de un requerimiento de un cliente... El trabajo puede incluir movimientos, pero muchos requerimientos son satisfechos sin

necesidad de que este exista (por ejemplo cerrar un negocio). Muchas tareas son realizadas a través de conversaciones telefónicas, fax o correo electrónico”.

..”Un punto importante de lo anterior es que muchos opinan que el trabajo efectivo comprende dimensiones más amplias que la realización de tareas eficientes”.

“Muchas de las habilidades que le faltan a nuestros estudiantes son en el área de comunicación y colaboración más que en aspectos técnicos, y el adquirirlas les permitirá desempeñarse mejor en su nuevo trabajo, entendido este en la concepción que acabamos de mostrar”.

Algunas tendencias que están modificando el ambiente en el que tiene que desenvolverse el ingeniero de sistemas

LA GLOBALIZACION

“Las evidencias empíricas nos explican en gran medida la vida económica del momento, que 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” [COR97].

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"*¹.

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. Esto puede ser enormemente potenciado por la facilidad de estas para hacer más veloz el "metabolismo de información" de las organizaciones, o sea, la tasa a la cual estas capturan, mueven, digieren y responden la información, y por el aumento en la capacidad de compartir la información entre la gente.

Otro efecto importante de las facilidades de coordinación que proporciona la Informática es que ellas facilitan el surgimiento de organizaciones verdaderamente globales, entendiendo por esto aquellas que incorporan grupos de trabajo de diferentes sitios para el diseño de productos o de nuevas estrategias, o las que tienen mercados de alcance global y no local.

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.

¹ Los textos que aparecen entre comillas en los próximos párrafos corresponden al documento de Claudia Roncancio presentado en la reunión nacional, a menos que se especifique su autor.

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. Por ejemplo, la iniciativa de los nuevos desarrollos informáticos la tienen usualmente las compañías de software, dentro de los costos de un equipo el porcentaje atribuible al hardware es cada vez más bajo, etc. Otro aspecto importante de destacar es la creciente importancia de la informática del hogar (se estima que muy pronto el volumen de negocios correspondiente a la informática del hogar va a superar el de la informática empresarial lo cual es lógico pues hay más hogares que empresas) 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.

Otro aspecto importante de tener en cuenta es el siguiente: “la producción de software en donde se programa absolutamente todo se hace cada vez más rara. Cada vez es más importante 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)”.

“En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto desarrollado por otros equipos. También se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado”.

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 y especializada.

“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. Allí 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 va a 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” [RIO96].

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 evolución, 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 TÍPICAS 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”.

“El ‘lenguaje’ también influye 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.

4. PLAN BÁSICO DE ESTUDIOS EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

4.1. Definición

Esta fue uno de los temas que generó más debate en la reunión nacional, en parte por la juventud de la profesión y en parte por la dificultad de encasillar en una definición los diferentes enfoques de la misma. Quizás una de las dificultades mayores reside en que se les ha colocado la misma etiqueta, de por sí bastante ambigua, sistemas, a programas disímiles. En Estados Unidos, por ejemplo, se hace una diferenciación entre la Ingeniería de Sistemas (“Systems Engineering”) y la Ciencia de la Computación (“Computer Science”), teniendo la primera un enfoque más acentuado hacia la Ingeniería y la segunda hacia los aspectos tecnológicos de la computación. En otras partes (la mayoría de los países hispanohablantes) la carrera se denomina Informática, para hacer énfasis en los aspectos relacionados con la información, y no se usa el término sistemas.

De acuerdo con lo anterior podemos decir que hay dos maneras de concebir la profesión: con énfasis en los sistemas o en el manejo de información. En el primer caso se hace énfasis en el modelaje y el análisis de sistemas en el segundo en los sistemas de información.

Según la IEEE la Ingeniería de Sistemas es la aproximación interdisciplinaria que gobierna el esfuerzo técnico total requerido para transformar un requerimiento en una solución de sistemas. Esto incluye la definición de las medidas de desempeño técnico, la integración de las especialidades de la Ingeniería para el establecimiento de una arquitectura de sistemas, y la definición de procesos que soportan el estilo de vida y que balancean los criterios de costo/desempeño y los objetivos de planeación (Estándar P1220 IEEE).

La definición de Andrew Sage concuerda bastante con la de la IEEE. Según él la Ingeniería de Sistemas es el arte y la ciencia de producir un producto, con base en diferentes fases que incluyen esfuerzos para la definición, el diseño, el desarrollo, la producción y el mantenimiento. El sistema debe ser funcional, confiable, de alta calidad , y debe haber sido desarrollado dentro de restricciones de costo y tiempo.

Una posible definición de lo que es la Ciencia de la Computación podría ser que esta es el estudio de la teoría que subyace al diseño de software para computadores y a la arquitectura de los sistemas computacionales (CMSC).

Como puede verse, de las referencias bibliográficas mencionadas, la concepción de la ingeniería de sistemas define su objeto según un “enfoque sistémico”. Por otro lado, las ciencias de la computación definen su objeto con base en los desarrollos en los computadores.

Intentando suministrar una definición que refleje lo que buscan los programas actuales y lo que la gente usualmente entiende por Ingeniería de Sistemas en Colombia, podemos decir que esta se refiere a los aspectos humanos y organizacionales y a la tecnología relacionados con la planeación, el análisis, el modelamiento, la captura, la transmisión, la presentación y la seguridad de la información, en cuanto que éste es un recurso estratégico de las organizaciones. Esto implica, por supuesto, elementos importantes de modelaje y diseño (sistemas).

4.2. Título al cual conduce

Ingeniero (a) de Sistemas.

4.3. Duración

Cinco años en los programas diurnos y seis años en los nocturnos.

4.4. Perfil profesional

El profesional de ingeniería de sistemas debe tener capacidades para diagnosticar, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener sistemas y procesos de información dentro de un marco administrativo, empresarial y humanista. Debe además tener autonomía para dirigir su desarrollo personal y una actitud de compromiso hacia la sociedad que lo circunda.

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 acoplen a los sistemas de información de la empresa. Por esta razón hay que descartar todo perfil que tienda a que el ingeniero de sistemas se convierta únicamente en alguien que únicamente se ocupa de resolver los problemas de la empresa, olvidando su desarrollo personal.

Lo anterior implica el desarrollo de algunas habilidades y cualidades :

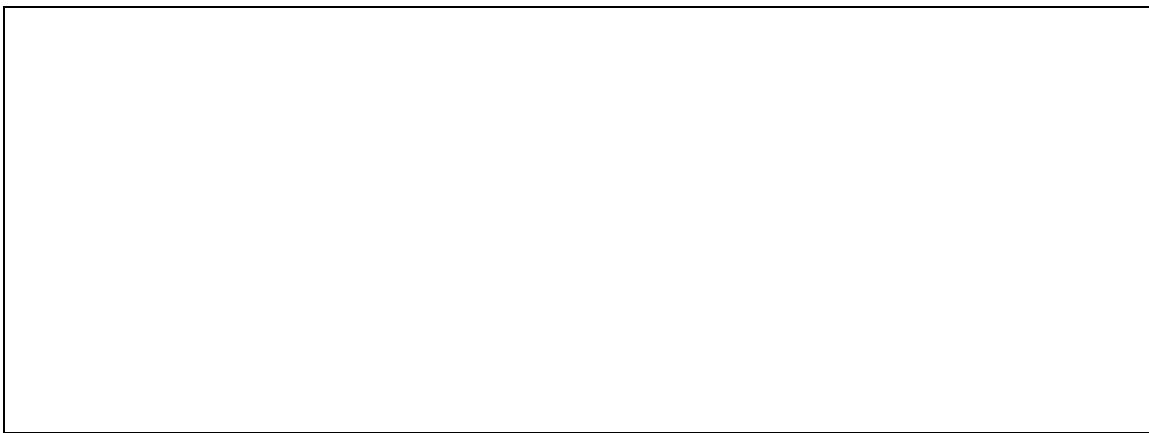
- Crear esquemas donde se aprenda más y se enseñe menos.
- Trabajar en grupo.
- Liderazgo para vender ideas, saber negociar los proyectos y generar su propia empresa.
- Se considera fundamental la formación básica y el desarrollo de las calidades humanas. Proponer, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener soluciones informáticas.
- Gerenciar proyectos informáticos.
- Entender los problemas humanos y organizacionales implícitos en la implantación de las soluciones informáticas con el fin de que esta pueda ser llevada a feliz término.
- 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 el proveedor y analizar los aspectos jurídicos (propiedad industrial, por ejemplo).
- En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto desarrollado por otros equipos. También se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado.

4.5. Plan mínimo de estudios con sus áreas básicas y sus objetivos

Una de las discusiones que a menudo surgen es si la carrera de Sistemas debe constituir una Ingeniería o si puede más bien organizarse alrededor de otras disciplinas como la

Administración. La pregunta se planteó en los grupos de trabajo y la respuesta mostró un acuerdo unánime en el sentido de que una parte fundamental de la formación del ingeniero de sistemas está constituida por las Ciencias Básicas y las Ciencias Básicas de la Ingeniería, por lo que es indispensable que siga siendo una Ingeniería, que debe tener un tratamiento especial por no dedicarse al mundo físico sino a aspectos relacionados con la lógica y los modelos abstractos.

Como consecuencia de lo anterior, se concluyó que 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 *socio - humanísticas*, en los porcentajes aproximados mostrados en la siguiente figura.



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 Ingeniería 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 sociohumanística 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 el ejemplo que los profesores dan afecta considerablemente la formación del alumno.

Se considera que el plan de estudios debe ser flexible, lo cual puede lograrse de muchas maneras. Por ejemplo desarrollando la autonomía del estudiante y permitiéndole que elija algunas de las materias (alrededor del 30%) que debe tomar, descongestionando el currículo pues el afán de quererlo ver todo crea una saturación psicológica y anímica, dando campo a que las materias obligatorias de hoy puedan ser reemplazadas por otras a medida que la tecnología evolucione, etc.

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.

4.6. 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 con 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 suscripción 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.

4.7. Soporte administrativo e investigativo

El soporte administrativo requerido para un programa de Ingeniería de Sistemas es similar al requerido para otras ingenierías: 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.

5. ESTRATEGIAS PARA ACTUALIZAR Y MODERNIZAR EL CURRÍCULUM

Se mencionan a continuación algunas recomendaciones para actualizar y modernizar el currículo de la carrera, en diferentes aspectos : el papel de la universidad, la flexibilidad del plan de estudios, la formación básica y la formación como persona, la formación en aspectos de la carrera, los modelos pedagógicos y la investigación.

5.1. 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”.

*“En los procesos de enseñanza aprendizaje hay dos actores, uno es el estudiante como sujeto principal del proceso educativo y otro es el profesor como orientador. El escenario real es la universidad como institución, que debe generar un ambiente creativo y un tramado complejo de actividades que involucre a los estudiantes de todos los niveles, donde el trabajo en equipo es clave y estratégico. Ese cambio significa considerar en la práctica que el proceso educativo es una *obra abierta* y un *trabajo creativo*, donde lo fundamental es la interacción entre los actores principales antes mencionados. Al final del proceso, el estudiante estará capacitado para analizar problemas abiertos: en su solución tendrá que conciliar las necesidades de carácter social o empresarial con los recursos disponibles para llegar a dicha solución. Es de anotar que en el diseño de soluciones para problemas abiertos, las condiciones son variadas, las limitaciones son muchas, la asignación y determinación de los recursos es parte del problema que se trata de resolver, y por lo tanto las soluciones son múltiples”.*

“Se reafirma la necesidad e importancia de la participación, lo cual requiere iniciar el tránsito de una cultura reactiva a una proactiva, según la bella metáfora de la cultura organizacional !. En este contexto se afirma la importancia de la investigación, pero no aquella que se hace por parte de un individuo aislado, sino aquella en la cual participan diversos actores sociales. Sin duda el cambio de la cultura y del correspondiente clima organizacional deben contribuir a la creación de una capacidad de liderazgo de la juventud colombiana”.

“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 creatividad, la imaginación, la controversia y la evaluación permanente del trabajo coordinado en ambientes diversos y heterogéneos” [COR97].

5.2. 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 permitirselo, 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.

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.

“Algunas metodologías como el seminario alemán y el seminario taller pueden ayudar en la tarea de formar profesionales autónomos”.

“El seminario alemán está centrado en el fomento del rigor metodológico. Los recursos didácticos son principalmente la consulta, el estudio, la reflexión individual, las discusiones socializantes, la confrontación académica (que fomenta la conformación de pares), orientada por el análisis y la síntesis (que fomenta las formas de pensamiento convergente y divergente). Todos exponen, contravierten y escriben. Además, como fruto del trabajo debe quedar un escrito”.

“El seminario taller combina aspectos del alemán con medio didácticos particulares y organizativos como la conformación de grupos de entre tres y cinco personas (que incluyen un coordinador y un relator) para la confrontación, reuniones plenarias en las cuales los relatores son los ponentes y se nombran un coordinador y un relator, etc. Este esquema de seminario taller contrasta con lo que se conoce usualmente con este nombre, que es una sucesión de conferencias y exposiciones y por consiguiente sólo cumple la función transmisora” [RIO96].

5.3. *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.

Pero las actitudes como la creatividad, el liderazgo, la capacidad de innovación, la ética, la capacidad investigativa, la disciplina y la responsabilidad, a diferencia de los contenidos informativos, no se transmiten con cursos, son cualidades que se adquieren en el fragor del combate diario con la vida y con la profesión, por lo que se *considera conveniente que en el proceso formativo del estudiante de sistemas se enfatice el trabajo tangible con la realidad*. No parece ser una casualidad que los estudiantes que durante el transcurso de su carrera realizan prácticas empresariales o participan en programas de apoyo a la comunidad como la denominada Opción Colombia, muestran una mayor madurez en los aspectos mencionados que sus compañeros de promoción.

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 acoplen 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.

5.4. 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. Debe procurarse que los mejores profesores marquen la vida de los estudiantes desde los primeros niveles, bajo un enfoque de trabajo bajo estándares internacionales entre diversas disciplinas y con fortaleza en Ciencias Básicas, fundamentalmente las Matemáticas, su madre natural” [RIO96].

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. *“Una formación eminentemente práctica, tal vez solucionará el problema inmediato de una u otra empresa, pero formará profesionales sin ningún impacto a mediano y largo plazo, que se volverán obsoletos muy rápidamente”* [DIA96].

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.

La masificación de la informática y la preponderancia cada vez mayor del software sobre el hardware hacen pensar que el negocio del software será de una gran importancia en el futuro. Además, hay algunas experiencias exitosas como el caso de Chile, quien es hoy en día un exportador importante de software, y el caso de algunas empresas colombianas que han logrado llevar sus productos al exterior, que nos hacen pensar en esta como una posibilidad interesante para los países en desarrollo, y particularmente para Colombia. Pero para que esta posibilidad pueda ser realizada se requiere, entre otras cosas, contar con un mucho mayor número de profesionales idóneos del que contamos hoy en día.

Si se quiere entonces 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.

5.5. Los modelos pedagógicos

Una parte muy importante de los procesos de formación tiene que ver con los modelos pedagógicos que se utilicen para realizar la misma. Esto nos lleva a pensar que *el currículo es mucho más que un plan de estudios.*

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 activas 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.*

“Se debe cambiar la relación profesor-alumno, de manera que el docente deje de ser considerado como un simple transmisor de información y el estudiante deje de ser visto como un ente pasivo, caja negra o simple ‘materia prima’. De una vez por todas, el profesor debe convertirse en un orientador del proceso de enseñanza-aprendizaje, un colaborador en el proceso de construcción académica, en donde el sujeto es el estudiante. Y si esto es así, el trabajo en el aula de clase debe seguir un enfoque de autogestión, de autoevaluación, en donde el estudiante tome parte en las responsabilidades de su actividad académica” [COR97].

En la sección relacionada con la formación como persona se hizo referencia a esquemas pedagógicos como el taller alemán, el seminario taller y las prácticas empresariales, que pueden contribuir significativamente en la formación del profesional de sistemas, especialmente en aquellos aspectos en los que hoy en día se considera que éste tiene las mayores deficiencias.

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”.

“El proyecto de gestión para la construcción del PEP, el cual requiere a su vez del proceso de gestión institucional, es una carta de navegación que le permite caracterizar los componentes de la cultura informática para seleccionar aquellos que ha de traducir en procesos de formación, es decir, lograr el proceso de curricularización de la cultura informática con propósitos de formación”.

“Esta situación tiene su base en que el individuo puede crear situaciones problemáticas al cuestionar la realidad a partir de supuestos teóricos, y de allí derivar sus ideales y construir el futuro posible, en donde existen un cúmulo de alternativas entre las cuales se puede elegir. De esta forma la gestión se convierte en un proceso creativo, tanto a nivel individual como colectivo, en donde se pone a prueba la voluntad del sujeto para lograr lo que quiere y su capacidad de autodirección”.

“A su vez, se realiza sobre la base del diálogo, caracterizado por la sinceridad, la rectitud y la comprensibilidad, para encontrar entre todos los actores de la comunidad educativa del programa (directivos universitarios, directivos del programa, egresados, estudiantes, asesores especializados en sistemas, etc.) las soluciones a los problemas planteados, y, a través del consenso, tomar decisiones para dar respuesta a las necesidades de la institución, guiada siempre por su ‘querer ser’ ” [CAP96].

5.6. 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.*

“Aunque en el pregrado no debe exigirse la investigación, si deben darse los fundamentos para que quien desee hacerla la pueda realizar. Son muchos los profesionales colombianos que, queriendo hacer estudios de posgrado en el exterior, no lo logran, simplemente por tener una formación deficiente”. [DIA96].

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 magister 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 Magister, 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.

6. RELACIONES Y ESTRATEGIAS DE LA UNIVERSIDAD CON EL SECTOR PRODUCTIVO, EL SECTOR PÚBLICO Y LA COMUNIDAD

Desde hace algún tiempo las universidades han venido advirtiendo sobre la importancia de establecer vínculos perdurables de trabajo conjunto con el sector productivo, el sector público y la comunidad. Hay algunos ejemplos que muestran que esa actividad puede ser muy fructífera. Por ejemplo las prácticas empresariales han tenido un efecto muy positivo sobre los estudiantes, las empresas y las universidades. Igualmente la *Opción Colombia* que permite que los estudiantes trabajen durante un semestre en actividades del sector público, ha tenido resultados muy satisfactorios y una gran acogida entre los estudiantes. Esto induce a pensar que este tipo de actividades deberían multiplicarse.

La sensación que existe actualmente, sin embargo, es que hay que estrechar mucho más los vínculos entre la universidad y esos sectores. Por ejemplo, en lo que tiene que ver con la investigación, los logros en ese sentido son muy módicos.

El número de universidades que realizan investigación en el área de sistemas es muy reducido (quizás no llega a una decena), lo cual es sorprendente si tenemos en cuenta la gran cantidad de instituciones que ofrecen programas de sistemas. Esto muestra que en la mayoría de los casos los profesores se contentan con realizar labores docentes, lo cual, en una disciplina tan cambiante, conduce a la esclerosis de los programas, a comprometer seriamente la calidad de los mismos y, en últimas, a impedir que las instituciones evolucionen. Es imperativo entonces que las universidades tomen conciencia de esta situación, para remediarla, que el sector oficial tenga políticas de fomento a la investigación y que se diseñen políticas que permitan la realización de proyectos de investigación conjunta entre el sector productivo y el académico.

Un requisito fundamental para lograr lo anterior es que las universidades cuenten con profesores de tiempo completo, comprometidos con su institución, que se puedan dedicar a esas actividades.

También se considera muy importante que las universidades ofrezcan cursos de capacitación o educación continuada, pues estos conducen a un saludable contacto de los académicos con los problemas del país y les permiten tener una retroalimentación sobre la calidad y la pertinencia de los conocimientos que imparten. Esto es especialmente valioso en un mundo como el actual en donde la demanda de este tipo de servicios tiende a crecer significativamente. Si las instituciones educativas descuidan esta labor, la formación de los universitarios será cada vez más irrelevante e inapropiada.

La formación de líderes y empresarios debería ser un prioridad importante en los programas de Ingeniería de Sistemas. Algunas recomendaciones que podrían contribuir a fomentar el espíritu empresarial entre los estudiantes son las siguientes:

- Crear convenios entre la universidad y la empresa para que los estudiantes trabajen en proyectos de interés mutuo y con reglas del juego claras.
- Implementar seminarios y talleres sobre creación de empresas
- Hacer visitas y recibir asesoría de entidades gestoras de empresas
- Algunas empresas dan formación a sus contratistas para que estos puedan después prestarles servicios de calidad. Sería conveniente generalizar esta práctica entre las empresas.
- Fomentar que se hagan proyectos de grado en las empresas y detectar los proyectos de grado con potencial que pueden sentar las bases para la creación de nuevas empresas.
- Crear unidades en las universidades que registren, presenten y promuevan oportunidades de gestación de empresas

7. RECOMENDACIONES

De las ideas presentadas en este documento surgen algunas recomendaciones, que se presentan a continuación.

7.1. *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 lo espacial como en lo temporal. Un estudiante debe poder avanzar a su ritmo, y si alguien avanza más rápido hay que permitirselo, 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 al 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.

7.2. *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 guías 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 insistió en las reuniones organizadas por Acofi, tiene que ver con el uso de metodologías 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 educativo, 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 interesar y a familiarizar con estas facilidades que van a estar presentes por doquier en nuestras 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.

7.3. A 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.

7.4. 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.

7.5. 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.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [CAP96] Capacho José Rafael, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería de Sistemas, Informe regional Zona Norte - Oriente, ICFES-ACOFI., Noviembre de 1996.
- [COR97] Cortés Amador Carlos, Prospectiva de los currículos en Ingeniería de Sistemas, ICFES- ACOFI, Febrero de 1997.
- [DAV96] Davis Stan, Slicing the learning pie, Educom review, Septiembre/Octubre 1996.
- [DEN92] Denning P., Educating a new engineer, Communications ACM, Vol. 35, No 12, Diciembre 1992.
- [DIA96] Diaz Juan Francisco, Elementos para tener en cuenta al diseñar un currículo en Informática: la importancia de la teoría, ICFES - ACOFI, Septiembre de 1996.
- [ICF95] ICFES, Estadísticas de la educación superior, Resumen anual 1995, Subdirección general de planeación.
- [RIO96] Rios Fabián , Actualización y modernización del currículo en Ingeniería de Sistemas, Informe regional zona cafetera, ICFES - ACOFI, Noviembre de 1996.
- [RON96] Roncancio Claudia, Evolución de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación, Documento presentado en la reunión nacional organizada por ICFES - ACOFI, Noviembre de 1996.
- [RUE94] Tendencias tecnológicas en Informática y su impacto en las organizaciones, Proyecto Delfos, Universidad de Los Andes, 1994.
- [RUE96a] Rueda Francisco, Actualización y modernización del currículo en Ingeniería de Sistemas, Informe regional zona central, ICFES - ACOFI, 1996.
- [RUE96b] Rueda Francisco, Conclusiones de las reuniones generales organizadas por ACOFI para la modernización y actualización del currículo, ICFES - ACOFI, Noviembre de 1996.

- [SIS91] Estudio sobre la evolución de la Informática en Colombia, Revista Sistemas, ACIS, Enero-Marzo 1991.
- [TOR96] Toro Victor M., Realidades, espejismos y perspectivas de la Ingeniería de Sistemas en Colombia, ICFES- ACOFI, 1996.