

PAPEL Y PERFILES
DEL INGENIERO DE SISTEMAS
EN COLOMBIA

Jorge Eliécer Tarazona B.
Víctor Manuel Toro C.

Santafé de Bogotá, Colombia
Marzo de 1997

ACIS
Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sin la autorización escrita de la ACIS.

© Jorge Eliécer Tarazona B.

© Victor Manuel Toro C.

© Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas ACIS

Primera edición: Marzo de 1997

Edición y armada: Victor Manuel Toro C.

Impresión y encuadernación: Andaqui Impresores

Hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

CONTENIDO

<i>Prólogo</i>	5
<i>Prefacio</i>	7
<i>Agradecimientos</i>	9
1. Introducción al estudio	10
2. Parámetros para el proyecto	13
3. Motivación	14
4. Visión retrospectiva de la Ingeniería de Sistemas en Colombia	18
4.1 Hace mucho tiempo	18
4.2 El comienzo de la revolución	19
4.3 Repercusiones de la naciente revolución informática	19
4.4 Una oportunidad para el Tercer Mundo	20
4.5 Hacia una industria informática en Colombia	21
4.6 Diez años después	22
4.7 Algunas preguntas	22
5. Papel del Ingeniero de Sistemas	24
5.1 Objeto de la actividad profesional	24
5.2 Principales trabajos que realiza	25
5.3 Responsabilidades	27
5.3.1 Áreas de responsabilidad.....	27
5.3.1.1 Responsabilidades en el área de Información.....	27
5.3.1.2 Responsabilidades en el área de Sistemas de Información.....	28
5.3.1.3 Responsabilidades en el área de Procesos de Información.....	29
5.3.2 Alcance de la responsabilidad.....	29
5.4 Deberes	29
5.5 Interacciones	30
5.6 Inquietudes y comentarios	31
6. Perfiles Identificados	34
6.1 Primer perfil: “Ingeniero de Sistemas de Información”	35
6.1.1 Título sugerido.....	36
6.1.2 Objeto de la actividad profesional.....	36
6.1.3 Servicios prestados.....	36
6.1.4 Principales labores que realiza.....	36

6.1.5 Requisitos para el desempeño profesional.....	36
6.1.6 Principales Interacciones.....	37
6.1.7 Entorno.....	37
6.1.8 Oportunidades.....	38
6.2 Segundo perfil: “Ingeniero Informático”	38
6.2.1 Título Sugerido.....	39
6.2.2 Objeto de la actividad profesional.....	39
6.2.3 Servicios prestados.....	39
6.2.4 Principales labores que realiza.....	39
6.2.5 Requisitos para el desempeño profesional.....	40
6.2.6 Principales interacciones.....	41
6.2.7 Entorno.....	41
6.2.8 Oportunidades.....	42
6.3 Inquietudes y comentarios.....	42
7. Consideraciones generales sobre la formación del Ingeniero de Sistemas.....	45
7.1 Ingeniero de Sistemas de Información.....	45
7.2 Ingeniero Informático.....	46
7.3 Inquietudes y comentarios.....	48
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	53
8.1 Conclusiones.....	53
8.2 Recomendaciones.....	55
9. Glosario sobre sistemas y procesos de información.....	56

PROLOGO

Sería difícil encontrar una profesión con una problemática más interesante que la nuestra.

La experiencia, a cambio de hacernos más valiosos, se convierte en un defecto al aferrarnos a tecnologías obsoletas que hemos logrado dominar a medias; pero al tratar desesperadamente de desprendernos de ellas, nos hace eternos aprendices con tasas de fracaso altísimas. Los paradigmas de programación han cambiado varias veces en los últimos años: cuando finalmente sabíamos Cobol, tuvimos que empezar a programar “mal” en bases de datos relacionales; cuando finalmente estábamos aprendiendo, tuvimos que pasarnos a programar en ambientes cliente/servidor con interfaces gráficas, inicialmente con un conjunto de herramientas típicamente provistas por los mismos proveedores de las bases de datos; ahora que ya empezamos a dominar esos ambientes, debemos aprender a programar en el Web y a participar en grupos de trabajo mixtos con artistas!; cuando apenas estamos entendiendo esta tecnología nos dicen que el modelo cambió de “halar” información a “empujar” información y por lo tanto debemos repensar nuestras técnicas de programación ¿ hasta cuándo ? hasta que la sociedad harta de vernos ensayar con el juguete de turno y de fracasar en la construcción de sistemas de información, ¿ nos reemplace de alguna forma ?

Una profesión en que los años no son de humano sino de perro, por la tasa de cambio de la tecnología que manipulamos; basta con anotar que la capacidad de las máquinas que operamos crece el ciento por ciento cada dieciocho meses.

Una profesión en la que la demanda por sus ingenieros se aleja cada vez más de la oferta generando un altísimo déficit nacional e internacional. Sin embargo, pocos quieren estudiar ingeniería de sistemas, especialmente los jóvenes de los estratos económicos más altos; por qué ? Si como consecuencia de ese déficit el mercado compite por ellos con base en sueldos fabulosos; si consiguen trabajo incluso desde su cuarto año de universidad !.

Somos una comunidad de profesionales que como bien afirman Víctor y Jorge, queremos planear y administrar pero no ejercer los oficios esenciales de nuestra ciencia como programar computadores; que si nos especializamos, lo hacemos en administración o finanzas pero no en una rama de nuestra ingeniería.

Somos ingenieros con dificultades para integrarse a la sociedad, típicamente desde que estamos estudiando; basta con oír los comentarios que estudiantes de otras facultades hacen acerca de los de sistemas, o los epítetos que altos directivos empresariales lanzan sobre nosotros.

Una profesión totalmente dominada por el mercadeo: cuántas marcas de retroexcavadora conoce usted ?. Pregúntele a un médico cuántos nombres de compañías de computación conoce.

De otro lado, ejercemos una profesión que domina completamente la economía mundial.

Somos expertos en manipular información representada electrónicamente en plena revolución informática.

Tenemos la oportunidad y la obligación de enseñarle a nuestra sociedad, acostumbrada a manipular átomos, cómo se comercia y se legisla con bits.

Tendremos que enseñarle a nuestros hijos que son independientes geográfica y temporalmente; que vivir en Colombia o en Estados Unidos representa pocas diferencias de oportunidades, siempre y cuando estemos conectados a la Red; que el teléfono es un mecanismo de comunicación obsoleto, que organizar nuestras vidas alrededor de los horarios de la TV, salir por la ciudad de compras, ir al banco, al colegio o al trabajo ocho horas al día son costumbres atávicas que debemos superar.

Tenemos la oportunidad por primera vez de tener éxito solamente en función de nuestro talento y no del capital disponible para comprar herramientas o para cubrir mercados más grandes.

Leer el documento de Víctor y Jorge fue un duro placer. Me vi retratado en muchas situaciones descritas; me llevaron a comprender facetas que antes me resultaban borrosas de nuestra profesión.

Esperamos que los perfiles propuestos, sirvan como base de discusión de programas de estudio en las universidades.

Muchísimas gracias a Víctor y Jorge, por su donación para llegar a lo que ellos consideran la primera versión de su estudio.

Carlos Hernando Ardila
Presidente ACIS

PREFACIO

Han ocurrido tantos cambios en la informática, que a veces pareciera que ya llevara muchos años de existencia. Sin embargo, es sorprendente volver a constatar que en Colombia la informática escasamente supera los 30 años. En efecto, el primer computador llegó a nuestro país hace un poco más de 30 años; y la profesión de Ingeniería de Sistemas en Colombia apenas si supera los 25 años. Definitivamente, nuestra profesión es aún muy joven, y como tal, es inestable, entusiasta, veleidosa y cambiante.

Particularmente en estos últimos 5 años han sucedido tantos cambios, causados por grandes fuerzas externas, que frecuentemente muchos experimentamos una sensación de incertidumbre y de pérdida de control de nuestra profesión. Este documento trata entonces de reunir y ordenar las opiniones e inquietudes que se perciben en conversaciones y reuniones informales, para establecer algunos referentes concretos que orienten futuras discusiones.

En este documento hay muchas afirmaciones, sin duda cuestionables, pero no hay cifras, ni encuestas, ni citas bibliográficas que les den rigor objetivo o estadístico. *Este documento es solamente un intento de ordenar los puntos de vista de los autores, y de resumir las opiniones presentadas por muchos colegas y miembros de ACIS* en los foros y mesas redondas que se realizaron a lo largo del segundo semestre de 1996. Estamos convencidos de que a continuación de este estudio, o más exactamente, de este “artículo de opinión”, debe seguir una encuesta formal que valide, refute o pondere las afirmaciones que aquí se plantean.

De todas maneras se harán algunos pronunciamientos concretos en los capítulos “Papel del Ingeniero de Sistemas”, “Perfiles Identificados” y “Consideraciones generales sobre la formación del Ingeniero de Sistemas”, no para que estos sean adoptados directamente, sino simplemente para que sirvan como referente en decisiones de diseño curricular, en la definición de las funciones de un cargo, o en la escogencia de carrera de un bachiller interesado en “los computadores”.

Definitivamente toda acción y decisión en informática, desde escoger el contenido de un curso o fijar la orientación de un curriculum universitario, hasta firmar un contrato de desarrollo de software o escoger una arquitectura tecnológica para una empresa grande, tienen una gran dosis de incertidumbre y riesgo. Nada más sano entonces que explicitar esas dudas, contrastar opiniones, y compartir experiencias. Esperamos entonces que las opiniones y debates que pueda suscitar este documento contribuyan a ese objetivo de ACIS: hacer de la Ingeniería de Sistemas una profesión más sólida y productiva para el país (¡ y para los Ingenieros de Sistemas !).

Jorge Eliécer Tarazona B.
Victor Manuel Toro C.

Bogotá, Marzo de 1997

AGRADECIMIENTOS

Los autores y la Junta Directiva de ACIS agradecen muy sinceramente a todas las personas y miembros de ACIS que colaboraron con sus opiniones, correos electrónicos, participación en foros, debates y mesas redondas. A riesgo de olvidar a muchas de las personas que colaboraron con sus interesantes opiniones, agradecemos muy especialmente a:

Alfredo Amore
Alvaro Galvis P.
Carlos Cortés Amador
Dalia Yasmidt Trujillo
Germán Gutiérrez Pacheco
Guillermo Caro Murillo
Helena Gutiérrez
Jaime Salazar G.
Jorge Echeverri G.
Jorge Eduardo Estrada
Paula Uribe Vega-Lara
Ricardo Pinzón Rico
Sandra Pereira

Queremos agradecer muy especialmente a Francisco Pereira sus opiniones y recomendaciones con respecto a la encuesta prevista inicialmente en este proyecto, y que ACIS realizará como continuación de este trabajo.

Finalmente, queremos manifestar nuestro sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería, y al Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, no solo por el apoyo a los autores durante la realización de este estudio, sino también, por haber sido el espacio donde se concibieron y maduraron, por acción o por contradicción, muchas de las ideas aquí planteadas.

1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO

El “Papel y Perfil del Ingeniero de Sistemas en Colombia” puede ser un tema de nunca acabar. Al igual que casi cualquier proyecto de sistemas, inicialmente se quiso abarcar un panorama muy amplio: efectuar una exhaustiva revisión bibliográfica, comparar con otros países similares al nuestro, comparar con países desarrollados, realizar una detallada encuesta con una amplia muestra, etc. Sin embargo, y al igual que casi cualquier proyecto de sistemas, por limitaciones de tiempo al final hubo que reducir el alcance.

Así, en acuerdo con la Junta Directiva de ACIS, se convino limitar el alcance del presente trabajo a la elaboración de un primer documento que estableciera un marco general, propusiera una definición clara de terminología, y presentara algunos resultados iniciales. Se espera que de esta manera se pueda establecer un debate en términos más concretos, y queden establecidas bases más sólidas para la realización de una segunda etapa del estudio.

Se estructuró entonces el contenido del documento en los siguientes capítulos:

1. Introducción al estudio
2. Parámetros para el proyecto
3. Motivación
4. Visión retrospectiva de la Ingeniería de Sistemas en Colombia
5. Papel del Ingeniero de Sistemas
6. Perfiles identificados
7. Consideraciones sobre la formación del Ingeniero de Sistemas
8. Conclusiones y recomendaciones
9. Glosario

En el capítulo 1 se presenta la estructura general del documento, el contenido general de los demás capítulos, las bases para la elaboración del documento, la metodología empleada y algunas convenciones para la interpretación apropiada del texto.

En el capítulo 2 se incluyen los principales parámetros dentro de los cuales se actuó para la realización del estudio.

En el capítulo 3 se resume la exposición de motivos que originó la realización del estudio, mediante una serie de preguntas e inquietudes en torno los numerosos y vertiginosos cambios de la informática, a la avalancha de conocimiento que se genera en esta área, y a las características de la oferta y demanda de estudios y de profesionales.

En el capítulo 4 se muestra un breve panorama histórico de la Informática y de la Ingeniería de Sistemas en Colombia, resaltando la evolución de las expectativas que han generado la tecnología y a la profesión a lo largo de los últimos 15 años.

En el capítulo 5 se describe una propuesta para el papel del Ingeniero de Sistemas, en función de: objeto de su actividad profesional, principales trabajos que realiza, áreas y alcance de las responsabilidades más importantes, deberes más significativos e interacciones más destacadas.

En el capítulo 6 se proponen dos perfiles identificados durante el estudio, en términos de los siguientes parámetros: título sugerido, objeto de la actividad profesional, servicios prestados, principales labores que realiza, requisitos para el desempeño profesional, principales interacciones, entorno y oportunidades.

En el capítulo 7 se incluyen algunas consideraciones sobre la relación entre el plan de estudios y el perfil del Ingeniero de Sistemas y con respecto al contenido general del curriculum, a sus segmentos y a algunas asignaturas destacables.

En el capítulo 8 se presenta un resumen de las principales conclusiones y recomendaciones del estudio.

En el capítulo 9 se incluye un glosario de términos relativos a *Información*, *Sistemas de Información* y a *Procesos de Información*, conceptos estos que deben distinguirse claramente para una interpretación adecuada del documento.

Al final de cada uno de los capítulos “Papel del Ingeniero de Sistemas”, “Perfiles Identificados” y “Consideraciones sobre la formación del Ingeniero de Sistemas”, se incluyen las principales inquietudes que con respecto a estos temas se presentaron en los diferentes foros que se llevaron a cabo como parte del estudio, y en otros referentes al mismo tema a los cuales asistieron los autores del estudio. Entre comillas se presenta el espíritu de la inquietud y sin comillas, cuando los autores del estudio lo consideraron apropiado, alguno o algunos comentarios principalmente con el ánimo de encauzar la inquietud para facilitar la identificación de acciones remediales, para tratar de aclarar la situación que origina la inquietud o para sugerir, si es del caso, algún tipo de enfoque para las acciones correctivas.

En el planteamiento de todas las inquietudes no se hizo alusión a un perfil específico. Este fue, también, el caso general para las consideraciones hechas por los participantes en todos los foros. Se hizo siempre referencia al Ingeniero de Sistemas en general.

Los autores del estudio encontraron también apropiado tomar como base para la elaboración del documento las opiniones y puntos de vista expresados por los asistentes a los diferentes foros organizados como parte del trabajo, y los aportes hechos por algunas personas directamente a los autores del estudio. La otra base del estudio son los puntos de vista y opiniones de los autores. Se encontró que este enfoque permitiría obtener una visión cualitativa del caso colombiano, la cual podrá ser validada, refutada o ponderada con posteriores encuestas y análisis estadísticos, y contrastada con bibliografía que describa la situación en otros países.

La metodología empleada para el trabajo fue la de obtener información directamente en los foros realizados y a través de personas que quisieran hacer sus aportes al estudio. Con base en esta información los autores extractaron, analizaron y discutieron las opiniones y puntos de vista que mejor se acomodaran al propósito del proyecto para combinarlos con sus propias opiniones y puntos de vista.

Conforme con la metodología acordada se realizaron: una conferencia–debate sobre el tema “Espejismos, realidades y perspectivas de la Ingeniería de Sistemas” y dos foros–debate sobre el tema “El Papel del Ingeniero de Sistemas”. En estos certámenes estuvieron representados los sectores más significativos relacionados con la Ingeniería de Sistemas y los eventos fueron escenario de presentación y discusión de información muy adecuada para los propósitos del proyecto.

Dentro del trabajo se adelantaron contactos y diligencias tendientes a la realización de la encuesta con la cual debe continuar la ejecución del proyecto cuando se disponga de los recursos económicos necesarios.

Se destacan, con letra cursiva, en el texto expresiones en otro idioma, conceptos cuyo significado debe entenderse en el sentido que lo usa el documento para una interpretación apropiada del mismo, o expresiones sobre las cuales se quiere llamar la atención especialmente.

2. PARÁMETROS PARA EL PROYECTO

Los principales parámetros dentro de los cuales se actuó para la realización del presente estudio, y que siguen siendo válidos para la continuación del proyecto, son los siguientes:

Propósito del Proyecto: Contribuir a dar claridad al papel del Ingeniero de Sistemas, a fin de que las diferentes entidades con las cuales interactúa tengan una visión más apropiada del mismo.

Resultado Esperado del Proyecto: Uno o más perfiles profesionales del Ingeniero de Sistemas. En caso de identificarse varios perfiles, una estructura de capacidades comunes a los diferentes perfiles.

Propósito del resultado del Proyecto: Contribuir a la orientación de la formación y de la actividad profesional del Ingeniero de Sistemas y suministrar un enfoque que le ayude a su interacción apropiada con las empresas e instituciones, con los demás profesionales, y con la comunidad en general.

Usuarios del Resultado del Proyecto:

- Ingenieros de Sistemas
- Empresas e Instituciones
- Asociaciones Profesionales
- Universidades y Centros de Capacitación en Ingeniería de Sistemas
- Instituciones Promotoras de Educación Superior
- Colegios.

3.MOTIVACIÓN

El panorama de la Ingeniería de Sistemas no solo está cambiando a velocidades desconcertantes, sino que además ha desarrollado situaciones bastante *sui-géneris*, particularmente al compararla con otras profesiones más maduras. Algunos de los cambios y situaciones especiales son:

- Las necesidades de sistematización y automatización de las organizaciones aumentan día a día, y los imperativos de competitividad, calidad y buen servicio al cliente exigen aplicaciones informáticas de mucha mayor calidad y confiabilidad, y que además, sean desarrolladas muy rápidamente.
- Los últimos años han traído una verdadera avalancha de tecnologías informáticas que brindan posibilidades espectaculares para el diseño y construcción de soluciones, pero que requieren enfoques y conocimientos totalmente novedosos y cambiantes.
- Ha habido importantes avances en paradigmas y metodologías informáticas (esquema cliente/servidor, reingeniería, *outsourcing*, calidad total, orientación a objetos, computación cooperativa, ambientes visuales para desarrollo, ...), que cuestionan profundamente muchos de los esquemas tradicionales.
- La investigación y producción de conocimiento es abrumadora; de hecho, la publicación de libros y revistas sobre informática tiene un auge y volumen sin precedentes.
- Sin embargo, son muchos los directivos y gerentes que afirman que, a pesar de todos esos avances tecnológicos, siguen aumentando los costos de desarrollo, y no han mejorado significativamente ni la productividad real de los desarrolladores, ni la calidad del software resultante.

De otra parte, la generación y difusión de conocimiento sobre informática parecieran estar demasiado determinados por la dinámica del mercado:

- La mayor parte de los libros recientes de informática están directa y explícitamente ligados a productos comerciales (“Diseño de Bases de Datos en ORACLE”, “Programación Orientada a Objetos en Delphi”, ...).

Para marcar un contraste con otra profesión, sin duda resultaría chocante encontrar textos de medicina cuyo título fuera “Tratamiento de enfermedades infantiles con medicamentos Bayer”, ó “Diagnóstico radiológico avanzado con equipos General Electric RX-49-3”.

- La demanda de Ingenieros de Sistemas está fuertemente orientada por marcas y versiones de productos comerciales (“Se necesitan ingenieros que sepan VisualBasic 4.0”, “Se buscan ingenieros con experiencia en AS-400”, “Se requieren ingenieros de sistemas con experiencia en ORACLE 7.3”, etc.). Esta situación se ha vuelto tan frecuente que ya no causa sorpresa.

Sin embargo, y continuando el contraste con la medicina, sin duda serian muchos los sorprendidos si apareciera un anuncio en un periódico del estilo “La Clínica Shaio necesita 2 médicos con experiencia en medicamentos del laboratorio Bayer, y uno con experiencia en equipos de radiología marca General Electric modelo RX-49-3 o superiores”.

La demanda y oferta de estudios en Ingeniería de Sistemas también tienen características especiales:

- Luego de varios años de muy alta demanda entre los bachilleres, desde hace unos 5 años varias universidades reportan una fuerte disminución del número de aspirantes a ingresar a Ingeniería de Sistemas.
- Dados los mecanismos de selección que usualmente utilizan las universidades, al disminuir el número de aspirantes, forzosamente también disminuye el nivel académico promedio de los aspirantes (i.e., se escogen los mejores puntajes de una población menos amplia).
- Se han creado muchos nuevos programas de pregrado y postgrado¹, *parecidos pero distintos*, con una gran variedad de títulos: “Ingeniero de Sistemas”, “Ingeniero Informático”, “Ingeniero de Software”, “Especialista en Sistemas de Información”, “Especialista en Ingeniería de Software”, “Especialista en mercadeo informático”, “Especialista en Gerencia Estratégica de Sistemas de Información”, ...
- La certificación de idoneidad profesional que otorgan algunas compañías informáticas ha adquirido un enorme peso en el mercado del empleo, al punto de desplazar en

¹ Según la reglamentación vigente, el título de *Especialista* en un área otorga los mismos derechos y deberes de los profesionales en dicha área.

ocasiones valores tradicionales (prestigio de la universidad en la que se graduó, desempeño académico durante los estudios, ...).

- Gran parte de los Ingenieros de Sistemas que inician un postgrado están escogiendo programas en administración, gerencia, planeación, mercadeo, ..., y solo una proporción mucho menor escoge postgrados en informática propiamente dicha.

Obviamente esta situación no tiene nada de malo. Sin embargo, muy posiblemente causaría alarma que la mayoría de los médicos que inician especializaciones escogieran preferencialmente estudios en administración, gerencia hospitalaria, planeación, ..., y solo unos pocos escogieran pediatría, obstetricia, cardiología, ...

La demanda y oferta de empleo ha adquirido algunas características curiosas:

- Hay una enorme demanda de Ingenieros de Sistemas *recién graduados*, de los que se espera que "... dominen las últimas tecnologías". Sin embargo, muchos factores indican que la demanda disminuye rápidamente con los años de experiencia ("están desactualizados", "son más costosos", ...).

Retomando el contraste con otra profesión, los médicos recién graduados son poco solicitados ("...les falta ojo clínico..."), e ineludiblemente deben prepararse adicionalmente en alguna especialidad y competir fuertemente por ganar experiencia, para poder acceder a mejores oportunidades de empleo. Se da entonces un proceso contrario al de la Ingeniería de Sistemas, y es que los médicos son más requeridos por la sociedad en la medida en que van ganando más experiencia. Y nadie negaría que la medicina también avanza rápidamente, y que las tecnologías de diagnóstico y tratamiento son cada vez más sofisticadas y poderosas.

- Pareciera haber una dinámica dominante hacia la "Planeación y Administración de Sistemas", mientras que el área de desarrollo y programación de software no despierta el mismo entusiasmo. Es frecuente el argumento de que "...hay que quemar rápidamente la etapa de programador/desarrollador de software, para pasar a trabajos más importantes ...".

Continuando la analogía con la medicina, sería como si la mayoría de los médicos deseara trabajar en planeación de salud pública, administración hospitalaria, ..., y solo unos pocos en cirugía, atención de enfermos, urgencias, ...

- En la medida en que los Ingenieros de Sistemas avanzan en su vida profesional, muy seguramente van ganando en visión y claridad sobre los problemas de información de las organizaciones, y sobre las estrategias más adecuada para solucionarlos. Sin embargo, también es cierto que con el tiempo van perdiendo capacidad de construir ellos mismos dichas soluciones ("... hace tiempos que no programo ...", "... no he tenido tiempo de estudiar las herramientas de ahora ..."). Deben entonces delegar dicha construcción a estudiantes terminales ó en recién graduados, quienes supuestamente sí

conocen las nuevas tecnologías. Y es así como, frecuente, buenos planes y estrategias de solución terminan en implementaciones muy deficientes, debido a la falta de dirección técnica directa de quienes la concibieron, y a la falta de visión global de quienes la implementaron.

Continuando la comparación con la medicina, normalmente los médicos más expertos realizan ellos mismos la parte más complicada de las cirugías, y delegan las tareas menos críticas a médicos asistentes jóvenes, pero siempre bajo su supervisión directa.

Ineludiblemente estos cambios vertiginosos así como las situaciones antes descritas plantean profundos interrogantes, pero al mismo tiempo grandes oportunidades, sobre papel del Ingeniero de Sistemas.

ACIS, consciente de esta situación, emprendió el proyecto "**Papel y Perfiles del Ingeniero de Sistemas en Colombia**", con el cual se quiere reflejar la situación actual, y contribuir a aclarar el panorama y las perspectivas de la formación universitaria, la formación permanente y la actividad laboral de nuestra profesión.

4. VISIÓN RETROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN COLOMBIA

4.1 HACE MUCHO TIEMPO ...

Hasta comienzo de los años 80 la industria informática giraba en torno al hardware. Unas pocas compañías multinacionales (IBM, Burroughs, NCR, ...) dominaban totalmente el mercado y la tecnología informática. Los computadores eran muy grandes y costosos, y solo las grandes compañías y entidades gubernamentales tenían acceso a ellos. Los “Centros de Cómputo” ocupaban un sitio visible de la compañía, y el tamaño del computador era sinónimo de avance y liderazgo en el desarrollo informático. En general el Centro de Cómputo tenía un diseño futurista, rodeado de paredes en vidrio que permitieran exhibirlo ante clientes y visitantes.

En los Centros de Cómputo eran frecuentes los avisos de “*Prohibida la entrada a Personas no autorizadas*”. En el interior del Centro de Cómputo trabajaban los técnicos e Ingenieros de Sistemas, concentrados fundamentalmente en la administración del computador en sí, y en desarrollar y operar unas pocas aplicaciones. Las aplicaciones de los computadores se centraban en apoyo a procesos administrativos masivos (nómina, inventarios, ...), y en ayuda a los cálculos de ingeniería. El acceso a la informática estaba limitado a unos cuantos especialistas, iniciados en los extraños lenguajes de programación. Para el resto de la empresa la informática era, a lo más, unos voluminosos listados que de vez en cuando llegaban a los escritorios, y unas hojas de codificación sobre las cuales había que escribir a lápiz, en mayúsculas, y con formatos muy estrictos, las novedades de la empresa.

Los Departamentos o Facultades de Ingeniería de Sistemas eran pocos, pequeños y nuevos. En la mayoría de estos Departamentos los profesores eran ingenieros civiles, eléctricos o mecánicos, que habían conocido la informática en sus postgrados en el exterior. La formación de los ingenieros de sistemas estaba constituida por ciencias básicas (matemáticas, física, química, ...), una formación ingenieril sólida (estática, dinámica, probabilidad, estadística, investigación operacional, electrónica, ...), temas computacionales (arquitectura de computadores, lenguajes de programación, sistema operacional, análisis numérico, ...), y algunos cursos de enfoque global (cibernética, teoría de sistemas, modelaje, ...).

4.2 EL COMIENZO DE LA REVOLUCIÓN

Entre 1976–1980, en California surgieron algunas pequeñas industrias que produjeron los primeros microcomputadores (Altair, Tandy, Radio-Shack, Apple, ...). Eran máquinas pequeñas: procesador de 8 bits a 1 ó 2 MegaHertz, memoria de 16 a 48 K, almacenamiento en diskettes de 128 K. Se programaban en assembler, basic y pascal. Estos microcomputadores despertaban mucha curiosidad, pero nadie les concedía demasiada importancia.

Paralelamente empezaron a surgir compañías de software, que desarrollaban las primeras aplicaciones genéricas [Wordstar (MicroPro), Visicalc (Visicalc Corp.), dBase (Ashon-Tate), Basic y Multiplan (MicroSoft)].

Esta nueva industria de microcomputadores y software, que solo parecían ser juguetes avanzados para “cacharreros” informáticos y electrónicos, tuvo una rápida expansión. En menos de 10 años cambió totalmente la sólida y bien establecida industria informática de finales de los 70. Pero no solo cambió la industria informática. Hoy en día prácticamente todas las industrias, las áreas de actividad humana, la organización de la sociedad y hasta la vida familiar han tenido profundos cambios ocasionados o favorecidos por una informática (y unas comunicaciones !) accesibles y (más o menos) fáciles de usar.

4.3 REPERCUSIONES DE LA NACIENTE REVOLUCIÓN INFORMÁTICA

Importantes pensadores e intelectuales percibieron, más allá de los microcomputadores y de las nuevas aplicaciones de software, el inicio de cambios muy profundos. Así por ejemplo, en 1981 el famoso intelectual francés Jean Jacques Servan-Schreiber publicó el libro **“El Desafío Mundial”**. Según este libro, más que una revolución informática, lo que estaba ocurriendo era el *inicio de un nuevo orden mundial*, i.e., el surgimiento de unas nuevas reglas para el desarrollo económico y social de las naciones. Anotaba el autor que el surgimiento de este nuevo orden estaba marcado por:

- El ocaso de la sociedad industrial. En efecto, a finales de los 70 había una enorme crisis en la industria pesada, la minería, la industria automotriz, las siderúrgicas, con enormes conflictos sociales debido a las masas de desempleados.
- La declinación del poder de los países productores de petróleo (OPEP), quienes habían jugado un papel neurálgico a lo largo de la década de los 70. Esta situación se debía al surgimiento de importantes yacimientos en el Mar del Norte y en América Latina, al fraccionamiento político de la OPEP, y a las alianzas de EE.UU. con varios países árabes (Arabia Saudita, Kuwait, ...).

Según Servan-Schreiber, ese nuevo sistema económico mundial que él veía surgir a comienzos de los 80 ya no estaría basado en el desarrollo industrial tradicional, en las reservas

naturales, ni en las grandes reservas de petróleo. Estaría basado en *conocimiento y dominio de las nuevas tecnologías*. En esta sociedad de conocimiento y nuevas tecnologías, la Informática, y más exactamente *el desarrollo de software*, tendrían un papel preponderante y serían la nueva fuente de riqueza.

Los argumentos que se escuchaban en esa época presentaban la industria de software como una gran panacea, entre otras por las siguientes razones:

- No requiere una gran inversión inicial. A diferencia de la industria pesada tradicional (siderúrgicas, industria automotriz, ...), una industria de software solo requiere como equipamiento de unos cuantos microcomputadores.
- La industria de software no contamina el medio ambiente.
- La industria de software no consume recursos naturales.
- Los únicos insumos reales de la industria de software son *inteligencia, creatividad, y educación*, y en esos aspectos (al menos en los dos primeros), todos los países están similarmente dotados.

En otras palabras, la industria de software es sólo valor agregado.

4.4 UNA OPORTUNIDAD PARA EL TERCER MUNDO

Las ideas de Servan-Schreiber fueron retomadas y ampliadas por muchos autores y líderes políticos de comienzos y mediados de los 80, y ganaron cada vez mas difusión. Se fue llegando a un nivel de euforia bastante generalizado, en que la industria de software aparecía como una enorme oportunidad para los países del Tercer Mundo.

En efecto, y tal como se mencionó anteriormente, la industria de software no requería una gran inversión inicial (la revolución del Silicon Valley en California había producido microcomputadores a precios accesibles !). El otro elemento importante era la creatividad, la inteligencia y la educación de nuestros ingenieros, y en esos aspectos (al menos en los dos primeros !), nuestros países estaban muy bien dotados. Inclusive se veía una ventaja comparativa, pues nuestros ingenieros eran más baratos que los ingenieros de países desarrollados.

En resumen, la naciente industria informática creaba una nueva pista de competencia igualitaria, con una nueva línea de partida, en la que prácticamente todos los países podían competir sin cargar con el lastre de la falta de infraestructura o de capital de inversión.

Algunos países del primer mundo quisieron tomar un liderazgo en este nuevo orden mundial. Fue así como en 1982 el presidente francés François Mitterand creó el “Centro Mundial de Informática” en París, donde se congregaron destacados investigadores de varios países. La

vocación de este centro era la cooperación internacional, y su principal línea de trabajo sería la informática como herramienta para la educación, el desarrollo de la inteligencia y la creatividad.

4.5 HACIA UNA INDUSTRIA INFORMÁTICA EN COLOMBIA

En 1983, y luego de una visita de François Mitterand a Colombia, el presidente Belisario Betancur creó el “Centro Latinoamericano de Informática” en Bogotá, con el apoyo del Centro Mundial de Informática de París. Este Centro Latinoamericano, que poco después cambiaría su nombre por el de “Secretaría de Informática y Desarrollo Humano de la Presidencia de la República²” tenía entre sus misiones:

- Promover la educación en informática entre jóvenes y niños, particularmente en las clases populares. Fue así como se crearon y funcionaron durante varios años centros abiertos de educación en informática.
- Promover el uso de nuevas tecnologías y metodologías educativas apoyadas por los computadores. El Centro financió varios proyectos de investigación en informática educativa, e implantó experimentos pilotos en varias escuelas rurales.
- Motivar a los industriales colombianos a invertir en industrias de software. A comienzos de 1984 se organizaron misiones de industriales a EE.UU. (particularmente a California) y a países del lejano oriente, para que conocieran directamente el surgimiento de la nueva industria.

Estas comisiones de industriales colombianos presentaron en foros y documentos públicos sus principales conclusiones:

- Definitivamente sí había un enorme potencial en la industria de software, y en Colombia se reunían los elementos para embarcarse en esta línea.
- En contraste, la industria de hardware, tanto de componentes como de ensamblaje, no parecía ser tan atractiva:
 - Requería inversiones iniciales muy altas en equipos, patentes, transferencia de tecnología,
 - En Colombia no había mayor conocimiento en tecnología de hardware ni de microelectrónica.

² Luego volvería a cambiar de nombre por el actual de “Secretaría de Informática de la Presidencia de la República”.

- Las tendencias indicaban que la industria de hardware movería menos dinero que la industria del software.

4.6 DIEZ AÑOS DESPUÉS

Definitivamente, a mediados de los 80 la informática se perfilaba como una oportunidad clave y estratégica para países como el nuestro, pues nos permitiría ubicarnos en una nueva línea de partida para el desarrollo económico, en una carrera en la cual había posibilidades reales (¡ solo se requería inteligencia, creatividad, educación(?), y unos cuantos microcomputadores !). Por la naturaleza de esta nueva industria, nuestro subdesarrollo industrial y nuestra falta de infraestructura (ferrocarriles, carreteras, puertos, ...) no constituían un lastre.

Hoy en día, unos diez años después, la realidad parece estar lejana de esas expectativas. Ciertamente la informática se ha vuelto un elemento imprescindible en casi todas nuestras empresas y actividades, y es mucho el dinero y el esfuerzo que se gastan diariamente en informática (hardware, software, servicios). La sección “Computadores” de ‘El Tiempo’ y de las ‘Páginas Amarillas’ es cada vez más gruesa, y son muchas las compañías que allí ofrecen sus productos y servicios. Pero, globalmente hablando, pareciera que la dinámica dominante es hacia el consumo de informática extranjera, y muy poco hacia el desarrollo de hardware y software. Un vistazo desprevenido por la sección “Computadores” de ‘El Tiempo’ o de las ‘Páginas Amarillas’ sugiere que por cada compañía que se aventura en el negocio del desarrollo de software y/o hardware, hay varias que se dedican a comercializar productos extranjeros añadiéndoles poco valor agregado.

Podría pensarse que “tenía que ser así”, y que la euforia de mediados de los 80 era solamente eso: ¡ euforia !. Para qué intentar “reinventar la rueda”, si esta ya fue inventada, con lujo de detalles y opciones, por grandes compañías extranjeras. De todas maneras, no deja de causar cierta envidia que varios países—como Chile, México, India— con los que compartíamos condiciones similares hace apenas 10 años, sí hayan logrado desarrollar una industria informática bastante más sólida y de mucha mayor proyección internacional que la colombiana.

4.7 ALGUNAS PREGUNTAS

Para cerrar estas reflexiones preliminares, se plantean a continuación algunas preguntas abiertas, sobre las cuales habrá que volver repetidas veces.

- Todo parece indicar que la industria informática colombiana no ha tenido el desarrollo que se preveía hace 10 años. ¿ Será que aún tenemos oportunidad ?. Si es así, ¿ Qué acciones concretas deberían emprender las universidades ?, ¿ el estado ?, ¿ el gremio ?, ¿ cada Ingeniero de Sistemas ?.

- Es innegable que producir software de alta calidad, que pueda tener algún chance en el mercado internacional, es muy difícil y costoso. Sin duda estábamos equivocados cuando hace unos 10 años se pensaba que la industria de software era únicamente cuestión de inteligencia y creatividad. ¿Tenemos profesionales realmente bien preparados para desarrollar esta industria?, ¿Se están formando más en nuestras universidades?
- ¿A qué “Visión de Futuro” del sector informático colombiano apunta la formación que brindan nuestras universidades? ¿Cuál es la “Visión de Futuro” de la profesión que las universidades están inculcando en los estudiantes?
- Innegablemente el mundo es cada vez más competido, y los imperativos de calidad y productividad son cada vez mayores. ¿Están nuestras universidades formando Ingenieros de Sistemas cada vez mejores?, ¿Están las universidades inculcando en sus estudiantes el empuje y la osadía que se requiere para desarrollar una industria?, ¿para cambiar las tendencias dominantes?
- La evidencia muestra que, contrariamente a lo que se pensaba, la industria de hardware sí ha tenido un enorme éxito en varios países con los que compartíamos condiciones similares hace apenas 10 años. De hecho, la industria de hardware de EE.UU. se ha desplazado hacia países como Korea, Taiwan, Singapur, Indonesia, Filipinas, etc., generando una enorme cantidad de empleo. ¿Será que aún tenemos oportunidad?, ¿Qué acciones concretas se deberían emprender?
- Si continúan las tendencias actuales, ¿hacia dónde va el sector informático Colombiano?, ¿Podemos cambiar ese rumbo?, ¿Qué caminos concretos tenemos los Ingenieros de Sistemas para tratar de recuperar parte del control de nuestro futuro?

5. PAPEL DEL INGENIERO DE SISTEMAS

El papel del profesional que tradicionalmente se ha llamado en Colombia Ingeniero de Sistemas (título que generalmente no se usa en otros países), se establecerá aquí en función del objeto de su actividad profesional, de los principales trabajos que realiza, de sus responsabilidades más importantes, de los deberes más significativos que deben guiar el desempeño de su labor, y de las principales interacciones en el desempeño de su actividad laboral.

En el escrito se utilizan algunos conceptos básicos que se presentan en el glosario del último capítulo para facilitar su entendimiento, y para orientar al lector hacia la comprensión de los planteamientos presentados de una manera similar a como se conciben en el estudio.

5.1 OBJETO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

La actividad profesional del Ingeniero de Sistemas se desarrolla alrededor de la *Información* procesada sistemática y mecánicamente. En otras palabras, alrededor de ese conjunto de símbolos convencionales (caracteres, imágenes, sonidos), apropiadamente estructurados, que transmiten inmediatamente un conocimiento que tiene algún valor, o que puede ser utilizado para realizar una acción, o para tomar una decisión, y que se procesa mediante la utilización de un sistema que incluye computadores y telecomunicaciones (sistema mecanizado).

En otras ingenierías la actividad profesional gira alrededor de otros recursos naturales o artificiales, diferentes a la información, y puestos a disposición de sus usuarios mediante sistemas distintos a los Sistemas de Información. Por ejemplo, la actividad profesional del ingeniero eléctrico se desenvuelve alrededor de la electricidad y para su disponibilidad emplea sistemas eléctricos (líneas de transmisión, generadores, transformadores). La actividad profesional del ingeniero hidráulico gira en torno del agua, y para su disponibilidad utiliza sistemas hidráulicos (turbinas, túneles, tanques, represas).

DATOS MAESTROS
PROGRAMAS (SOFTWARE) DE APLICACIÓN
PROGRAMAS (SOFTWARE) BÁSICOS
PROGRAMAS (SOFTWARE) DE ENLACE
EQUIPO (HARDWARE)
COMPONENTES DE TELECOMUNICACIONES
PROCEDIMIENTOS
DOCUMENTACIÓN
PERSONAS CAPACITADAS
LOCAL E INSTALACIONES
MUEBLES

Figura N° 1
Componentes de un Sistema de Información computarizado

5.2 PRINCIPALES TRABAJOS QUE REALIZA

El proceso sistemático y mecanizado de la información, que constituye el objeto de la actividad profesional del Ingeniero de Sistemas, puede implicar la realización de uno o más de los siguientes trabajos:

- La determinación del conocimiento que debe transmitir la información y de las características que ésta debe tener en cuanto a oportunidad, precisión, actualización, seguridad, facilidad de acceso, frecuencia, presentación, alcance, etc.
- La determinación de los datos a partir de los cuales debe obtenerse la información.
- El desarrollo (fabricación o adaptación) del Sistema que se usará para procesar la información. La Figura No. 1 muestra los componentes de un *Sistema de Información* computarizado. En el glosario puede encontrarse una descripción general de cada uno de estos componentes.
- La implantación de *Procesos de Información*. Ordinariamente los Procesos de Información tienen que ver con estructurar, recolectar, almacenar, buscar, comparar, presentar, actualizar, transformar y transmitir datos e información. La Figura No. 2

muestra los elementos de un Proceso de Información. En el glosario aparece una descripción general de cada uno de estos elementos.

- La modalidad de estos Procesos de Información puede ser “batch”, “on line”, “time sharing”, “real time”, centralizado o distribuido. En el glosario pueden hallarse las características generales de cada uno de estos tipos de procesos.
- La integración y administración de *Sistemas de Información* o de *Procesos de Información*, a fin de asegurar la disponibilidad apropiada de la información de una empresa o institución.

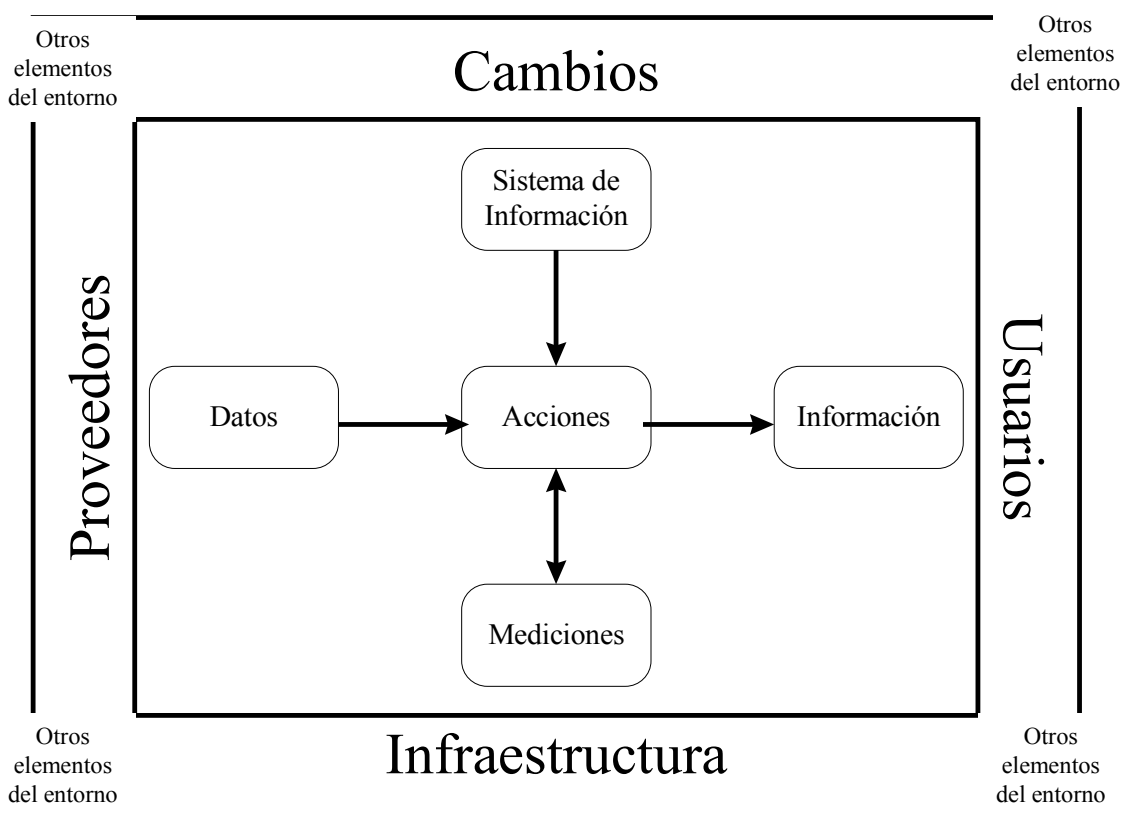


Figura N° 2
Proceso de Información y entorno

5.3 RESPONSABILIDADES

5.3.1 ÁREAS DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad esencial del Ingeniero de Sistemas es la de satisfacer apropiadamente los requerimientos de los usuarios de su trabajo, dentro de los parámetros de tiempo, costo, etc., que se convengan. Esto implica, naturalmente, la ejecución del trabajo operativo de dejar disponible el producto requerido por los usuarios, y el trabajo gerencial de cumplir con los parámetros que se acuerden.

Los siguientes indicadores determinen el éxito o el fracaso del trabajo del Ingeniero de Sistemas: eficacia (entrega del resultado convenido), efectividad (logro del objetivo), eficiencia (relación adecuada beneficio/costo), encaje (ajuste del producto que entrega o del servicio que presta al conjunto de los demás bienes o servicios de la organización), estandarización (cumplimiento con los patrones tecnológicos e industriales vigentes), y ética (cumplimiento con los valores morales).

Cualquier ingeniero tiene una responsabilidad similar con respecto al producto que entrega o al servicio que presta a la comunidad, es decir, a la empresa, a la institución, a la industria, al estado, a la familia, a la sociedad, o a cualquier otra colectividad que, en definitiva, constituyan los usuarios de su labor. La identificación apropiada de estos usuarios y de sus expectativas es, también, parte de la responsabilidad profesional del Ingeniero de Sistemas.

La responsabilidad laboral del Ingeniero de Sistemas puede estar en las áreas de *Información*, de *Sistemas de Información*³, o de *Procesos de Información*⁴.

5.3.1.1 RESPONSABILIDADES EN EL ÁREA DE INFORMACIÓN

Por ejemplo, en el área de Información, el Ingeniero de Sistemas puede tener la responsabilidad de hacer disponible y/o de administrar la información de una empresa o institución. En este campo puede ser “Director de Información⁵”, o ser miembro de la estructura organizacional responsable de toda la información de la organización. Esta “Dirección de Información” se apoya en la unidad de Tecnología Informática, en la cual se encuentran los equipos y las personas que permiten el proceso sistemático y mecanizado de la información.

³ Véase figura N. 1

⁴ Véase figura N. 2

⁵ Este cargo (“Chief Information Officer”) ya es común en países más desarrollados, y se ha comenzado a establecer y a utilizar con buen éxito en algunas empresas del país.

5.3.1.2 RESPONSABILIDADES EN EL ÁREA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En el área de Sistemas de Información, la responsabilidad del Ingeniero de Sistemas puede incluir la obligación de desarrollar, implantar, integrar, mantener y soportar uno, varios o todos los componentes de un Sistema de Información⁶.

Otras responsabilidades con respecto a Sistemas de Información pueden referirse a su concepción, justificación, determinación, y puesta a punto de la estrategia para desarrollarlos e implantarlos. Pueden abarcar, asimismo, auditoría, evaluación, comercialización, administración, gerencia de proyectos de desarrollo, implantación o investigación.

Dentro de las responsabilidades en el área de *Administración de Sistemas de Información*⁷ merecen destacarse las tendencias a asegurar la disponibilidad de los sistemas, el mantenimiento transparente a los usuarios, la visibilidad y ubicación de componentes, y las conducentes a facilitar el crecimiento ordenado de los sistemas y el cumplimiento de los estándares y patrones vigentes. Estas labores administrativas se realizan a través de procesos como manejar cambios, manejar problemas, planear y disponer de procedimientos para la recuperación no traumática en caso de falla, planear y controlar el uso de los sistemas, manejar su auditoría, manejar su seguridad, controlar su desempeño, planear la capacidad, manejar la instalación, administrar el conjunto de redes locales y remotas e informar apropiadamente a los ejecutivos de la empresa o institución sobre las labores realizadas.

Específicamente en el área de *Desarrollo de Sistemas de Información*, el Ingeniero de Sistemas puede tener responsabilidad sobre uno o más de los siguientes procesos de desarrollo: determinar requerimientos de los usuarios, determinar la solución a los requerimientos, determinar el proceso para dejar disponible el sistema, diseñar el sistema, construirlo, probarlo para funcionamiento, probarlo para aceptación, instalarlo y entregarlo para utilización autónoma de sus usuarios.

Adicionalmente a estos procesos operativos, el desarrollo de un Sistema de Información implica varios procesos gerenciales:

- **Preparar:** definir, organizar, planear el trabajo e integrar recursos e insumos.
- **Dirigir:** convenir objetivos, liderar y encauzar el trabajo.
- **Coordinar:** registrar mediciones y experiencias, formalizar asuntos importantes, comunicar, controlar, tomar decisiones, negociar, manejar problemas, manejar cambios.
- **Terminar:** evaluar el trabajo, entregar documentación del trabajo, liberar recursos e informar oficialmente la conclusión del trabajo.

⁶ Véase figura N. 1

⁷ Conocida como “Systems Management”.

5.3.1.3 RESPONSABILIDADES EN EL ÁREA DE PROCESOS DE INFORMACIÓN

En el área de Procesos de Información⁸ el Ingeniero de Sistemas generalmente es responsable por su implantación, integración o administración.

5.3.2 ALCANCE DE LA RESPONSABILIDAD

El alcance de la responsabilidad de un Ingeniero de Sistemas depende de la extensión del producto por entregar o del servicio por prestar y, en general, está asociado con la experiencia profesional que tenga como Ingeniero de Sistemas.

Por ejemplo, en el área de la *Información*, la responsabilidad puede abarcar la información de una, varias o todas las unidades empresariales o institucionales de una organización.

En el área de *Sistemas de Información*, la responsabilidad del Ingeniero de Sistemas puede ser a nivel de uno o más Sistemas de Información, o puede ser a nivel de uno o más de sus componentes⁹.

En el área de *Procesos de Información* la responsabilidad de un Ingeniero de Sistemas puede ser a nivel de un Proceso de Información, de un conjunto de ellos, o de todos los Procesos de Información de una empresa o institución. Particularmente pueden puntualizarse responsabilidades del Ingeniero de Sistemas en los diferentes elementos del Proceso de Información¹⁰; por ejemplo, en el establecimiento y administración de políticas, prácticas y especificaciones; en el área de medición de los parámetros para el Proceso; en el establecimiento y administración de infraestructura; en las relaciones con los usuarios; en las relaciones con los proveedores, etc.

En el cumplimiento de las responsabilidades laborales que se han mencionado el Ingeniero de Sistemas, este puede desempeñarse como ejecutor, soporte, gerente, asesor, consultor, capacitador, o como empresario, de acuerdo con sus preferencias y capacidades.

5.4 DEBERES

Cualquiera que sea la responsabilidad laboral del Ingeniero de Sistemas y el alcance de la misma, algunos de los deberes que lo diferencian del tecnólogo, del técnico y del operario se presentan a continuación. Estos, tecnólogos, técnicos y operarios, son también parte del equipo de ingeniería a cargo del cual está el trabajo por realizar.

El Ingeniero de Sistemas debe entregar soluciones que no sólo satisfagan los requerimientos de los usuarios, sino que se ajusten convenientemente a los estándares tecnológicos,

⁸ Véase figura N. 2

⁹ Véase figura N. 1

¹⁰ Véase figura N. 2

profesionales e industriales vigentes. Estas soluciones deben además encajar apropiadamente en el conjunto de bienes o servicios de la organización usuaria, para que ésta pueda cumplir sus objetivos empresariales o institucionales, y el trabajo del ingeniero contribuya al progreso comunitario.

En su trabajo el Ingeniero de Sistemas debe utilizar conocimientos y medios científicos que le permitan, apropiadamente:

- Modelar la situación, los requerimientos y la solución.
- Diseñar, construir y probar la solución para dejarla en uso autónomo por parte de los usuarios.
- Manejar la complejidad de su trabajo y cumplir con los parámetros de tiempo, costo, etc., que se convengan.

El Ingeniero de Sistemas debe ser agente de cambio, no sólo con respecto a su trabajo, sino también con respecto a sí mismo, para lo cual debe estar en capacidad y en disposición de aprender continuamente y de evolucionar permanentemente.

5.5 INTERACCIONES

En su actividad laboral el Ingeniero de Sistemas tiene que interactuar con diferentes personas, entidades, tecnologías, normas y estándares industriales, y ambientes de trabajo.

Unas de estas interacciones tenderán a la definición y acuerdo con los usuarios del producto por entregar o del servicio por prestar; otras buscarán asegurar el encaje apropiado del producto o servicio en el conjunto de los demás productos o servicios de la organización usuaria; otras perseguirán la determinación de los mejores instrumentos informáticos para el desarrollo de su trabajo; y otras, en fin, perseguirán la identificación y consideración de las características, estructura, entorno y necesidades de la organización a la cual presta sus servicios.

Interacciones muy importantes son, también, las que el Ingeniero de Sistemas debe efectuar con los demás miembros del equipo en el cual trabaja, y con los demás miembros de la empresa o institución.

La ejecución apropiada de estas interacciones es factor determinante para que el Ingeniero de Sistemas pueda entregar exitosamente el producto esperado por los usuarios, o prestar sus servicios conforme con las expectativas de los interesados.

5.6 INQUIETUDES Y COMENTARIOS

Las siguientes son inquietudes planteadas en los foros con respecto al papel del Ingeniero de Sistemas, junto con algunos comentarios.

- “El papel del Ingeniero de Sistemas es el de un desarrollador y administrador”.

“El papel del Ingeniero de Sistemas es el de un solucionador de problemas”.

Desarrollar, administrar, y solucionar problemas, están dentro del papel de cualquier ingeniero y del de muchos otros profesionales. La diferencia estriba en el tipo de problemas que cada uno desarrolla, administra ó resuelve.

- “El papel del Ingeniero de Sistemas debe abarcar la responsabilidad de investigar”.

El cumplimiento de esta obligación es una contribución al progreso de la profesión y al desarrollo del país, máxime en informática, que como se ha visto, evoluciona muy rápido.

- “El papel de bombero que frecuentemente le toca desempeñar al Ingeniero de Sistemas limita su papel de constructor de soluciones”.

Como en varias otras profesiones, el origen de esta situación puede ser una falta de organización o de estrategia operacional de la empresa o institución.

- “El papel del Ingeniero de Sistemas se confunde, generalmente, con el del tecnólogo, el del técnico y hasta con el de operador”.

Contribuir a eliminar esta confusión del papel que juegan cada uno de estos integrantes del equipo de ingeniería es uno de los propósitos de este proyecto y es algo que, indudablemente, va a facilitar el encaje apropiado del Ingeniero de Sistemas en la comunidad laboral. En otras ingenierías con mayor trayectoria ya están determinados apropiadamente estos papeles.

- “El papel del Ingeniero de Sistemas debe ser el de un protagonista del cumplimiento de objetivos, crecimiento y progreso de la empresa o institución donde trabaje”.

Este papel, en mayor o en menor medida, lo deben jugar todos los miembros de la empresa o institución. Especificando el objeto de la actividad laboral del Ingeniero de Sistemas, podrá verse más claro qué responsabilidad en cuanto a crecimiento, cumplimiento de objetivos, y progreso de la organización le incumbe particularmente al Ingeniero de Sistemas.

- “El papel del Ingeniero de sistemas debe ser más de Ingeniero que de tecnólogo, técnico u operador”.

Esto contribuirá a que las empresas satisfagan más apropiadamente sus expectativas, no sólo con respecto al proceso sistemático y mecanizado de la información, sino a la utilidad y a los beneficios empresariales y competitivos que pueden derivarse de este proceso. Sin embargo, todos son parte de un mismo equipo, y responsables del trabajo por realizar.

- “El papel del ingeniero está asociado con el cumplimiento de una función social”.

Como el papel de cualquier ingeniero y de cualquier miembro de una comunidad a la cual debe servir.

- “Algunos Ingenieros de Sistemas aspiran a iniciar su vida laboral como gerentes de la empresa”.

Si la empresa de la cual se habla es una que funda el Ingeniero de Sistemas para iniciarse en su actividad profesional, la aspiración es completamente legítima. Si la empresa a la que se alude es una ya establecida, el Ingeniero de Sistemas debería comprender que para la aspiración mencionada se requiere una experiencia profesional y empresarial que, en general, demanda varios años. En este último caso, el Ingeniero puede encontrarse con la respuesta de que “...el gerente de la empresa todavía está muy contento como para cederle a usted su puesto”.

- “El Ingeniero de Sistemas debería ser empresario”.

Parte del papel que debe jugar cualquier profesional es el de empresario, y más exactamente el de *entrepreneur*, o sea de la persona que organiza, gerencia y asume los riesgos de lo que se ha puesto a su cargo. Sin embargo, pretender que el Ingeniero de Sistemas sea únicamente empresario, o sea responsable de una empresa en el sentido comercial de una organización ya establecida, sería sacarlo del objeto de su actividad profesional como Ingeniero. No obstante, como el Ingeniero de Sistemas ordinariamente forma parte de una empresa o puede fundar la suya propia, el papel del Ingeniero de Sistemas debe contemplar, en parte, el componente de empresario.

- “El Ingeniero de Sistemas debe ser un manejador de tecnología”.

Si es de la tecnología informática de la cual se habla, no cabe duda que ella está comprendida dentro del objeto de la actividad laboral del Ingeniero de Sistemas. En cualquier caso, este manejo de tecnología debe enmarcarse dentro de los objetivos de la empresa, y no convertirse en un fin *per-se*.

- “El papel del Ingeniero debería ser el de un estratega del proceso sistemático y mecanizado de la información”.

“El papel del Ingeniero de Sistemas debe ser el de un integrador de sistemas y subsistemas”.

Cualquiera de estos dos papeles podría ser el punto de partida para la determinación de un perfil de Ingeniero de Sistemas. Sin embargo, podría considerarse que cada uno de ellos es más bien una etapa avanzada en el desarrollo profesional de un Ingeniero de Sistemas.

6. PERFILES IDENTIFICADOS

La identificación de los posibles perfiles del Ingeniero de Sistemas es una de las partes del Proyecto que ofrece más dificultad, entre otras por las siguientes razones:

- No existe acuerdo sobre los parámetros en función de los cuales deba definirse el perfil.
- La persona que define el perfil generalmente lo hace con base en los requerimientos que necesita satisfacer en el momento, si es un usuario, o con base en lo que está haciendo en ese momento, si es un Ingeniero de Sistemas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el cambio en los requerimientos puede determinar un nuevo perfil, y que el Ingeniero de Sistemas que esté viviendo otra etapa profesional puede tener uno diferente. Es decir que diferentes requerimientos o distintas etapas en el ciclo de vida del Ingeniero de Sistemas generalmente determinan variaciones en el perfil del Ingeniero de Sistemas.
- Por otra parte, el divorcio entre la academia, el sector productivo y los planes de desarrollo del país, establece un nuevo factor de dificultad para la determinación de perfiles que satisfagan apropiadamente las necesidades de las colectividades usuarias de la labor del Ingeniero de Sistemas.

Para superar, al menos en parte, estas dificultades, el presente estudio propone un conjunto de parámetros con base en los cuales establecer diversos perfiles del Ingeniero de Sistemas, y sugiere que dichos perfiles se establezcan para profesionales recién egresado de pregrado. Asimismo, se propone que cualquiera de los perfiles que se establezcan sea validado con las colectividades usuarias mediante encuestas que deben realizarse como continuación del proyecto.

Este estudio propone el siguiente conjunto de parámetros para establecer un perfil:

1. Título sugerido
2. Objeto de la actividad profesional
3. Servicios prestados
4. Principales labores que realiza
5. Requisitos para el desempeño profesional
6. Principales interacciones
7. Entorno
8. Oportunidades

Con relación a los requisitos para el desempeño profesional, existe un conjunto de requisitos comunes no sólo a los Ingenieros de Sistemas, sino también a otros profesionales. De estos requisitos, que impropriamente se mencionan como exclusivos del Ingeniero de Sistemas, son ejemplo: la actitud positiva hacia el trabajo, el comportamiento ético, la capacidad de expresión, la formación humanista, la capacidad de análisis y de síntesis, la capacidad de aprendizaje permanente, el compromiso con el trabajo, la recursividad, la capacidad para trabajar en equipo, la capacidad para gerenciar proyectos, el liderazgo, la capacidad de aceptar y recuperarse de fracasos, etc. Estos requisitos no se destacan en los perfiles propuestos porque se supone que son inherentes a profesionales responsables e íntegros.

Con base en la información recolectada, el estudio identificó los dos perfiles que aparecen en las siguientes secciones.

Estos perfiles, que como se dijo antes, aplican a profesionales recién graduados, pretenden ser solamente la base para una eventual refinación posterior y para la identificación de otros en la continuación del proyecto.

6.1 PRIMER PERFIL: “INGENIERO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN”

El proceso sistemático y mecanizado de Información implica no sólo la disponibilidad de los medios¹¹ con los cuales se lleva a cabo (datos, acciones, Sistema de Información, mediciones), sino también el cumplimiento de normas y especificaciones, y la interacción apropiada entre los componentes del proceso y de estos con el entorno (usuarios, proveedores, infraestructura, cambios, etc.), a fin de satisfacer apropiadamente los requerimientos.

Por otra parte, la disponibilidad y manejo apropiado de la Información de una empresa o institución, o de cualquiera de sus unidades organizacionales, envuelve la integración de diferentes Procesos de Información y, consecuentemente, la integración de sus diferentes elementos (por ejemplo, integración de Sistemas de Información). Asimismo, los Procesos de Información deben encajar con los procesos empresariales e institucionales (aquellos que se llevan a cabo para cumplir específicamente con los objetivos empresariales o institucionales;

¹¹ Véase figura N. 2

por ejemplo, ensamblar el automóvil, recaudar impuestos, etc.), a los cuales los primeros sirven de apoyo.

Las anteriores exigencias originan labores técnicas y gerenciales propias de un Ingeniero de Sistemas de Información. Estas labores requieren también el trabajo adicional de cumplir con parámetros para su realización, tales como tiempo disponible, ajuste al presupuesto, etc. (trabajo gerencial), así como del esfuerzo para su interacción armónica con los demás trabajos empresariales o institucionales.

6.1.1 TÍTULO SUGERIDO

“Ingeniero de Sistemas de Información”.

6.1.2 OBJETO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

Información procesada sistemática y mecánicamente

6.1.3 SERVICIOS PRESTADOS

Suministra:

- Información
- Sistemas de Información
- Procesos de Información
- Soporte
- Asesoría
- Consultoría.

6.1.4 PRINCIPALES LABORES QUE REALIZA

- Obtener y manejar Información
- Concebir, diseñar, construir, instalar, implantar y manejar Sistemas de Información.
- Concebir, diseñar, implantar y manejar Procesos de Información

6.1.5 REQUISITOS PARA EL DESEMPEÑO PROFESIONAL

- a) Conocimientos en Ingeniería, Información, Sistemas de Información y Procesos de Información.
- b) Habilidades para ejecutar el trabajo de poner a disposición de los usuarios la Información, el Sistema de Información, o el Proceso de Información que se convenga.

Estas habilidades incluyen las necesarias para: determinar requerimientos, concebir, justificar, estructurar, construir, integrar y poner en uso soluciones a los requerimientos; evaluar soluciones; investigar, adaptar y aplicar nuevas tecnologías; interactuar con los usuarios de la solución; y, en general, las que le permitan aplicar conocimientos y medios científicos en el desempeño de su labor, en especial el enfoque de sistemas.

- c) Habilidades para lograr que el trabajo de poner a disposición de los usuarios la Información, el Sistema de Información o el Proceso de Información, se lleve a cabo conforme con los parámetros que se acuerden.

Estas habilidades comprenden las requeridas para: definir, planear, organizar y dirigir el trabajo; integrar recursos; formalizar, comunicar, controlar, tomar decisiones, negociar, manejar problemas, manejar cambios; y, también, las que contribuyan a la interacción apropiada con los usuarios del trabajo.

- d) En cuanto a las características personales que favorecen especialmente la labor del Ingeniero de Sistemas con este perfil están: la capacidad de interpretación y adaptación al entorno empresarial o institucional en el cual deba desempeñarse; la creatividad para obtener e implantar soluciones, y la capacidad para absorber el cambio organizacional y tecnológico.
- e) El principal requisito profesional del Ingeniero de Sistemas es el grado como tal en una universidad, o su formación y experiencia equivalentes.

6.1.6 PRINCIPALES INTERACCIONES

Las principales interacciones del Ingeniero de Sistemas con este perfil ocurren con los usuarios del producto o servicio que suministra (Información, Sistema de Información o Proceso de Información), con los interesados en su trabajo (empresa, institución, o cualquier otra colectividad), con los miembros del equipo del cual forma parte, con las asociaciones profesionales afines, y con la industria informática.

Estas interacciones tenderán fundamentalmente a la determinación adecuada de los requerimientos, al suministro apropiado del producto o servicio convenido, y al cumplimiento de los parámetros acordados para la realización del trabajo de que se trate.

6.1.7 ENTORNO

El entorno dentro del cual actúa el Ingeniero de Sistemas con este perfil es de cambio permanente y acelerado en los elementos tecnológicos con los cuales trabaja, o los que utiliza como insumos para el producto o servicio que deba suministrar.

Caracteriza también el entorno de este Ingeniero de Sistemas, el cambio constante y vertiginoso de las empresas e instituciones interesadas en su trabajo y, por consiguiente, la variación permanente de los requerimientos con respecto a los productos y servicios esperados del Ingeniero de Sistemas.

De otra parte los cambios económicos, políticos y sociales a nivel nacional e internacional determinan un ambiente constantemente variable en el cual debe desenvolverse el Ingeniero de Sistemas.

6.1.8 OPORTUNIDADES

Cualquier aspecto del proceso sistemático y mecanizado de información ofrece una oportunidad para la labor del Ingeniero de Sistemas de este perfil.

En el caso del Ingeniero de Sistemas de Información pueden señalarse específicamente las oportunidades en los campos de la disponibilidad y manejo de información, de suministro y administración de Sistemas de Información, y de implantación y administración de Procesos de Información.

No es extraño, sin embargo, que el Ingeniero de Sistemas de Información, una vez adquirida la experiencia empresarial o institucional apropiada, tenga la oportunidad de desempeñarse en otras áreas organizacionales.

6.2 SEGUNDO PERFIL: “INGENIERO INFORMÁTICO”

Simplificando un poco se puede decir que, tradicionalmente, el Ingeniero de Sistemas recién graduado empezaba su vida laboral trabajando en el departamento de sistemas de alguna “empresa usuaria”. Luego de trabajar algún tiempo en esa primera empresa, pasaba al departamento de sistemas de una segunda empresa donde trabajaba durante otro tiempo, y así durante 3 ó 4 cambios. Al cabo de varios años, ocurría un cambio especial: el Ingeniero de Sistemas abandonaba el departamento de sistemas, y empezaba a trabajar en otras áreas de la empresa: mercadeo, finanzas, cargos directivos, ...

Recientemente, dos elementos importantes están determinando un cambio substancial en esta trayectoria laboral del Ingeniero de Sistemas:

- Las leyes de contratación laboral (Ley 100 y Ley 50), introducen la modalidad del salario integral, establecen los fondos de pensiones y cesantías, y eliminan la doble retroactividad de las cesantías, permitiendo así mucha mayor movilidad al empleador y al empleado.

- La tendencia clara hacia la reducción substancial de los grandes departamentos de sistemas al interior de las organizaciones, y hacia la contratación del desarrollo por el mecanismo de *outsourcing*.

Empieza entonces a perfilarse un nuevo ciclo laboral. El Ingeniero de Sistemas recién graduado ahora saldrá, en general, a trabajar en una compañía consultora de ingeniería de sistemas, donde hará parte de grupos de trabajo que realizan los contratos de la compañía consultora con compañías usuarias. Con el transcurso de los años, posiblemente cambiará algunas veces de compañía, pero siempre dentro del ramo de compañías consultoras en Ingeniería de Sistemas. Y finalmente, luego de varios años de experiencia, posiblemente termine creando, junto con algunos colegas, una nueva compañía consultora de ingeniería de sistemas.

6.2.1 TÍTULO SUGERIDO

“Ingeniero Informático”.

6.2.2 OBJETO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

Sistemas de Información o instrumentos informáticos instalados y funcionando donde los clientes.

6.2.3 SERVICIOS PRESTADOS

El Ingeniero Informático prestará los siguientes servicios a los clientes de la compañía consultora en donde trabaja:

- Desarrollo de software
- Desarrollo e instalación de Sistemas de Información
- Capacitación
- Soporte
- Asesoría
- Consultoría

6.2.4 PRINCIPALES LABORES QUE REALIZA

Como integrante de grupos de trabajo dentro de una compañía consultora, realizaría los siguientes trabajos:

- Planeación y diseño de la infraestructura tecnológica de una organización
- Análisis y diagnóstico de necesidades informáticas específicas
- Diseño de sistemas de información
- Programación
- Documentación de sistemas de información
- Entrenamiento y soporte a usuarios
- Coordinación y dirección de proyectos de desarrollo
- Venta de los servicios profesionales de la compañía.

6.2.5 REQUISITOS PARA EL DESEMPEÑO PROFESIONAL

Obviamente, los requisitos de este perfil son similares a los enunciados en el otro perfil (véase sección 6.1.5). Se destacan algunas características especialmente importantes para este perfil:

- **Productividad a “corto plazo”:** Las compañías consultoras son, en general, mucho más pequeñas que las grandes compañías usuarias. En consecuencia, no tienen la capacidad de afrontar largos períodos de entrenamiento o capacitación a sus nuevos ingenieros. Un Ingeniero de Sistemas debe entonces poder vincularse a un grupo de trabajo y ser productivo en corto tiempo.
- **Auto-actualización permanente:** Dado que este ingeniero trabajará fundamentalmente en desarrollo de nuevos sistemas de información, es particularmente importante que se mantenga actualizado en las nuevas tecnologías, herramientas y metodologías de desarrollo.
- **Movilidad de problemáticas:** Trabajando en una compañía consultora, los problemas por resolver cambian cada vez que cambia el cliente (en el ciclo tradicional, los problemas por resolver estaban todos enmarcados en el contexto de la empresa usuaria en la cual se trabajaba). Esta movilidad requiere una gran capacidad de comprensión, así como un arsenal más amplio de herramientas metodológicas.
- **Compromiso con la calidad:** La calidad es un requisito en el trabajo de cualquier profesional, pero aún más, en este perfil de Ingenieros Informáticos. Los defectos y problemas de un proyecto de software dilatan la duración de los mismos, e impiden que el cliente reciba el producto “a satisfacción”. Se ocasionan entonces demoras en los pagos, multas, y mala imagen en los clientes, lo cual puede ser muy grave para la rentabilidad, e inclusive para la supervivencia, de una compañía consultora. En contraste, es un hecho que cuando se es empleado de una compañía usuaria, aunque posiblemente se tengan presiones similares, los riesgos no son tan altos. En efecto, un departamento de sistemas de un banco no “quiebra” por el retraso de algunos meses en un proyecto importante; una compañía consultora si puede verse en grandes dificultades por el retraso significativo en un proyecto, puesto que en general se trata de contratos a costo fijo, con estrictas cláusulas de cumplimiento.

- **Capacidad de comunicación:** En el trabajo en una compañía consultora hay que interactuar y comunicarse efectivamente con diversos clientes, con varios niveles de la organización, con profesionales y personas de diversos oficios, etc. Esta comunicación puede ser escrita, oral, en presentaciones, en reuniones de negociación, sobre detalles técnicos específicos, sobre aspectos globales, etc. Es entonces imprescindible una excelente capacidad de comunicación oral y escrita en los dos sentidos (expresarse con claridad, y oír con entendimiento).

6.2.6 PRINCIPALES INTERACCIONES

Las principales interacciones del Ingeniero Informático son con:

- **Posibles clientes:** en este caso la comunicación es en modo “vender”, que requiere del ingeniero una adecuada mezcla de seguridad, amabilidad, convicción y persistencia.
- **Clientes en desarrollo:** para obtener o aclarar especificaciones, presentar resultados, presentar alternativas, etc.
- **Usuarios de un proyecto:** durante el proyecto será necesario interactuar con los usuarios para entrenamiento, reportes de errores, sugerencias de mejoras, etc.
- **Proveedores de tecnología:** para el buen desarrollo de los proyectos, un Ingeniero Informático debe mantenerse actualizado en las nuevas tecnologías disponibles. Para esto, debe interactuar con diversos proveedores de tecnología, no solo para establecer relaciones comerciales claras, sino también, para crear estrechos vínculos que faciliten la transferencia de información tecnológica, aunque obviamente, guardando el debido nivel de independencia y sentido crítico.
- **Jefes y directivos de la compañía consultora:** El empleador normal de un Ingeniero Informático es el director o gerente de la compañía consultora. La interacción será entonces en torno a reportes de trabajo realizado, fijación de metas, adopción de políticas o estándares de desarrollo, etc.
- **Colegas de proyecto:** Los proyectos son normalmente desarrollados en grupos de trabajo, y se requiere una alta interacción para afinar y coordinar todos los aspectos.

6.2.7 ENTORNO

Tal como se ha mencionado, el entorno natural del Ingeniero Informático esta integrado por:

- Clientes, quienes contratan los proyectos con la compañía consultora.
- Competencia, conformada por otras compañías consultoras.

- Proveedores de tecnología, quienes suministran herramientas, equipos, etc.
- Contexto interno, conformado por sus colegas y jefes en la compañía consultora.
- Contexto global, formado por las tendencias y cambios tecnológicos.

6.2.8 OPORTUNIDADES

Ser parte de una compañía consultora que compite por las oportunidades de contratos de desarrollo, requiere del Ingeniero Informático una sensibilidad fina a oportunidades las siguientes áreas:

- Nuevos clientes
- Nuevas líneas de negocios
- Nuevos contactos
- Nuevos nichos de mercado
- Alianzas con otras compañías de consultoría
- Crear su propia empresa consultora de ingeniería de sistemas.

al igual que a oportunidades en el área técnica:

- Nuevas herramientas de desarrollo
- Nuevas tecnologías disponibles
- Nuevas metodologías y enfoques.

6.3 INQUIETUDES Y COMENTARIOS

Las siguientes son inquietudes planteadas en los foros con respecto al perfil del Ingeniero de Sistemas, junto con algunos comentarios.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas debería ser tal que le permita desempeñarse apropiadamente en un entorno de acelerado cambio tecnológico, de rápido cambio empresarial e institucional, de competencia no sólo nacional sino internacional, y de analfabetismo de las empresas en cuestiones de Ingeniería de Sistemas”¹².

Es claro que estos son elementos importantes para determinar el perfil del Ingeniero de Sistemas, pero deben complementarse con otros, similares a los que sugiere este estudio, para darle la adecuada precisión al perfil, tales como el objeto de la actividad profesional, los servicios prestados, los requisitos, etc. En otras palabras, el entorno no es el único parámetro que determina el perfil.

¹²

Agrupación de diferentes inquietudes en el mismo sentido.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas es único”.

Las evidencias que encontraron los autores de este estudio no conducen a esta afirmación. Los dos perfiles identificados en este estudio son apenas unos de los varios que pueden identificarse y determinarse (por ejemplo, “Ingeniero de Sistemas Multimedia”).

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas no debe ser únicamente el del profesional de hoy”.

Como el perfil de cualquier otro ingeniero. Sin embargo, en el caso del Ingeniero de Sistemas, esta consideración es muy importante debido a los constantes cambios empresariales e institucionales, y al acelerado desarrollo de la tecnología informática con la cual está directamente relacionada la labor del Ingeniero de Sistemas.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas que están recibiendo actualmente las empresas e instituciones no corresponde a las necesidades de la organización”.

“Algunas universidades, y en general las empresas e instituciones, desconocen el perfil del Ingeniero de Sistemas”.

La satisfacción de la necesidad de establecer o de fortalecer, en los pocos casos en que ya exista, el vínculo de la academia con el sector productivo contribuirá, seguramente, a remediar las situaciones a las cuales se refieren las dos inquietudes inmediatamente anteriores. Aunque se acepta que la formación universitaria no debe estar solamente dirigida a satisfacer las necesidades actuales de las empresas e instituciones, sino que además debe proyectarse con una visión de futuro.

- “Los Ingenieros de Sistemas deben ser gente práctica capaz de afrontar cualquier reto empresarial o tecnológico y ser, también, autosuficiente en su trabajo”.

Parecen ser muy ambiciosos y generales estos componentes para el perfil del Ingeniero de Sistemas, además de que puede ser común a otros tipos de profesionales.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas, en general, es puramente técnico”.

Obviamente un ingeniero debe tener una muy buena formación técnica. Pero también es de general aceptación que asimismo debe poseer capacidades y habilidades gerenciales, empresariales y comunitarias.

- “El perfil del Ingeniero de sistemas debe incluir la capacidad de simular y optimizar procesos”.

Para el caso del ingeniero de otros tipo de sistemas, o para el Ingeniero de Sistemas miembro de grupos interdisciplinarios, puede ser cierto. Para el Ingeniero de Sistemas, cuyo objeto de actividad profesional es el proceso sistemático y mecanizado de información, la responsabilidad fundamental gira alrededor de los procesos de Información, aunque estos generalmente apoyen otros tipos de procesos empresariales o institucionales. La confusión de estos tipos de procesos puede obstaculizar el encaje apropiado del Ingeniero de Sistemas en la empresa o institución.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas debe ser tal que contemple la capacidad para suministrar apropiadamente servicios *outsourcing*”.

El *outsourcing* es un esquema de servicio cada día más utilizado. El perfil del Ingeniero Informático contempla en más detalle las habilidades relacionadas con este tipo de servicio¹³.

- “El perfil del Ingeniero de Sistemas debería contemplar capacidades, habilidades y características personales en los siguientes aspectos: aprendizaje continuo, evolución, creatividad, criterios para aplicar conocimientos, compromiso con el trabajo, análisis y síntesis, adaptación al cambio, modelaje, espíritu crítico y constructivo, solidaridad social, disciplina personal, expresión oral, trabajo en equipo, ética y calidades humanas, comunicación con los usuarios, innovación, rapidez en la respuesta a los problemas, logro de resultados, proactividad, liderazgo, actitud positiva”¹⁴.

Como se dijo en otra parte de este documento, estas capacidades, habilidades y características deberían ser comunes no sólo a los ingenieros sino a muchos profesionales. El proceso educativo debe promover la formación de este tipo de actitudes.

¹³ Véase sección 6.2

¹⁴ Agrupación de diferentes inquietudes en el mismo sentido.

7. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO DE SISTEMAS

Perfiles bien definidos de Ingeniero de Sistemas son una base importante para determinar el contenido y estructura de los planes de estudios, así como la planeación de las actividades extra-curriculares, para que el Ingeniero de Sistemas recién egresado esté en capacidad de iniciar apropiadamente su vida laboral. Sin embargo, llegar a definir curricula detallados es una labor en la que intervienen muchos otros factores: visión e ideología de la respectiva universidad, conformación del cuerpo profesoral, recursos disponibles, diferenciación de otras universidades, etc.

Este capítulo establece entonces unos lineamientos generales que sirvan de referencia a una definición curricular detallada por parte de una universidad. Llegar hasta el análisis y diseño detallado de un curriculum, establecer la proporción entre los diversos temas, describir la formación inicial en ciencias básicas, diseñar la dinámica educativa que inculcará y reforzará valores y actitudes, etc., está más allá del alcance fijado para este estudio.

7.1 INGENIERO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Para graduar al Ingeniero de Sistemas de Información, el curriculum debe contemplar un segmento en el cual se forme al futuro profesional como ingeniero; otro segmento de la carrera en el cual se le capacite en cuestiones de Información, de Sistemas de Información y en Procesos de Información; y, finalmente, un segmento en el cual se forme el futuro ingeniero en aspectos que combinen la parte ingenieril con las disciplinas correspondientes al proceso sistemático y mecanizado de la información y su aplicación a trabajos propios de la vida profesional.

A través de estos segmentos, por otra parte, deben distribuirse las asignaturas tendientes a la formación humanista, a la capacitación gerencial y empresarial, y al desarrollo de capacidades de comunicación e interacción.

Adicionalmente a las asignaturas básicas para la formación como ingeniero y a las correspondientes a la formación básica en informática, deberían incluirse en el plan de estudio las siguientes asignaturas:

- Probabilidad y estadística
- Interfaces hombre-máquina
- Diseño y administración de bases de datos
- Análisis y diseño de sistemas
- Procesos de información
- Teoría de la información
- Gerencia de proyectos de sistemas

El plan de estudios debería incluir, también, asignaturas en las áreas de: Organizaciones, Economía y finanzas, y Sistemas de información en las organizaciones.

Con carácter de electivas el curriculum debería contemplar asignaturas del tipo:

- Seguridad en sistemas computarizados
- Gerencia de servicios de información
- Eficiencia y evaluación
- Inteligencia artificial
- Diseño de sistemas distribuidos
- Diseño de sistemas en tiempo real.

7.2 INGENIERO INFORMÁTICO

Como es de esperarse, la formación del Ingeniero Informático comparte muchos elementos con la del Ingeniero de Sistemas de Información. Sin embargo, el ambiente de trabajo en compañías consultoras, así como la variabilidad del tipo de problemas que deberá enfrentar, sugieren algunos elementos importantes que deben tenerse en cuenta en su curriculum. La formación del Ingeniero Informático debería incluir formación rigurosa en las siguientes áreas:

Conocimiento científico/ingenieril aplicado:

- Probabilidad y Estadística
- Investigación Operacional
- Análisis Numérico
- Modelaje y especificación formal de sistemas
- Optimización
- Simulación.

Conocimiento administrativo y legal básico:

- Contabilidad
- Finanzas
- Legislación Laboral
- Legislación Tributaria
- Código de Comercio
- Legislación de propiedad intelectual y derechos de autor.

Formación en tecnologías de base:

- Sistemas operacionales
- Paradigmas y estructuras de los lenguajes de programación
- Redes de computadores
- Algorítmica y eficiencia
- Técnicas formales de especificación, diseño y programación.

Formación en tecnologías “de moda”¹⁵:

- Java™
- VisualBasic®
- Delphi®
- Oracle™ NCA
- ...

Otras habilidades y actitudes:

- Ética
- Ventas
- Negociación
- Comunicación oral y escrita
- Cumplimiento
- Trabajo en grupo
- Compromiso personal con la calidad
- ...

¹⁵

Sujeto a cambios frecuentes, según las veleidades del mercado.

7.3 INQUIETUDES Y COMENTARIOS

Las siguientes son inquietudes planteadas en los foros con respecto a la formación del Ingeniero de Sistemas, junto con algunos comentarios.

- “La mala calidad de la formación del Ingeniero de Sistemas es una consecuencia de la crisis de los modelos y estrategias educativas”.

Este es un mensaje importante y reafirmado en varias ocasiones, que llama la atención a las universidades sobre la necesidad de trabajar intensamente en la determinación e implantación de nuevas estrategias y políticas educativas.

- “Algunos estudios muestran que los estudiantes de ingeniería de sistemas han ganado la reputación de ser los peores en matemáticas, comparados con alumnos de otras carreras”.

Esta es una de las causas principales de las fallas estructurales en la formación del Ingeniero de Sistemas. Su solución requiere, tal como se mencionó en el punto anterior, el diseño e implantación de estrategias educativas más apropiadas.

- “La formación del Ingeniero de Sistemas debe incluir un núcleo y una especialización”.

Parece ser que la alternativa más apropiada sea una formación constituida por un componente nuclear, un componente complementario y una parte electiva como inicio de algún tipo de especialización. Queda así abierta al profesional la capacidad para adaptarse a nuevos quehaceres, o a profundizar en los ya conocidos si así lo desea.

- “Una universidad del país ya ofrece tres tipos de Ingeniería de Sistemas”.

Esto corrobora la existencia de diferentes perfiles de Ingeniero de Sistemas, y muy posiblemente sea la tendencia para los próximos años.

- “El curriculum de las universidades, en general, está desactualizado”.

El grado de actualización de un plan de estudios no depende, al menos fundamentalmente, de la novedad de las herramientas tecnológicas que se usen en sus laboratorios o prácticas. De todas maneras esta situación puede aliviarse o prevenirse a través de asignaturas de contenido variable acerca de las últimas tecnologías, al final de la carrera.

- “El país no ha explotado todas las oportunidades de integración de la academia con el sector productivo para propósito de formación profesional”.

Es de general aceptación los beneficios que traería el establecimiento y fortalecimiento de la integración planteada en la inquietud.

- “Debería existir una regulación oficial del curriculum de Ingeniería de Sistemas”.

Entidades como el ICFES y ACOFI ya están trabajando en el suministro de guías de tipo general para la estructuración y desarrollo del plan de estudios. Ésta parece ser una mejor alternativa que la regulación oficial.

- “La injerencia de los fabricantes de tecnología en la formación profesional del Ingeniero de Sistemas es mucho mayor que en otras carreras”.

Sin embargo se pueden tomar las acciones del caso para que, en vez de ser perjudicial la participación de las empresas comercializadoras, pueda aprovecharse su contribución, sin que sea determinante para la formación del Ingeniero de Sistemas.

- “Es notoria la falta de investigación en la formación del Ingeniero de Sistemas”.

Hay muchas oportunidades en este campo. El establecimiento e implantación de estrategias y políticas, lo mismo que la formulación y seguimiento de planes concretos en investigación, contribuirá seguramente a reducir este problema. Sin embargo, hay que tener en cuenta que dada nuestra limitación de recursos, hay que seleccionar adecuadamente las áreas de investigación.

- “La oferta de programas de postgrado no es suficiente”.

Tal vez el hecho de que la profesión de Ingeniero de Sistemas sea relativamente nueva ha contribuido a esta situación, pero es necesario incrementar las acciones remediales. Pero más importante que el número de programas de postgrado es la calidad de los mismos.

- “La formación técnica en algunas universidades es deficiente”.

Sin las razones y algunos detalles sobre esta afirmación cualquier comentario resulta infundado, aunque sería muy útil contar con un sistema de medición que permita evaluar objetivamente la calidad de la formación. En algunas universidades se está considerando que sus estudiantes terminales tomen pruebas estándar internacionales.

- “La universidad debe formar al futuro profesional conceptualmente y no en herramientas”.

Lo primero no excluye lo segundo aunque, sea más fundamental y exija más cuidado y esfuerzo.

- “Lo que debieran dar las universidades es una licencia para seguir aprendiendo”

Sin embargo, al menos en pregrado, la universidad debe preparar al profesional básicamente para desempeñar un oficio.

- “La intensidad de las ciencias básicas en el plan de estudios debe ser mayor”.

Un criterio podría ser la suficiencia para formar al profesional como ingeniero, y otro, que la intensidad sea mayor que la intensidad para el tecnólogo, para el técnico y para el operador. Sin embargo, las acciones remediales dependen mucho del establecimiento de criterios objetivos contra los cuales evaluarse.

- “El Ingeniero de Sistemas debe ser no sólo técnico, también debe ser humano”.

La formación humanista debe ser parte importante en el plan de estudios de cualquier carrera de ingeniería.

- “La formación gerencial y empresarial del Ingeniero de Sistemas es deficiente”.

Hay acuerdo general de las empresas e instituciones en este sentido, aunque algunas universidades ya están tomando las acciones del caso para remediar la situación. Las empresas e instituciones, sin embargo no deben aspirar a que las universidades les entreguen gerentes o empresarios, sea cual sea la profesión, que no requieran inducción y formación en la empresa y en el negocio particular al que ellas se dediquen.

- “La formación teórica del Ingeniero de Sistemas debe complementarse con casos a partir de la realidad y de las necesidades del país”.

Los requerimientos de los sectores empresariales e industriales lo mismo que los planes de desarrollo del país deben establecer las bases para configurar los casos a los que alude la inquietud.

- “La formación del Ingeniero de Sistemas no corresponde a las necesidades de las empresas e instituciones usuarias”.

La necesidad de disponer formalmente de perfiles que reflejen los requerimientos (y éstos las necesidades) de las empresas e instituciones no ha sido comprendida suficientemente. Tampoco existen, en general, los canales y las interacciones

apropiadas para que la academia y el sector productivo actúen coherentemente y cada cual asuma la parte de formación que le corresponde suministrar para que el país disponga de profesionales competentes.

- “Hasta dónde debe llegar el alcance de la formación universitaria del Ingeniero de Sistemas?”.

Un criterio conveniente puede ser el de que hasta que la universidad pueda certificar, por medio de un título académico, la capacidad del graduado de iniciar su labor profesional. Esta aptitud no necesariamente implica que el recién egresado llegue a una empresa o institución a realizar del mismo modo el trabajo de alguien que ya lleva varios años ejecutándolo o que tiene ya experiencia como empleado en la organización. Algunas organizaciones se lamentan, inútilmente, de que la universidad no entregue al graduado en condiciones de comenzar a satisfacer inmediatamente las necesidades de las organizaciones. No es difícil comprender que se necesita una formación adicional para el desempeño apropiado del profesional en la respectiva empresa, en el trabajo particular de ella y en el ambiente político, económico y de negocios en el cual actúa la entidad.

- “No es rara la deserción académica causada por el acceso de los estudiantes a cargos empresariales o institucionales siendo aún alumno de la universidad”.

No es esta la mejor contribución de las empresas o instituciones al país y a la formación del Ingeniero cuya temprana inmersión en el mercado laboral con insuficiente fundamentación teórica puede conducirlo al empirismo. Precisamente una de las contribuciones del sector productivo a la academia es la facilidad que puede brindar a los estudiantes para que sin descuidar, reducir o abandonar sus labores universitarias pueda tener algunas experiencias laborales aún siendo estudiante y preferiblemente acordes con su profesión.

- “Las tecnologías utilizadas en la formación del Ingeniero de Sistemas no son las más actualizadas”.

Es esta otra oportunidad del sector productivo para estrechar el vínculo con la academia ayudando a la universidad para que esta disponga de recursos de avanzada para la formación de los Ingenieros de Sistemas. Las condiciones establecidas actualmente por los fabricantes de tecnología para apoyar la labor docente puede ser, en general, más favorables para la universidad.

- “La formación del Ingeniero de Sistemas está determinada, significativamente, por la tecnología y no por las necesidades reales de los usuarios del proceso sistemático y mecanizado de la información”.

No puede negarse que la formación en tecnología es importante, sobretodo para el tecnólogo, pero para el Ingeniero, como responsable de suministrar la solución a los

requerimientos de proceso sistemático y mecanizado de información y de que esta solución encaje apropiadamente en la empresa o institución, la formación en estos aspectos es la determinante.

Sin embargo, las organizaciones, paradójicamente, fundan sus demandas de Ingenieros de Sistemas más en capacidades tecnológicas de los mismos que en las que mejor pueden solucionarle completamente sus requerimientos. No es rara la solicitud por un Ingeniero de Sistemas que tenga x años de experiencia en el producto y, versión z, solicitud que es completamente válida para un tecnólogo, para un técnico o para un operador, no para un Ingeniero de Sistemas.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

"No hemos logrado resolver todos nuestros problemas; las respuestas que hemos encontrado solo han servido para hacer brotar nuevos conjuntos de preguntas; estamos tan confundidos como siempre, pero ... creemos que estamos confundidos a un nivel más alto, y sobre cosas más importantes"

Conclusiones del
IV Simposio de Inteligencia Artificial
(1974)

8.1 CONCLUSIONES

La principal conclusión del estudio, globalmente, es la de que la cadena requerimientos de los usuarios de los servicios del Ingeniero de Sistemas – Papel del Ingeniero de Sistemas – Perfil del Ingeniero de Sistemas – Formación no está, en general, apropiadamente determinada, establecida y coordinada.

Por otra parte, puede concluirse también que existen aspectos significativamente desfavorables en los factores que inciden en el funcionamiento apropiado de ésta cadena, tales como los canales para la interacción de las diferentes partes involucradas y el entorno cultural.

En lo relacionado con los requerimientos:

- No existe suficiente claridad en los requerimientos que debe satisfacer el Ingeniero de Sistemas con su labor.
- El vínculo del sector productivo con la academia o no está establecido, o si está, falta formalizarlo convenientemente.

En lo que se refiere al papel del Ingeniero de Sistemas, las principales conclusiones son las siguientes:

- No existe la claridad suficiente, o por lo menos no hay acuerdo apropiado entre el Ingeniero de Sistemas y los usuarios de sus servicios, del papel del Ingeniero de Sistemas.
- El papel del Ingeniero de Sistemas no está suficientemente diferenciado del papel del tecnólogo, del técnico y del operador.
- El alcance de la responsabilidad del Ingeniero de Sistemas no está claramente determinado.

En lo relacionado con el perfil del Ingeniero de Sistemas:

- No están acordados y formalizados los parámetros con base en los cuales establecer claramente el perfil.
- Existen varios perfiles que pueden caracterizar al Ingeniero de Sistemas.
- El perfil del Ingeniero de Sistemas debe incluir capacidades gerenciales, empresariales y de participación comunitaria.
- Existe un conjunto de capacidades, habilidades, valores, actitudes y comportamientos deseables en el perfil del Ingeniero de Sistemas, pero que no son exclusivos de este profesional sino que, en general, deberían caracterizar a otros ingenieros y a otros profesionales.

En lo que tiene que ver con la formación del Ingeniero de Sistemas:

- A la formación del Ingeniero de Sistemas deben contribuir las empresas e instituciones, a través de una vinculación mas efectiva con la academia.
- La formación del Ingeniero de Sistemas debería basarse en papeles y perfiles claramente determinados y compartidos por los usuarios de sus servicios.
- La formación del Ingeniero de Sistemas debería estructurarse con base en: un núcleo de conocimientos y habilidades que le suministren una base sólida como ingeniero, le permitan adaptarse ágilmente al cambio y le faciliten evolucionar permanentemente; un complemento que le permita interactuar apropiadamente con su entorno y aplicar convenientemente sus conocimientos; y un componente de iniciación a una primera especialización que sea de su preferencia.

- El plan de estudios que sirva de base a la formación del Ingeniero de Sistemas debería estar permanentemente actualizado para responder apropiadamente a los requerimientos de los usuarios de sus servicios y a las características de su entorno laboral.
- La formación del Ingeniero de Sistemas debería incluir más componentes para familiarizar e iniciar al educando en la investigación.

8.2 RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones pueden resumirse así:

- Continuar con éste trabajo hasta obtener los resultados de la encuesta prevista inicialmente como parte del proyecto para validar, con diferentes usuarios, los resultados y conclusiones del presente estudio.
- Estructurar, con base en los resultados obtenidos en la encuesta, papeles y perfiles de diferentes Ingenieros de Sistemas conformándolos con parámetros similares a los que sugiere el presente estudio, es decir: objeto de la actividad profesional, servicios que presta, principales labores que realiza, responsabilidades, deberes, principales interacciones, requisitos específicos para el desempeño profesional, oportunidades y título sugerido.
- Revisar y ajustar, con base en los perfiles conformados, los planes de estudio correspondientes, a fin de asegurar coherencia entre los mismos.
- Determinar y establecer formalmente canales de interacción para que la cadena Requerimientos de los usuarios de los servicios del Ingeniero de Sistemas – Papel del Ingeniero de Sistemas – Formación esté apropiadamente determinada, establecida y coordinada.
- Establecer y formalizar vínculos mas claros y efectivos del sector productivo con la academia.

9.GLOSARIO SOBRE SISTEMAS Y PROCESOS DE INFORMACIÓN

ACCIONES DEL PROCESO:

Operaciones llevadas a cabo sobre los datos, por ejemplo, leer, registrar, computar y sobre la información misma, por ejemplo registrar, mover, enviar.

COMPONENTES DE TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA:

Medios físicos de comunicación a distancia entre los componentes del Sistema.

Ejemplo: Líneas de Comunicación, Satélites, Enrutadores, Canales de Comunicaciones, Unidades de Control de Comunicaciones.

DATOS:

Representaciones formales adecuadas para ser interpretadas o procesadas. Por ejemplo caracteres, sonido, etc.

DATOS MAESTROS:

Datos que permanecen constantes para las transacciones que procesa el Sistema y que junto con los datos contenidos en ellas, se utilizan para obtener la información que debe resultar en el Proceso de Información.

Ejemplo: El Código de un producto, el nombre del producto.

DOCUMENTACION DEL SISTEMA:

Registro escrito de información apropiada para Usar, Operar, Administrar y Mantener el Sistema.

Ejemplo: Manual del Usuario, Manual de Operación, Manual de Administración, Manual de Mantenimiento.

HARDWARE:

Componentes físicos del sistema, generalmente máquinas o dispositivos.

Ejemplo: CPU (Control Processing Unit), Unidades de Disco, Unidades de Cinta.

INFORMACION:

Conjunto de símbolos convencionales (caracteres, imágenes sonidos) apropiadamente estructurados que transmiten inmediatamente un conocimiento que tiene algún valor o que puede ser utilizado para realizar una acción o para tomar una decisión.

LOCAL E INSTALACIONES:

Facilidades locativas y de suministro de servicios (eléctricos, de aire acondicionado, hidráulicos) que usarán los demás componente del Sistema.

Ejemplo: Local donde se instalará el Hardware, instalaciones eléctricas, de aire acondicionado, etc.

MEDICIONES:

Observaciones y registro de lo que muestra la realidad para compararlos con los parámetros convenidos para el proceso y poder tomar las acciones pertinentes. Por ejemplo, tiempo y costo invertidos, para compararlos contra el tiempo y costo estimados.

MUEBLES DEL SISTEMA:

Enseres y accesorios utilizados por los demás componentes del Sistema.

Ejemplo: Mesas para computador, Sillas para operadores, bibliotecas para manuales, muebles para terminales, etc.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA EL PROCESO:

Normas: guías de actuación de la organización para los involucrados en el proceso (credos, políticas, prácticas).

Especificaciones: Condiciones para la realización del Proceso. Por ejemplo: Responsable del proceso, tiempo para su realización, recursos disponibles etc.

PERSONAS CAPACITADAS DEL SISTEMA:

Personas con el conocimiento, habilidades y experiencias apropiadas para manejar el sistema o para interactuar con los demás componentes del Sistema.

Ejemplo: Operadores, Administrador de la Base de Datos, Verificadores de Calidad, etc.

PROCEDIMIENTOS DEL SISTEMA:

Estructura de acciones o pasos para realizar un trabajo.

Ejemplo: Procedimientos para uso de Hardware, Procedimientos para uso de Programas, etc.

PROCESO “BATCH”:

Los datos que deben procesarse se acumulan durante un periodo al final del cual se procesa el lote o grupo.

PROCESO CENTRALIZADO:

Los datos de varias localidades geográficas se procesan en una sola localidad.

PROCESO DISTRIBUIDO:

Algunos de los Procesos de Información o todos se llevan a cabo en sitios diferentes
Los diferentes sitios en los cuales se procesan datos, están interconectados por medios de telecomunicación.

PROCESO “ON LINE”:

Los datos se recogen directamente en la fuente
Las unidades de entrada de datos y de salida de información están permanente y directamente conectados a la Unidad Central de Proceso.

PROCESO “REAL TIME”:

Los datos se procesan en la fuente, tan pronto se producen.
La información obtenida en el proceso de usa, tan pronto se produce, para tomar alguna acción sobre el proceso u operación relacionados.

PROCESO “TIME SHARING”:

La interacción de un usuario con su sistema de información se realiza concurrentemente (compartiendo tiempo para procesar y eventualmente otros recursos) con la interacción de otros usuarios con sus respectivos sistemas de información.

SISTEMA DE INFORMACION:

Conjunto de Elementos que interactúan para servir de recurso en el Proceso de Información.
Ver Figura N. 1 y Figura N. 2.

SOFTWARE (SW):

Conjunto de programas utilizables en un Computador, junto con la documentación y procedimientos para su Uso, Operación, Administración y Mantenimiento. Pueden distinguirse las siguientes tipos: Software Básico, Software de Enlace y Software de Aplicación.

SOFTWARE BASICO:

Conjunto de programas para control del sistema, para soporte de entrada/salida física de datos y programas de servicio para Administración del Sistema.

Ejemplo: Sistemas Operacionales: DOS, UNIX, OS2, XENIX, WINDOWS, etc.

SOFTWARE DE ENLACE (O DE INTERFAZ):

Conjunto de programas que sirven de intermediarios entre el Software de Aplicación y el Software Básico para facilitar la programación y realización de funciones del Sistema.

Ejemplo: Compilador C, Informix, Oracle, Sybase, Herramientas Generadoras de Código.

SOFTWARE DE APLICACION:

Conjunto de programas con funciones específicas para procesar la información requeridas por el Usuario Final.

Ejemplo: Programas de Contabilidad, Programas de Inventarios, Procesadores de Palabras, Hojas Electrónicas.

