

u n o

La formación del Ingeniero de Sistemas: más que tecnologías y contenidos

Francisco Rueda F.

La problemática: Falta de interés en la carrera

Un síntoma preocupante de la época actual es el poco interés que la Ingeniería de Sistemas, y en general las ingenierías despiertan entre los estudiantes de colegio, el cual es un fenómeno generalizado en varios países. Por ejemplo, en Estados Unidos, "menos del 6% de los estudiantes de bachillerato está interesado en estudiar Ingeniería, 36% menos que hace una década" [1], lo cual es paradójico, si se tiene en cuenta que en ese país, "científicos e ingenieros conforman menos del 5% de la población, pero generan hasta un 50% del PIB" [1].

Pero parece que este es un fenómeno cultural, pues en otros países como la China o la India el interés por estas disciplinas sigue vigente. Por esto se estima que "de continuar las

tendencias actuales, 90% de los científicos e ingenieros del mundo vivirán en Asia para el año 2010" [1].

Un aspecto que puede conducir a lo anterior es que "casi todos los principales ministros del gobierno de China tienen títulos universitarios en ciencias....algo muy distinto a un gobierno formado por abogados" [1]. Infortunadamente, en Colombia nuestros referentes y patrones de comportamiento, al menos en algunos sectores de población, son más los de los países occidentales que los de los asiáticos.

Con respecto a la Ingeniería de Sistemas ocurre un fenómeno similar, ampliamente documentado (por ejemplo en [2], [6]). Nuestro país no es la excepción. Si bien en ciertos

sectores de población la carrera de Ingeniería de Sistemas sigue siendo atractiva, en otros el interés ha venido declinando significativamente.

En un estudio realizado por el Centro Nacional de Consultoría para la Universidad de Los Andes se vio que mientras en los estratos bajos un porcentaje alto de los estudiantes tenía preferencia por la Ingeniería de Sistemas, en los altos esta disminuía significativamente.

Convendría detenerse a analizar más profundamente el por qué de esta cifra, y a tratar de entender mejor esta tendencia, pero al no ser este el tema central de este artículo preferimos contentarnos con lanzar una hipótesis: la imagen que se proyecta de la carrera es poco atractiva y mientras los abogados y los economistas reciben una gran exposición en los medios de comunicación (y por supuesto las modelos y los deportistas también), los ingenieros de sistemas brillan por su ausencia, y cuando aparecen es con una imagen totalmente distorsionada y desempeñando un papel de tercer nivel, lo cual conduce a que los estudiantes piensen que esta profesión no es atractiva ni ofrece posibilidades de desarrollarse. Nada más alejado de la realidad.

Habría que preguntarse, para comenzar, qué porcentaje del PIB lo gene-

ran los profesionales de esas disciplinas y qué porcentaje los ingenieros de sistemas. Pero en todo caso, es muy posible que el fenómeno de la baja demanda se deba a la visión limitada, orientada exclusivamente a lo técnico, que se ha dado a la carrera.

La Ingeniería de Sistemas no es sólo virtuosismo tecnológico

Si seguimos las recomendaciones de quienes han trabajado la problemática de gobernabilidad de tecnologías de información (TI) [3], tema central de esta revista y del XXVI Salón de Informática, también debemos hacer algunas reflexiones con respecto a la profesión y a la formación del ingeniero de sistemas.

Algunas cifras pueden servir para ilustrar el por qué del interés en el tema [3]: en un estudio del Gartner Group publicado en 2002 se estima que el 20% de los gastos en TI se pierden, y según una encuesta efectuada por IBM en 2004 entre directores de sistemas de las 1000 compañías más grandes según la revista Fortune, el 40% de las inversiones en TI no aportan valor a sus organizaciones, mientras según otro estudio publicado en 2004 por el grupo Internacional Standish, sólo el 29% de los proyectos de TI son exitosos (y el resto, o fallan definitivamente, o son cuestionados).

Según [3] "una lección clave que debe ser aprendida de las experiencias anteriores y de muchas otras es que en las inversiones en TI no se trata de implementar soluciones sino de implementar cambio basado en tecnologías de información" y que "el valor se genera en las empresas por lo que las organizaciones hacen con la tecnología más que por la tecnología misma".

Las anteriores cifras sirven para motivar el estudio de los temas de Gobernabilidad de TI y serán motivo de reflexión en el Salón de Informática y en otros artículos de esta revista, pero para lo que nos ocupa en este artículo nos lleva a reflexionar sobre la formación del ingeniero de sistemas y las formas más adecuadas de enfocar la carrera y la profesión.

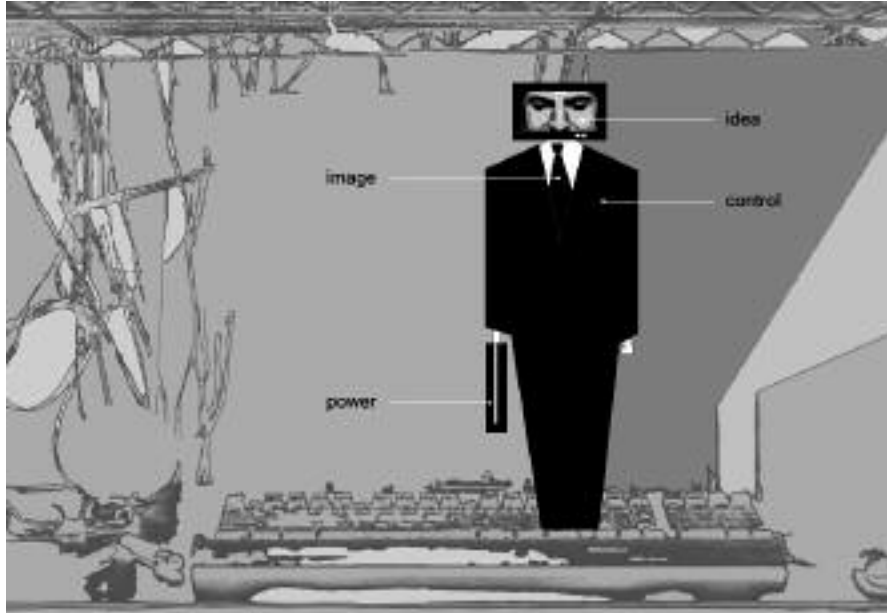
Lo que preocupa en este caso es la falta de interés del ingeniero de sistemas en el impacto que su labor tiene en la empresa y en general en los aspectos organizacionales, la cual conduce a que muchas veces los proyectos fallen o tengan serias dificultades. Quien haya trabajado en un proyecto grande de TI sabe de la importancia que tienen estos aspectos en los proyectos. Por eso se dice que lo fundamental en este tipo de proyectos reside en los procesos, las personas y la tecnología, pero muy pocas veces el ingeniero de sistemas piensa en los dos primeros, lo cual suele ocurrir también en el caso de

los ingenieros de todas las áreas, que a veces tienden a pensar que su trabajo termina cuando diseñan y construyen su artefacto tecnológico.

Pero además, las cifras presentadas más arriba, que muestran lo que han encontrado quienes han trabajado en Gobernabilidad de TI, ilustran que a veces en los proyectos se olvida lo más importante, que estos contribuyan a agregar valor a la empresa.

No es muy arriesgada la afirmación de que parte del problema reside en la actitud del ingeniero de sistemas, quien con frecuencia es el gestor y/o administrador de esos proyectos, pero poco se preocupa de que estos generen valor para la empresa. Es como si el médico se preocupara únicamente de las drogas que formula y no pensara en la salud y evolución general del paciente. Por eso ha surgido la inquietud de que en la formación del ingeniero de sistemas haya elementos que contribuyan a desarrollar habilidades y competencias con respecto a este aspecto.

Pero hay algo más con respecto al tema anterior. Al enfocar la carrera únicamente en los aspectos técnicos le estamos quitando mucho atractivo y estamos reduciendo significativamente el potencial de acción del ingeniero de sistemas. Es como si le dijéramos al médico que se reduzca a formular drogas pero que el diagnóstico y evaluación de los pacientes



no es competencia suya. Quizás tengan razón los estudiantes de colegio que piensan que profesiones como la Administración de Empresas o la Ingeniería Industrial les dan más posibilidades de desarrollarse, y mientras sigamos pensando que la Ingeniería de Sistemas tiene que ver únicamente con diseñar artefactos tecnológicos, es muy posible que sigan teniéndola.

Por lo anterior es que Peter Denning [2] ha propuesto que se le dé un enfoque distinto a la carrera tratando de darle importancia a cómo generar soluciones creativas basadas en TI y no únicamente a los aspectos que tienen que ver con la tecnología misma. Si nos tomáramos en serio esta propuesta deberíamos buscar la manera de desarrollar en el estudiante habili-

dades y actitudes a las que hoy en día les damos poca importancia.

A veces se piensa que los proyectos de sistemas son difíciles, desgastadores y que implican siempre trabajar más de la cuenta. Puede haber algo de verdad en esto, pero a medida que vayan madurando las estrategias para administrar proyectos informáticos y las metodologías para desarrollo de software podemos esperar que estos inconvenientes se vayan disminuyendo. Y convendría tener una imagen más estimulante de la carrera en donde concebimos al ingeniero de sistemas como un creador de soluciones novedosas a los problemas de las empresas y de la sociedad, y como un empresario que sabe aprovechar las potencialidades de la TI para generar nuevas formas

de hacer las cosas, y no tanto como un constructor de artefactos tecnológicos.

Pero la formación debe ir aún más lejos. En un interesante documento crítico sobre los problemas de los ingenieros en el desempeño profesional [5] se dice que "la ingeniería parece estar en un punto de quiebre. Está evolucionando de ser una ocupación que proporciona a los empleadores y clientes asesoría técnica competente a una profesión que sirve a la comunidad de una manera socialmente responsable". Por esta razón "para ser un buen ingeniero hoy en día la virtuosidad técnica es a menudo necesaria, pero nunca suficiente". Y a continuación se hace un diagnóstico preocupante:

"En el mundo de los negocios, el ingeniero es a menudo visto como alguien que se preocupa de los aspectos técnicos y de ninguno otro, poco inclinado o incapaz de apreciar los imperativos contextuales o de contribuir efectivamente en las decisiones políticas o de negocios. Este ha sido posiblemente el principal factor que ha conducido a la *desingenierización* del sector público y a la visión de que los desarrollos tecnológicos son un *commodity* que se compra cuando se necesita y no una capacidad estratégica crítica que requiere una inversión y desarrollo de largo plazo, o una parte integral del proceso decisorio".

El perfil del ingeniero también es cuestionado: "encuestas de los 60s y los 70s encontraron que los ingenieros tienen un muy limitado rango de intereses y detestan la ambigüedad, la incertidumbre y la controversia, y prefieren que las cosas estén ordenadas y sean precisas, además, es poco probable que cuestionen la autoridad. En particular, no están orientados a la gente y no están interesados en las humanidades o las ciencias sociales.... lo cual trae consecuencias importantes para la sociedad que ve como su tecnología es desarrollada y moldeada por personas que no tienen imaginación y creatividad y que prefieren no saber mucho del mundo más amplio de la gente y sus consecuencias". Pero esto es un inconveniente si tenemos en cuenta que "el diseño es un proceso social que implica la interacción entre el equipo de diseño, el cliente y otros".

En el artículo se menciona cómo, para tratar de darle status a la carrera, los ingenieros han buscado el apoyo de las ciencias y se definen a sí mismos como científicos aplicados. Pero según el autor, "en los cursos científicos los estudiantes aprenden que hay sólo una respuesta correcta a los problemas que se les plantean. Si las cosas son ambiguas entonces el profesor está cometiendo un error. Pero en la vida real rara vez hay una única solución o una sola manera de enfrentar los problemas". Y agrega, "el verdadero problema de

la educación en Ingeniería es la aceptación implícita de la noción que los cursos analíticos tienen más estatus y son superiores a aquellos en los que el estudiante desarrolla una sensibilidad intuitiva de la complejidad incalculable de la práctica de la Ingeniería en el mundo real".

Según el autor, es muy importante también tener en cuenta que en los proyectos de desarrollo tecnológico hay factores económicos, políticos, culturales y cognitivos, que no son encontrados en las ciencias.

Las afirmaciones anteriores no quieren decir que todos los ingenieros, ni para el caso que nos ocupa, los ingenieros de sistemas, sean así, pero sí reflejan muy bien la imagen que se tiene de ellos y las críticas más generalizadas que hacen los empresarios a la formación de los egresados, y deberían por lo tanto ser tenidas en cuenta al diseñar un currículo.

Para esto el autor afirma que se "necesita una nueva aproximación educativa para satisfacer estos requerimientos cambiantes. Se requiere una aproximación amplia, más general, que ayude a los estudiantes a entender, no sólo los principios básicos de la Ingeniería, sino que les dé la habilidad de adquirir más conocimiento especializado en la medida en que sea necesario. Pero además de eso, hay también la necesidad de proporcionarle a los ingenieros jóvenes un entendimiento del

contexto social en el cual trabajan y habilidades de análisis crítico y juicio ético y la capacidad de evaluar las consecuencias de largo plazo de su trabajo".

¿Y el futuro?

Si estamos hablando de formación es muy importante que pensemos en el futuro y en la forma en que intuimos que se va a desarrollar nuestra profesión en él. Algunos son pesimistas con respecto a la Ingeniería de Sistemas y piensan que tenderá a desaparecer o a perder importancia. Pero si tomamos como referencia la situación actual (la gran demanda laboral, la importancia del sector en la economía, la ubicuidad de la TI y las demandas que esto genera en la profesión, y la importancia del área en la modernización de las empresas) es muy difícil estar de acuerdo con esta hipótesis.

Recientemente, la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos publicó un informe, producto de un juicioso trabajo realizado por un grupo de académicos y empresarios, sobre su visión del ingeniero en el año 2020 [4], que buscaba identificar los contextos globales, sociales y profesionales de la práctica de la Ingeniería en ese años y las implicaciones que ellos tendrán en la formación de los ingenieros.

La visión del futuro estuvo guiada por la definición de una serie de

escenarios posibles que ayudaron a conducir el proceso de reflexión. Se plantearon cuatro posibles escenarios: la próxima revolución científica en donde el cambio será impulsado por los desarrollos en la tecnología; la revolución de la biotecnología en donde se prevé el impacto que podría llegar a tener esta área específica de la ciencia y la tecnología, pero teniendo en cuenta qué razones políticas y sociales podrían intervenir en su uso; el mundo natural en donde se supone que los eventos más allá de las manos del hombre, como los desastres naturales, van a ser unos determinantes importantes en el futuro; y, la globalización en donde se establece que esta, con sus conflictos concomitantes como los sociopolíticos o fenómenos como el "outsourcing" o el "offshoring" van a moldear los cambios futuros.

Es muy difícil en un espacio tan reducido dar cuenta de las muy interesantes reflexiones que se plantean en el estudio, pero trataremos de mencionar algunas de ellas.

Un primer aspecto para resaltar es que las tecnologías que se considera van a tener un desarrollo importante en el futuro son la biotecnología, la nanotecnología; la ciencia de los materiales y la fotónica; las TICs; y, las relacionadas con la logística. Además, se destaca una característi-

ca importante del mundo moderno, la explosión de información.

Se reitera entonces, una vez más, el importante papel que pueden tener las TICs en el futuro, y por consiguiente la Ingeniería de Sistemas. Pero no sólo eso, sino que podemos también suponer que tecnologías como la biotecnología o la nanotecnología se van a nutrir en gran parte de los desarrollos de las TICs.

También se plantean algunos desafíos que van a tener que enfrentarse con tecnología: la infraestructura de los ambientes urbanos, la infraestructura de comunicaciones e información, el medio ambiente y el apoyo a las personas de edad.

Se dice también que los proyectos de ingeniería serán mucho más complejos e involucrarán a personas de diferentes disciplinas; que habrá una tendencia a la personalización; que será necesario que el ingeniero participe más activamente en las políticas públicas; y, que haya un entendimiento público del papel de la Ingeniería. Además, que el paso de la innovación tecnológica continuará siendo muy rápido (y posiblemente se acelerará); que el mundo en el que la tecnología será usada estará cada vez más interconectado; que la población de individuos que estarán involucrados o afectados por la tecnología (diseñadores, fabricantes, distribuidores y usuarios) será cada vez más diversa y multidisciplinaria;

que las fuerzas sociales, culturales, políticas y económicas continuarán moldeando y afectando el éxito de la innovación tecnológica; y, que la presencia de la tecnología en nuestras vidas será continua, transparente y más importante que nunca.

Si tomamos como base el contexto socioeconómico y las características del mundo en el año 2020 que se presentan en los anteriores párrafos, podríamos sacar muchas conclusiones en muy variados frentes. Los autores sacan las siguientes con respecto a los atributos deseables del ingeniero: fuertes habilidades analíticas; habilidad de planear; combinar y adaptar; creatividad; capacidad de comunicación; capacidad de entender asuntos de negocios y de administración; liderazgo; altos estándares éticos; profesionalismo; dinamismo; agilidad; y, flexibilidad y capacidad de autoaprendizaje.

Algunas propuestas de solución

Tomando como base las reflexiones dadas en la sección anterior podemos intentar dar una primera respuesta a cuáles son las características que debe tener un ingeniero de sistemas en el mundo actual y cómo debe ser un currículo apropiado para formar personas que una vez en el medio laboral sean capaces de entender y llevar a la organización una visión adecuada y unas prácticas exitosas de gobernabilidad de TI, enten-

diendo que esta: "...consiste en el liderazgo, las estructuras de la organización y los procesos para asegurar que la TI mantenga y amplíe los objetivos de la empresa" [11].

Esto no quiere decir que se afirme que el único perfil posible para un ingeniero de sistemas sea el de gobernabilidad de TI. Lo que se quiere es presentar algunas ideas sobre la formación básica del ingeniero de sistemas y hacer unas propuestas básicas sobre lo que se debe hacer para formar profesionales que trabajen en este tema.

Pero, por supuesto, que hay otros perfiles, y aunque estos tienen muchas cosas en común con el aquí planteado, también tienen una especificidad que no será tratada en este artículo.

Una primera propuesta es que al pensar y planear la formación del ingeniero de sistemas no nos reduzcamos a pensar en los temas o conceptos que deben conocer, sino que



tengamos en cuenta más bien las competencias que se requieren para desempeñarse en esta área, y en cómo desarrollarlas. Hay que tener presente que algunas de ellas se adquieren en la práctica y que el currículo se debe limitar a dar las bases para que ellas puedan desarrollarse adecuadamente.

Como una primera aproximación podemos basarnos, por ejemplo, en las que propone el sistema de acreditación ABET para los ingenieros [9]:

- Capacidad de aplicar conocimientos de Matemáticas, Ciencias e Ingeniería.
- Capacidad de diseñar y conducir experimentos, así como de analizar e interpretar datos.
- Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso, para satisfacer unas necesidades determinadas.
- Capacidad de trabajar en grupos interdisciplinarios.
- Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería (de Sistemas).
- Entendimiento de las responsabilidades profesionales y éticas.
- Capacidad de comunicarse efectivamente.
- Una educación amplia que permita entender el impacto de una solución de Ingeniería (de Sistemas) en un contexto social y global.
- El reconocimiento de la necesidad y la habilidad de comprometerse a un aprendizaje permanente.

- Conocimiento de las problemáticas del mundo actual.
- Capacidad de usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de Ingeniería necesarias para la práctica de la Ingeniería (de Sistemas).

Es evidente que dentro de la propuesta de ABET se tienen en cuenta muchas de las inquietudes planteadas en la sección anterior. Quizás habría que agregar la capacidad de liderazgo en la aplicación de la tecnología y la creatividad y capacidad de innovación [5].

Dentro de las competencias se puede ver que las hay de dos tipos: las que son comunes a todos los ingenieros (y en algunos casos a todos los profesionales) y las que son específicas a la carrera. Al hacer el diseño de un currículo de la forma tradicional, teniendo en cuenta únicamente los contenidos, se tiende a minimizar la importancia de las primeras.

Y surge otra inquietud: al analizar la lista de competencias se ve que la mayoría tienen que ver con la formación básica de la persona en el mundo actual y no únicamente con aspectos profesionales. Esto permite entender el papel tan importante que tiene la formación básica en la formación profesional y puede poner a reflexionar a los que se preocupan tanto por identificar cuáles son los contenidos del currículo, dejando de

lado lo que se busca del egresado o a los que se preocupan excesivamente por el número de créditos o la duración del programa (¿será que alguien ha hecho un estudio serio que permita afirmar que para desarrollar las competencias mencionadas se requiere un determinado número de años o créditos?).

Con respecto a las competencias específicas requeridas por un ingeniero de sistemas capaz de entender y llevar a la organización una visión adecuada y unas prácticas exitosas de gobernabilidad de TI, podemos resumirlas en la siguiente frase:

"...debe ser un profesional capaz de planear, diseñar, implantar y administrar soluciones de infraestructura de hardware, software, comunicaciones y seguridad informática, dentro de un marco que permita encontrar soluciones viables para las organizaciones dentro de sus necesidades reales, aportándoles una ventaja competitiva" [10]

Para lo anterior, además de las competencias genéricas de cualquier profesional mencionadas más arriba, se requieren las siguientes competencias específicas [10]:

- Capacidad de participar en el proceso de planeación de la arquitectura adecuada de una infraestructura de tecnología.
- Capacidad de evaluar el impacto de

la introducción e implementación de una tecnología en el contexto empresarial.

- Capacidad de evaluar la adecuación de la especificación de requerimientos técnicos de una solución.
- Capacidad de calcular el retorno financiero de inversiones tecnológicas.
- Capacidad de diseñar y construir soluciones de tecnología informática.
- Capacidad de anticipar, detectar, diagnosticar y corregir problemas con soluciones tecnológicas.
- Capacidad de evaluar e inspeccionar desarrollos basados en tecnología informática.
- Capacidad de innovar en TI alineado con los intereses del negocio.
- Capacidad de administrar proyectos informáticos.
- Capacidad de administrar la operación de una infraestructura tecnológica.
- Capacidad de integrar los aspectos pertinentes de derechos de autor y propiedad intelectual a las soluciones TICs.
- Capacidad de comprender, entender y ejecutar un plan estratégico en TICs.

A partir de la lista de competencias habría que entrar a definir cuáles de ellas pueden o deben ser desarrolladas en la carrera y en qué nivel, pues hay que reconocer que algunas de ellas se desarrollan parcial o totalmente en la práctica.

Una vez definidas las competencias se requiere identificar cuáles son los mecanismos idóneos para desarrollarlas, y para evaluar si efectivamente se han desarrollado. Al tratar de hacerlo se encuentra que lo más importante tiene que ver con los aspectos pedagógicos. Por eso, la calidad de la formación que da una institución a sus estudiantes depende en gran medida de qué tan en serio se toman estos y no tanto de la lista de contenidos del pènsum.

Está fuera del alcance de este artículo mostrar cómo se puede, a partir de una lista de competencias, identificar las actividades que deben efectuarse para desarrollarlas o evaluarlas. En [9] pueden encontrarse algunas ideas al respecto.

Dentro de los 5 enfoques de la carrera planteados por ACM [7] (tecnologías de información, sistemas de información para temas de informática organizacional, construcción de software, ingeniería de computadores para temas relacionados con hardware y ciencias de la computación o fundamentos matemáticos de la computación) los más relacionados con los temas de gobernabilidad de TI son los dos primeros. Para quienes estén interesados en la forma más tradicional de enfocar el currículo como un conjunto de temas a tratar, una buena referencia es la propuesta de ACM para el desarrollo de esos perfiles (Tecnología de

información [8] y Sistemas de información [12]).

Conclusiones

En este artículo se plantea la necesidad de crear una nueva visión más interesante de la carrera de Ingeniería de Sistemas, en donde el profesional tenga un campo de acción mayor y unas mayores perspectivas de desarrollo profesional.

Además se presentan los elementos más importantes que se deben tener en cuenta al diseñar un currículo para profesionales que se van a desempeñar en actividades laborales relacionados con gobernabilidad de TI. Hay dos aspectos que valdría la pena resaltar al respecto: la necesidad de que dentro de la formación se tengan en cuenta aspectos adicionales a los técnicos, los cuales permiten que el egresado juegue un papel más importante dentro de la empresa, sea más eficaz en su trabajo y pueda tener una perspectiva laboral mucho más atractiva; y, la conveniencia de que al desarrollar el currículo se tengan en cuenta las competencias que se desea desarrollar en los estudiantes y no sólo los contenidos.

Referencias

- [1] *Fuga de Cerebros, Selecciones*, febrero de 2006.
- [2] *Denning P., McGettrick A., Recentering computer science, Communications ACM*, noviembre de

2005/ Vol. 48, No. 11.

[3] *The IT Governance Institute, Enterprise value: governance of it investments The value IT framework, 2006. Disponible en <http://www.isaca.org/Template.cfm?Section=Home&CONTENTID=25060&TEMPLATE=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm>, consultado: 12-08-2006, consultado: 12-08-2006.*

[4] *National Academy of Engineering, The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century, 2004.*

[5] *Sharon Beder, Beyond Technicalities: Expanding Engineering Thinking, Journal of Professional Issues in Engineering, 125(1), January 1999, pp. 12-18. Disponible en <http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog=normal&id=JPEPE3000125000001000012000001&idtype=cvips&gifs=yes>, consultado: 12-08-2006.*

[6] *M. Klawe, and B. Shneiderman, Crisis and Opportunity in Computer Science, Communications ACM, November 2005/Vol. 48, No. 11.*

[7] *ACM, Computing Curricula: 2005 Overview Report. Disponible en <http://www.acm.org/education/curricula.html#CC2005>, consultado: 19-08-2006.*

[8] *ACM, Computing Curricula, Information Technology Volume, octubre de 2005. Disponible en <http://www.acm.org/education/curricula.html#CC2005>, consultado: 19-08-2006.*

[9] *R. M. Felder, R. Brent, Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria, Journal of Engineering Education, 92 (1), 7-25 (2003)*

[10] *Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad de Los Andes, Borrador de documento de trabajo sobre la reforma curricular, 2005.*

[11] *IT Governance Institute, Reunión informativa del Consejo sobre la Gobernabilidad de TI, octubre de 2003. Disponible en <http://www.isaca.org/Template.cfm?Section=Downloads10&Template=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=63&ContentID=13742> (Board briefing on IT governance.), consultado: 19-08-2006.*

[12] *ACM, IS 2002 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. Disponible en: <http://www.acm.org/education/curricula.html#IS2002>, consultado: 19-08-2006.*

Francisco Rueda F. Ingeniero de Sistemas y Computación, Universidad de Los Andes. DEA Informatica Universidad de Grenoble. Profesor titular, Universidad de Los Andes. Director Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad de Los Andes.