



APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR SWEBOK AL DISEÑO CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Swebok standard application to the systems engineering curriculum design

Diego Alejandro Guerrero Peña*
Karen Lemmel Vélez**

Resumen: este artículo propone la identificación de las competencias académicas para un programa de Ingeniería de Sistemas. La definición de la malla curricular es importante para responder a las necesidades de formación de los futuros profesionales, de manera que adquieran las competencias profesionales que el entorno social, empresarial e industrial está requiriendo. Acorde al propósito, se pretende plantear el perfil profesional y la pertinencia social, a partir de las necesidades del entorno globalizado, para ello se analizan estándares internacionales para la creación de planes de estudio, al igual que currículos de instituciones de educación

superior de gran reconocimiento. Una vez definidas las competencias profesionales desde la pertinencia social, se establece el perfil, y por último se estructura la malla curricular donde se integran y articulan las diferentes competencias académicas.

Palabras clave: currículo para ciencias de la computación, lineamientos curriculares, programa Ingeniería de Sistemas.

Abstract: this paper addresses the identification of academic competences for a Software Engineering Program. The definition of the curriculum is important to meet the training needs of future professionals so that they acquire the competences that the social, business and industry fields are requiring. According to this purpose, we aim at proposing the professional profile and social relevance, based on the needs of the global environment. In this context, we review international standards for creating

* Magíster en Ingeniería Informática. Profesor Asistente, Investigador Grupo Automática y Control, Facultad de Ingenierías. Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM, Medellín – Colombia, diegoguerrero@itm.edu.co

** Magíster en Automatización y Control Industrial. Investigadora Grupo GIEN, Facultad de Ingenierías. Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín – Colombia, karen.lemmel@pascualbravo.edu.co

Fecha de recepción: 25 de enero de 2013
Fecha de aceptación: 19 de junio de 2013

lesson plans and curricula of colleges of high standing. Having defined the right professional skills in tune with the social relevance, the profile and finally the curriculum structure which integrates and articulates the different academic competences are established.

Keywords: computer science curriculum, curriculum guidelines, program in Information Systems.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la utilización de los sistemas informáticos afirman que las empresas de software latinoamericanas están en desventajas competitivas frente a otros mercados a nivel internacional (Meyer y Bunge, 2004), (Valdés, 2004), (Guerrero, Anaya, y Trujillo, 2010). Esta situación obliga a que las instituciones académicas reflexionen permanentemente acerca del papel que desempeñan en la formación de los futuros desarrolladores de software (según Anaya y Trujillo, 2006 en Guerrero et al., 2010).

Así mismo, los autores de este artículo, preocupados por la dinámica en los cambios de los perfiles de los egresados de programas de Ingeniería de Sistemas (Redis, 2011), han realizado un plan de estudios que permite contrastar los requerimientos de las empresas (Barrera, 2010), de la sociedad (Alcaldía de Medellín Colombia, Plan de Desarrollo 2012-2015, 2012), y de las nuevas tendencias en la enseñanza (Swebok, 2004); algunas de estas se encuentran enmarcadas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-, donde enuncian la importancia de utilizar Swebok (la guía que recoge el cuerpo de conocimiento de la Ingeniería de Software) como inspiración y soporte (ACOFI, Avances del capítulo ACOFI de Ingeniería de Sistemas y programas afines, 2009), (ACOFI, Contenidos programáticos básicos para ingeniería, 2004), (ACOFI; ICFES, 1996), las directrices curriculares para Carreras de Ingeniería en

Iberoamérica -ASIBEX, actualización y revisión de los currículos de *Computer Science*, nivel internacional (IEEE *Computer Society*, 2008), las Guías Principales para la Creación de Currículos para Programas de Sistemas de Información (ACM, 2010), (Abraham, y otros, 2006), los planes de estudio de varias IES nacionales, en particular, los planes de estudio del programa académico Ingeniería de sistemas del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM, 2010), Diseño micro curricular de la asignatura Ingeniería del software (Guerrero D. , 2007), la identidad del ingeniero de sistemas (Redis, Red Colombiana de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines, 2011), el proyecto de investigación (Guerrero, Anaya, y Trujillo, , 2010), referentes internacionales como las orientaciones curriculares para los programas de ingeniería informática del IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos- IEEE (una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización) (IEEE, 2004), entre otros.

Uno de los cambios trascendentales, es reafirmar la competencia en desarrollo de software empresarial, la cual caracteriza al egresado de Ingeniería de Sistemas de ITM, por tal, se replantearon varias competencias académicas.

METODOLOGÍA

La metodología para la identificación de las competencias académicas para un programa de Ingeniería de Sistemas, consiste en dos fases:

Fase1

- Análisis del estado del arte de los requerimientos de las empresas y el Estado: se comenzó el análisis de las problemáticas planteadas a nivel nacional e internacional, para ello se trabajó principalmente con el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014, el Plan de

Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín (DNP, 2010), (Alcaldía de Medellín Colombia, 2012), entre otros. Se analizó la información por áreas de conocimiento que luego entregaban los análisis al comité curricular para integrarlo con las otras áreas que conforman el currículo.

- Análisis del estado del arte de los requerimientos de las empresas de desarrollo de software con respecto a los profesionales que necesitan para atender las demandas de las empresas y el Estado: se revisaron artículos que establecían la importancia de redefinir los planes de estudios actuales para atender las demandas de las empresas de desarrollo de software, definiéndose la pertinencia social del profesional en sistemas y afines (Acofi, Avances del capítulo Acofi de Ingeniería de Sistemas y programas afines, 2009), (IEEE, 2004), acorde a las problemáticas planteadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006) y la proyección de local a nivel internacional (Alcaldía de Medellín Colombia, 2012), el resultado de este análisis se entregaba al comité curricular para su discusión y articulación con todo el currículo.
- Establecimiento de la pertinencia social del profesional en ingeniería de sistemas: se continuó con la identidad de esta disciplina en el medio, revisando las competencias profesionales que debe lograr el futuro profesional, para ello, se analizaron las necesidades del medio expuestas y concertadas en los dos eventos realizados por Redis (Redis, 2011), además de los programas académicos de las 46 instituciones, y los contenidos programáticos básicos para ingeniería (Acofi, 2004), (Acofi; Icfes, 1996) donde se expone la necesidad de la revisión de los perfiles del ingeniero de sistemas, informático y afín. El resultado de este análisis se entregaba al comité curricular para su discusión y verificación del cumplimiento del perfil del egresado del ITM y su articulación con todo el currículo.

Revisión y ajuste de las competencias profesionales: Se realizaron reuniones con los profesores del programa de Ingeniería de sistemas del ITM, para definir y aclarar las competencias profesionales y redefinir el perfil del egresado del programa de ingeniería de sistemas.

Fase 2

- Estructuración de las competencias académicas: una vez definidas las competencias profesionales, se establecieron las competencias académicas que se requerían para cumplir con las profesionales, basándose en el modelo para la enseñanza de la ingeniería del software (Swobok, 2004), en el modelo pedagógico del ITM (Urrego y Castaño, 1999) y planes de estudio de ciclo propedéutico y ciclo complementario de la Ingeniería de Sistemas 8, 9 y 10, y 1, 2 y 3 del ITM (ITM, 2010), respectivamente, y otros referentes como las orientaciones curriculares para los programas de Ingeniería Informática de la IEEE (IEEE, 2004), (Acofi, 2009), (ACM, 2010), planes de estudio de la Universidad Eafit, Politécnico Jaime Isaza Cadavid, los 46 del II Encuentro Redis (Redis, 2011), entre otros.
- Revisión y ajuste de las competencias académicas: se realizaron revisiones en grupos de trabajos de los profesores de tiempo completo del programa de ingeniería de sistemas e investigadores del ITM, por áreas de conocimiento, luego se realizaron comités curriculares para establecer en consenso las competencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se exponen, parcialmente, las competencias profesionales y académicas de la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, niveles (semestres) 7 al 10 (Tabla 1).

Tabla 1. Competencias profesionales y académicas nivel 7 al 10

| Competencias profesionales y Pertinencia social | Competencias académicas (7 al 10 semestre) |
|---|---|
| <p>Gerencia y Calidad del Software. Evaluar, diseñar, desarrollar y coordinar proyectos de tecnología de información e intervenir en el mejoramiento continuo de la calidad del producto.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Administrar las bases de datos corporativas, para asegurar la disponibilidad operacional de los datos y garantizar el ambiente de producción. • Aplicar las estructuras de grafos, de árboles, y los modelos matemáticos relacionados con lenguajes y máquinas de estado finito, en las áreas de la computación y la electrónica. • Analizar, evaluar y construir algoritmos que permitan optimizar el uso de los recursos de máquina, para acceder de forma eficiente y segura a la información • Utilizar las tecnologías avanzadas para el desarrollo de software en la implementación de soluciones empresariales seguras en ambientes de red. • Gestionar y desarrollar sistemas de información utilizando herramientas informáticas que manejen metodologías específicas de desarrollo de software. • Realizar planeación estratégica y negociación de tecnología con el fin de definir planes específicos de acción para el diseño de nuevos productos y servicios informáticos y elaborar el portafolio de proyectos informáticos. • Gestionar con responsabilidad la información de la organización como un activo, aplicando procesos de control para realizar planes de contingencia y de seguridad de la información. • Formular y evaluar financieramente proyectos informáticos específicos, utilizando herramientas informáticas que manejan diferentes metodologías y métodos financieros de evaluación de proyectos. |
| <p>Modelado y simulación de sistemas. Modelar y simular los sistemas dinámicos, utilizando las metodologías y herramientas matemáticas, para optimizar el control automático y de servicios de las organizaciones empresariales e industriales.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Abordar las fases de análisis, diseño, implantación y operación de sistemas con una visión que involucre las interrelaciones del sistema con su entorno y las que se originan internamente por sus componentes. • Analizar y resolver problemas que involucren ecuaciones diferenciales utilizando métodos numéricos, para reducir errores en cómputo numérico y ahorrar posiciones de memoria y tiempo de ejecución. • Diseñar e implementar sistemas expertos y sistemas basados en conocimiento, aplicando técnicas de inteligencia artificial para la solución de problemas • Formular problemas reales mediante la construcción de modelos matemáticos y reconocer cuando se pueden resolver mediante un método de optimización. • Implementar métodos de optimización mediante herramientas de desarrollo de software o con los programas comerciales disponibles para cada método. • Interpretar los resultados de un problema de optimización para proponer alternativas. • Formular problemas reales de las organizaciones mediante la construcción de modelos matemáticos y aplicar los métodos de investigación de operaciones: Programación lineal, Programación dinámica e Inventarios en los casos que sea posible, para resolverlos. • Implementar soluciones a problemas de investigación de operaciones, utilizando herramientas de desarrollo de software o los programas comerciales disponibles. • Interpretar los resultados de un problema de investigación de operaciones, para proponer alternativas de solución. • Identificar las categorías de simulación y formular modelos siguiendo las etapas del proceso, utilizando las herramientas disponibles para tal efecto. • Elaborar programas de simulación basados en los lenguajes y herramientas informáticas disponibles. |

Fuente: Autores

PERFIL DEL INGENIERO DE SISTEMAS

Perfil Profesional: el Ingeniero de Sistemas es un profesional integral, formado para intervenir los sistemas de información en el contexto de todos los procesos de una organización, desde las perspectivas del diseño y desarrollo de software, la gestión del recurso informático, la gerencia y calidad del software, el modelado y la simulación de sistemas. Desarrollando competencias en el evaluar, diseñar, desarrollar y coordinar proyectos de tecnología de información e intervenir en el mejoramiento continuo de la calidad del producto.

Profesional ético, de sólida formación integral en el campo científico, técnico y tecnológico; autónomo, capacitado para la toma de decisiones y capaz de trabajar en equipos multidisciplinarios.

MALLA CURRICULAR

Para la creación del nuevo programa, se tuvo en cuenta que en la formación del Ingeniero de Sistemas hubiera materias relacionadas con las ciencias básicas, las ciencias básicas de ingeniería (Diseño Ingeniería), la aplicación profesional (Ciencias aplicadas ingeniería) y las socio-humanísticas (Acofi; Icfes, 1996); con frecuencia dentro de las comunidades de ingenieros de sistemas surgen debates acerca de los orígenes y pertinencia de las ciencias básicas en su ámbito. Las dudas nacen porque en el momento de la aplicación a esta ingeniería, las relaciones disciplinares con áreas como la física o las matemáticas no se hacen tan evidentes, como sí ocurre en casos como la Ingeniería Electrónica (Parra, 2010).

Se muestra, parcialmente, la malla curricular propuesta (Figura 1) propendiendo alcanzar lo expuesto, donde cada asignatura va relacionada con las competencias académicas a ser alcanzadas por el estudiante, estas se presentan según las áreas del conocimiento están dadas por la Tabla 2

Tabla 2. Simbología áreas del conocimiento

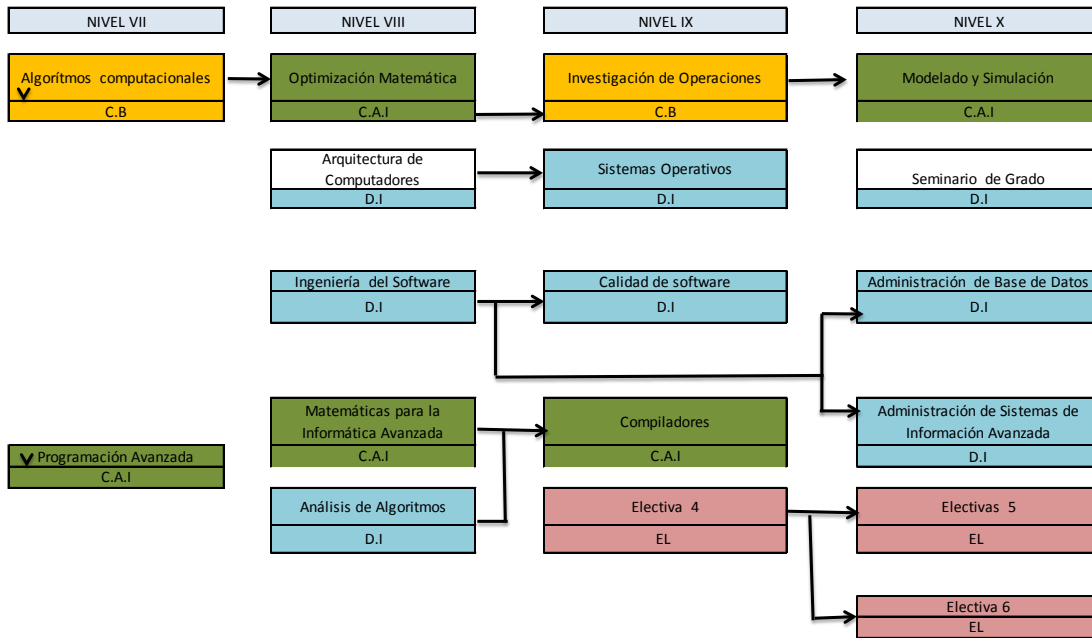
| ÁREAS | |
|------------------------------------|-------|
| Ciencias básicas | C.B |
| Ciencias aplicadas a la ingeniería | C.A.I |
| Diseño de ingeniería | D.I |
| Electivas | EL |

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- Acerca de las percepciones del estado actual de las disciplinas en sistemas, podemos destacar su falta de identidad en el medio, lo que redundo, en primera instancia, en la falta de precisión en las competencias profesionales y académicas que debe lograr el futuro profesional, igualmente en el quehacer y la necesidad de un reconocimiento y diferenciación explícita de algunos subconjuntos de programas profesionales, e incluso de los distintos niveles de educación superior.
- Este trabajo pudo enfatizar en un cambio trascendental, como es el de reafirmar la competencia en desarrollo de software empresarial, la cual caracteriza al egresado de Ingeniería de Sistemas de ITM, por tal, se replantearon varias competencias académicas.
- Las competencias expresadas en los diferentes tipos de asignaturas deben ser cuidadosamente determinadas, teniendo especial cuidado con las de ciencias básicas, para no excederse en asignaturas que no se requieran.
- Uno de los grandes inconvenientes en el pensum 10-3 del ITM, es la presencia de asignaturas como Inteligencia artificial y Robótica, las cuales deberían ir como electivas, dado que no están acorde con el perfil del profesional de manera directa.

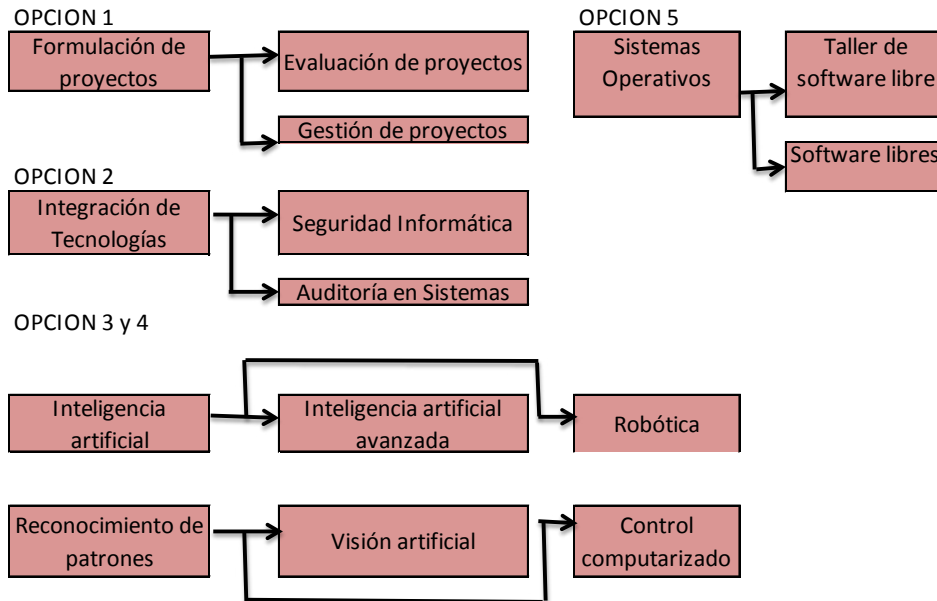
Figura 1a. Malla curricular (7 al 10 semestre)



Fuente: Autores

Figura 1b. Malla curricular (líneas de profundización)

LÍNEAS DE PROFUNDIZACIÓN (ELECTIVAS)



Fuente: Autores

Los contenidos y competencias de las asignaturas requieren una constante revisión durante la creación del plan de estudios, dado que muchas veces se comete el error de repetirse.

Es de gran importancia definir en equipo los perfiles profesionales que se deben tener en cuenta en los futuros ingenieros de sistemas colombianos, trabajo que se debe realizar con otras instituciones de educación superior, dados los cambios estructurales en las empresas, el incremento en el uso de aplicativos de software como apoyo a procesos estratégicos corporativos, y a la gran diversidad de la tecnología informática.

Un plan de estudios no puede contener todos los perfiles profesionales que actualmente el mercado demanda, por lo cual se debe complementar con estudios de posgrado que perfilen mejor al Ingeniero de Sistemas, dirigiéndolo a especificidades para un mejor desempeño laboral.

La malla curricular debe ir acompañada de asignaturas electivas que permitan una dinámica en los saberes a ser adquiridos, generando mayor nivel de flexibilidad y actualización al futuro egresado.

Se debe articular la investigación con el programa académico, a través de actividades extracurriculares, semilleros de investigación, trabajos de grado, entre otros, que permitan validar las competencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahan, T., Beath, C., Bullen, C., Gallagher, K., Goles, T. H., Kaiser, K., y otros. (2006). *IT Workforce Trend: Implication for IS programs*.
- Acofi. (2004). *Contenidos programáticos básicos para ingeniería*. Opciones Gráficas Editores Ltda., Volumen 1.
- Acofi. (2009). *Avances del capítulo Acofi de Ingeniería de Sistemas y programas afines*. Carta de informe para la reunión de capítulos en Santa Marta.
- Acofi, e Icfes. (1996). *Actualización y modernización curricular en ingeniería de sistemas*. En:
- Alcaldía de Medellín. *Plan de Desarrollo 2012-2015*, 2012. [En línea]. Available: <http://www.elplanmedellin.com/>.
- Barrera, L. (2010). *Los retos en la formación del Ingeniero de Sistemas*. I Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas. Paipa, Boyacá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP), *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. [En línea]. Available: <http://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>. [Último acceso: 07 07 2012]
- Guerrero, D. A. (2007). *Estrategias didácticas para la ingeniería del software a partir del proyecto Swebok*. Tecnológicas, (18), 185-224.
- Guerrero, D. A., Anaya, R., y Trujillo, J. (2010). *Enseñanza y aprendizaje del modelado de software a través de juegos serios. Caso: Diagramas de Interacción*. Tesis. T005.12CDG934. Medellín, Antioquia, Colombia: Biblioteca Universidad Eafit.
- IEEE (2004). *Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering*. IEEE Computer Society.
- IEEE Computer Society (2008). *Computer Science Curriculum 2008*. An Interim Revision of CS 2001.
- Instituto Tecnológico Metropolitano -ITM. (02 de 10 de 2010). www.itm.edu.co. Recuperado el 02 de 02 de 2011, de http://itm.edu.co/facultaddeingenierias/programas_academicos.
- Ministerio de Educación Nacional MEN, *Plan Nacional Decenal de Educación PNDE 2006-2016*, 2006. [En línea]. Available: <http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/w3-channel.html>.

Meyer, y Bunge, M. (2004). Panorama de la industria del software en Latinoamérica. Informática Ltda. Brasil.

Parra, E. (2010). Las ciencias básicas en Ingeniería de Sistemas: justificaciones gnoseológicas desde los objetos de estudio y de conocimiento. Revista educación en Ingeniería. N 10: http://www.Acofi.edu.co/revista/Revista10/2010_II_36.pdf.

Red Colombiana de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines -Redis (2011). La identidad del Ingeniero

de sistemas. II Encuentro Nacional de Programas de Ingeniería. San Gil, Santander, Colombia.

SWEBOK. (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. A project of the IEEE Computer Society Professional Practices Comité. Recuperado el 18 de octubre de 2011, de www.SWEBOK.org

Urrego, M. I., Castaño, L. E. (1999). Modelo pedagógico. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.