



# Tendencias en la formación en ingeniería de sistemas y afines

Jhon Francined Herrera Cubides<sup>1</sup>, Helio Henry Ramírez Arévalo<sup>2</sup>

Recibido: febrero 01 de 2013 Aprobado: abril 02 de 2013

## Resumen

Teniendo en cuenta que el sistema educativo debe buscar el objetivo de pertinencia en la formación del recurso humano que se necesita para incrementar la productividad del país (Castillo, 2011), no solo a nivel interno - entiéndase como ámbitos normativos, contextuales, políticos, pedagógicos y didácticos - (Pérez, MEN, s.f.), sino trascendiendo las fronteras geográficas ofreciendo un producto acorde con los requerimientos globalizados, de tal forma que responda a las necesidades y exigencias del entorno productivo y social, en el presente artículo se plantea la identificación de algunos ejes articuladores de la enseñanza alrededor del desarrollo de competencias que el sector organizacional, en este caso la industria del software, ha determinado como necesarios en el proceso de formación de los ingenieros de sistemas.

Esta prospectiva ha permitido identificar referentes de evaluación y actualización en los currículos de diferentes Instituciones de Educación Superior en el marco de los procesos de registro calificado, regulado por la Ley 1188/2008, el Decreto 1295/2010 y el Acuerdo No. 01 de 2010; con el fin de fundamentar, en los futuros profesionales, las competencias que demanda el mercado contemporáneo en la formación en pregrado de Sistemas y afines.

**Palabras claves:** Ingeniería de software, industria de software, ingeniería de sistemas, competencias generales, competencias específicas de formación.

## Abstract

Given that the education system should seek objective relevance (Castillo, 2011) in the human resource training that is needed to increase the productivity of the country, not only internally, in policy areas, contextual, political, educational and teaching areas (Pérez, MEN, s.f.), but also going beyond geographical boundaries and offering a product line with globalized requirements, in such a way that the needs and demands of the productive and social environment are met. This article seeks to identify some of the basic pillars articulating teaching around the development of skills that the organizational sector, and in our case the software industry, has determined to be necessary in the formation of systems engineers.

This prospective has identified points of reference regarding the assessment and updating of the curricula of different educational institutions, as part of the a qualified registration process regulated by the Law 1188/2008 and Decree 1295/2010, and by Agreement No. 01, 2010, in order to form future professionals in the skills that the market demands in shaping contemporary undergraduate and related areas.

**Keywords:** Software Engineering. Software industry. Systems Engineering. General Competencies. Specific skills training.

1 Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación Especialista en Alta Gerencia. Especialista en Construcción de Software para Redes. Corporación Universitaria Minuto de Dios.

2 Magíster en Educación. Ingeniero de Sistemas. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Miembro Grupo Investigación "Investigación IT - Uniminuto".

## I. ANTECEDENTES

En un contexto globalizado como en el que se desenvuelve la sociedad contemporánea, aspectos como la incursión y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la creciente demanda de servicios informáticos, el surgimiento de nuevas tecnologías, la especialización de necesidades del cliente, entre otros factores, requieren de un profesional formado y contextualizado holística e integralmente, que entienda la organización como una suma de agentes exógenos y endógenos que interactúan entre sí y que demandan no solamente un entendimiento tecnológico, sino también legal, social, político, administrativo, económico y demás aspectos vinculantes a los que se enfrenta la sociedad. Basado en estos requerimientos, se debe buscar formar un profesional que procure soluciones a problemas más específicos, de forma ágil y orientados al cliente, que le ofrezcan una solución integral, eficiente, segura, transparente que cumpla con estándares internacionales de calidad.

Procesos como la apertura económica, los tratados de libre comercio, el ingreso y fortalecimiento de empresas multinacionales en el país, la expansión y el fortalecimiento de las empresas colombianas, junto con factores adicionales a requerimientos tecnológicos como la comunicación e interconexión de plataformas tecnológicas, la portabilidad, las tecnologías emergentes, entre otros aspectos; hacen necesario un análisis sobre las tendencias en la formación de los futuros egresados en Ingeniería de Sistemas, acorde con los requerimientos que demanda el mercado nacional e internacional, pues estudios como los realizados por ProExport ofertan a la industria del Software y Servicios colombiana un nicho de recursos e interacción en progreso en comparación con otros sectores de Latinoamérica.

Labores como las que vienen adelantando diferentes asociaciones e instituciones, dentro y fuera del país, permiten dar sustento a procesos a los que se ven abocadas las instituciones de educación superior para realizar procesos de formación pertinente, según las necesidades de un contexto globalizado. Por ende, se ha considerado oportuno realizar un análisis de tendencias que permita brindar elementos para soportar procesos tales como las evaluaciones y actualizaciones de los currículos de formación profesional que se ofertan en el área de Ingeniería de Sistemas.

Como primer avance en el análisis, es conveniente revisar los elementos de los campos de acción definidos por la Educación Superior en Colombia descritos por la Ley 30 de 1992, en los cuales se contemplan la técnica, la ciencia, la tecnología, las humanidades, el arte y la filosofía. (Artículo 7, Ley 30 de 1992). El Ar-

tículo 8 (Ley 30 de 1992) dispone: *los programas académicos que ofrecen las instituciones de educación superior deben estar inscritos dentro de estos campos de acción, siendo ellos conformes a los propósitos de formación de cada institución; estos se pueden desarrollar en niveles de pregrado y postgrado.*

Para tal fin, es prudente identificar el enfoque que debe desarrollar cada uno de estos niveles, donde los pregrados se orientan a la formación para el *desempeño de ocupaciones, para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica o en el área de las humanidades, las artes y la filosofía* (CNA, s.f.). En cuanto a los postgrados, denominados especializaciones, se orientan al *perfeccionamiento en la misma ocupación, profesión, disciplina o áreas afines o complementarias* (CNA, s.f.). Las maestrías, doctorados y post doctorados centran su quehacer en los procesos de investigación.

De igual forma, la publicación del capítulo IEEE de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de la Universidad de los Andes (Inelandes, 2005) *¿Cómo debe ser la formación de Ingenieros para el siglo XXI?*, refiere un conjunto de competencias que debería tener un ingeniero en Colombia, y dentro de las cuales se resaltan una formación fuerte en ciencias básicas, habilidad para aprender, gran capacidad analítica, ingenio, creatividad, responsabilidad social y ética profesional, emprendimiento y liderazgo, etc.; competencias que se amplían y complementan también en el proyecto *Alfa Tuning América Latina*<sup>3</sup>.

El documento de Inelandes presenta el pregrado como un espacio para *desarrollar competencias, habilidades y destrezas generales tales como analizar, sintetizar, argumentar y aprender a aprender; y específicas de una profesión o disciplina que permitan a un egresado vincularse bien sea al mundo del trabajo o a niveles de formación más complejos.*

Competencias que se pueden encontrar parametrizadas con mayor exactitud en el documento *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior* del Ministerio de Educación Nacional (MEN), dentro de las cuales se esbozan las presentadas en la Figura 1 (Pág. 26).

Con base en estos criterios y unido a los aspectos que muestra la Figura 2, se planteó una exploración documental sobre la identificación de tendencias contemporáneas en la formación en el área de Ingeniería de Sistemas y afines, que permitiera esbozar un panora-

<sup>3</sup> Competencias genéricas de América Latina. Proyecto Alfa Tuning América Latina. Fuente: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=content&task=view&id=217&Itemid=246>. Consultado el 24 de Enero de 2013.

ma que ha brindado diferentes elementos en el proceso de actualización de contenidos pertinentes para programas de Ingeniería de Sistemas y afines.

Figura 1. Lineamientos para la formación por competencias



Figura 1. Por: Relación entre el saber aprender y contextualizar lo aprendido.

Figura 2. Niveles de la Educación Superior en Colombia

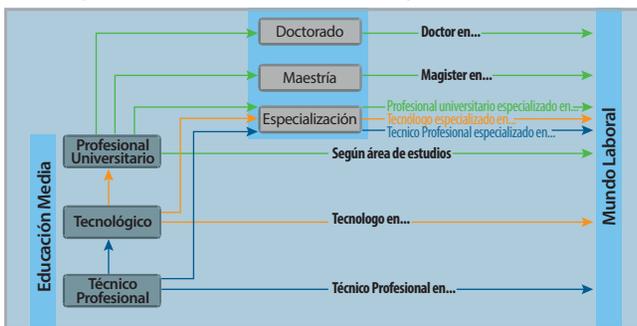


Figura 2. Formación y opciones de egreso en la educación superior

## II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A través de una investigación descriptiva se han identificado variables que relacionan diferentes agentes del sector de la industria del software, orientadas a las competencias que se recomiendan reforzar en procesos de formación en programas en Ingeniería de Sistemas y afines.

Se llevó a cabo una revisión de elementos identificados por diferentes instituciones del ámbito académico, institucional y del sector de la industria de software, descritos como claves para tener en cuenta en la formación en el área de Ingeniería de Sistemas y Afines, los cuales permitieron clasificar los referentes de acuerdo con su enfoque.

Como primer elemento se encuentra el sector académico, desde el cual se revisaron diferentes aportes originados desde Instituciones de Educación Superior, que han permitido identificar elementos desde la óptica

académica, regida bajo los parámetros legales reglamentados por el Estado.

Como segundo frente de análisis se revisaron los aportes realizados por entidades gubernamentales, que de acuerdo con sus planes de acción y planes sectoriales permitirán dar una visión sobre las expectativas y requerimientos estimados en los procesos de formación en los programas en Ingeniería de Sistemas y afines.

Por último, se revisó un conjunto de elementos aportados por el sector empresarial, entre ellos la industria del software y las agremiaciones, con el fin de examinar los requerimientos generales solicitados por el sector, considerados como relevantes en los procesos de formación de los ingenieros de Sistemas.

A continuación se clasifican los aportes recopilados en los tres sectores enunciados.

### 2.1 Sector Académico

Se identificaron los siguientes aportes:

- En la revista virtual de la Universidad Católica del Norte se presenta el artículo *Resultados de investigación. Impacto del egresado del programa de Ingeniería Informática y su desempeño con respecto a la industria del software (2007)*, donde se resalta como oportunidad potencial de desempeño profesional para el profesional del área de ingeniería, en cuanto a requisitos, metodologías de desarrollo, planeación de proyectos, pruebas, gestión de calidad, administración y operación de tecnologías, comercio especializado de software, desarrollos orientados a la web, auditoría, consultoría y soporte a clientes.

Como uno de los resultados de este estudio, se identifica el software como una industria emergente de impacto nacional e internacional, soportada en la dinámica que ofrezca la interacción entre el Estado, la educación superior y la industria doméstica, como agentes generadores de cambio.

- En el estudio llevado a cabo por la Universidad Tecnológica de Pereira, Modelo de Calidad de Software (Valencia, Villa, Ocampo(2009)) se resalta que *el software en Colombia es desarrollado por empresas en su mayoría micro y pequeñas, que no cuentan con procesos de industrialización y tareas definidas, por ende debilidades como la dependencia de la mano de obra, los altos costos por los largos plazos de entrega, calidad insuficiente, procesos escasamente repetibles, modelos de gestión organizacional apenas desarrollados, estructuras reducidas y carencias de personal cualificado en gestión empresarial, ponen en peligro la competitividad de estas empresas.*

Para abordar estos tópicos se podrían reforzar procesos de formación en gestión y aseguramiento de la calidad, tales como ISO 9000, 9001, 9002, 9003, Software Engineering Institute (SEI), Capability Maturity Model (CMM) para software, que contribuirían a mejorar los procesos organizacionales y a cerrar la brecha expuesta en este estudio.

- En un estudio sobre la caracterización de las empresas pertenecientes a la emergente industria del software del sur occidente colombiano, realizado por la Universidad de San Buenaventura, seccional Cali, *Caso Red de Parques -Parquesoft*. (Merchán & Urrea, 2007), se encontró que en las empresas emergentes existen áreas específicas que necesitan tratarse con prioridad, una de ellas es el área de administración de configuración, debido a que no tienen un proceso definido y algunas de las actividades que realizan no son controladas, ejecutadas, ni documentadas según sus procesos de desarrollo.

Por otro lado en el área de planeación, las empresas cuentan con herramientas básicas con las que logran soportar las actividades necesarias para estimar y planear las actividades de cada proyecto de software. Respecto al área de calidad, estas empresas no poseen dentro de su organización un departamento o personal asignado que se encargue de las funciones de aseguramiento de la calidad. La mayoría de las empresas de Parquesoft manejan el área de aseguramiento de calidad a través del outsourcing con Green SQA lo que les ha permitido plasmar las prácticas de control y calidad en las fases de desarrollo del software.

- En el artículo *La Ingeniería de Sistemas: una profesión en permanente construcción* (Forero, 2010), de la Universidad San Buenaventura, se deja entrever que además de la contextualización y profundización en contenidos especializados en software, tales como la computación ubicua y contextual, se demandarán elementos organizacionales que permitan una acertada participación en los procesos de toma de decisiones.
- En la investigación de tesis doctoral *Caracterización de la industria del software en el Triángulo del Café - Colombia* (Joyanes, Cuesta y López, 2010), se identifica como una debilidad potencial en la industria local de software, en la zona Triángulo del Café, la falta de adopción de modelos internacionales de calidad en la producción de productos y servicios de software.
- La Universidad EAFIT desde 2007 participa en la implementación de CMMI en Pymes, con miras a aumentar los niveles de competitividad, reforzando

la experiencia adquirida por el recurso humano, colaborando en el fortalecimiento del sector de software y servicios, a través de estrategias como la creación de la Red Colombiana de Calidad de Software (Anaya, 2008).

- En el estudio *Factores críticos de éxito e hipótesis sobre la industria del software en Colombia. Consideraciones contextuales y académicas* (Parra, 2008) se anota como conclusión que es urgente el replanteamiento curricular en las instituciones de educación superior con respecto a la Ingeniería del Software. Se debe formar no solo para tareas técnicas de programación de computadores, además debe hacerse énfasis en el desarrollo de software, en el enfoque organizacional y en temas como la seguridad, la calidad, el mercado y la ingeniería de requisitos.
- Según el estudio prospectivo de la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad Pontificia Bolivariana (Sierra, 2010), se identifican temas representativos como gestión tecnológica, seguridad informática, inteligencia de negocios, gestión y aseguramiento de la calidad del software, entre otros.

En esta área se evidencia un direccionamiento tendiente a aumentar los niveles de competitividad en la industria del software y los servicios, complementando los procesos de formación en áreas de metodologías de desarrollo, planeación y gerencia de proyectos, pruebas, gestión y aseguramiento de la calidad, administración y operación de tecnologías; factores que han ido promoviendo la incursión de estas temáticas en los procesos de formación brindados por diferentes instituciones, como se puede observar en lugares de consulta, como el Observatorio de la Universidad Colombiana y el Observatorio Laboral para la Educación, entre otros sitios y/o portales de las instituciones y universidades que brindan este tipo de formación.

## 2.2 Sector Institucional

En cuanto al sector estatal, junto con sus respectivas reglamentaciones expresadas a través de diferentes entidades nacionales y extranjeras, se identifican las siguientes apreciaciones:

- La Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá, en su estudio titulado *El sector del software en Colombia. Notas sectoriales* (2005), identifica como estrategia relevante para el cambio organizacional en la industria de software, la adopción de mejores prácticas y la gestión de calidad, más allá del ámbito meramente nacional, con el fin de potencializar tanto los procesos como los productos de software.

Dentro de uno de sus apartes se puede resaltar que *para que la industria del software colombiano pueda ser competitiva en los mercados mundiales requiere talento humano de clase mundial especializado y certificado en áreas específicas de trabajo como diseño, desarrollo, ventas, soporte, calidad, comercialización, gestión de proyectos y gerencia, entre otros. En lo referente a la tendencia de evolución de estas tecnologías el esfuerzo debe orientarse a la incorporación de estándares de desarrollo, fomento de los procesos de innovación y desarrollo tecnológico y el mantenimiento de un buen ritmo de adopción de las nuevas TI.*

- ProExport Colombia, en su estudio sobre el sector de Tecnologías de Información (2009), ofrece datos estadísticos puntuales como:
  - El mercado de servicios de Colombia participa del 42% del total de la industria de TI y genera utilidades aproximadas del 39%.
  - El segmento de Outsourcing en Colombia ha experimentado un crecimiento del 38% en los últimos dos años, gracias a la inversión extranjera en proyectos de Call Centers, Shared Services y Data Centers.
  - La industria del software creció un 10% debido a la demanda continua de soluciones básicas como ERM y sistemas para la gestión de cadenas de abastecimiento.
  - Las carreras con mayor número de profesionales graduados anualmente (ingenierías y ciencias administrativas), participan con el 60% del total de graduados en 2006. Los ingenieros lideran el listado de graduados técnicos seguidos muy de cerca por las carreras relacionadas con ciencias administrativas.
  - Para la industria del software los profesionales requeridos son ingenieros de sistemas, electrónicos y eléctricos. Entre 2001 y 2005, cerca de 80.000 personas se graduaron de estas carreras, de las cuales el 54% son profesionales y el 46% son técnicos.
  - La tendencia reciente de la industria TI exige profesionales calificados, capacitados principalmente en áreas de conocimiento de economía, administración, contaduría para servicios TI e ingeniería y afines a la tecnología para software y hardware.

tadísticos que permiten visionar la industria colombiana como un agente generador de cambio, observándose por ejemplo, un crecimiento del 26% entre 2005 y 2007.

Según la firma de investigación tecnológica Gartner<sup>4</sup>, Colombia es comparado con Challenger en el contexto latinoamericano, en la medida que proporciona el menor costo operacional competitivo en América Latina en cuanto a los servicios de offshore, destacándose en factores como el idioma español, talento humano, infraestructura, legislación, madurez del negocio, costos, sistema educativo, ambiente político y económico.

En cuanto al perfil del sector de tecnologías de la información y las comunicaciones diseñado por ProExport (s.f.) *el mercado de Servicios TI en Colombia alcanzó US\$ 1.282 millones en 2008, ubicándose como el tercer mercado de servicios de la región y mostrando el crecimiento más destacado de todos los países de Latinoamérica.*

- La Agenda Regional de Servicios para Bogotá y Cundinamarca (2007) identifica diferentes actividades potenciales del sector servicios en Bogotá y Cundinamarca, dentro de las cuales se encuentran: a) Informática, telecomunicaciones y software, como agente generador de empresas dedicadas a la producción y uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, en sub áreas como los call center, diseño de programas y contenidos técnicos para empresas y desarrollo de software; b) Empresariales y profesionales, donde se identifican siete actividades con potencial de exportación, además de configurarse como oportunidades para el desarrollo de la capacidad productiva, dentro de las cuales se encuentran el procesamiento de datos, almacenamiento y manejo de datos, consultaría y asesoría empresarial TI, ensamblaje de maquinaria y electrodomésticos, transporte y logística, arquitectura, diseño y cartografía, y mantenimiento y reparación de aeronaves.

Estos sectores proporcionan un campo de acción para los profesionales egresados en ingeniería y que demandan procesos de especialización, con el fin de proveer servicios de calidad, acordes con los requerimientos revestidos por procesos como los TLC.

- En el Foro sector servicios: Importancia y Oportunidades para Colombia, en 2010, el entonces viceministro de Comercio Exterior, Gabriel Duque Mildenberg, en su ponencia El sector servicios en Colombia: su desarrollo e internacionalización, presentó la diversificación de la oferta exportable de

<sup>4</sup> Sector del Software. ProExport Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Mayo de 2009.

servicios en cuanto a software y tecnologías de la información, en términos de la creación de la Red Colombiana de Calidad de Software, contratación del Sistema de Información para la Industria Colombiana del Software y TI, avances en la creación del proyecto de ley de software y lanzamiento, en asocio con el MinTIC, del programa Mipyme Digital.

Estos escenarios, que abren campos de acción o nichos especializados en el sector del software y las tecnologías para los profesionales en Ingeniería de Sistemas y afines, fueron abordados desde procesos y estándares de calidad conforme a la competencia regente en la industria del software contemporánea.

De igual forma, el viceministro Duque Mildenberg presentó el progreso que ha tenido la industria del software en los últimos siete años, categorizada en hardware, software y servicios TI, (Figura 3), donde se evidencia el crecimiento positivo del sector del software y las tecnologías de la información, como factores atractivos para la inversión nacional y extranjera.

Figura 3. Ingresos de la Industria de SW & TI.

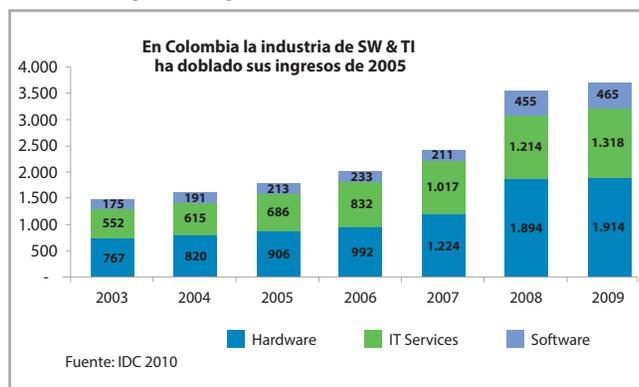


Figura 3. Tomado de Duque, 2010.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de la República de Colombia, a través del documento *Desarrollando el Sector de TI Como uno de Clase Mundial* (2008) visualiza la industria colombiana de TI como poco especializada, orientada en el mercado doméstico y enfocada principalmente en la comercialización y soporte de software empaquetado, el desarrollo de software a la medida, y la consultoría e integración de sistemas; indicadores que al ser abordados y mejorados con planes estratégicos podrían potencializar al país en la industria de TI, apoyado en su ventaja relativa en costos, infraestructura y ambiente de negocios.

En cuanto a esta área, se ha venido proyectando la potencialización del sector de servicios software y TI, con miras a fortalecerlo y convertirlo en un sector de

talla mundial, con un alto grado de competitividad basado en procesos y estándares de calidad, que le permita a la industria colombiana de software ofrecer sus servicios más allá de sus fronteras.

Entidades como ProExport fundamentan sus apreciaciones en diferentes estadísticas que muestran al país como un agente generador de cambio, brindando elementos como el costo de la mano de obra, el nivel de participación del mercado de servicios, el crecimiento del mercado del Outsourcing, entre otros aspectos, unido al diseño de políticas que permitan ofrecer estrategias financieras, técnicas, logísticas, etc., para nichos especializados en el sector del software y las tecnologías de la información.

Por otro lado, en 2012 el ministro de TIC Diego Molano Vega, en su presentación *Escasez de Ingenieros de Sistemas en Colombia*, argumenta que uno de los factores que ha frenado el desarrollo informático en Colombia es la escasez de ingenieros de sistemas, con el siguiente perfil:

- Desarrollador de software: sólo un 15% de los ingenieros que hay en el mercado son competentes como desarrolladores, es decir, conocedores a fondo de (algunas) tecnologías con características de ser una persona ordenada, clara, elegante, productiva, etc. Conocedores de algún área de aplicación (banca, salud, transporte, sector agrícola, etc.). Se trata de ingenieros que sean expertos en tecnología, y que además, sean diestros en alguna área de aplicación.
- Políticas y planeación: es decir, capaces de formular y liderar políticas y planes de TI a mediano y largo plazo; sólidos y pertinentes en los diversos sectores de la economía, para hacer de la informática un verdadero factor de desarrollo del país.

### 2.3 Sector empresarial

La industria del software y las agremiaciones están conformadas con referencia al tema, en los procesos de caracterización y análisis del estado del arte y se identifican las siguientes apreciaciones:

- Según el proceso de exploración realizado por Campo Amaya (2008) denominado *Modelos de capacidad y madurez y la industria del software en Colombia*, en su sección 3. *La realidad del País*, sostiene que Fedesoft ha detectado algunos temas para mejorar la competitividad del sector informático en Colombia, entre los cuales están: la colaboración en lo relacionado con calidad, en modelos como CMMI; capacitación comercial y administrativa, entre otros. Específicamente respecto a los modelos de calidad, el sector oficial en

conjunto con la empresa privada, han realizado esfuerzos para mejorar la posición competitiva de las empresas de software colombianas.

La mayoría de las empresas del estudio *no incurrieron en estas metodologías, los modelos y estándares internacionales, debido a que tienen la percepción de que su implementación es difícil, costosa y se consume mucho tiempo en el proceso. Pese a esta situación, según la encuesta realizada por el WG24, del grupo PYMES que participaron en la muestra, un 74% de los encuestados indicó que era importante ser certificados o tener algún reconocimiento, hecho que se ha visto reflejado en la solicitud de certificados ISO 9001 por parte las Pymes en Colombia.*

Concluye el estudio recomendando apoyar el entendimiento y adopción en las Pymes de estándares y mejores prácticas de reconocimiento internacional, para competir de forma más equilibrada en la industria del software internacional.

- Del artículo *Calidad en la prestación de servicios TI - ITIL. Una forma para lograr competitividad en el mercado de los servicios* (Díaz, Giraldo; 2008), es importante resaltar la siguiente apreciación:

*The Information Technology Infrastructure Library-ITIL es un marco de referencia de buenas prácticas, aunque no todas las prácticas deben adoptarse o aplican para un tipo de organización en particular. Uno de los desafíos de la adopción en Pymes es entonces saber qué prácticas adoptar y cuáles no. En Colombia en particular las Pymes tienen más factores inhibidores que estimuladores para la adopción de TIC, como son la falta de planeación estratégica y la ausencia de un plan para el área de TI. En este sentido la adopción de ITIL viene acompañada de un cambio en la gobernabilidad TI que permitirá a la Pyme desarrollar tanto una estrategia TI como ir eliminando factores inhibidores que permitan a la empresa aprovechar las TIC y generar valor a partir de éstas.*

*La adopción de ITIL en Colombia y particularmente en sus Pymes tiene un gran potencial, pero es necesario proveer de herramientas a las Pymes interesadas para que estas no estén solas en sus esfuerzos sino cuenten con una guía para lograr sus objetivos. Organizar un proceso de adopción colectivo de ITIL en Pymes puede llegar a ser un factor que permita a Colombia aprovechar las oportunidades que la economía les brinda.*

Esto deja entrever el campo de acción que tiene el análisis y la aplicación de buenas prácticas en las

Pymes colombianas, como agentes generadores de valor y como potencializadores de ventajas competitivas que permitirán posicionar a la industria colombiana frente a sus homólogos extranjeros.

- Mediante el estudio denominado Caracterización de la Ingeniería de Sistemas en Colombia (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas - ACIS, 2006), se realizó un análisis retrospectivo y proyectivo sobre el programa de Ingeniería de Sistemas y afines, dentro del cual se anotan como conclusiones *la orientación marcada a programas de formación en Ingeniería de Software, representando casi un 40% de los programas ofrecidos. Es importante analizar este hecho a la luz de las necesidades de los sectores productivo y Gobierno, donde hoy en día hay una tendencia importante hacia la implantación de soluciones que se encuentran en el mercado y a la administración de este tipo de proyectos.*
- Según el informe *El sector Software en Colombia* (ICEX, 2012), realizado por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá, la industria del Software en Colombia está dedicada en gran parte a la producción de aplicaciones ERP a medida, a la adaptación de éstos a las necesidades locales y al desarrollo de aplicaciones y portales de Internet, software educativo, software para servicios de salud y desarrollo multimedia; orientando su atención hacia los sectores económicos de comercio y servicios, industrial, gobierno y financiero.
- Como lo expresa María Isabel Mejía (2012), en su artículo *Desafíos del Sector TIC Colombiano frente al TLC : ... para los medianos y pequeños empresarios del sector de TI que actualmente se dedican a la producción de software “doméstico”, es necesario incrementar los estándares de calidad, para aprovechar el inmenso mercado que tienen a su disposición. En materia de posicionamiento de la industria debemos enfrentar como país retos importantes. Entre ellos, la incorporación de modelos de calidad reconocidos internacionalmente; la producción de software más robusto y orientado a la industrialización para cautivar masas críticas; comprender el verdadero valor de la asociatividad para poder ir por mercados internacionales; integrar procesos de innovación y de investigación en sus empresas; y, lo más importante, especializar sus productos y servicios.*

Argumentos que denotan una postura de reflexión acerca de los procesos de formación en los programas de Ingeniería de Sistemas, denominación adoptada solamente en Colombia, como lo señala

la autora, y reflexión que permite la formación de talento humano competente internacionalmente.

- En el estudio *Estrategias empresariales y cambios organizativos de empresas colombianas ligadas al uso de Tecnologías de Información y Comunicación TIC* (Weiss, Seco; 2007) se hace un bosquejo de cómo se presentan, por ejemplo los ERP (planeamiento de recursos empresariales) y la inteligencia de negocios, como estrategias que llevan a la utilización de la información para planear estratégicamente las actividades y metas organizacionales propuestas, generando valor como una manera de articular la actividad de las empresas y como una unidad de análisis acorde con las tendencias de organización en red con límites fluidos y cambiantes y el surgimiento de una nueva división internacional del trabajo. (Huws, U. Flecker, J. y Dahlman, S. 2004).
- En la mesa de trabajo *Tecnologías de la Información, las Telecomunicaciones e Innovación. Organizada por Colciencias*, durante el X Encuentro Colombia Compite “Competitividad e inserción en los mercados internacionales” (2007), se concluyó que la falta de procesos de certificación y formación en gestión y aseguramiento de la calidad, tales como CMMI, es una de las dificultades para ingresar en mercados globales, igualmente se determinaron los ERP, CRM, administración de la cadena de abastecimiento, sistemas de soporte a la toma de decisiones y herramientas para la gestión del conocimiento como aplicaciones para el aumento de la productividad y la competitividad.

Como síntesis de este apartado se reseña el aporte realizado por Medina (2010) en el cual se argumenta que *el concepto de calidad y la mejora de los procesos empresariales en las compañías que diseñan software, es esencial para posicionarse y garantizar la idoneidad de sus actividades y productos en el contexto nacional e internacional*. Afirmación que deja ver que la industria del software colombiana es creciente en aspectos como ingresos en el sector TIC, participación del tamaño de las compañías de software en Colombia, exportaciones de software, entre otros, como lo muestra ProExport en informe Colombia: La Transformación de un País. La industria de software y servicios de TI (2010), además de orientarse al desarrollo de software a la medida, la especialización en proyectos de software, se ha estado enfocando en la adopción y aplicación de estándares y procesos de calidad que les permita fortalecer sus factores de competitividad y sus valores agregados, frente a los mercados globalizados.

En el documento *Software & Servicios de Tecnologías de Información*, (ProExport, 2011), se puede identi-

ficar que Colombia se especializa en las aplicaciones de management empresarial y en el desarrollo de soluciones de seguridad. En cuanto al desempeño de los segmentos de la industria en Colombia, se espera que el crecimiento en el corto plazo se siga jalando con la continua demanda de aplicaciones básicas como ERM (Employee Relationship Management). No obstante, es igualmente fuerte la tendencia en el desarrollo de soluciones sofisticadas de seguridad, incluyendo la identidad y la gestión de la intrusión.

Este enfoque también se evidencia en portafolios de servicios de formación como los ofrecidos por ACIS, dentro de los cuales se tienen:

**Ingeniería de software:** metodologías de desarrollo de software, especificación de requerimientos con casos de uso, estimación para profesionales de software, estrategia de pruebas en el desarrollo de software, automatización de pruebas unitarias en java y especificación de requerimientos con casos de uso.

**Mejores prácticas:** seminario - taller en gerencia de proyectos, aplicando las directrices de PMI; preparación para la certificación PMP, aplicaciones de buenas prácticas de TI basado en procesos de ITIL, fundamentos de arquitectura empresarial, introducción a SOA, TOGAF, seminario - taller Balanced Score Card e indicadores de gestión, certificación de fundamentos de ITIL v3 con simulacro de examen y de negocios, OPEN SOA, fundamentos de gobernabilidad TI basado en COBIT, seminario - taller en gerencia de proyectos, aplicando PMI, prácticas de TI basado en procesos de ITILv3 controles de COBIT, y administración de departamentos de IT a través de EUP.

**Plataformas:** telefonía IP usando ASTERISK sobre Linux, implementación ERP/CRM con ADEMPIERE y técnicas de hacking.

**Lenguajes:** introducción a JEE5, programación para dispositivos móviles usando JAVA FX, integración de herramientas libres para desarrollo de aplicaciones Web 2.0 y seminario visión general de la tecnología java.

**Bases de datos e inteligencia de negocios:** introducción al diseño de bodegas de datos y modelaje dimensional e introducción a la minería de datos

Este tipo de formación permite complementar las competencias adquiridas por los profesionales del área, tomando como referente las tendencias en necesidades de formación, identificadas por la ACIS (2010), donde se diferencian las temáticas expuestas en la Tabla 1.

Tabla 1. Tendencias en necesidades de formación

Temática	Participación porcentual
Mejores prácticas	45.45%
Ingeniería de software	21.21%
Programación y lenguajes	15.15%
Plataformas	9.09%
Bases de datos e inteligencia de negocios	6.06%
Seguridad	3.03%
	100%

Por: Ing. Manuel Dávila Sguerra, Coordinador Académico ACIS., 2010

### III. RESULTADOS OBTENIDOS

A través de este proceso descriptivo se observa un giro en los requerimientos de formación hacia ámbitos de gerencia de proyectos, procesos y servicios, gobierno de TI, aseguramiento de calidad, entre otros aspectos, que le permitan a la organización y a los profesionales del área configurar un plan de mejora continua de servicios, así como el incremento del valor y beneficios para los clientes, unido a la visualización de la generación de beneficios cuantitativos al interior de las organizaciones.

De igual forma, además de la formación en desarrollo de software que ha venido construyendo el país, se busca fortalecer la integración de las TIC en los procesos de formación como estrategia para la solución de problemas, la ampliación y fortalecimiento de escenarios de formación, complementación y apoyo de los espacios académicos, etc.; el apoyo en la toma de decisiones, la generación de políticas organizacionales, la planeación estratégica en tecnología y el manejo de inversiones en tecnología, Business Process Outsourcing & Offshoring (BPO&O), entre otros aspectos, que potencializarían al profesional en Ingeniería de Sistemas y afines en los diferentes escenarios organizacionales, aportando en gran medida a los procesos desarrollados por la alta gerencia, la toma de decisiones y demás aspectos inherentes al proceso gerencial de tecnología.

Como una categorización marco de temáticas sobre la cual se deben orientar los procesos de formación, apoyada en la exploración documental realizada, además de revisar los referentes propuestos en el I y II Encuentro Nacional de Ingeniería de sistemas (REDIS, 2010 y 2011), se presentan las siguientes áreas:

- Business Process Outsourcing & Offshoring - BPO&O (Caceres, Universidad Antonio Nariño)
- Adopción de estándares de calidad, como ISO 27000
- Buenas prácticas relacionadas con la gestión de las tecnologías: ITIL, PMI, CMMI, COBIT, COSO, EUP, TOGAF, SOA, etc. (Rengifo, Fundación Universitaria Konrad Lorenz)

- Investigación aplicada.
- Gestión tecnológica.
- Seguridad informática.
- Inteligencia de negocios.
- Gestión y aseguramiento de la calidad del software.
- Ingeniería de requisitos.
- Dinámica de sistemas.
- Diseño y gestión de proyectos de integración de TIC (Barrera, Universidad Sergio Arboleda)
- Administración de la configuración.

Esta agrupación de temáticas debe orientar su quehacer, además de fundamentarse en competencias genéricas e interpersonales tales como:

- Trabajo en equipo, no solamente a nivel de equipos de desarrollo de software sino en todos los ámbitos interdisciplinarios y en todos los niveles organizacionales, donde el ingeniero de sistemas tiene un rol participativo en la toma de decisiones, y puede ayudar en la orientación a la alta gerencia en temas como por ejemplo, la planeación de inversión en tecnología.
- Calidades humanas, que le permitan al ingeniero entablar relaciones asertivas con los demás miembros de los equipos de trabajo.
- Cultura ciudadana, contextualización de su entorno, entre otros aspectos, que lleven al ingeniero a realizar una lectura acertada de su entorno, interpretar su realidad y poder construir soluciones que mejoren su realidad, incrementando los niveles de calidad de vida de la sociedad.
- Emprendimiento, creatividad e innovación. Factores importantes para la gestación, crecimiento y sostenimiento de alternativas de solución a necesidades en los diferentes ámbitos de la sociedad. La gestación de ideas innovadoras, la construcción de planes de negocio, la identificación de canales de distribución alternativos, la caracterización de nichos de mercado, etc., se han venido convirtiendo en elementos claves en los procesos de complementación de la formación del ingeniero, con miras no solamente a competir en el mercado nacional, sino a trascender las fronteras y, ajustado a estándares y reglamentaciones internacionales, poder competir en un mercado de talla mundial.
- Habilidades comunicativas: elementos orales y escritos que, además de mejorar y consolidar sus relaciones interpersonales, proyecten al ingeniero más allá de un ser escritor y compilador de código, permitiéndole participar de forma más activa en los procesos organizacionales donde su análisis, lógica, proyección, etc., se convierten en elementos claves para la toma de decisiones.

- Derivado de estas competencias comunicativas, junto con la internacionalización de la industria del software, el manejo de una segunda lengua adquiere igual importancia como instrumento clave para la expansión del mercado creciente de dicha industria.

## IV. CONCLUSIONES

Como se evidencia en la revisión documental realizada, la industria de software colombiana ha venido experimentando un crecimiento tanto en ingresos, plataformas y capital humano como en producción, lo que la ha llevado a la apertura de mercados internacionales, los cuales demandan procesos y estándares de gestión y aseguramiento de la calidad, gestión de la configuración, gerencia de proyectos, innovación y desarrollo tecnológico más especializados y acordes con los estándares internacionales, que les permita lograr sostener y en algunas casos, mejorar su ventaja comparativa.

La formación especializada en aspectos como CMMI, ITIL, ISO, gerencia de proyectos, calidad, pruebas y validaciones, sistemas empresariales, cadenas productivas, etc., permitirán fortalecer las competencias del capital humano que participa en la industria de software colombiana, además de articular los requerimientos del sector real con los procesos de formación abordados por las instituciones de educación superior, con miras a ofrecer una plataforma mucho más sólida que permita abordar procesos de internacionalización del mercado de software colombiano.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cámara de Comercio de Bogotá (2007) Bases de la Agenda Regional para el sector de Servicio. Bogotá: autor.
2. Cámara de Comercio de Valencia. (junio, 2010) El sector del Software en Colombia. Nota Sectorial Bogotá: autor. Recuperado de: [http://www.camaravalencia.com/internacional/docs/becarios/Colombia\\_NOTA\\_SECTORIAL\\_SOFTWARE.pdf](http://www.camaravalencia.com/internacional/docs/becarios/Colombia_NOTA_SECTORIAL_SOFTWARE.pdf)
3. Campo A., L. (Octubre, 2008). Modelos de capacidad y madurez y la industria del software en Colombia. *Revista Generación Digital* (7) 2
4. Castillo R, A. (Febrero 16 de 2011) La Educación Superior y el Plan de Desarrollo 2010-2014. Puntos de reflexión. En *Observatorio de la Universidad Colombiana*. Recuperado de: [http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1817:la-educacion-superior-y-el-plan-de-desarrollo-2010-2014-puntos-de-reflexion&catid=36:ensayos-acadcos&Itemid=81](http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1817:la-educacion-superior-y-el-plan-de-desarrollo-2010-2014-puntos-de-reflexion&catid=36:ensayos-acadcos&Itemid=81)
5. Duque M., G. (Junio 2010) *El sector servicios en Colombia: Su desarrollo e internacionalización*. Presentado en el Foro Sector Servicios: Importancia y Oportunidades para Colombia, Bogotá Recuperado de: [http://camara.ccb.org.co/documentos/6152\\_foroserviciosgabrieduque.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/6152_foroserviciosgabrieduque.pdf)
6. Forero G., A.(2010) La ingeniería de sistemas: una profesión en permanente construcción. En: *Retos de la Ingeniería de Sistemas al 2015 -Primer Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas. Hacia una prospectiva de la profesión en Colombia*. Bogotá: Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines (REDIS) pp.73-75
7. Giraldo V., O. y Díaz A., D. (Abril, 2008) *Calidad en la Prestación de Servicios TI - ITIL. Una Forma para Lograr Competitividad en el Mercado de los Servicios*. Presentado en el III Congreso Colombiano de Computación, Medellín.
8. Joyanes, L.; Cuesta, A. y López Trujillo, M. (Primer Semestre, 2010) Caracterización de la industria del software en el Triángulo del Café - Colombia. *Entre Ciencia e Ingeniería*, Año 4. 7 : 76 - 87. Recuperado de: <http://biblioteca.ucpr.edu.co/OJS/index.php/5/article/viewFile/565/507>
9. Medina, D. (10 de noviembre de 2010) Aumentan las empresas de software colombianas con certificación CMMI. La República. [http://www.larepublica.com.co/archivos/TECNOLOGIA/2010-11-10/aumentan-las-empresas-de-software--colombianas-con-certificacion-cmmi5\\_114851.php](http://www.larepublica.com.co/archivos/TECNOLOGIA/2010-11-10/aumentan-las-empresas-de-software--colombianas-con-certificacion-cmmi5_114851.php)
10. Mejía, M. I. (Septiembre de 2012) Desafíos del Sector TIC Colombiano Frente al TLC. *Revista Sistemas*.
11. Merchán, L. y Urrea, A. (septiembre, 2007). Caracterización de las Empresas Pertenecientes a la Industria Emergente de Software del Sur Occidente Colombiano Caso Red de Parques PARQUESOFT. *Revista Avances en Sistemas e Informática*. (4) 2: 107-115.
12. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá. (Febrero de 2005) El Sector del Software en Colombia. *Notas Sectoriales*. Bogotá: autor.
13. Parra, E. y Londoño, E. (Septiembre - Diciembre de 2007) Resultados de investigación Impacto del egresado del programa de Ingeniería Informática y su desempeño con respecto a la industria del software. *Revista Virtual. Universidad Católica del Norte*, [en línea], 22,. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/160/307>

14. Parra C., J. (Junio, 2008) Factores críticos de éxito e hipótesis sobre la industria del software en Colombia. Consideraciones contextuales y Académicas. *Revista Avances en Sistemas e Informática*. (5) 2: 185-193.
15. Pérez P., T. (s.f.) Pertinencia de la Educación: ¿Pertinente con qué? En: *Al tablero*. Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-209857.html>.
16. ProExport. Colombia: La Transformación de un País. La industria de software y servicios de TI. 2010. Tomado el 2 de marzo de 2013. Fuente: [http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/225\\_Software%20y%20Servicios%20de%20TI%20\(Junio%202010\).pdf](http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/225_Software%20y%20Servicios%20de%20TI%20(Junio%202010).pdf)
17. REDIS. Primer encuentro nacional de Ingeniería de Sistemas: hacia una prospectiva de la profesión en Colombia. Compendio artículos diferentes autores. Noviembre de 2010. ISBN 978-958-8060-98-9. Bogotá, Colombia
18. Universidad EAFIT. Colombia da un paso decisivo para apoyar la competitividad de la industria del software. (Marzo de 2008) [Agenda de Noticias Universidad EAFIT]. Recuperado de [http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Noticias/colombia\\_competitividad\\_industria\\_software.htm](http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Noticias/colombia_competitividad_industria_software.htm)
19. USAID, Programa MIDAS y Ministerio Comercio, Industria y Turismo. (Octubre 2008) Desarrollando el Sector de TI Como uno de Clase Mundial. (Documento Final). Recuperado de: <https://www.mincomercio.gov.co/minindustria/descargar.php?id=23186>
20. Valencia A., Villa S., P. y Ocampo, C. (Agosto de 2009) Modelo de Calidad de Software. *Scientia et Technica* XV, 42: 375-379.
21. Weiss, A. y Seco, E. (Abril, 2007) *Estrategias empresariales y cambios organizativos de empresas colombianas ligadas al uso de Tecnologías de Información y Comunicación TIC*. Montevideo.
22. X Encuentro Colombia Compite “Competitividad e inserción en los mercados internacionales” (agosto, 2007) *Mesa de Trabajo “Tecnologías de la Información, las Telecomunicaciones e Innovación. Colciencias*. Recuperado de <http://www.docstoc.com/docs/49355573/X-Encuentro-Colombia-Compite-Competitividad-e-inserción-en-los>