



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# UNA EXPERIENCIA CURRICULAR FLEXIBLE PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DE SISTEMAS EN LA UNIVERSIDAD LIBRE CALI

Fabián Castillo Peña, Freddy Wilson Londoño

Universidad Libre  
Cali, Colombia

## Resumen

La formación de ingenieros de sistemas en Colombia, ha convocado a explorar nuevas apuestas curriculares que integren elementos, estrategias, modelos educativos y lineamientos curriculares acordes con las necesidades y contextos nacionales, destinados a dinamizar los procesos de formación profesional en Colombia.

El artículo estudia el currículo en Ingeniería de Sistemas a través de cuatro formas fundantes de flexibilidad curricular que regulan, articulan, dinamizan y materializan una experiencia curricular flexible, para la formación profesional en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre Seccional Cali, aplicable a otros programas afines en Colombia.

**Palabras clave:** formación ingeniería de sistemas; flexibilidad curricular; diseño curricular

## Abstract

*The systems engineer education in Colombia, has called for exploring new curriculum that integrate elements bets, strategies, educational models and curriculum guidelines in line with the needs and contexts, aimed at reducing dropout in Colombia.*

*The paper studies the Systems Engineering curriculum through four curricular forms of flexibility founding governing, articulate, stimulate and flexible curriculum embodied experience, for professional education in Systems Engineering at the Universidad Libre Seccional Cali, applicable to related programs in Colombia.*

**Keywords:** systems engineering education; flexible curriculum; curriculum design

## 1. Introducción

Colombia aún tiene notorias brechas en formación, disponibilidad de talento humano y madurez de la industria, que limitan el desarrollo del sector de TI. Tal como se aprecia en el Observatorio Laboral, Nasscom Report 2008, Educational Statistic Yearbook of China, Yearbook of Korea, mientras que en China, India, Brasil y Corea del Sur, la cantidad de profesionales graduados del sector TI ha aumentado en los últimos 10 años a un ritmo promedio anual de entre 12% y 26%; en el caso colombiano, no ha aumentado: ya que en 2009 se graduaron casi la misma cantidad de profesionales que en 2001 (MinTic, 2011).

Paralelamente, la constante evolución de la Ingeniería, genera múltiples desafíos al sistema educativo, ya que *“ve cómo en medio de la crisis de la formación de ingenieros aparecen un sinnúmero de oportunidades para la Ingeniería de Sistemas”* (Redis, 2011); esta paradoja plantea retos a las universidades en torno a la naturaleza de los procesos de formación profesional y flexibilidad curricular que requiere para generar una masa crítica de profesionales en Ingeniería de Sistemas, necesarios para atender los requerimientos de la sociedad.

Por ello, una Ingeniería de Sistemas vista tradicionalmente desde la perspectiva tecnológica, requiere ahora ser entendida como una forma de construcción de conocimiento organizado y sistematizado que posibilita la transformación del mundo (Londoño, 2005). Sin embargo, sin el desarrollo educativo apropiado, es difícil que se logren avances significativos en desarrollo.

Para responder a este reto, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Seccional Cali, desde hace ya siete años creó un programa que llevara a cabo una eficiente integración entre las TIC, los Sistemas, la Informática y el Software como objeto de estudio. Para lograrlo potencia en sus estudiantes capacidades específicas de indagación, análisis, comprensión y aplicación de las dimensiones de los sistemas con el fin de generar proyectos con tecnologías en las prácticas organizacionales de las instituciones y comunidades de la región y el país.

Por lo tanto, la Ingeniería de Sistemas en la Universidad Libre integra una visión sistémica de la información y sus transformaciones humanas, la cual permite describir, diseñar, desarrollar y gestionar proyectos orientados a la construcción de soluciones mediadas por tecnologías de la información y las comunicaciones orientadas a las necesidades de la sociedad en diversos contextos y campos de conocimiento.

Programa que ha implicado abordajes en torno a los procesos de formación profesional y flexibilidad curricular con el objetivo de integrar los procesos de investigación, los aspectos curriculares, de didáctica, evaluación y el plan de estudio, para los cuales se han establecido una serie de mecanismos y estrategias que permiten continuar consolidando los campos, las áreas, el perfil, la proyección social, la práctica empresarial y el trabajo de grado en función de fortalecer el perfil profesional de los ingenieros y los procesos académicos del programa.

## 2. Flexibilidad curricular del programa

*La política de educación movilizará la academia y al sector productivo en torno a la formulación de una oferta académica con esquemas flexibles apoyados en*

*el uso y la incorporación de nuevas metodologías y tecnologías de información y comunicación (TIC).*

(Men, 2006) Plan Decenal de Educación 2006-2016

El Plan Decenal de Educación del Ministerio de Educación Nacional demanda la oferta académica de propuestas curriculares flexibles para la generación de ambientes de aprendizaje, que fomentan los perfiles, propósitos y competencias definidos para los ingenieros de sistemas

La flexibilidad se entiende como *el surgimiento de nuevas formas de selección, organización y distribución de los contenidos de formación, en la necesidad que tiene la educación superior de ofrecer programas con nuevas relevancias y usos sociales, culturales y científicos.* (Díaz, 2002)

Como tal, este artículo no busca cerrarse solo en un análisis o síntesis de conceptos sobre el problema de los propósitos de formación de los ingenieros, sino en la operacionalización de los mismos, es por ello que las Facultades de Ingeniería de la Universidad Libre en Colombia ante el proceso de flexibilidad, son conscientes que este obedece a una reestructuración curricular y no se realizan de manera aislada, por tanto tienen en cuenta la directriz fundamental plasmada en el Proyecto Educativo Institucional (Pei, 1998).

El diseño del programa de Ingeniería de Sistemas coherente con la fundamentación expuesta, hilvana un tejido que organiza, articula, dinamiza y materializa, el currículo a través de cuatro formas fundantes de *flexibilidad curricular* las *formas de organización* del currículo que lo regulan, las *formas de articulación* que los integran, las *formas de interacción* que lo dinamizan y las *formas de materialización* que movilizan lo contenido. (Londoño & Castillo, 2012).

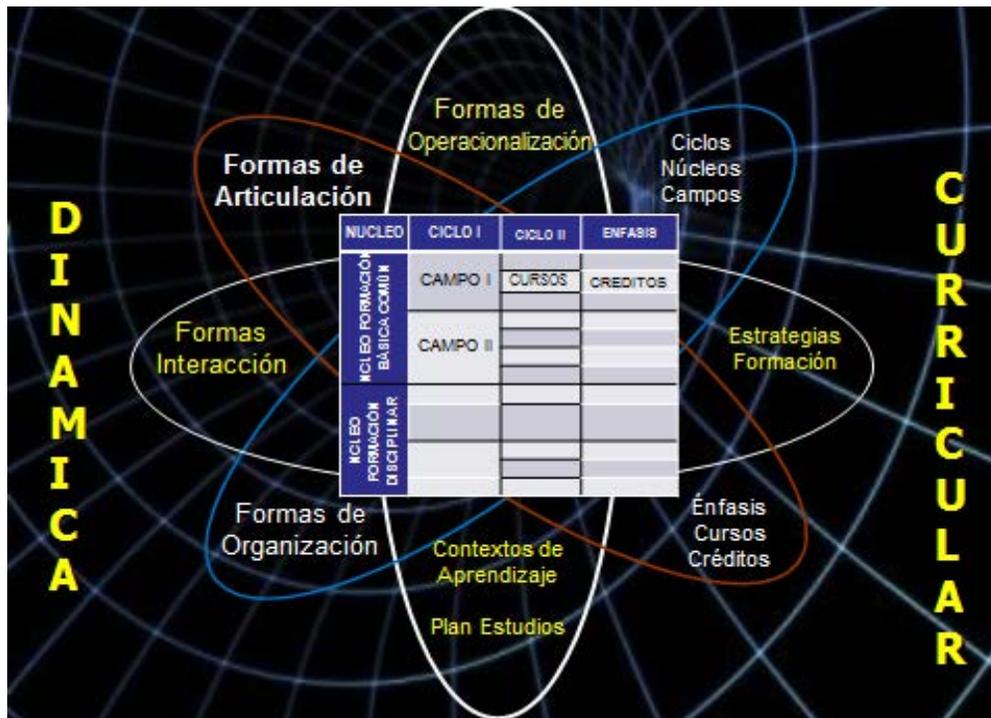


Figura 1. Dinámica Curricular para el programa de Ingeniería de Sistemas

## 2.1 Las Formas de Organización

Refieren representaciones y ordenamientos que permiten estructurar, recoger y regular el conocimiento y la formación del ingeniero; (Londoño, 2010). Formas que se expresan a través de la estructuración del plan de estudios y se cohesionan con los Núcleos de Saber y campos de conocimiento, como elementos que dan forma a los demás componentes del currículo.

### 2.1.1. Los Núcleos de Saber

Constituyen para el currículo, el ámbito de saber del cual se ocupa la formación; acogen un espectro de posibilidades acordes con los propósitos de formación y las competencias a desarrollar por el estudiante, parten de la formación básica y culminan en el énfasis disciplinar.

*Núcleo de Saber Básico:* Este núcleo aporta una preparación en los campos de las ciencias básicas, la Ingeniería básica, el campo socio-humanístico, el campo económico administrativo y el de investigación; Tiene como propósito que los estudiantes comprendan, argumenten y contextualicen los aspectos fundamentales relacionados con el conocimiento común a las ingenierías en relación con dichos campos.

*Núcleo de Saber Disciplinar:* Comprende el conjunto de espacios alrededor de los cuales es posible identificar los aspectos que se consideran necesarios para la formación profesional específica del ingeniero. Este núcleo aporta una preparación base en los campos de Ingeniería de Software, Sistemas y Organizaciones, TIC (redes y comunicaciones) y los campos electivos profesional e integral.

### 2.1.2 Campos de Formación

En perspectiva de la flexibilidad curricular del Programa, el ICFES considera que “*el campo está constituido por disciplinas y regiones, que aportan sus conceptos, métodos, procedimientos, epistemologías y términos en la definición de sus discursos y sus prácticas*” (Icfes-Men, 2001). En ingeniería de sistemas, se identifican al final del artículo ocho campos de formación.

## 2.2. Formas de articulación

Refieren los modos y procesos que enlazan, regulan y cohesionan las formas de organización.

**2.2.1 Énfasis.** Ahonda en aspectos relevantes al saber disciplinar de Ingeniería de Sistemas; permiten seleccionar una de las líneas de profundización del programa, enfatizando la innovación sistémica con TIC en contextos. Se define:

- TIC (Infraestructura, Redes, Telecomunicaciones)
- Ingeniería de Software
- Sistemas de Información

**2.2.2 Cursos (Estructuras Microcurriculares).** Díaz considera que los cursos no son un “*listado de contenidos separados y yuxtapuestos, sino unidades básicas constitutivas de grandes campos de saber y práctica por medio de los cuales se organizan las experiencias de formación de los futuros profesionales.*” (Díaz, 2002). En Ingeniería los cursos son formas de articulación curricular que en unidades de tiempo medidas por créditos, articulan conocimientos y prácticas soportados en una relación pedagógica durante un determinado período.

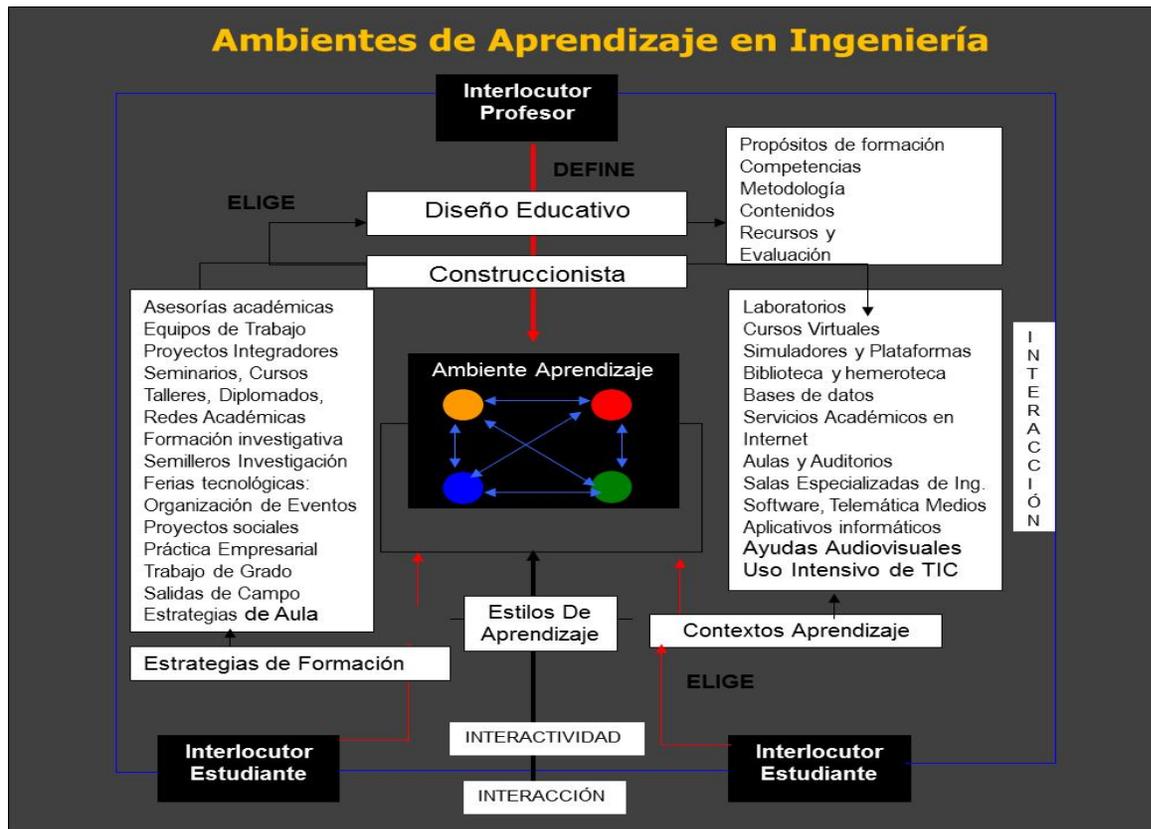
A partir del primer nivel académico, el estudiante es el principal decisor de los cursos (microcurrículos) que toma en cada periodo académico. “[...] Adicionalmente, algunos de los microcurrículos de este campo pueden cursarse en un programa diferente al del estudiante. Por Ejemplo un estudiante de ingeniería de sistemas podrá tomar algunos de estos créditos con microcurrículos (electivas o no) del programa de Ingeniería Industrial, o de Ingeniería Mecánica a nivel de pregrado y postgrado” (Pei, Lineamientos, 2004)

**2.2.3 Créditos Académicos.** “Por Crédito Académico se entiende la unidad que mide el tiempo estimado de la actividad académica del estudiante en función de las competencias académicas y profesionales que se espera que el programa desarrolle”. (Men, 2010). El crédito académico equivale a 48 horas de trabajo del estudiante, en la relación 1:2 entre actividades presenciales e independientes y se ofrecen Créditos Obligatorios, Créditos Electivos y Créditos Optativos.

Se expresa entonces, esta distribución del tiempo acorde a la naturaleza del saber, mediante dos espacios importantes: La presencialidad del estudiante con el maestro en el aula, el taller, la salas de cómputo y, el espacio independiente del estudiante, quien adquiere un compromiso con su propio proceso que lo hace responsable de su aprendizaje.

**2.3 Formas de interacción**

Corresponde a las dinámicas formativas que dan vida a la estructura curricular a través de la Flexibilidad metodológica en las estrategias pedagógicas y actuaciones del estudiante, así como en los diferentes contextos de formación. El programa considera un ambiente de aprendizaje en ingeniería -Figura 1- como uno de los principales aspectos de flexibilidad curricular que permitan una adecuada implementación del modelo pedagógico construccionista.



### Figura 1. Ambientes de Aprendizaje en Ingeniería de Sistemas

**2.3.1 Estrategias de Formación.** Actúan como punto de encuentro entre docentes, currículo y estudiantes. Una estrategia es más adecuada, cuanto más se ajusta a las necesidades y maneras de aprender del estudiante, esto hace que según las necesidades, se empleen diferentes estrategias de formación acordes con los requerimientos del modelo pedagógico constructorista (Londoño, 2010), tales como:

*Estrategias Pedagógicas de Aula.* (Exposición, Ensayo, Mapa Conceptual, Recorrido Guiado, Foro, Debate, Mesa Redonda, Demostración, Análisis de Caso, cursos online, Simuladores.

*Estrategias de Acompañamiento.* Asesorías académicas, Actividades Colaborativas de Aprendizaje (Equipos de Trabajo, Proyectos Integradores), Seminarios, Cursos, Talleres, Células, Redes Académicas, Formación investigativa, Semilleros de Investigación, Organización de Eventos, Diplomados, Simposios, Proyectos sociales, Práctica Empresarial, Trabajo de Grado, Intercambios Académicos, Salidas de Campo, Hoja de Vida de estudiantes en CVLAC, presentación de ponencias, escritura de artículos.

*Estrategias como complemento y refuerzo en la labor académica.* Certificación Internacional en Redes y Comunicaciones con Cisco (CCNA, CCNP, CCENT, FWL, IT Essential), Gestión de Bases de Datos para la Certificación en plataformas de Oracle (Java, J2EE, J2Me), Certificación con Microsoft (Desarrolladores, Profesionales). Certificación con el programa MTA de Certiport e ICDL, Trabajo en los semilleros de Investigación y diplomado metodología de la investigación.

**2.3.2 Contextos de Aprendizaje.** Conforman los espacios formativos que posibilitan las relaciones pedagógicas necesarias para desarrollar las competencias de la Ingeniería de Sistemas, tales como: las aulas de clase, los laboratorios físicos, simuladores virtuales, Cursos en línea, las Plataformas, Biblioteca, hemeroteca, Bases de datos, Servicios Académicos en Internet, Aulas y Auditorios, Salas Especializadas para Ingeniería, Redes Telemáticas, Multimedia, Aplicativos informáticos, Ayudas Audiovisuales y Talleres.

## 2.4 Formas de Operacionalización

*“De hecho, una organización por áreas o por campos no garantiza la flexibilidad curricular, pues ésta no es un asunto intrínseco a la existencia de áreas en un programa académico. Lo que garantiza la flexibilidad es la forma como la selección y organización de los contenidos propios de los componentes de formación pueden establecer nuevas áreas y nuevas relaciones dentro de un área y entre las áreas.”*  
(Díaz, 2002)

Hacen referencia a la configuración del currículo y el modo de materializar la propuesta formativa; involucran el plan de estudios encargado de movilizar los contenidos y las prácticas formativas del programa. Posibilitan la inserción de componentes, la interdisciplinariedad y la flexibilidad curricular necesaria para visualizar la dinámica curricular.

### 2.4.1 Componente de Interdisciplinariedad del Programa

- Núcleo Básico integrado entre programas de ingeniería de sistemas e ingeniería industrial
- Núcleo Común entre facultades ingeniería y ciencias económicas administrativas y contables con créditos susceptibles de tomarse en los programas según su disponibilidad, lo que permite movilidad,

interdisciplinariedad y la posibilidad de doble titulación en las Ingenierías según los reglamentos que se encuentran vigentes.

- Créditos en los diplomados y Créditos en los postgrados:
- Trabajo con el centro de investigaciones: trabajo de grado, semilleros de investigación.
- Trabajo con el centro de consultoría: Práctica empresarial.

El programa posee una duración total de 7680 horas para 160 créditos con 2560 horas presenciales y 5120 de trabajo independiente distribuidos en 10 semestres de 16 semanas lectivas cada uno. El promedio de créditos por curso es de 2.4, con una asignación promedio de 48 horas de trabajo semanal (16 presenciales y 32 independientes), durante 16 semanas por semestre distribuidos en 10 periodos de formación.

El desarrollo del programa plantea en promedio un total de 16 créditos por semestre (en 768 horas, 256 presenciales y 512 de trabajo independiente). La distribución de estos créditos por periodo de formación oscila entre 14 y 18, con asignación entre 42 y 54 horas por semana (de 14 a 18 horas presenciales) y (de 28 a 36 horas independientes).

De acuerdo con los núcleos de formación el programa tiene un 57% (91 créditos) de formación básica común entre ingenierías y un 43% de formación disciplinar (69 créditos), lo cual de acuerdo con la reglamentación permite la movilidad estudiantil y la doble titulación entre ingenierías en un periodo aproximado de 2 años complementarios al primer título.

**Tabla 2. Créditos por Campo de formación**

CRÉDITOS POR CAMPO	NO	%	ÁREAS	CURSOS
Ingeniería Básica	51	31,7%	4	18
Socio Humanístico	19	12,0%	3	14
Investigación y Práctica Profesional	15	9,4%	2	9
Económico Administrativo	6	3,8%	1	2
Ciencias de la Computación	14	8,8%	1	5
TIC-Redes y Telecomunicaciones	5	3,1%	1	2
Ingeniería de Software	27	16,9%	1	9
Sistemas y Organizaciones	11	6,9%	1	4
Electiva Profesional	12	7,5%	1	4
<b>TOTAL CRÉDITOS</b>	<b>160</b>	<b>100%</b>	<b>15</b>	<b>67</b>

Por Campo de formación se aprecia que la Ingeniería básica representa una tercera parte del pensum (31,7%); los campos disciplinares (Ciencias de la computación, Ingeniería del Software, Sistemas y organizaciones y TIC), representan otro tercio (35,6%), mientras que los campos socio-humanístico, económico-administrativo, electivo profesional e investigación y práctica profesional (32,7%), representan el tercio restante del currículo de ingeniería de sistemas.

La flexibilidad curricular cuenta con electivas profesionales, de formación integral, práctica profesional e investigación que representan el 20,7% del pensum. En el núcleo de formación básica común asciende al 23%, mientras que en el de formación disciplinar es del 17,4%.

Finalmente, el Plan de Estudios para ingeniería de Sistemas en la Universidad Libre, en concordancia con el principio de flexibilidad curricular, se organiza alrededor de campos de conocimiento y núcleos de saber que

se dan en rutas de formación, los cuales para ser articulados requieren de cursos que se desarrollan en un plan de estudio flexible representados en créditos. Se materializa el proceso formativo por modelos de formación constructora soportados en estrategias pedagógicas en contextos de aprendizaje mediados por TIC. Esta estructura define el modelo curricular de formación que se expresa a nivel temático y temporal en el plan de estudios definido por la institución.

## Conclusiones

El programa propuesto, asume la flexibilización curricular y pedagógica articulada al sistema de créditos académicos, como una forma planificada y ordenada de integrar una visión sistémica de la información y sus transformaciones humanas para la formación profesional en diseño, desarrollo y gestión de proyectos para la construcción de soluciones mediadas por TIC.

La estructura curricular flexible de los planes de estudio en los programas de Ingeniería de la Seccional de Cali, ha permitido la implementación de metodologías interactivas, que fortalecen la docencia, la investigación y la proyección social en la institución.

La política institucional de armonizar y articular los programas académicos que constituyen disciplinas afines, ha permitido la homologación, el tránsito, la promoción y la movilidad de los estudiantes matriculados en los distintos programas académicos de ingeniería.

La efectividad de las estructuras curriculares se logra cuando los propósitos de formación se acompañan de una dinamización y articulación curricular que interactúe de manera efectiva con el estudiante, la sociedad, los sistemas y las tecnologías como motor de desarrollo social.

## Referencias

- Díaz, Mario (2002). Flexibilidad y Educación Superior en Colombia. ICFES, Bogotá.
- Icfes-Men, (2001). Estándares mínimos de calidad para la creación y funcionamiento de programas universitarios de pregrado. Bogotá: Serie Calidad de la Educación. No. 1 Cap. 2.
- Londoño & Castillo, f. (2012). Una Visión para la Formación del Ingeniero de Sistemas en Colombia: Los Retos de la Profesión. Revista Ingenium. Bogotá 2012.
- Londoño, Freddy. (2010). Una Apuesta de Formación Contemporánea. Desde las formas de representación con TIC. Ed. Universidad Libre Seccional Cali.
- Londoño, Freddy. (2005) Roles Profesionales de la Ingeniería, Investigación e Informática y sus posibilidades de desarrollo. Entramado Revista Investigaciones Univ. Libre Cali. Vol.1, No 1.
- Men, (2006). Plan Decenal de Educación 2006-2016. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá.
- Men, (2010). Decreto 1295 de 2010 Requisitos de calidad para programas de Educación superior. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá.
- MinTic (2011). Plan Vive Digital. Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Bogotá.
- Pei (1998). Proyecto Educativo Institucional-Funciones Sustantivas. Universidad Libre Cali.
- Redis (2011). Ingeniería de Sistemas: La Identidad del Ingeniero de Sistemas. Paradojas de una crisis. p.68 Red de Decanos de Ingeniería de Sistemas. San Gil. Agosto de 2011

## Sobre los autores

- **Fabián Castillo Peña:** Ingeniero de sistemas, Especialista en Auditoría de Sistemas y Magíster en Educación. Adelanta estudios de Doctorado en Educación. Director de los programas de Ingeniería en la Universidad Libre Cali. E-mail [electivaulc@gmail.com](mailto:electivaulc@gmail.com)
- **Freddy Wilson Londoño:** Ingeniero en Informática y Magíster en Educación, adelanta estudios de Doctorado en Educación en la Universidad de la Salle de Costa Rica. Docente-Investigador Facultad de Ingeniería y Maestría en Informática Educativa de la Universidad Libre de Cali. Investigador Informática Educativa del grupo Sinergia Uno, E-mail [fwlondon@gmail.com](mailto:fwlondon@gmail.com)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)