



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



UNA PROPUESTA DE LÍNEA BASE DEL PLAN DE ESTUDIOS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

Juan Fernando Velásquez Carranza¹

**Universidad Libre
Bogotá, Colombia**

Resumen

Los diferentes sectores económicos del país exigen a gritos recurso humano cada vez más especializado que transfiera, implante, implemente y administre las crecientes y diversas tecnologías disruptivas de la industria de las tecnologías de la información, y atienda las necesidades de sus operaciones de negocio. Para dar cumplimiento a estas demandas nuestra sociedad en general coincide en la exigencia de formar profesionales a partir de un sistema universitario que se incline hacia la especialización flexible, con una educación cada vez más integral, articulada en el desarrollo de habilidades a través del aprendizaje práctico, real y útil para competir en el contexto contemporáneo.

Se propone abrir los planes de estudio para que los alumnos realicen sus carreras focalizadas en un aprendizaje basado en problemas, que les permitan adquirir conocimientos y competencias mediante la elaboración de proyectos interdisciplinarios que respondan a la problemática de la vida real (como los citados anteriormente). De esta manera, se rompe el esquema de la educación tradicional para dar paso al aprendizaje en donde el educando es el protagonista, fortaleciendo el desarrollo de su autonomía y responsabilidad para elaborar el producto de la cuestión planteada.

El quehacer del docente también debe salirse de su rol de gestor, para apoyarse en diferentes tipos de conocimiento como los planteados en el modelo *TPACK* (*Technological, Pedagogical and Content Knowledge*), que les implica saber usar una metodología efectiva apoyada en estrategias y métodos para acompañar y favorecer a los estudiantes durante el proceso.

¹ El autor agradece y reconoce la participación y colaboración de Fredy Reyes Roncancio en la elaboración de este artículo

Para esta propuesta de línea base del plan de estudios de Ingeniería de Sistemas los objetivos se sintetizan en un conjunto de competencias, considerado estructural, para el ejercicio profesional. Al contrario de lo que se pensaba, se apuesta al trabajo por competencias y habilidades de forma transversal, entre diversas materias.

Igualmente, se propone un sistema de competencias de línea base a saber: la capacidad de modelamiento, la capacidad de diseño e implementación de soluciones TI, la capacidad de autoaprendizaje, la capacidad de comunicación, la capacidad de contextualización histórico-social y la capacidad de innovación.

Si un programa de Ingeniería de Sistemas logra desarrollar en los más altos niveles de expresión lo planteado, tan solo esta línea base de competencias habrá cumplido con plena suficiencia su misión para nuestra sociedad, atenderá las demandas de los diferentes sectores económicos del país y del mercado laboral y sobre todo, sellará una perspectiva del modelo educativo tradicional en los programas de Ingeniería de Sistemas y afines.

Palabras clave: competencias; aprendizaje práctico; tecnologías disruptivas

Abstract

The different economic sectors require increasingly specialized human resources to transfer cries, implant, deploy and manage increasingly diverse disruptive technologies industry information technology and meets the needs of your business operations. To fulfill these demands our society in general, agrees the need to train professionals from a practical university system that lean towards flexible specialization, with an increasingly integrated education, articulated in the development of skills through learning, real and useful to compete in the contemporary context.

It is proposed to open the curriculum for students to achieve their targeted races in a project-based learning, enabling them to acquire knowledge and skills by developing projects that respond to the problems of real life (as mentioned above). Thus, the pattern of traditional education is broken to make way for student-centered learning as protagonists of their own learning, strengthening the development of autonomy and responsibility to make the product of the question.

Which make the teacher should also get out of his role as manager, to rely on different types of knowledge as those raised in the TPACK model (Technological, Pedagogical and Content Knowledge) which means knowing them to use an effective methodology based on strategies and methods accompany and encourage students throughout the process.

Basis for this proposed curriculum Systems Engineering line objectives are summarized in a set of competencies, considered structural, for professional practice. Contrary to what was thought, the organization

is not removed by subjects, but commitment to work competency and skills transversely between different subjects.

A system of basic skills program formed by the interplay of the following competencies line is proposed: the ability of modeling, the ability to design and implementation of IT solutions, self-learning ability, communication skills, the ability to contextualize historical -social and innovation capacity.

If a program of Systems Engineering is able to develop at the highest levels of expression as stated, only this line base of competences will have fulfilled sufficiency its mission for our society, and meet the demands of different economic sectors and the labor market, and specially, it will close a perspective of the traditional educational model programs and related Systems Engineering.

Keywords: *competencies; through learning; disruptive technologies*

1. Introducción

La sociedad contemporánea percibe la arrolladora e irreversible tendencia mundial de la globalización, que conlleva una intensificación en la competencia internacional, especialmente en los mercados laborales que demandan habilidades que cambian rápidamente, en virtud de los diversos y continuos avances tecnológicos. Los ciudadanos del mundo deben asumir roles emergentes que se concentran en las fuerzas impulsoras de cómo hacer mejor y más rentables las cosas.

Cumplir los grandes desafíos, atender las nuevas oportunidades y dar solución a la diversidad de problemas corresponde a la impronta de las transformaciones sociales que deben ser lideradas por las instituciones de educación superior. Los cambios en los procesos de formación deberán ser implementados como lo manifiesta (Bawden, 2003) citado por (Taylor, 2008) a través de “la promesa del giro del aprendizaje”, mediante currículos atractivos y relevantes con alta participación de estudiantes, egresados y grupos de interés.

La necesidad de generar ideas curriculares transformadoras la referencia (Taylor, 2008) cuando manifiesta que:

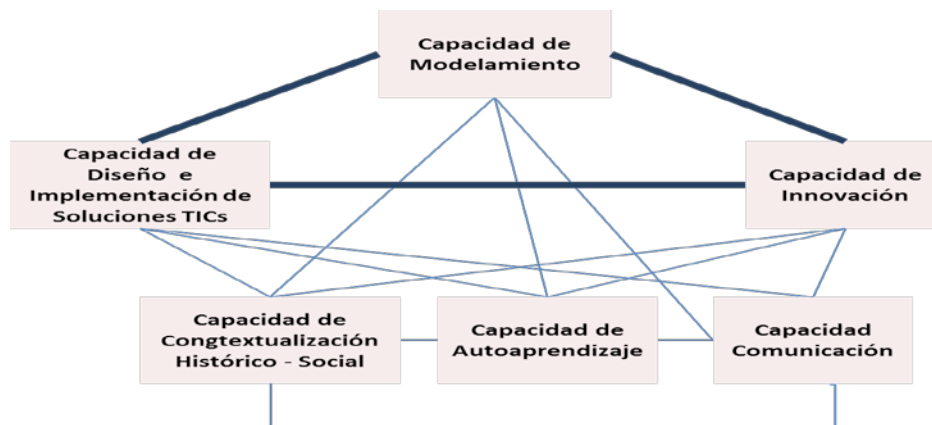
“Los estudiantes deben prestar más atención a la naturaleza de los problemas del mundo real y aprovechar las oportunidades de aprender una amplia gama de habilidades y capacidades procedentes de distintos campos de la experiencia y el conocimiento, y que les permiten enfrentarse (sic) a problemas complejos en diversos contextos”.

Provocar y liderar esos cambios deben ser los factores críticos que transformen los modelos de pensamiento, que orienten como lo esboza (Torres, 2010) “la readaptación ajuste e innovación permanente de los currículos, coherentes con las necesidades del contexto, incluido el sector productivo”.

2. Hacia la interdisciplinariedad del plan de estudios

Independientemente del enfoque de diseño curricular que fundamente la estructura del plan de estudios, todas las competencias se deben asociar y desarrollar siempre de manera transversal. Por lo tanto, el sistema de competencias de línea base (Figura 1), a las cuales corresponde el plan de estudios, no se considera para asociar algunas competencias específicas de manera exclusiva a cada uno de los posibles componentes del plan, sino que cada uno de ellos debe desarrollar dos o más competencias de manera simultánea, preferiblemente todas las de la línea base.

Figura 1 Sistema de competencias de línea base
Fuente: Elaboración propia



Por otra parte, es pertinente considerar de una vez por todas, el adoptar una postura realmente transformadora en la conformación de los planes de estudio de los programas de Ingeniería de Sistemas, que se olvide del enfoque tradicional organizado por componentes temáticos (generalmente denominados de núcleo común, disciplinar y de libre elección), y de asignaturas dentro de dichos componentes, que ha derivado un proceso de competencia desequilibrada entre ellos, por implementarse en la práctica como un desarrollo independiente y aislado, en contravía de las propiedades sistémicas que deben distinguir el currículo.

Los programas de Ingeniería de Sistemas conservan planes de estudio, que en la mayoría de los casos, son antisistémicos ya que por ningún lado aparece la visión holística, el enfoque sintético expansionista, la capacidad de generar propiedades emergentes, la equifinalidad, la auto organización, la adaptabilidad, y su gestión estructural no se fundamenta en el análisis de la realimentación de refuerzo y compensación. En ellos, el todo se explica en función de las partes (componentes y asignaturas), es decir, se conciben bajo el enfoque analítico-reduccionista, contrario a la visión sistémica. El diseño curricular actual responde a lo planteado por (Ackoff, 2002, p. 152) cuando dice:

“El modelo de escuela contemporánea se basa en la fábrica. El estudiante que ingresa a la escuela es tratado como una materia prima que se introduce en una línea de producción para convertirla en un producto

terminado. Los maestros han reducido la educación a un gran número de partes discretas e inconexas la educación formal nunca se trata como un todo”.

Este enfoque tradicional está condicionado por el diseño general del sistema educativo en los diferentes niveles de formación en el país y, consecuentemente, por el diseño institucional asociado, con gran número de limitaciones, tal como lo resalta (Ackoff, 2002, p 167) cuando hace la siguiente afirmación:

“Las asignaturas, las disciplinas e incluso las profesiones son formas convenientes de etiquetar y archivar conocimientos; pero el mundo no está organizado de la misma manera que el conocimiento que tenemos de él. Los departamentos disciplinarios y las materias que engloban son elementos antiéticos de la educación de la era de los sistemas”.

Sin embargo, no porque el sistema educativo actual esté diseñado bajo tales concepciones, los programas de Ingeniería de Sistemas deban seguir en la misma corriente; les corresponde ser los pioneros de una verdadera transformación del diseño curricular, aplicar el pensamiento sistémico para romper la parálisis paradigmática del sistema educativo.

La transformación de esta filosofía supone entonces una profunda innovación académica, pedagógica y administrativa que involucra a todos los actores de la institución educativa, con especial énfasis en los docentes, quienes finalmente tienen la responsabilidad de ejecutar el plan de estudios, y para los cuales esta propuesta supone una significativa reconstrucción personal y de su quehacer profesional.

3. Rutas y caminos

Se propone una alternativa diferente de organizar la actual malla curricular con componentes del núcleo básico, del área disciplinar y de libre elección, y sus asignaturas en cada uno de ellos, aplicando el concepto de Proyecto Integrado Disciplinar PID, es decir, cada periodo académico corresponde a un conjunto de proyectos, que se pueden agrupar con una cierta cantidad de créditos académicos, y no como actualmente se asocian a un grupo de asignaturas.

La idea de la interdisciplinariedad no es una idea novedosa, ha existido a lo largo del desarrollo de los procesos educativos, así lo propone [Uribe, et al., 2012]. Un PID se concibe como un conjunto dinámico de actividades de enseñanza aprendizaje, centradas en el aprendizaje, orientadas como mínimo por dos docentes, limitadas en el tiempo, que integran conocimientos de diferentes disciplinas o áreas del conocimiento, cuyo objetivo es promover el desarrollo simultáneo del sistema de competencias de línea base, desarrolladas fundamentalmente en el marco de la pedagogía activa. En esta concepción los contenidos temáticos no se abordan y caducan en un único espacio académico, por el contrario, se integran progresivamente a lo largo de todos los proyectos. En esencia, cada proyecto busca contribuir simultáneamente en mayor o menor medida con el desarrollo de todas las competencias de la línea base y con sus contenidos temáticos relacionados.

La línea base propuesta para los proyectos integrados disciplinares en diez semestres se presenta en la Tabla 1. Cabe recordar que en cada periodo se consideran proyectos complementarios.

Tabla 1 Línea base de competencias
Fuente: Elaboración propia

Proyecto	Competencia	Nivel
1	Aprende a modelar	1
2	Aprende a modelar	2
3	Diseña soluciones TIC	1
4	Construye software	1
5	Construye software	2
6	Construye software	3
7	Administra infraestructura y plataformas tecnológicas de TI	1
8	Administra infraestructura y plataformas tecnológicas de TI	2
9	Gestiona proyectos y servicios TI	1
10	Gestiona proyectos y servicios TI	2

Para cada uno de los proyectos se percibe un grado de contribución de referencia (ver Tabla 2) desde la perspectiva heurística, que debería ser uno de los pilares conceptuales en la implementación de los proyectos y cuyos logros no requieren estar predefinidos y condicionados. No obstante, se establece una asociación de referencia a los contenidos tradicionales de las diferentes áreas del conocimiento.

Tabla 2 Contribución de referencia del sistema de competencias de línea base para los PID
Fuente: Elaboración propia

<i>Proyecto /Competencia</i>	<i>De modelamiento</i>	<i>De Diseño e implementación de soluciones TI</i>	<i>De Autoaprendizaje</i>	<i>De Comunicación</i>	<i>De contextualización histórico-social</i>	<i>De Innovación</i>
Aprende a modelar – Nivel 1	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Bajo
Aprende a modelar – Nivel 2	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Diseña soluciones TIC – Nivel 1	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Construye software – Nivel 2	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
Construye software – Nivel 2	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto
Construye software – Nivel 3	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Administra infraestructura y plataformas tecnológicas de TI – Nivel 1	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto
Administra infraestructura y plataformas tecnológicas de TI – Nivel 2	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
Gestiona proyectos y servicios TI – Nivel 1	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto
Gestiona proyectos y servicios TI – Nivel 2	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto

Como ejemplo considérese el Proyecto 1 “Aprendiendo a modelar – Nivel 1”. Las actividades que se establezcan para este proyecto deberán favorecer en alto nivel el desarrollo de la capacidad de modelamiento, la capacidad de diseño e implementación de soluciones TIC y la capacidad de comunicación; en nivel medio la capacidad de autoaprendizaje y la capacidad de contextualización histórico-social; y en bajo nivel la capacidad de innovación. Para ello, las actividades del proyecto deben integrar temas de las diferentes áreas del conocimiento, clásicamente estructuradas en asignaturas, sin pretender agotar una asignatura ni siquiera una unidad temática, dado que estas pueden aparecer reforzadas en otros proyectos. La Tabla 3 ilustra algunos de los temas específicos que se abordarían en este proyecto.

Tabla 3 Temas a considerar para el proyecto 1
Fuente: Elaboración propia

Área temática clásica	Temas a considerar en el proyecto		
Lógica y Algoritmos	<i>Pensamiento algorítmico dinámico</i>	<i>VARIABLES, constantes, operadores, expresiones. Estructuras básicas algorítmicas: de control, selectiva, repetitiva</i>	<i>Factores de calidad en algoritmos: auto documentación</i>
Modelamiento de Información	<i>Estructuras de almacenamiento de datos: arreglos, pilas, listas</i>		
Programación Orientada a Objetos	<i>Paradigmas de programación Lenguajes de programación</i>	<i>Concepto de clases, objetos, atributos, métodos y mensajes</i>	<i>Concepto de herencia</i>
Física Mecánica (podría ser Electromagnética u Óptica)	<i>Magnitudes físicas, unidades, dimensiones</i>	<i>Tiempo, espacio, geometría, vectores y espacios vectoriales</i>	<i>Cinemática: trayectoria, velocidad y aceleración escalar, movimiento uniforme, y oscilatorio</i>
Cálculo Diferencial	<i>Funciones, límites, conceptos de derivación</i>	<i>Derivadas de funciones algebraicas, trigonométricas</i>	<i>Aplicaciones de la derivada. Ej. Ecuación de recta tangente a una curva</i>
Cálculo Integral	<i>El concepto de integral, propiedades de las integrales</i>	<i>Integrales indefinidas</i>	
Modelamiento y simulación	<i>El concepto de modelo, clases de modelos</i>	<i>Concepto de simulación</i>	
Lenguaje y Comunicación	<i>Lectura interpretativa</i>	<i>Concepto de argumentación y estrategias</i>	
Lenguajes de modelamiento de software	<i>Concepto de modelamiento, herramientas</i>	<i>Casos de uso</i>	<i>Diagramas de clases y de objetos</i>
Matemáticas Discretas	<i>Cálculo proporcional</i>	<i>Cálculo de predicados</i>	

Aunque existen diversas teorías de aprendizaje sobre las cuales se puede orientar el desarrollo del proyecto, una de las preponderantes podría ser el aprendizaje basado en problemas. Es decir, si algunos de ellos están relacionados con situaciones del mundo real, que corresponden a fenómenos de cinemática; en primer lugar,

se puede desarrollar la habilidad de lectura interpretativa para la comprensión del problema, respaldando a la vez el acercamiento a los conceptos de magnitudes físicas, unidades, dimensiones y, por otro lado, es factible plantear un modelo matemático que integre conceptos de teoría de modelamiento, de cálculo diferencial y de matemáticas discretas, que pueda ser utilizado en el diseño de algoritmos que permitan implementar un producto de *software* orientado a la simulación del sistema en el que se contextualiza el problema. En el diseño e implementación de algoritmos se pueden abordar conceptos básicos de programación, ingeniería de *software* y lenguaje de modelamiento.

El problema que se aborde en cada semestre podría, y debería ser diferente, construyendo de manera progresiva una base de conocimiento que dinamice la apropiación del nuevo modelo y articularlo con otras alternativas que se puedan considerar para su implementación.

4. Conclusiones

Dada la esencia de la concepción sistémica, los responsables del diseño curricular tienen el reto de, generar un cambio paradigmático en este proceso y en la manera de orientarlo. Se sabe, que no es una tarea sencilla porque a lo largo del desarrollo de la humanidad ningún cambio paradigmático ha sido aceptado.

El objetivo fundamental es romper la concepción tradicional de división del conocimiento en el diseño de las mallas curriculares y ya no a la preponderancia de las partes, de la individualidad, del énfasis de la enseñanza y no en el aprendizaje.

En este artículo apenas se enuncia un camino alternativo que requiere ser ampliamente desarrollado. Si este no es el camino, hay que encontrar otros, pero no pueden ser aquellos que perpetúen el paradigma predominante del diseño curricular. La complejidad del cambio implica que se diseñe una estrategia altamente participativa, que su implementación se oriente con cierta dosis de gestión autocrática, como estrategia de choque, sin considerar periodos de transición, ya que, de existir, lo más probable es que el paradigma actual destruya toda posibilidad de cambio.

5. Referencias

Libros

- Ackoff, R (2002). El paradigma de Ackoff. Una administración sistémica. Editorial Limusa, México, pp 152 – 167.
- Uribe, C (2012). La interdisciplinariedad en la universidad contemporánea. Reflexiones y estudio de caso. Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

Memorias de congresos

- Il Congreso internacional saber y hacer. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Nariño (2010). Perspectiva curricular en la Educación Superior desde la teoría crítica. pp 3.

Fuentes electrónicas

- Resumen. El currículo de la educación superior para el desarrollo humano y social.pdf. pp 4 – 6. Consultado el 21 de Junio de 2016 en [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7932/06%20\(89-101\).pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7932/06%20(89-101).pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Sobre el autor

- **Juan Fernando Velásquez Carranza** ingeniero de Sistemas, Especialista en Auditoria de Sistemas de Información, Especialista y Máster en Entornos Virtuales de Aprendizaje. Docente investigador. juan.velasquezc@unilibrebog.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)