



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



LA HEURÍSTICA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Gloria Amparo Thomé, Manuel Bolaños González, Eduardo Delio Gómez

**Universidad de Nariño
San Juan de Pasto, Colombia**

Resumen

Indudablemente, la Teoría General de Sistemas sentó bases sustanciales en la construcción de la ingeniería de sistemas como carrera profesional. En el plano científico, en algunas Instituciones de Educación Superior después de años de experiencia, lograron que la ingeniería generara un entramado interdisciplinar de acuerdo con los intereses que motivan las investigaciones. De cada experiencia, los conocimientos son asimilados a través de complejas ramificaciones que forman caminos de saberes multidiversos, es decir, el cerebro humano tiene altísima capacidad para vislumbrar los caminos de adquisición del conocimiento, practica naturalmente la heurística con gran creatividad. En consecuencia, la manera de pensar, de actuar, de identificar, de analizar, de decidir, deriva estilos de aprendizaje individuales. El sistema educativo, constituye el sistema más importante del desarrollo del conocimiento, sin embargo, tiene limitados viáticos para la creatividad, es incipiente en herramientas para el desarrollo de habilidades de pensamiento, esforzado seriamente en la colectividad, en las competencias y en los estándares, que si bien son una base, no son el todo. El pensamiento del ingeniero demanda el desarrollo de la creatividad por excelencia, esta es una situación alcanzable, puede aprenderse. Cualquier actividad de estudio implica pensar heurísticamente. Involucra conocimientos que encuentran en los sistemas, en la ingeniería y las conexiones con la realidad; los pensamientos son confrontados bajo marcos evidentes de aplicación, en procesos metacognitivos, además, se sirven de las nuevas tecnologías que cada día fortalecen las relaciones de la formación académica y científica, estableciendo entre su conocimiento previo y la información, y, maneras como ellos distribuyen la información convertida en conocimiento. Este análisis lleva a pensar en un currículo que ayude al ingeniero a unir ese cableado suelto de posibilidades en una nueva enseñanza del pensamiento, como contribución al plan de estudios de ingeniería que busca concienciar de forma explícita la heurística.

Palabras clave: enseñanza; heurística; ingeniería

Abstract

Undoubtedly, the General Theory of Systems laid substantial foundations in the construction of systems engineering as a professional career. In the scientific field, in some Higher Education Institutions after years of experience, they managed to generate an interdisciplinary framework according to the interests that motivate the research. From each experience, knowledge is assimilated through complex ramifications that form paths of multidiverse knowledge, that is, the human brain has a very high capacity to glimpse the paths of acquisition of knowledge, naturally practicing heuristics with great creativity. Consequently, the way of thinking, acting, identifying, analyzing, deciding, derives individual learning styles. The educational system is the most important system for the development of knowledge, however, it has limited per diem for creativity, it is incipient in tools for the development of thinking skills, seriously endeavored in the community, in the competences and in the standards, that although they are a base, they are not the whole. The engineer's thought demands the development of creativity par excellence, this is an attainable situation, it can be learned. Any study activity involves thinking heuristically. It involves knowledge that is found in systems, engineering and connections with reality; the thoughts are confronted under evident frames of application, in metacognitive processes, in addition, they use the new technologies that every day strengthen the relations of the academic and scientific formation, establishing between their previous knowledge and information, and, ways they distribute the information converted into knowledge. This analysis leads us to think of a curriculum that helps the engineer to join that loose wiring of possibilities in a new teaching of thought, as a contribution to the engineering curriculum that seeks to explicitly raise the heuristic.

Keywords: *teach; heuristic; engineering*

1. Introducción

En los primeros semestres el ingeniero en formación presenta dificultades para tratar con varios temas simultáneamente, descubrir relaciones entre temas nuevos, caracterizar sus componentes, o bien crear vínculos relevantes mediante el uso de esquemas de representación de pensamiento es una labor similar a un rompecabezas, sus piezas están por todas partes y no saben por dónde empezar. Por tanto, tienden a mirar otros esquemas para empezar a crear las imágenes de sus trabajos. El problema radica en varios aspectos. Las palabras clave de un tema son los obstáculos que no se atreven a librar. La noción de interdependencia es un idioma extranjero. En su mayoría, no usan su imaginación para recrear una nueva situación. No obstante, Con un poco de ayuda del docente empiezan a vislumbrar un norte. Los docentes tienen la responsabilidad de intencionar en el grupo de estudiantes, estrategias de aprendizaje y hacer el acompañamiento de su proceso mientras ellos construyen y reconstruyen conocimiento.

2. La metacognición en los escenarios de enseñanza, no necesariamente en un aula

La creatividad es una actividad alcanzable, puede aprenderse. Cualquier actividad que implique estudio, investigación, análisis, interpretación etc., implica pensar heurísticamente. Para citar un ejemplo, la investigación de operaciones, durante el estudio de los métodos de transporte, se hace generalmente sobre papel y en medio de una clase magistral; si el escenario es el centro de la ciudad donde se imparte la cátedra, las condiciones de enseñanza cambian de tal manera que, al evaluar este tema, los estudiantes darán más razón en términos de análisis y de interpretación de orígenes, destinos, trasbordos, centros de almacenamiento o bodegas.

Para aclarar este argumento, desde su perspectiva de lector, imagine un globo flotando, el sol brilla, la cuerda del globo es una conexión directa con un ser vivo..., en estas cortas palabras, cada persona toma los elementos y los pone en escena, pero con sus propios detalles imprime los colores de su preferencia, ciertas formas, fondos oscuros o claros, tenuous o nítidos, acciones diversas, y demás características. El producto final podría ser similar de unos a otros. No es una sorpresa, pues el sistema educativo aún educa linealmente. El punto es que la creatividad se ejercita.

En la ingeniería, las conexiones con la realidad, los pensamientos, las prácticas, las actividades de clase, tienen su sustento en la Teoría General de Sistemas TGS. Con mayor razón, el ingeniero de sistemas que visualiza una situación problémica desde un enfoque sistémico, de seguro tendrá mayores posibilidades de encontrar un conjunto heurístico de alternativas se soluciones viables, en tanto que él mismo es consciente de su aprendizaje, encamina y conoce sus potencialidades, autorregula sus decisiones, es decir, es parte activa de los procesos metacognitivos.

En uno de sus trabajos Marroquín, (2013, p. 54) [1] afirma que la mayoría de las dificultades para la realización de nuevos aprendizajes se deben a la incapacidad de integrar un nuevo conocimiento en las estructuras de memorias previas y en la ausencia de estructuras de conocimiento y memoria, como base para la nueva información. Esto significa que el docente de ingeniería podría, previo sondeo, seleccionar aquellos estudiantes que aún no tienen construido ese "puente" esa "conexión" entre los procesos de aprendizaje y sus estructuras de conocimiento, desde luego encaminándolos en métodos de estudio como: tomar apuntes, consignar información en cuadros sinópticos, elaborar mapas conceptuales, organizar información en la estructura de mapas mentales, usar los cuadrantes del plano cartesiano para representar categorizaciones, elaborar una cartografía social y entre otros muchos.

La representación de la realidad puede estar nublada por suposiciones, los estudiantes de ingeniería de sistemas en los primeros semestres son muy buenos con la organización de la información texto, con las consultas, en ocasiones con las fuentes de datos. No obstante, tienen tanta información dispersa que les resulta difícil sintetizar, resumir, depurar, o hasta convertir las ideas de un texto en una imagen. De 54 estudiantes de ingeniería en primer semestre solo el 19.6% tienen idea del tránsito de la información a la representación. El concepto de sistema es fundamental en todo trabajo, aun más si es un trabajo práctico, puesto que, la TGS como paradigma científico, pone en primer plano las relaciones que guardan entre los elementos o

pequeños conjuntos de cosas, posteriormente, se encarga de integrar dando fruto a nuevas relaciones que nacen en la práctica de las tareas, actividades o trabajos.

Los diagramas de flujo, por su parte, son representaciones que muestran específicamente caminos que llevan a la resolución de un problema; esta estructura es especialmente utilizada en los algoritmos. En cuanto a mayor flexibilidad, Gowin, (1977) [2] presenta la UVE Heurística, herramienta pedagógica diseñada para aprender de un determinado tema o para plantear la resolución de un problema, puede usarse como una guía para desarrollar un trabajo de grado, desarrollar una exposición, conocer a fondo una especie, etc., pero antes habrá que aprender de su manejo, y en tanto el ingeniero la usa, su estructura le obliga a pensar, aumentando las posibilidades de involucrar más y más conocimiento.

Los mapas mentales, mapas conceptuales, mapas semánticos, los diagramas de bloques y demás esquemas usados para el aprendizaje, no encuentran su punto de apoyo tan solo como un acto de construcción de ideas que están representadas en formas, imágenes, que están relacionadas con algún texto, que está relacionado con un tema. Es más que eso. Se trata de intencionar en el estudiante una profunda exploración del tema, sus signos y significados. El rol del docente pasa a ser el de un agente disruptivo de esquemas viejos a nuevo conocimiento.

3. Aprender a leer imágenes en la Universidad para construir imágenes de la realidad

Al observar la siguiente imagen representativa de la teoría de las ideas de Platón, la construcción contiene una mezcla de figuras, formas, texto, delimitadores, las letras mayúsculas denotan importancia. Más allá de lo descriptivo, hay explícita una operación de comparación que contribuye a desarrollar una habilidad de orden superior. Es destacable que una imagen puede ser leída, comprendida e interpretada para adquirir un conocimiento que luego va a ser utilizado para una comparación.

Figura 1. Representación gráfica de la teoría de las ideas.

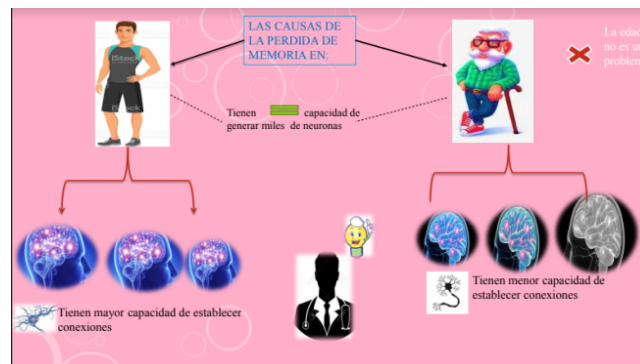


Fuente: <http://francescllorens.files.wordpress.com/2008/10/platonideas.jpg>

Las siguientes son imágenes elaboradas por estudiantes de ingeniería de sistemas producto de un ejercicio corto en contextos diferentes.

Estudiante de I semestre, el tema es la información como sistema, Universidad de Nariño en Ipiales. La imagen es el resultado de interpretar un párrafo de un artículo de una revista. Es interesante ver que podría construirse un texto sobre esta imagen mirando los componentes que le han sido añadidos (texto, figura, llaves, agrupaciones). Luego al comparar el texto original, con el segundo texto, podría encontrarse que la idea principal es similar en los dos, salvo algunas palabras.

Figura 2. Representación gráfica de otros sistemas de información.



Fuente: Trabajo en Clase. Gustavo Terán, Ipiales.

El texto de la revista "Muy Interesante", es el siguiente:

Descubren por qué los humanos tenemos un cerebro tan grande: El trabajo sugiere que los problemas con las capacidades mentales y la memoria asociada a la edad no se deben a la pérdida de neuronas, sino a fallos en las propias neuronas para comunicarse de manera apropiada entre sí. "Descubrimos que las personas mayores tienen una capacidad similar para generar miles de nuevas neuronas hipocampales a partir de las células progenitoras, como lo hacen las personas más jóvenes. Sin embargo, las personas mayores tenían menos vascularización (formación de vasos sanguíneos) y tal vez menos capacidad de las nuevas neuronas para establecer conexiones", explica Maura Boldrini, líder del estudio. Este descubrimiento podría ayudar en el tratamiento de las enfermedades neurodegenerativas. Este avance podría ayudar a los científicos a comprender mejor las causas de la demencia y cómo evitar que ocurra, pues las cifras de personas con estos trastornos neurodegenerativos no paran de aumentar.

La representación gráfica ayuda enormemente a almacenar en la memoria la idea principal del texto, las imágenes se graban en la memoria y son más fácilmente recordadas que un párrafo. El texto es una herramienta de conocimiento, pero la imagen escribe más en menos extensión.

El punto es que los estudiantes construyan a mayor profundidad los contenidos de los textos, de tal manera que generen nuevas formas de representación, hagan uso de los esquemas,

incursionen en la semiótica, que es el estudio de los sistemas de signos con fines de comunicación, y consecuentemente estén en un ejercicio permanente de creatividad.

Figura 2. Representación gráfica de otros sistemas de información



Fuente: trabajo en clase. Jessica Ortiz, Tumaco.

La anterior imagen es elaborada por una estudiante de V semestre, el tema es sistemas de información, asignatura Formulación y Evaluación de Proyectos, Universidad de Nariño en Tumaco. La imagen es el resultado de la observación con enfoque sistémico el video "Adentro" de Calle 13, (2014) [3] la estudiante ha representado el mensaje de la letra de la canción totalmente diferente a las imágenes que se aprecian en el video original, aún las palabras manifestadas en el video son interpretadas, categorizadas y aterrizadas en Colombia. Cabe aclarar que los integrantes de Calle 13 son hermanos nacidos en Puerto Rico. Ellos hacen una crítica de corte socioeconómico, este es el claro enlace entre el video y la representación.

Durante la construcción de esta representación hubo reglas para cumplir. Algunas de ellas fueron: mirar con atención el video una sola vez, tener en cuenta los componentes de un sistema de información, conocer algunos esquemas de representación y el significado de las conexiones, determinar cuál es la parte tangible e intangible del sistema de información del video de Calle 13, distinguir los procesos y las salidas del sistema.

El aprendizaje que logran los estudiantes de ingeniería de sistemas depende de muchos factores. En términos generales, según Coleman, (1966) [4] alude a que la calidad educativa depende de las condiciones socioeconómicas. Angrist y Krueger, (1991) [5] sostienen que la entrada tardía de los estudiantes al sistema educativo puede, en general, incluir un menor logro educativo. Woessmann, (2005) [6] valida los resultados para Argentina y Colombia, en un estudio que utilizó las bases de datos del estudio de progreso en comprensión lectora de la IEA (PIRLS), las muestras representativas a nivel nacional tienen 3.300 estudiantes en Argentina y 5.131 en Colombia. En este estudio se encontró una fuerte relación entre los resultados académicos y los antecedentes familiares y una débil relación entre las características institucionales y el rendimiento académico. Sir Ken Robinson, (2009) [7] en su libro El Elemento, refiere contundentemente que el sistema educativo mata la creatividad. Steve Jobs expresó: "La creatividad es, simplemente, conectar cosas" Forbes (2014). [8]

4. La universidad constituye el brazo fuerte del sistema más importante del desarrollo del conocimiento

La revisión bibliográfica anterior y de otros autores, respecto de los factores que afectan los aprendizajes, son similares a los actuales, en este sentido, son susceptibles de disminuir cuando los docentes mediante el uso de herramientas pedagógicas enseñan a pensar a sus estudiantes.

De cada experiencia producto de los irs y venires de la cotidianidad, los conocimientos son asimilados a través de complejas ramificaciones que forman caminos de saberes multidiversos. De acuerdo con lo anterior, se presenta una construcción de la UVE Heurística en Fundamentos de Auditoría de sistemas elaborada por una estudiante de V semestre:

Figura 3. Cómo aplicar auditoría en redes de computadores.

¿Cómo Aplicamos auditoría en Redes?

Dominio conceptual

- Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos.
- Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales, organizados en niveles.
- Un sistema de computación compuesto por un gran número de elementos simples, elementos de procesos muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a estímulos externos.
- Redes neuronales artificiales son redes interconectadas inmovilmente en paralelo de elementos simples y con organización jerárquica, las cuales interactúan con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.

Dominio metodológico

Las auditorías de redes son una forma de proteger los recursos, principalmente la información de la erosión, de amenazas cada vez más complejas y dinámicas.

Tipos de redes

- Red perceptrón
- Redes Competitivas
- Red Adaline
- Red Back Propagation
- Redes Recurrentes

Auditoría

Autores:

- 1936 - Alan Turing.
- 1949 - Donald Hebb.
- 1959 - Karl Lashley.
- 1958 - Congreso de Dartmouth.
- 1957 - Frank Rosenblatt.
- 1959 - Frank Rosenblatt.
- 1962 - Bernard Widrow/Marcian Hoff.
- 1961 - Karl Thalberg.
- 1969 - Marvin Minsky/Seymour Papert.
- 1974 - Paul Werbos.
- 1977 - Stephen Grossberg.
- 1985 - John Hopfield.
- 1986 - David Rumelhart.

Operación en Tiempo real. Los cómputos neuronales pueden ser realizados en paralelo para diseñar y fabricar máquinas con hardware especial para obtener esta capacidad.

Fácil inserción dentro de la tecnología existente. Se pueden obtener chips especializados para redes neuronales que mejoren su capacidad en ciertos niveles. Esto facilita la integración modular en los sistemas existentes.

NORMA ISO 17799: Es una norma internacional que ofrece recomendación para la gestión de la seguridad de la información enfocada en el inicio, implantación o mantenimiento de la seguridad en una organización. el objetivo de la norma ISO 17799 es proporcionar una base para desarrollar normas de seguridad dentro de las organizaciones y ser una práctica eficaz de la gestión de la seguridad.

En conclusión el objetivo de una auditoría de redes es determinar la situación actual tanto en la parte Lógica (como Software, estadísticas de tasa de errores, etc.) parte Física (Hardware) y las comunicaciones (como Normas, estrategias a largo plazo, planificación, vigilancia, documentación, etc.) las fortalezas y debilidades de una red de datos en una empresa para tomar decisiones y saber si reemplazarla o mejorarla teniendo en cuenta las observaciones y recomendaciones dadas por el responsable de la auditoría.

Paula Andrea Cuellar Moreno

Fuente: Trabajo en Clase. Paula Andrea Cuellar

Probablemente, en los inicios de la aplicación de la estrategia de aprendizaje con los esquemas de representación no se requerirá de laboratorios sofisticados para su desarrollo y posterior consideración de una cátedra de pensamiento, basta una computadora, una conexión a la red Internet y la disposición de los docentes y estudiantes en torno al conocimiento.

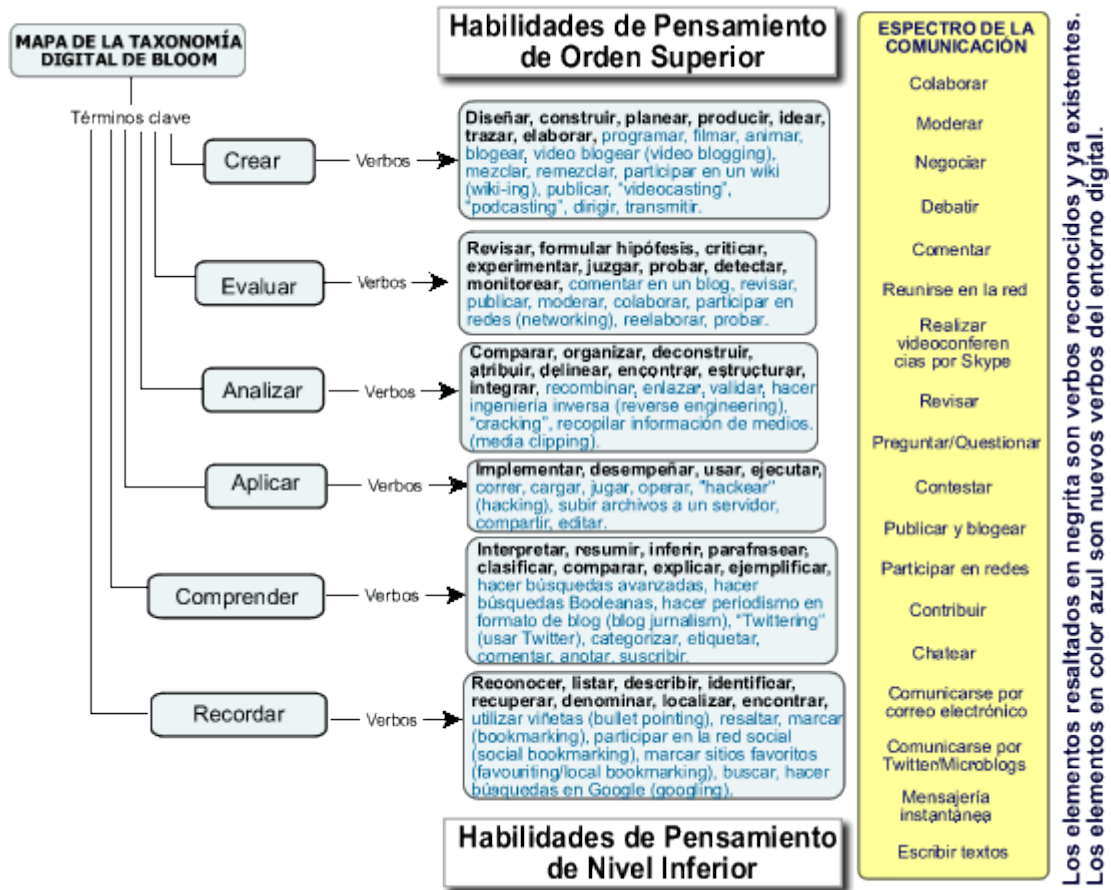
Sin duda alguna la disposición de los docentes como responsables de la enseñanza de los contenidos de ingeniería, podría ser una herramienta eficaz para incentivar la creatividad en procesos complejos donde el estudiante interactúe más activamente de su aprendizaje e interactúe con la universalidad del conocimiento de sus compañeros en favor de la creatividad.

5. Cátedra de pensamiento, currículo para el siglo XXI

Finalmente, es claro que las habilidades de pensamiento han sido objeto de estudio por muchos autores en diferentes épocas. La TGS extiende el terreno de posibilidades en la ingeniería de sistemas y la representación del siguiente mapa de la taxonomía de Bloom abre más puertas

hacia la transformación de un currículo de pensamiento en la era del “Knowledge” soportado en el uso apropiado de las TIC.

Figura 5. Taxonomía de Bloom actualizada



Fuente: <http://eduteka.icesi.edu.co/imgbd/23/23-08/bloomdigitalHor.gif>

El presente análisis lleva a consideración de las facultades de Ingeniería, la oportunidad de reprogramar el currículo, de modo que ayude al ingeniero a unir ese cableado suelto de posibilidades; enseñando a pensar, a replantear la enseñanza ingenieril, a dedicar tiempos de apoyo docente en prácticas reales que generen conocimientos nuevos con base a experiencias, que se disminuya la repetición de teorías y estudios, que se aumente la aplicación, entonces la evaluación también evolucionará de esa misma manera hacia una evaluación heurística, validada en el reconocimiento de las aplicaciones aun no vistas de las cuales no se tiene teoría.

Un ingeniero que crea y prueba, se pregunta, razona, comprende, se familiariza con la complejidad y con la transdisciplinariedad como un proceso de diseño de los alcances de la ingeniería en otros campos del saber, los trabajos pueden tener o no tener relación con otras materias, la idea es que explore hasta hallar las relaciones entre ellas, que aprenda a programar su mente en multidirecciones. Las prácticas de la creación de imágenes pueden resultar en un

objetivo que empieza a trabajar en cada mente construyendo en tres o más dimensiones y lo más importante, saber exteriorizar.

6. Referencias

- Marroquín, M. (2013). Docentes estratégicos forman estudiantes estratégicos. Editorial Publicaciones UNIMAR, San Juan de Pasto, pp. 266.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (1997, June). Final report: Ad Hoc Group for Learning Technologies. Consultado el 21 de mayo de 2002 en http://www.hku.hk/caut/Homepage/itt/5_Reports/5_1AdHoc.htm Artículos de revistas
- Berrio, A. C. and Perez, S. J. (2002). Towards a new concept on engineering education. Journal of Educational Technology, Vol. 24, No. 12, pp. 269-286.

Sobre los autores

- **Gloria Amparo Thomé Ponce:** Ingeniera de sistemas, Máster en Pedagogía de la Universidad Mariana. Docente Tiempo Completo Ocasional. Departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño. thomegloria@udenar.edu.co
- **Manuel Ernesto Bolaños González:** Ingeniero de sistemas, Master en Ciencias de La Información y Las Comunicaciones. Profesor asistente Universidad de Nariño. Director Departamento de Sistemas, mbolanos@udenar.edu.co
- **Eduardo Delio Gómez López:** Ingeniero de Sistemas, Doctor en Ciencias de la Educación, RUDECOLOMBIA. Profesor Asociado Universidad de Nariño. Decano de la Facultad de Ingeniería. deliogo@udenar.edu.co

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

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)