



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

# EDUCACIÓN DE POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PERTINENTE Y APROPIADA. ESTADO DEL ARTE Y ORIENTACIONES PARA LA EDUCACIÓN EN EL CAMPO DE LA TELEMÁTICA

José Daniel Cabrera Cruz, César D. Guerrero, Diana Teresa Parra Sánchez

Universidad Autónoma de Bucaramanga  
Bucaramanga, Colombia

## Resumen

En Colombia ha dominado una tendencia a la importación, copia, trasplante y simple uso de innovaciones tecnológicas generadas en otros países, es decir, innovaciones *exógenas*. Esta tendencia se ha dado en detrimento de las innovaciones tecnológicas generadas en Colombia (*endógenas*) y de la apropiación de tecnologías exógenas, con reflexión crítica sobre su pertinencia y eventual modificación.

Esta tendencia parece cambiar recientemente. Según *Global Innovation Index*, en 2012 Colombia ocupó el lugar 65 entre 141 países evaluados. En los años 2010, 2011 y 2012, Colombia mejoró su posición sucesivamente; en 2010 ocupaba la posición 90 entre 132 países. La educación, una de las condiciones para la innovación señaladas por dicho índice, no parece estar en la raíz de este ascenso, pues, Colombia descendió del lugar 68 en 2010, al 87 en 2012, en el subíndice de capital humano e investigación, que incluye a la educación. En cambio, este ascenso obedece más bien al subíndice de infraestructura, que incluye las TIC.

Lo anterior deja varias dudas. ¿Cómo es posible un cambio de tendencia, como el mencionado, sin la educación? La educación, sin embargo, luce como un foco importante de intervención que hace pensar en la sostenibilidad de dicho cambio. Vale la pena preguntarse, además, si la mejoría de la innovación en Colombia es *pertinente* y *apropiada*, es decir, responde y se adecúa a las necesidades de nuestra sociedad o si, más bien, obedece a demandas exógenas. ¿Podría ser que Colombia se esté volviendo proveedora de innovación "barata" para las empresas extranjeras; una especie de "mina" de innovación que otros países "extraen" y, luego, "procesan" y venden en nuestro país a elevados precios sin que nuestras comunidades, industrias y entidades nacionales se beneficien realmente?

El presente artículo realiza una revisión crítica-sistémica del panorama de la educación superior para la innovación tecnológica para confrontar experiencias nacionales y mundiales. Se hará énfasis en la

educación de posgrado y se pretende obtener elementos que puedan orientar la educación para la innovación tecnológica en un posgrado en el área de la telemática, de manera que se potencie la innovación en este campo y, además, se creen condiciones para que ésta sea pertinente y apropiada para el contexto nacional.

**Palabras clave:** innovación tecnológica; telemática; posgrado

### **Abstract**

*In Colombia has dominated a tendency to import, copy, transfer and use technological innovations that has been generated in other countries, namely, exogenous innovations. This tendency has been on detriment of technological innovations generated in Colombia (endogenous) and the appropriation of exogenous technology, with a critical reflection about their relevance and eventual modification.*

*This tendency seems to change recently. According to the Global Innovation Index, in 2012 Colombia was ranked 65 among 141 countries assessed. In 2010, 2011 and 2012, Colombia was improving this position; in 2010 was ranked 90<sup>th</sup> among 132 countries. Education, which was identified as a condition for innovation, is not the real reason for this improvement, because Colombia descended from the 68<sup>th</sup> place in 2010 until 87<sup>th</sup> place in 2012 in the index about human capital and research that includes education. Rather, the increase is due the index of infrastructure that includes ICT.*

*This leaves some questions. How can be possible a change in the mentioned tendency without education? Education, however, looks like a relevant focus of intervention that suggests the sustainability of mentioned change. It is worth asking if the innovation's improvement in Colombia is relevant and appropriate, that is to say, responds and adapts to the needs of our society or rather, responds to exogenous demands. Could it be that Colombia is becoming a provider of "cheap" innovation for foreign companies, a kind of "mine" of innovation that other countries "extract" and then "process" and sell in our country at high prices without the real benefit of our communities, industries and national institutions?*

*This article performs a systemic critique of the state of the art in higher education for technological innovation to confront national and global experiences. It will focus on graduate education and it is pretended to obtain elements to guide the education for technological innovation at the graduate level in the area of telematics, so that innovation in this field can be enhanced and can create conditions to be relevant and appropriate to the national context.*

**Keywords:** technological innovations; telematics; graduate education

## **1. Introducción**

Colombia es un país receptor, más que generador, de tecnología e innovación (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004); y este rasgo se replica en el campo de las TIC.<sup>1</sup> Esto tiene varias consecuencias para el país.

---

[1] En Colombia, en el año 2011, las importaciones correspondieron al 20% del PIB (Banco Mundial, 2013a). De este valor, el 8.5% correspondió a importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (Banco Mundial, 2013b). Esto contrasta con la baja inversión en ciencia y tecnología que, en el año 2010, fue del 0.16% del PIB (Banco Mundial, 2013c).

En primer lugar, se plantea un problema de pertinencia de las tecnologías y las innovaciones generadas en otros contextos y que son transferidas a (o trasplantadas en) el nuestro. Estas tecnologías e innovaciones nacen como respuesta a problemáticas de otros contextos que, si bien, en algunos casos pueden resultar, a primera vista, similares a las nuestras, no lo son del todo. De manera que, además de los costos de importación de tales tecnologías extranjeras, estas vienen acompañadas de otros costos: los originados por el desajuste a nuestro contexto.

En segundo lugar, hay problemáticas particulares de nuestro medio que tienden a quedar desatendidas respecto del desarrollo tecnológico y la innovación. Esto se debe a que sólo recibimos tecnologías e innovaciones que se refieren a problemas con semejanzas respecto de los que se dan en los países generadores de tecnologías e innovaciones. Aquellos problemas que resultan particulares o propios de nuestro contexto, y muy diferentes de los de otros contextos, tienen escasas oportunidades de beneficiarse de los avances tecnológicos y la innovación.

En tercer lugar, nuestro país es un productor de materias primas; rasgo que, cuando se combina con nuestra condición de importadores de tecnología, constituye una especie de cáncer para nuestro país. Producimos y exportamos materia prima de un cierto valor que, luego, es utilizada en otros países para producir tecnología que, posteriormente, importamos a valores varias veces superiores.

Un elemento adicional hace más complejo lo anterior. En vista de que nuestro medio está habituado a recibir tecnologías e innovaciones exógenas (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004), contamos con una industria débil asociada con la generación de tecnología e innovación; lo que hace muy difícil que se pueda generar productos que resulten competitivos en calidad y precio con los importados; y, así, la industria tecnológica e innovadora nacional no obtiene recursos que le permitan invertir en su fortalecimiento, de manera que obtengan productos más competitivos que los extranjeros.

Vale la pena agregar que el círculo vicioso anterior se ve reforzado por la debilidad de nuestro país en materia de investigación. La investigación es necesaria, en primer lugar, para que se estudien los problemas de nuestro contexto y se revelen sus particularidades y semejanzas respecto de lo que ocurre en otros países. Estos diagnósticos están en la base, tanto de procesos de desarrollo tecnológico e innovación pertinentes, como de serios y menos costosos procesos de adaptación, transferencia y apropiación de tecnologías e innovaciones exógenas. Pero, la investigación es necesaria, en segundo lugar, como base o fundamento del desarrollo tecnológico y la innovación que pueda diferenciarse, ojalá radicalmente, de la que se produce en otras partes. Podremos tener una producción e innovación nacional que compita y se diferencie radicalmente de la extranjera cuando nuestra producción incorpore y aproveche los avances científicos resultantes de la investigación propia y la apropiación crítica de los avances que se hacen en otras partes.

Así, es importante para nuestro país fortalecer la generación de tecnología, la innovación y la investigación. Pero, no toda inversión o medida tiene efectos similares y beneficiosos. Es necesario concebir estrategias. Algunas bases de estas, son las siguientes:

- No parece razonable que la industria nacional intente competir en asuntos en los que domina la tecnología y la innovación extranjeras. Más bien, al menos inicialmente la atención debería volcarse sobre problemas (Dunlap, Aherne, Keating, Stanford, & Mendelson, 2001) que no estén siendo atendidos por los productos extranjeros y que sean compartidos por contextos más similares al nuestro. Así,

nuestra industria se concentraría en nichos en los que puede competir realmente y que, además, se caracterizan por el escaso avance tecnológico e innovación.

- La inversión estatal es necesaria para favorecer costosos procesos de investigación e innovación que estarían en la base del desarrollo tecnológico y la innovación nacional (Dunlap, Aherne, Keating, Stanford, & Mendelson, 2001; Ávalos-Villareal, 2013), en especial en aquellas temáticas, como las aludidas, en las que existe oportunidad y desatención.
- No sirve de mucho hacer lo anterior, si no se cuenta con talento humano formado para participar idóneamente en procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004; Ramírez Martínez & Castellanos Domínguez, 2008; Ávalos-Villareal, 2013). Es necesaria la inversión nacional en este tipo de formación. Pero, no toda inversión es igualmente beneficiosa. En Colombia desde hace tiempo y de modo dominante, se ha formado a los investigadores fuera del país. Esto tenía sentido, en la medida que no era abundante la oferta de esta clase de formación en el país. Esta situación ha cambiado; adicionalmente, se ha dado una migración hacia el exterior de nuestros investigadores formados. Esto tiene sentido en la medida en que se entiende que cuando se forman en otros contextos, lo hacen para atender las problemáticas y circunstancias de dichos contextos; de manera que tales investigadores formados en el extranjero afrontan dificultades para ajustarse al contexto nacional. Así, luce pertinente, promover la formación de talento humano dentro de nuestro país.

El campo de la telemática en Colombia no es ajeno a la situación global descrita. Colombia tiende a limitarse a la importación y mero uso de innovaciones y tecnologías generadas en países que se encuentran en la vanguardia del desarrollo mundial de la industria telemática. Tanto el problema general de la sociedad colombiana, como el específico referido al desarrollo e innovación en el campo de la telemática, se pueden indicar como de índole cultural. No es extraño que se piense que esta clase de problemas “culturales” pueden ser afrontados mediante nuevas propuestas educativas, que propicien cambios profundos en las perspectivas o concepciones.

Para afrontar la situación anterior, se requiere de una educación que potencie la capacidad de autogeneración de productos culturales endógenos, especialmente en el campo de la telemática (Lara Rosano, 1999). La educación superior técnica, tecnológica y en ingeniería se vincula, principalmente, con la formación para el uso avanzado de tecnología y el desarrollo tecnológico. Los individuos formados de este modo participan en procesos de desarrollo tecnológico; y, en especial los ingenieros, tienden a liderarlos. En los estudios de posgrado, principalmente en las maestrías, hay mejores oportunidades de formar no sólo para el desarrollo tecnológico, sino también para la innovación tecnológica, en la medida en que esta formación incluye a la investigación. ¿Cómo debe ser la educación de posgrado, en especial en telemática, para potenciar la innovación tecnológica apropiada y pertinente?

El presente artículo realiza una revisión crítica-sistémica del panorama de la educación superior para la innovación tecnológica para confrontar experiencias nacionales y mundiales. Se hará énfasis en la educación de posgrado y se pretende obtener elementos que puedan orientar la educación para la innovación tecnológica en un posgrado en el área de la telemática, de manera que se potencie la innovación en este campo y, además, se creen condiciones para que ésta sea pertinente y apropiada para el contexto nacional.

## 2. Marco conceptual

El estudio de la educación para la innovación tecnológica en general y en el marco de la telemática, requiere precisar conceptualmente cuatro elementos a los que se hace referencia en este artículo: *desarrollo tecnológico, educación en tecnología, innovación y telemática*.

Se entiende por *desarrollo tecnológico* a la secuencia de invenciones o innovaciones que llevan a la creación de un artefacto con el fin de dar solución a un problema en un contexto específico. El desarrollo tecnológico puede ser exógeno o endógeno (Blanco Sánchez, 2008). Es exógeno cuando la tecnología se desarrolla en un contexto diferente a aquel en el que aplica y endógeno cuando su desarrollo nace de un problema propio del contexto que genera la tecnología. Por otra parte, la educación en tecnología hace referencia al problema educativo que ubica a la tecnología como objeto de estudio. Es decir, hace referencia a las prácticas educativas utilizadas en la enseñanza de la tecnología. Lo anterior incluye la reflexión sobre el carácter exógeno y endógeno de la tecnología.

De acuerdo con Elster (2000), la innovación corresponde a la producción de un nuevo conocimiento tecnológico. La innovación parte de una idea que a través de investigación y experimentación genera un prototipo. Hasta aquí podría llegarse a hablar de una invención. Si esa invención se valida y se lleva a un mercado para el beneficio de una sociedad, podremos hablar de innovación. La innovación requiere capacidades especiales como creatividad y una capacidad para ver las cosas de una manera diferente.

Finalmente, la telemática es la ciencia resultante de la unión de la informática y la telecomunicación (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005). Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, son su objeto de estudio. En el Diccionario de la Lengua Española (RAE, 2001), el término es definido como la aplicación de las técnicas de la telecomunicación y de la informática a la transmisión a larga distancia de información computarizada.

## 3. Algunos rasgos de la educación de posgrado para la innovación tecnológica en países occidentales en la vanguardia del avance tecnológico

En los países occidentales que se encuentran en la vanguardia del desarrollo tecnológico, el problema de la formación de posgrado para la innovación y desarrollo tecnológico tiene semejanzas y diferencias respecto de la que se requiere en el contexto latinoamericano y colombiano (Dunlap, Aherne, Keating, Stanford, & Mendelson, 2001; Keating, y otros, 2008).

En primer lugar, una habilidad importante que debe ser desarrollada es la de identificar problemas de su contexto cercano. Esto implica desarrollar la capacidad de situarse en la posición de quienes viven el problema y comprender su carácter problemático. Ahora, la identificación de un problema existente no garantiza su carácter novedoso. Un grupo de personas puede no haber solucionado un problema al que ya se le ha dado solución en otra parte. El que no sea novedoso no conlleva, sin embargo, que no amerite solución; sólo que no habrá novedad.

En segundo lugar, es necesario identificar alternativas tecnológicas de solución del problema. Estas alternativas deben corresponder lógicamente con el problema identificado. La variedad de alternativas planteadas/identificadas dependerá del conocimiento tecnológico, la creatividad (Terkowsky & Haertel, 2013) y la calidad de la búsqueda en variedad de fuentes. Nótese que el conocimiento y la recopilación de

información sobre alternativas se fortalecen mutuamente. La recopilación de información exige habilidades y conocimiento sobre herramientas y técnicas para acceder a las variedad de fuentes (bibliográficas, sitios web, videos, etc.)

En tercer lugar, se requiere evaluar las alternativas de solución según diferentes criterios (técnicos, económicos, sociales, ambientales, etc.). Es importante considerar si la transferencia de una solución tecnológica existente es mejor que la adaptación o, incluso, construcción de nuevas tecnologías. Esta decisión puede variar de un contexto a otro.

Por último, la capacidad y el conocimiento para transferir, adaptar, apropiar o construir la alternativa tecnológica seleccionada y, luego, su implantación en el contexto en cuestión para que pueda ser utilizada para solucionar el problema.

Hay dos aspectos diferenciadores de la educación de posgrado en los países en la vanguardia de los avances tecnológicos. En primer lugar, hay maestros que están situados en la punta del saber tecnológico en cuestión, ad portas de la innovación tecnológica; ellos vivieron una experiencia de ser conducidos en un proceso de formación que los situó en la punta del saber, experiencia que resulta muy importante cuando se pretende orientar a otros hacia la innovación tecnológica.

En segundo lugar, las tecnologías y saberes asociados con éstas se generaron como respuestas a problemas de contextos muy similares (en cultura y avance tecnológico) a aquel de quien se está formando; de manera que se presentarán menos problemas de pertinencia de tales saberes y tecnologías. Será más sencillo encontrar ejemplos del contexto inmediato en donde tales saberes y tecnologías se usan, de manera que la enseñanza y aprendizaje serán más propicios. En la medida en que abundarán los problemas similares a los que tuvieron los contextos generadores de tales tecnologías, la transferencia, adaptación y apropiación de tecnología será lo más común y sencillo.

#### **4. Algunos rasgos de la educación de posgrado para la innovación tecnológica en Colombia y Latinoamérica**

Colombia y los países latinoamericanos son diferentes en cultura y avance tecnológico respecto de los países occidentales de vanguardia; y esto conlleva diferencias en la educación de posgrado orientada a la innovación tecnológica (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004; Ramírez Martínez & Castellanos Domínguez, 2008; Ávalos-Villareal, 2013).

En la medida en que son contextos diferentes, cultural y tecnológicamente, será menor la posibilidad de que aparezcan problemas similares a los que se dan en sociedades occidentales de vanguardia. Así, serán más frecuentes los problemas de pertinencia de las innovaciones tecnológicas transferidas o adaptadas. Se hacen más comunes y necesarios los procesos reflexivos o críticos que modifican profundamente las tecnologías exógenas para que respondan a los requerimientos del contexto receptor y sean apropiadas. Serán más comunes los problemas particulares o exclusivos, para los que no basta la transferencia o modificación superficial de tecnologías existentes, sino que exigen modificaciones profundas (apropiaciones) de tecnologías existentes o generación de innovaciones tecnológicas radicales, con alto grado de novedad.

La atención de los problemas anteriores: conlleva la dispersión de los esfuerzos y los escasos recursos entre muchos; y exige una gran creatividad y conocimiento de fondo de la tecnología. Sin embargo, esto se da en un contexto: en donde las tecnologías y los saberes asociados no encuentran su pleno lugar, de modo

que no se identifican fácilmente ejemplos cotidianos de su uso que faciliten su enseñanza y aprendizaje; en donde los maestros rara vez se encuentran en la punta del saber que imparten, de modo que no cuentan con una experiencia de conducción hacia la innovación tecnológica; y los pocos maestros que se encuentran en la punta del saber generan innovaciones tecnológicas que responden más a demandas exógenas y que, con frecuencia, resultan impertinentes en el contexto inmediato.

## **5. Algunas orientaciones en educación de posgrado para la innovación tecnológica pertinente y apropiada en el campo de la telemática. A modo de conclusión**

Para atender a las particularidades del contexto colombiano y latinoamericano, a continuación se brindan algunas orientaciones para la educación de posgrado en el campo de la telemática:

- La investigación juega un rol protagónico en la generación de soluciones innovadoras a problemas propios de un contexto particular. Educar para innovar implica educar con un enfoque en el que el contexto determina la solución y no al revés. Cuando se tiene consciencia del contexto, cuando se investiga las alternativas e impacto de las soluciones desde una perspectiva de contexto, es cuando se piensa de manera diferente y las soluciones innovadoras salen a flote.
- El desarrollo de la creatividad e innovación en el campo de la telemática requiere de una educación de posgrado que se centre en la fundamentación no solo de los sistemas telemáticos desde el punto de vista de software, sino del estudio de las funcionalidades del hardware y las posibilidades de su transformación para atender requerimientos del contexto.
- La escasez, en nuestro contexto, de maestros en la punta del saber tecnológico telemático y con capacidades para la generación de innovaciones apropiadas y pertinentes, lleva a pensar en estrategias que permitan: la multiplicación del saber y experiencia de los pocos maestros nacionales, mediante el trabajo y la formación en investigación en red; en el trabajo conjunto con maestros internacionales que impulse hacia la punta del saber tecnológico en el campo de la telemática.
- La interacción de la universidad con la industria telemática nacional para permitir el desenvolvimiento del estudiante en un entorno real que propicie la pertinencia de su saber tecnológico.

## **6. Referencias**

- Ávalos-Villareal, E. (2013). Technology policies for education systems. *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the ISSS-2012*. San Jose, CA, USA.
- Banco Mundial. (2013a). *Importaciones de bienes y servicios (% del PIB)*. Recuperado el 17 de Mayo de 2013, de El banco mundial. Trabajamos por un mundo sin pobreza: <http://datos.bancomundial.org/indicador/NE.IMP.GNFS.ZS>
- Banco Mundial. (2013b). *Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes)*. Recuperado el 17 de Mayo de 2013, de El banco mundial. Trabajamos por un mundo sin pobreza: <http://datos.bancomundial.org/indicador/TM.VAL.ICTG.ZS.UN>
- Banco Mundial. (2013c). *Ciencia y tecnología, Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Recuperado el 17 de Mayo de 2013, de El Banco Mundial, trabajamos por un mundo sin pobreza: <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS/countries/1W?display=default>

- Blanco Sánchez, J. A. (2008). *Usos, consumos y atributos que los jóvenes guanajuatenses otorgan a las tecnologías de información y comunicación*. Tesis doctoral, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Educación Superior, Monterrey.
- Dunlap, D. D., Aherne, M. J., Keating, D. A., Stanford, T. G., & Mendelson, M. I. (2001). Re-engineering Higher Education for Responsive Engineering and Technology Leadership. *Proceedings of the 2001 National Meeting of ASEE*, (págs. 8331-8342). Albuquerque, NM.
- Elster, J. (2000). *El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. (M. Mizraji, Trad.) Gedisa.
- Keating, D., Burbank, K., DeLoatch, E., Dunlap, D., Egbert, N., Farbrother, B., y otros. (2008). Ensuring a strong U.S. engineering workforce for technology innovation and competitiveness: A partnership between academia and industry. *ASEE Annual Conference & Exposition*, Joseph J. Rencis, Mark Schuver, Edmund Segner, Mark Smith, Thomas Stanford, Edward Sullivan, Joseph Tidwell, Stephen Tricamo, Samuel Truesdale, David Woodall.
- Lara Rosano, F. (1999). *Actores y procesos en la innovación tecnológica* (Primera ed.). (J. C. Villa Soto, Ed.) México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. (2004). Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana. Los resultados de un estudio de casos. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*(33), 5-33.
- RAE. (2001). *Diccionario de la Lengua Española* (22a ed.). Espasa.
- Ramírez Martínez, D. C., & Castellanos Domínguez, Ó. F. (2008). Sistema I+D+i como marco referencial para fortalecer la innovación tecnológica en la investigación en ingeniería.
- Terkowsky, C., & Haertel, T. (2013). Where have all the inventors gone? Fostering creativity in engineering education with remote lab learning environment., (págs. 345-351). Berlín.
- Vaezi-Nejad, S. M., Cullinan, M., & Bishop, P. (Abril de 2005). Telematics education I: Teaching, learning and assessment at postgraduate level. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 42(2), 132-146.

## Sobre los autores

- **José Daniel Cabrera Cruz** PhD(c), M. Sc., Sistemología interpretativa, Universidad de Los Andes–ULA, Venezuela; Ing. de sistemas, Universidad Industrial de Santander–UIS, Colombia. Docente asociado y director del Grupo de Pensamiento Sistémico, Universidad Autónoma de Bucaramanga–UNAB, Colombia. E-mail: [jcabrerc@unab.edu.co](mailto:jcabrerc@unab.edu.co)
- **César Darío Guerrero Santander** PhD, Computer Science And Engineering, y M.Sc., Computer Engineering, University Of South Florida, USA; M.Sc., Ciencias computacionales, ITESM, México, y UNAB, Colombia; Ing. de sistemas, Universidad Industrial de Santander–UIS, Colombia. Docente titular y director del Centro de Investigaciones en Ingeniería y Organizaciones, Universidad Autónoma de Bucaramanga–UNAB, Colombia. E-mail: [cguerrer@unab.edu.co](mailto:cguerrer@unab.edu.co)
- **Diana Teresa Parra Sánchez** Estudiante, Maestría en Telemática, Universidad Autónoma de Bucaramanga–UNAB, Colombia; Ing. en telecomunicaciones, Universidad de Pamplona, Colombia. Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico, Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB, Colombia. E-mail: [dparra486@unab.edu.co](mailto:dparra486@unab.edu.co)

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)