



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

RED CONVERGENTE EN LOS LABORATORIOS DE TELECOMUNICACIONES DEL ITM: AMBIENTE REAL DE APRENDIZAJE COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN

Sara María Yepes Zuluaga, Willer Ferney Montes Granada, Pedro Enrique Guerrero Zuluaga

**Instituto Tecnológico Metropolitano
Medellín, Colombia**

Resumen

En la búsqueda por la pertinencia social y el mejoramiento del perfil profesional de su egresado, el programa de Telecomunicaciones del ITM, desarrolla como estrategia innovadora de formación la implementación de un ambiente real de aprendizaje (ARA) a través del diseño y montaje de una red convergente que interconecta los laboratorios in situ con tecnologías vigentes y recurso instalado, lo que permite desde un enfoque por competencias realizar prácticas académicas, cursos de extensión y labores de investigación en integración de servicios, aplicaciones y tecnologías de telecomunicaciones.

Es un escenario real donde el estudiante interactúa con el sistema implementado, dispositivos e instrumentos de medición industriales y es enfrentado a problemas similares a los que se encuentran en su campo profesional; esto le permite el desarrollo y la adquisición de competencias para establecer de forma autónoma criterios de ingeniería, aplicar los conceptos teóricos del campo disciplinar y establecer relaciones con otros conocimientos previos. Para esto se requiere de una metodología encaminada a potenciar el conocimiento y la experiencia docente e incrementar el nivel y la calidad de cada una de las asignaturas disciplinares y cursos de extensión adscritos al programa de Telecomunicaciones.

La aplicación de estas estrategias innovadoras de formación, generarán sinergias con Instituciones de Educación Superior y con el sector empresarial, para realizar proyectos de investigación, desarrollo e innovación en soluciones de telecomunicaciones, ámbito que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) han identificado como de vital importancia para la dinamización de la Sociedad de la Información y de las industrias de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Palabras clave: ambientes reales de aprendizaje; constructivismo social; aprendizaje basado en proyectos

Abstract

ITM Telecommunication Program, in the search for social relevance and professional profile improving, develops a macro project as innovative training strategy in which a real learning environment is developed through a multiple technology convergent network, with already owned technology for interconnecting labs. This achieves academics goals, through a competence focus, such as extensions courses and research work by integrating services, applications and telecommunications technologies. A learning environment is the actual scenario in which students interact with real systems, devices and measurement instruments those found in the field. Trainees will face serious problems as in real life professional practice; all this allows competence acquisition and development for autonomous engineering criteria, theoretical check and understanding as in disciplinary means, and above all, linking previous knowledge of basic areas of technology and engineering curriculum.

To achieve these results, an empower methodology is required in order to give relevance to teacher's knowledge and expertise, and as a byproduct, improve quality of each of the standard and extension courses linked to the Telecommunications Program; under this methodology, tutor aid, independent work and lab guideline design, play a very important role.

From the application of these innovative training strategies, multiple Higher Education Institutions should start making synergies with entrepreneur sector to venture into research, development and innovative telecommunication projects, which ITU y OCDE have identified as of vital importance for Information Society and ICT's speed up.

Keywords: *real learning environment, social constructivism, project based learning*

1. Introducción

La educación como sector clave de la sociedad está en procesos de cambio permanente, para ajustarse a las transformaciones socio-económicas impuestas por la sociedad del conocimiento y por la integración de la tecnología, la innovación y los avances en la comunicación. Estos procesos de cambios incluyen modificaciones en la manera como aprenden las personas, por lo que es necesario repensar y replantear los modelos educativos y las estrategias de enseñanza-aprendizaje, los roles de los actores involucrados, e incluso los escenarios en donde se llevan a cabo estos procesos (Figueiras A. , 2002).

En la enseñanza de las telecomunicaciones, la integración de las TIC en los escenarios de aprendizaje permite explotar la capacidad de innovación y generación de conocimiento, elemento diferenciador que requiere la educación. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en el marco de la Ley 1341 de 2009, formula el Plan Nacional de TIC 2008-2019 (PNTC), en el que se promueve la apropiación y el uso de las TIC por parte de los ciudadanos, las empresas, la academia y el Gobierno, como motor del desarrollo del país. La Educación como un eje transversal, se articula a estos propósitos y se fortalece con el Plan Vive Digital, como plataforma para mejorar la cobertura y la calidad de los servicios educativos, robustecer la fuerza laboral en el uso de las TIC y promover la generación de contenidos educativos (Rincón Cárdenas & Davis G., 2008).

Consecuente con el contexto, el programa de Telecomunicaciones del ITM en su búsqueda por la pertinencia social y el mejoramiento del perfil profesional de tecnólogos e ingenieros, desarrolla como

estrategia de formación la implementación de un ARA a través del diseño y montaje de una red convergente, con respaldo de varios medios de transmisión, que interconecta los laboratorios del programa con tecnologías vigentes.

Este escenario real donde el estudiante puede interactuar con el sistema implementado, dispositivos, e instrumentos de medición y es enfrentado a problemas similares a los que se encontrará en su campo profesional, le permite la adquisición y el desarrollo de competencias para establecer de forma autónoma criterios de ingeniería, comprobar y entender conceptos teóricos disciplinares, y sobre todo, establecer relaciones con otros conocimientos previos de las áreas básicas de Tecnología o Ingeniería. Para obtener esto, se requiere del acompañamiento de actividades complementarias que refuercen la filosofía institucional; dentro de estas, el rol docente en las tutorías y en el diseño de prácticas pedagógicas y de actividades académicas basadas en experiencia de campo es clave para proveer al estudiante de vivencias auténticas que mejorarán sus habilidades y competencias, motivándolo a liderar autónomamente su actualización permanente y el aprendizaje a través de toda la vida.

2. Ambientes Reales de aprendizaje (ARA)

El enfoque metodológico de los ambientes de aprendizaje (AA) nace del modelo didáctico del “gabinete de aprendizaje”, desarrollado por Omar K. Moore en los años 70s para la alfabetización de preescolares y grupos sociales desvalidos. Así mismo, en los 80s se vendían cajas de construcciones para experimentos químicos, físicos, ópticos y mecánicos que fueron las versiones rudimentarias de los módulos de entrenamiento actuales (como LabVolt y D’Lorenzo), de gran uso en IES para prácticas de laboratorio comprobatorias de temas puntuales. También crece el interés en los actuales ambientes de aprendizaje virtuales, que con ayuda de PCs y software aplicativo crean complejos mundos artificiales, o incluso escenarios que emplean objetos reales y medios audiovisuales, en los que el alumno puede interactuar.

Un AA es un escenario donde interactúan sinérgicamente y se relacionan una serie de elementos y factores ambientales para propiciar un tipo de aprendizaje particular. Estos elementos pueden ser: alumnos, maestros, contenidos temáticos, recursos (metodológicos, materiales didáctico, medios de comunicación); y los factores ambientales pueden ser: aspectos culturales, paradigmas educativos, motivación, creatividad, actitud y aptitud de los actores involucrados en el proceso educativo, entre otros (Herrera B., 2006). Se constituye en versiones elementales de objetos (no simulaciones), medios y herramientas que se usan “en la vida real” y que aquí tienen un objetivo didáctico muy claro, pues deben estar tan bien organizadas de forma que estimulen y propicien un aprendizaje gradual, de lo más simple a lo más complejo (González C. & Flores F., 2000).

La enseñanza tradicional muy difícilmente contribuye a desarrollar estas competencias en los estudiantes, de ahí la necesidad de un cambio en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin que esto signifique que la clase expositiva no pueda ser complementaria. Se trata de integrar la adquisición de contenidos disciplinares con el desarrollo de habilidades, capacidades y actitudes indispensables en el entorno profesional actual; así pues, la competencia no consiste sólo en adquirir conocimientos, sino en saber qué hacer con ellos (Tobón, 2012). Consecuentemente, el aprendizaje no puede basarse sólo en la comprensión y la adquisición de conocimiento, sino que supone su permanencia, mecanización y generalización para ser usado en una gran variedad de situaciones problemáticas de la vida real (Montes G., 2005).

Como puede verse, el desarrollo de ARA implica trabajar por competencias, lo que esencialmente es trabajar con perfiles profesionales; por esto, van de la mano con concepciones metodológicas fundamentadas en el Constructivismo Social, tales como la educación basada en problemas y en proyectos, usualmente utilizada en centros de entrenamiento y educación para el trabajo, laboratorios de capacitación de personal técnico en la industria, entre otros. Un objetivo que se busca con estos nuevos modelos es que la educación se vuelva una actividad placentera para el estudiante, enfocándolo al desarrollo de facultades críticas y visiones innovadoras con dirección a la investigación. También tienden a fortalecer grupos de aprendizaje colaborativo, donde el estudiante aventajado tenga la capacidad y disponibilidad para asesorar a los rezagados, propiciando una comunicación bidireccional con los profesores y compañeros (Montes G., 2005).

3. Metodología

Se pueden distinguir cuatro elementos esenciales en un AA: un proceso de interacción o comunicaciones entre sujetos, un grupo de herramientas o medios de interacción, una serie de acciones reguladoras relativas a ciertos contenidos, y un entorno o espacio en donde se llevan a cabo dicha actividades. (Herrera B., 2006)

Para el diseño y creación del escenario real, se partió del conocimiento y comprensión de los elementos anteriores y del proceso de planificación de un AA, estructurado en fases, tal como se observa en la Figura 1.

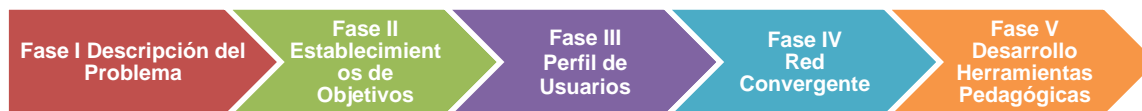


Figura 1. Proceso de planeación de un AA

Fase I. Descripción del Problema: En el ámbito nacional e internacional, se ha abierto espacio para la investigación educativa dentro de los laboratorios experimentales de las Universidades e Instituciones de Educación Superior (IES) (Peres & Hilbert, 2009); en los programas académicos los cursos con componente práctico, tanto de pregrado como de posgrado, se imparten en laboratorios o talleres que cuentan con la instrumentación adecuada, módulos de entrenamiento y software de simulación. Dichos espacios de aprendizaje están diseñados para adelantar prácticas académicas, experimentos, comprobaciones u otras técnicas que permiten de manera individual o grupal reforzar los conocimientos teóricos adquiridos, centrándose en temáticas específicas de una asignatura o de un área disciplinar, quedándose solo en una aproximación a la realidad laboral. Sin embargo, en el ámbito de las telecomunicaciones las nuevas tecnologías requieren su integración en espacios de aprendizaje interdisciplinarios similares a los usados a nivel corporativo, con diferentes medios de transmisión y dotados de equipos y sistemas de comunicaciones de diferente naturaleza y fuentes de información.

En Colombia los programas de Telecomunicaciones, independientemente de su enfoque, aunque proveen una gran cantidad de conocimientos teóricos ligados a sus cuerpos de conocimiento, en la mayoría de los casos presentan deficiencias al dotar de competencias prácticas; esto se debe a la falta de infraestructura y de laboratorios adecuados con equipos reales donde se pongan en práctica los conocimientos adquiridos

durante el proceso de formación en pregrado; esto se debe al costo y a la dificultad de conseguir este tipo de equipos para labores de esta índole (Yepes Z., Guerrero, & Montes G., 2013).

En el programa de Telecomunicaciones del ITM el problema fue identificado por los docentes de áreas disciplinares, al sentir la necesidad de tener escenarios reales como herramientas en su práctica educativa.

Fase II. Establecimiento de los Objetivos: Para la etapa de definición de los objetivos se pensó en un ARA donde la adquisición de conocimiento y el desarrollo de habilidades se den en contexto real mediante la interacción con una red convergente de telecomunicaciones. Esta estrategia impacta el proceso de enseñanza-aprendizaje, centrando la atención del estudiante en el conocimiento, al enfrentarlo a problemas y situaciones reales del ámbito laboral y delegando al docente un papel de diseñador de los escenarios problémicos, así como facilitador y guía, ayudándole a reflexionar sobre el proceso y sus resultados. Esta estrategia facilita y enriquece la investigación, la comprensión y la profundización de competencias en los cuerpos de conocimientos propios del perfil profesional de los tecnólogos e ingenieros.

Fase III. Perfil de Usuarios: Este modelo integra los conceptos disciplinares que se exploran, estudian y aprenden significativamente, diferenciando el perfil del estudiante del ciclo Tecnológico y del ciclo Profesional, y las competencias que se desarrollarán actuando en este contexto. Desde esta perspectiva se replantean los roles de los actores involucrados:

- Rol del Estudiante:

Acceder a una variedad de recursos de información y elementos que conforman los escenarios reales de telecomunicaciones.

Participar en experiencias de aprendizaje personalizadas, basadas en sus destrezas, conocimientos, intereses y objetivos, permitiendo su la reflexión y auto evaluación.

Integrar grupos de aprendizaje colaborativo para alcanzar objetivos en común buscando su maduración, éxito y satisfacción personal.

Adquirir y aplicar conocimientos, generando experiencias en la resolución de problemas reales presentes en la vida laboral, el manejo del tiempo y la toma de decisiones.

- Rol del Docente:

Potenciar al estudiante para su formación autónoma, su actualización permanente, su capacidad de auto análisis y el aprendizaje a través de toda su vida.

Asesorar y gestionar el AA, con todos sus recursos físicos y estrategias metodológicas y didácticas.

Propiciar la interacción positiva para el trabajo grupal donde cada miembro asuma sus roles y responsabilidades en la toma de decisiones, facilitando la retroalimentación y ofreciendo oportunidades para su difusión.

Crear e incorporar en el proceso de enseñanza aprendizaje herramientas y materiales didácticos basados en las TICs.

Desarrollar en el estudiante la capacidad innovadora y creativa, retándolo a través de las situaciones presentadas en el ARA.

Realimentar conocimientos para “aprender de la experiencia” y mejorar el proceso, permitiendo al estudiante enmarcar su trabajo dentro de los recursos y las posibilidades del escenario de aprendizaje y de sus capacidades, en cuanto a esfuerzo, compromiso y dedicación.

Realizar tareas de coordinación, resolución de dudas, seguimiento, control y evaluación de desempeño grupal e individual dentro del laboratorio (los logros deben medirse con componentes evaluativos cuantitativos).

Fase IV. Red Convergente: En las instalaciones del ITM se cuenta con cuatro laboratorios; en el primer piso están el de Redes, Telecomunicaciones y Panasonic; en el sexto piso el de Radiocomunicaciones; además tiene una red externa Híbrido Fibra Óptica y Coaxial (HFC). Estos están dotados de equipos de comunicaciones, instrumentos de medición y herramientas *B-learning* que de forma aislada apoyan a las asignaturas para el desarrollo de sus competencias. Basados en la disponibilidad de las instalaciones físicas y equipos, se detectó la oportunidad de potenciar pedagógicamente esta infraestructura al interconectarlos con respaldo de varios medios de transmisión (fibra óptica, cobre e inalámbricos). El diseño técnico del escenario se convierte en una plataforma única llamada red convergente, que permite transportar eficientemente servicios de voz, datos y video (banda ancha), tanto analógica como digitalmente entre los laboratorios; utilizando diversas tecnologías con enlaces operando en condiciones reales, un anillo de redundancia en fibra óptica y un enlace inalámbrico punto a punto entre la cabecera y la planta externa, como puede verse en la Figura 2.

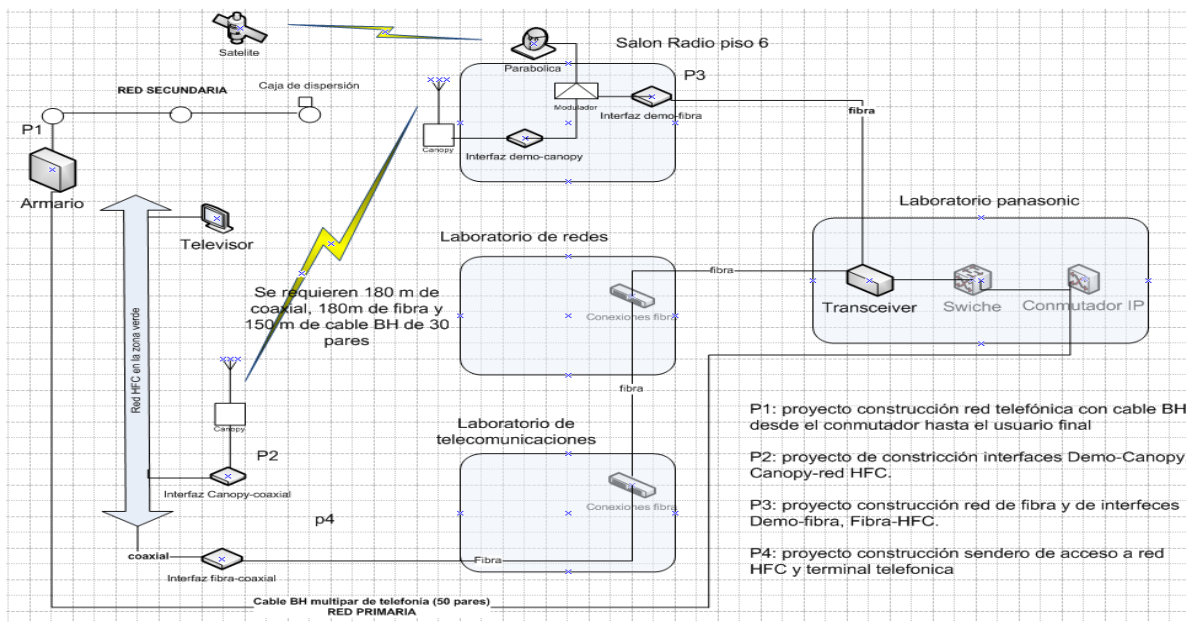


Figura 2. Topología de la Red Convergente

Este diseño emula las condiciones de las redes corporativas cumpliendo con estándares y normativas regulatorias internacionales, se caracteriza por ser vigente, actualizada tecnológicamente y escalable por lo que es idónea para llevar a cabo labores de extensión y de investigación en comunicaciones unificadas, soluciones en telecomunicaciones, plataformas IP, administración y gestión, convergencia de servicios y aplicaciones (analógicas y digitales).

Fase V. Desarrollo de herramientas pedagógicas para el ARA: Para que el modelo sea eficaz, la red convergente requiere del acompañamiento de actividades complementarias que refuercen las competencias, permitiendo a los estudiantes la adquisición de aprendizajes significativos y el desarrollo de habilidades en la solución de problemas reales, a partir de la ejecución de guías de laboratorio, de trabajo independiente, talleres, rúbricas de evaluación y otras herramientas diseñadas con base en teorías pedagógicas. Dentro de las propuestas que permiten identificar las perspectivas ingenieriles desde las cuales se puede intervenir un campo de conocimiento, está la iniciativa CDIO del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), en la cual las metas educativas para la ingeniería son “educar estudiantes que comprendan cómo

concebir, diseñar, implementar y operar sistemas de ingeniería complejos con valor agregado, en un entorno moderno de ingeniería basado en equipos y que además sean individuos maduros y reflexivos”. Para el trabajo en el programa de Telecomunicaciones, el componente CDIO resulta particularmente interesante, porque sistematiza fácilmente el trabajo por ciclos propedéuticos articulado con la formación basada en competencias, permitiendo identificar el ciclo tecnológico con las actividades de Implementación y Operación, mientras el ciclo profesional desarrollaría fuertemente las actividades de Concepción y Diseño, sobre sistemas de telecomunicaciones complejos (Aristizábal, 2012).

El plan de estudios del programa integra el conocimiento de diferentes disciplinas, la comprensión, la solución de problemas, el desarrollo de habilidades, las prácticas y los valores. Permite analizar y resolver problemas que se pueden presentar en el ejercicio de la profesión, lo que implica trabajar bajo enfoques “inter, co y transdisciplinarios” para que una misma competencia pueda ser desarrollada desde diferentes asignaturas. En este orden de ideas, los microdiseños curriculares propenden por desarrollar competencias demostrables en los desempeños de los estudiantes y futuros profesionales, mediante la articulación de habilidades, actitudes y cualidades necesarias para solucionar situaciones prácticas de la vida real, prever los cambios sociales, transferir los conocimientos adquiridos a diferentes situaciones y actuar coherentemente con lo que se sabe (Begué L., Calle P., & Rivera B., 2012). El diseño del microcurrículo de cada asignatura, contempla un proceso en el cual se parte de los saberes que mediados por las Estrategias Metodológicas, de acuerdo al propósito de formación del estudiante, conducen a los resultados del Aprendizaje esperados, como se ve en la Figura 3.

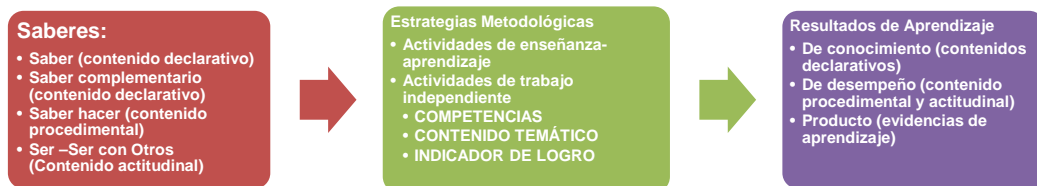


Figura 3. Microcurrículo por Competencias

Estos microcurrículos se ajustan al perfil a desarrollar, así: para asignaturas del área de Tecnología Aplicada las prácticas son de tipo experimental y están sustentadas bajo los modelos de aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo; para asignaturas del área de Ingeniería Aplicada las prácticas van enfocadas al diseño de aplicaciones y servicios en Telecomunicaciones sustentados en los modelos constructivistas y socio-constructivistas. Estas herramientas sustentan pedagógicamente el ambiente real y lo fortalecen como ARA.

4. Conclusiones:

La red convergente por sí sola no es el AA; tiene gran relevancia el diseño por competencias de las herramientas pedagógicas de mediación.

Para obtener los mejores logros y la esperada retroalimentación se requiere concientizar al alumno de su importancia formativa, para lograr la sinergia y la motivación necesarias para obtener de él un trabajo más concienzudo en las labores previas y durante la ejecución de las prácticas sobre el ARA, lo que garantiza un mejor desempeño y una auto evaluación más objetiva que le proporcione una medida de cuánto

aprendió, del cumplimiento de los objetivos propuestos y de cómo se va formando su capacidad analítica y práctica para resolver problemas reales.

Con la implementación de redes convergentes como ARA, se enfrenta al estudiante a la solución de problemas creando competencias prácticas y el desarrollo de metodologías, técnicas y prácticas que le darán una mayor solvencia en su futuro rol de desempeño laboral. Los ARA, se tornan entonces como una herramienta novedosa, innovadora y significativa para abordar las diferentes temáticas específicas del que hacer de los tecnólogos, ingenieros y personal técnico implicados en los diferentes ámbitos de las telecomunicaciones.

5. Referencias

- Aristizábal, S. (2012). *Documento Maestro Condiciones Registro Calificado*. Medellín: Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones.
- Begué L., A. L., Calle P., J. M., Rivera B., J. G., Lizón R., L. A., & Bedoya S., M. (2012). *Orientaciones Pedagógicas para la implementación del enfoque por competencias*. Medellín: Fondo Editorial ITM.
- Figueiras, A. R. (2002). *Una Panorámica de las Telecomunicaciones*. Madrid: Prentice Hall.
- González C., O., & Flores F., M. (2000). *El trabajo docente: Enfoques innovadores para el diseño de un curso*. México: Trillas.
- Herrera B., M. A. (25 de abril de 2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38. Obtenido de <http://www.rieoei.org/1326.htm>
- Montes G., W. F. (2005). Prácticas de Laboratorio en Ingeniería: una estrategia efectiva de aprendizaje. (E. Poirá, Ed.) *Actas Pedagógicas*, 3(11).
- Peres, W., & Hilbert, M. (2009). *La Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe. Desarrollo de las Tecnologías y Tecnologías para el desarrollo*. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL - EruopeAid.
- Rincón Cárdenas, E., & Davis G., I. A. (2008). *Derechos de los usuarios de Telecomunicaciones* (1a. ed.). Bogotá: Universidad del Rosario.
- Tobón, S. (2012). *Formación integral y Competencias*. Medellín : ECOE EDICIONES.
- Yepes Z., S. M., Guerrero, P., & Montes G., W. F. (2013). *Integración de plataformas en los laboratorios in-situ del programa de telecomunicaciones*. Medellín: Centro de Investigaciones - ITM.

Sobre los autores

- **Sara M. Yepes Z.:** Ingeniero Electrónico (U. San Buenaventura), Máster en Telecomunicaciones (U. de Brasilia). Profesor Asistente. sarayepes@itm.edu.co
- **Willer F. Montes G.:** Ingeniero Electrónico (U. de A), Especialista en Comunicación para la Docencia (U. de Ibagué), Magíster en Electrónica (UCLV – Cuba). Docente TC Ocasional. willermontes@itm.edu.co
- **Pedro E. Guerrero:** Ingeniero Electrónico (U. de A.), Especialista en Telecomunicaciones (UPB). Docente TC Ocasional. pedroguerrero@itm.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)