



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

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

LOS RETOS EN LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES DE LAS TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA

Claudia Carmona Rodríguez, Jackson Reina Alzate, Roberto Hincapié Reyes

**Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia**

Resumen

En el proyecto “Propuesta Curricular, Pedagógica y Didáctica para la Formación de Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros en Telecomunicaciones” (en adelante FORTETI) se revisaron diferentes propuestas de formación de profesionales relacionados con las telecomunicaciones en Iberoamérica, documentos conceptuales publicados por la asociación de facultades de ingeniería y entes gubernamentales en Colombia, así como visiones prospectivas del país y de la región. Además, se entrevistó a expertos de los sectores empresarial, administrativo y académico. Este análisis reveló las siguientes necesidades de formación: primero, revaloración de la formación de la ingeniería a la luz de los componentes éticos y sociohumanísticos; segundo, desarrollo de capacidades en el estudiante para trabajar en equipos intergrupales, multidisciplinarios e interniveles; tercero, actualización y especialización profesional del egresado mediante el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje, cuarto, la formulación, gestión y desarrollo de proyectos de emprendimiento e innovación, así como de proyectos para la transformación social. A partir de este análisis se hizo evidente la necesidad de formar tanto en conocimientos académicos como competencias que le permiten interactuar con la sociedad, para esto el proyecto FORTETI propuso un currículo basado en competencias conformado por 4 núcleos que se articulan en múltiples proyectos aplicados, que permiten integrar efectivamente los 4 núcleos, vinculando activamente las diferentes líneas de investigación y a la industria. El presente artículo presenta la conformación curricular por núcleos y proyectos aplicados, así como las competencias transversales que se desarrollan con esta propuesta y como ésta responde a la necesidad de formación en innovación y emprendimiento para el área de Telecomunicaciones en nuestro país.

Palabras clave: educación en ingeniería; ingeniería en telecomunicaciones; educación basada en proyectos

Abstract

In the project “Curricular, Pedagogical and Didactic Proposal for the Formation of Technicians, Technologists and Engineers in Telecommunications” several proposals for engineering education and

conceptual and prospective studies in the telecommunications area has been reviewed. In addition, experts from technical, administrative and academic sectors have been consulted. As a result, several tendencies have been found, which can be order as follows: first, revalue of the engineer formation regarding from ethical, social and humanistic issues; second, development of student skills for working within groups with multiple disciplines and levels; third, postgraduate studies regarding of the professional upgrade and actualization by means of official courses and self-learning skills development which also leads to the concept of the never-ending in learning and the requirement of establish multistage between the different educative levels; fourth, the need of adequate proposal, management and development of technical and social transformation projects. From this analysis, we proposed a competency-based curriculum structured by means of four cores that are articulated with a larger project that will link research groups and industry. Each core has a general training purposes as well as developing the skills that the student is expected to develop within them. Finally, the cores are structured into components and modules. This paper presents the curriculum for core formation and macro-project and cross-disciplinary skills that are developed with this proposal.

Keywords: *engineering education; telecommunication engineering; project-based education*

1 Introducción

En Latinoamérica, las telecomunicaciones presentan tendencias de crecimiento sostenido; sin embargo, desde la década de los 90 y muy especialmente durante los años transcurridos del siglo XXI, este sector presenta un desarrollo más rápido que lo registrado en décadas anteriores y, a pesar de los vaivenes de la economía mundial, continúa con un ritmo de crecimiento acelerado. Los sectores que mayor dinamismo han registrado en los años recientes son: servicios de acceso a Internet, especialmente en banda ancha, servicios inalámbricos y, en general, servicios móviles, servicios de voz sobre IP y telefonía IP y generación de contenido.

Estos cambios en los diferentes subsectores de las telecomunicaciones indican una tendencia tecnológica hacia la convergencia de las telecomunicaciones y de la informática, la cual impone retos a todos los actores del sector. En este nuevo escenario las empresas sólo pueden ser competitivas en la medida en la cual se brinde valor agregado a los usuarios. Según la Visión Colombia 2019[1], el país requiere transformaciones en los distintos sectores para alcanzar niveles altos de desarrollo. La Visión plantea dos principios y cuatro objetivos; para nuestro caso se resalta el siguiente principio: “afianzar un modelo socioeconómico sin exclusiones, basado en la igualdad de oportunidades y con un Estado garante de la equidad social”; y entre los objetivos se resalta: “una economía que garantice mayor nivel de bienestar social”. El desarrollo de este objetivo requiere de ocho estrategias, de las cuales se retoman dos: “fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico” y “desarrollar un modelo empresarial competitivo”. En el país se ha configurado un marco legal que evidencia el reconocimiento de que el sector educativo es de alto influjo cuando se piensa en políticas de desarrollo y, por tanto, es necesario integrarlo a las mismas, pues en él se forman los sujetos en relación con los saberes y formas de sociabilidad que hacen posibles las transformaciones que la política traza. La reglamentación actual de la educación en el país busca promover la competencia, como factor de calidad entre las instituciones de Educación Superior [2-3]

Con el fin de sondear las necesidades reales de formación de profesionales que las empresas del sector de telecomunicaciones presentan, se indagó tanto al medio empresarial como académico, mediante la realización de entrevistas expertos que se desempeñaran en diferentes áreas, es decir en el medio

empresarial se seleccionaron expertos con experiencia en el área técnica, regulatoria, administrativa y de mercadeo y en el medio académico se seleccionaron expertos con experiencia docente, investigativa y administrativa.

El presente artículo presenta una propuesta curricular por núcleos, en la segunda sección presenta el perfil del ingeniero de telecomunicaciones según las tendencias y requisitos de la industria; en la sección 3 se describe la estructura curricular por núcleos; posteriormente en la sección 4 se presenta el plan de estudios y como cada uno de los contenidos apoyan el perfil de egreso requerido, y finalmente en la sección 5 se encuentran las conclusiones.

2 Perfil de ingeniero de Telecomunicaciones

En la evaluación del medio empresarial y académico, se encontraron cuatro tendencias en la formación en ingeniería, las cuales marcan los aspectos básicos del perfil de los profesionales que requiere el sector de telecomunicaciones; estas tendencias son:

- Revaloración de la formación de la ingeniería desde los componentes éticos y sociohumanísticos.
- Desarrollo de capacidades en el estudiante para trabajar en equipos intergrupales, multidisciplinarios e interniveles.
- Actualización y especialización profesional del egresado mediante cursos de postgrado y de educación continua, así como el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje e investigación, lo cual supone el concepto de lo permanente en la formación y la necesidad de establecer escalonamiento entre los diferentes niveles.
- La formulación, gestión y desarrollo de proyectos técnicos y de transformación social. La construcción de una sociedad más igualitaria y solidaria es posible a través de proyectos con impacto social y en los cuales la tecnología sea vista como un eje transversal que soporte los mismos.

Las telecomunicaciones deben ser concebidas como una herramienta que permita la transformación social y humana; a su vez la investigación como generadora de nuevos conocimientos y apropiación de las tecnologías, de cara a los requerimientos específicos del país. El Ingeniero para el área de telecomunicaciones requiere:

- Formación para la planeación, ejecución y seguimiento de proyectos de ingeniería en el área de telecomunicaciones
- Tener sensibilidad y actitudes propicias a la responsabilidad social, la tolerancia y el respeto por la diferencia, la conciencia ambiental y el compromiso con el país.
- Reafirmarse en los valores éticos y traducirlos en acciones dentro de su desempeño cotidiano.
- Tener una sólida formación en las ciencias exactas y naturales y en ciencias básicas de la ingeniería.
- Estar en capacidad de diseñar soluciones en todas las áreas medulares de las telecomunicaciones de forma acertada, según las diferentes posibilidades tecnológicas y el desempeño requerido por las empresas de telecomunicaciones o de otras que requieren de las telecomunicaciones para su operación.
- Facilidad de comunicación e interacción con profesionales de diferentes áreas y niveles
- Actualización permanente en los avances tecnológicos.
- Contar con una formación básica en las áreas técnicas afines, con especial énfasis en el sector de la informática, de tal forma que le permitan desempeñarse con solvencia en su vida profesional y afrontar así sus responsabilidades profesionales de una manera integral.

- Tener una formación básica, técnica y humana que le permita desarrollar habilidades investigativas
- Estar dotado de creatividad, iniciativa, liderazgo y pensamiento crítico.
- Tener capacidad para autogestión y autoaprendizaje

3 Estructura macro y meso curricular - competencias

Para alcanzar el perfil del ingeniero de telecomunicaciones propuesto, se plantea la formación desde cuatro núcleos problematizadores: procesos interpretativos: construcción de la ciudadanía y la autonomía; la fundamentación científica y tecnológica; procesos tecnológicos: soluciones, procedimientos e instrumentos; e investigación y desarrollo. La especificación de cada nivel marca los énfasis y, por tanto, las diferencias formativas entre cada Eje.

3.1 Núcleo 1: Procesos Interpretativos: Construcción de la Ciudadanía y la Autonomía

El propósito de formación de este Núcleo contempla la construcción de procesos interpretativos (otorgar sentido) que derivan en:

- La convivencia asertiva con los otros: dimensión política (pluralidad, universalidad, fraternidad).
- La configuración del sí mismo: dimensión ética (autonomía, autoaprendizaje, autorregulación).
- La apreciación–valoración: dimensión estética (armonía, belleza y verdad).

Este núcleo obedece a la necesidad de que un ingeniero de telecomunicaciones comprenda, desde procesos interpretativos, cuál es la relación entre el saber que lo habilita socialmente para un desempeño y el contexto en el cual se enmarca el mismo. Esta comprensión implica entender que los saberes son posibles dentro de las condiciones sociales que los constituyen, de tal manera que hay un doble intercambio entre el saber y la sociedad.

3.2 Núcleo 2: Pensamiento Científico – Tecnológico

Este núcleo tiene por propósito la formación sólida para el pensamiento científico tecnológico para el desempeño en Telecomunicaciones que se manifieste en:

- Capacidad para conocer, e identificar y controlar las variables de los distintos sistemas que se le presenten en su desempeño profesional teniendo como soporte la formación en la ciencia Física.
- Una formación en las ciencia básica que se manifiesta en un pensamiento lógico y analítico capaz de relacionarse con las disciplinas de la Ingeniería
- La capacidad para abstraer y modelar matemáticamente un sistema o fenómeno con el fin de estudiarlo para propiciar nuevo conocimiento o el mejoramiento del conocimiento existente.
- La capacidad para utilizar soluciones tecnológicas existentes o proponer nuevas soluciones, siempre buscando el beneficio para la humanidad.

Como su nombre lo indica, este núcleo responde a las exigencias de la formación en matemáticas, física, química y otras ciencias naturales, que con los principios básicos tecnológicos, logren ingenieros con un pensamiento lógico y analítico, articulado para la comprensión y asimilación de las competencias profesionales e investigativas.

3.3 Núcleo 3: Procesos tecnológicos: soluciones, procedimientos e instrumentos

Este núcleo tiene como propósito que el estudiante articule diferentes tecnologías para diseñar e implementar soluciones según las características de un servicio o los requerimientos del usuario. Permitirá reconocer las diferentes tecnologías de telecomunicaciones, en él se espera que el estudiante ponga en evidencia las comprensiones acerca de los sistemas de telecomunicaciones. Estas comprensiones se deben ver explícitas en la realización de montajes, diseño de soluciones, manipulación de instrumentos, según el ciclo de formación en el cual se ubiquen.

Se propone la siguiente metodología de trabajo: Realizar laboratorios en los que se utilicen las siguientes estrategias: primero, la generación de conocimiento a través de la práctica, es decir que los estudiantes logren hacer una abstracción de un fenómeno o proceso desde su funcionamiento; segundo, la comprobación y comprensión de los conceptos expuestos en las clases, y tercero, el diseño e implementación de soluciones. Articulación de contenidos por semestre (si es posible) mediante proyectos que involucren competencias de diferentes núcleos pero haciendo énfasis en este. Durante los últimos semestres de cada ciclo, realizar pequeñas pasantías de los estudiantes en proyectos con la industria.

De este núcleo se derivan los siguientes componentes:

- **Soluciones:** Diseño de soluciones de telecomunicaciones que pueden incluir la articulación de diferentes tecnologías según los requerimientos del cliente y/o usuario con la mejor relación costo – beneficio. Dentro de este componente se debe responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo ofrecer a un usuario un servicio con calidad, que sea transparente para el su utilización y al mejor costo? ¿Qué tecnologías tienen mejor desempeño según los requerimientos de los servicios o de la zona de implementación? ¿Qué normatividad debe tenerse en cuenta en el diseño de una solución?
- **Procedimientos:** La implantación y/o ejecución de procedimientos que permitan instalar, soportar y gestionar un sistema de telecomunicaciones de manera eficiente. Responde a las siguientes preguntas: ¿Qué procesos se deben seguir para mantener estable la red y cumplir con los requerimientos de los servicios? ¿Qué procedimientos se deben seguir para que la instalación de la red sea transparente para el usuario? ¿Qué procedimientos se deben seguir para la detección y corrección de fallas en un sistema de comunicaciones? ¿Qué registros se deben llevar en cada uno de los procedimientos que se realicen en un sistema de telecomunicaciones?
- **Instrumentos:** En esta área se enfatiza en la correcta utilización de herramientas de software y de hardware, para la instalación, mantenimiento y gestión de redes de telecomunicaciones. Este componente responde a: ¿Qué instrumentos se deben utilizar para el montaje, mantenimiento y gestión de un sistema de telecomunicaciones? ¿Qué variables se deben medir para asegurar la calidad en un sistema de telecomunicaciones?

3.4 Núcleo 4: Investigación, Desarrollo e Innovación en Telecomunicaciones

Este Núcleo tiene como propósito la formación de competencias para la investigación y la innovación, así como para la intervención en el ámbito de las telecomunicaciones; estas competencias se especifican en la identificación y construcción de problemas en sus contextos de actuación y el desarrollo de proyectos de investigación e innovación o propuestas de intervención en relación con tales problemas. Este núcleo responde a las exigencias del Ministerio de Educación Nacional en relación con la formación investigativa de los programas de pregrado y al espíritu de la Propuesta, que pretende formar ingenieros con referentes investigativos y de innovación en relación con el Área.

Este Núcleo es articulador dado que: primero, posibilita la circulación de conceptos, procedimientos, teorías, valores de un Núcleo a otro; segundo, permite demostrar las competencias desarrolladas en los

otros Núcleos y ampliar las mismas, en tanto las ubica en nuevos contextos de actuación; y, tercero, hace evidente la relación teoría–práctica.

Desde esta perspectiva, este Núcleo funcionará de la siguiente manera:

- Se parte de la base de que el programa cuenta con dos grupos de investigación con líneas y proyectos en el Área, así como varios semilleros de investigación asociados al área.
- El Grupo debe formular macroproyectos de investigación formativa. Se denominan macroproyectos porque contemplan, en su amplitud, problemas centrales del Área (teóricos y prácticos) y deben responder a los propósitos de formación del programa, al perfil de egreso y a las capas del sistema.

Características del macroproyecto:

- Comprende, de manera simultánea, los objetivos de investigación y los propósitos de formación.
- Está en interlocución con los componentes y cursos de los otros tres Núcleos, de tal manera que los problemas trabajados en éstos tengan articulación directa o indirecta con los procesos de investigación formativa que adelanten los estudiantes.
- El desarrollo del problema planteado en el macroproyecto irá de lo concreto a lo abstracto, de lo particular a lo general.
- Debe hacer explícito el desarrollo de los tres tipos de competencias: básicas, transversales y específicas.
- El Núcleo se desarrolla a través de un grupo de cursos a lo largo de todo el programa en los cuales desde los primeros el segundo semestres de manera progresiva, realizando cortos proyectos que articulan los conocimientos obtenidos en otros núcleos y en el quinto semestre que forman parte del proyecto macro. En el cuarto semestre todos los estudiantes deben presentar resultados del proceso: un proyecto formulado con todas las especificaciones (desde el problema, hasta el cronograma y el presupuesto). En el octavo semestre los estudiantes deben tener, además del proyecto formulado, un adelanto concreto en términos de la recolección, sistematización y escritura descriptiva de los hallazgos parciales. Para el octavo semestre los estudiantes que optan al título de ingenieros deben presentar los resultados de investigación en relación con los objetivos planteados.

A continuación se indican los componentes de este Núcleo:

- **Investigación, desarrollo e innovación:** este componente desarrolla la problemática y procesos referido a la producción, innovación y transferencia de conocimientos.
- **Administración y Gestión:** este componente desarrolla competencias relacionadas con procesos de organización y emprendimiento que toda acción requiere para alcanzar propósito concreto. La organización exige planeación y evaluación de eficacia y eficiencia.

Las competencias propias de este Núcleo se expresan en la tabla 1.

Núcleo	Etapas	Competencia
Investigación, Desarrollo e Innovación en Telecomunicaciones	Formular proyectos o propuestas de intervención en el Área de Telecomunicaciones	Detectar de fallas o formular de problemas en el área
		Formular de alternativas de solución
		Buscar de información en fuentes primarias y secundarias en relación con los problemas planteados
		Recolectar de manera sistemática de información pertinente (cuantitativa y cualitativa) en relación con las fallas detectadas o problemas planteados
		Sistematizar, con el apoyo de Tecnologías de Información y Comunicación de la información recolectada
		Definir la prospectiva de tiempo para la realización de actividades
		Realizar la proyección de gastos e inversiones en relación con un proyecto
		Identificar del impacto de un proyecto; en relación con la ejecución y resultados del mismo
		Diseñar el procedimiento o metodologías para la ejecución de proyectos
		Reconocer los diversos formatos para la presentación de proyectos o propuestas de intervención
		Evaluar del impacto de las diferentes alternativas de solución
		Evaluar el público objetivo del proyecto.
		Ejecutar proyectos o propuestas de intervención en el Área de Telecomunicaciones
	Generar reportes de análisis y escribir informes de avance de proyectos	
	Evaluar y monitorear de proyectos en relación con procesos y resultados	
	Realizar seguimiento de ejecución presupuestal y de cronograma de actividades	
	Formular acciones correctivas y de mejoramiento para alcanzar los propósitos del proyecto	
	Finalizar proyectos o propuestas de intervención en el Área de Telecomunicaciones	Presentar de resultados de acuerdo con los objetivos trazados
		Evaluar de proyectos de investigación o de intervención
		Escribir académicamente los resultados de investigación
Realizar mediciones de impacto de los resultados del proyecto.		

Tabla 1: Competencias Núcleo: Investigación, Desarrollo e Innovación en Telecomunicaciones

4 Plan de estudios propuesto

La propuesta de plan de estudio se presenta en 9 semestres incluyendo un semestre de práctica o integración a la vida profesional como se muestra en la Figura 1. Algunos de los cursos propuestos sirven a de apoyo para la formación en varios núcleos, los cuales están demarcados de un color diferente por ciclo. Para la construcción del plan de estudios además de detallar los cursos, se definieron las intenciones en cuanto a los contenidos que se esperan de cada curso, los contenidos clasificados de forma general en conceptuales, procedimentales y axiológicos y se especificaron por sus características en la Figura 2. Para curso entonces además de especificarse la temática requerida, se especificaron las características de los contenidos.

Una vez realizada propuesta de plan de estudio se evaluó la ponderación que se le había dado a cada característica e igualmente a cada elemento del perfil; en la Figura 3 se presenta los porcentajes asignados a cada una de las características en el plan de estudios.

I 15	II 15	III 17	IV 16	V 17	VI 17	VII 16	VIII 15	IX 16
Humanismo, Cultura y Valores 2	Lengua y Cultura 2	Software de ingeniería 3	Cristología 2	Ética General 1	Ética Profesional 1	Mentalidad Emprendedora 2	Línea de Formación I 2	Línea de Formación II 2
Cálculo diferencial 3	Calculo integral 3	Cálculo vectorial 3	Procesos estocásticos 3	Sistemas Bioinspirados 3	Transmisión Guiada 4	Regulación de TI 2	Dimensionamiento de Redes de TC 3	Optativa CI 3
Geometría analítica 3	Álgebra lineal 3	Ecuaciones diferenciales 3	Teoría electromagnética 3	Sistemas de Tx 4	Transmisión inalámbrica 4	Tecnologías de acceso 3	Servicios de Teleco. 3	Proyección a la Vida Profesional I 11
Optativa CBD 3	Física Mecánica 3	Métodos exp. física 2	Sistemas y señales 4	Teoría de Comunicaciones 3	Comunicaciones multimedia 2	Tecnologías de transporte 3	Gestión de TI 2	
Programación estructurada 3		Electricidad y magnetismo 3	Circuitos eléctricos y electrónicos 3	Electrónica digital 3	Electiva Universitaria 3	Optativa CP 3	Optativa CP 3	
Introducción a las telecomunicaciones 1	Redes de datos 4	Telemática 3	Pensamiento creativo 1	Proyecto aplicado en TIC 1 2		Innovación 2	Proyecto aplicado en TIC 2 2	
				Metodología de Investigación 1	Gestión de Proyectos 3	Contexto profesional I 1		

Figura 1: Plan de estudios propuesto.

En la figura 2 puede verse como en los primeros semestre se hace más énfasis en competencias enfocadas en el conocimiento aplicado, hacia los semestres intermedios se aumenta el énfasis en la experimentación y solución de problemas y a medida que se aumenta en la formación a lo largo del programa se hace más énfasis en competencias como desarrollo innovador y proyectos. También es importante resaltar que competencias como trabajo en equipo, liderazgo y utilización de herramientas TIC se mantienen casi iguales a través de todos los semestres, lo que permite hacer un énfasis continuado durante todo el proceso de formación.

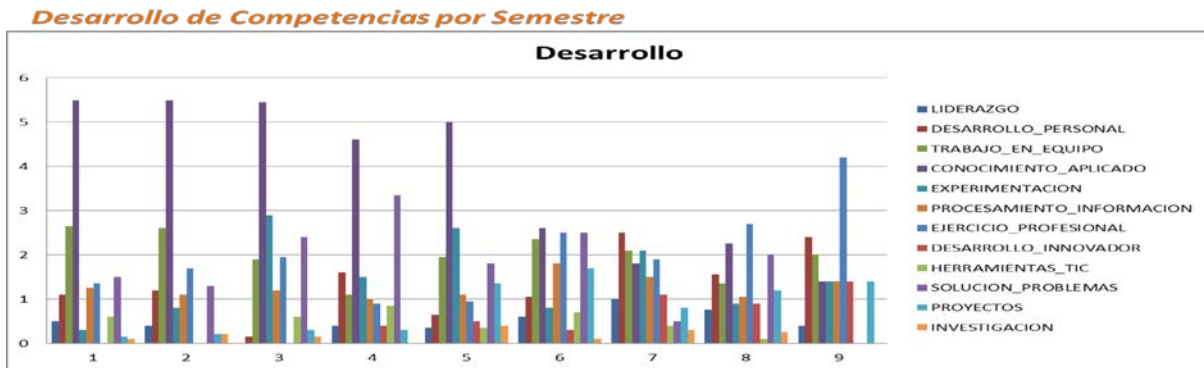


Figura 2. Competencias desarrolladas por semestre

En la figura 3 se presenta según el porcentaje dedicado en cada uno de los cursos a las competencias, cuál sería el énfasis del perfil de egreso. Más del 30% de los contenidos hacen énfasis en conocimiento aplicado como es de esperarse en un programa de ingeniería, sin embargo puede observarse que competencias como trabajo en equipo, ejercicio profesional y solución a problemas tiene un dedicación del 15 % o más y que contenidos dedicados a la innovación, y liderazgo tiene una dedicación del 5% del perfil de egreso.

Mapeo del Perfil de egreso

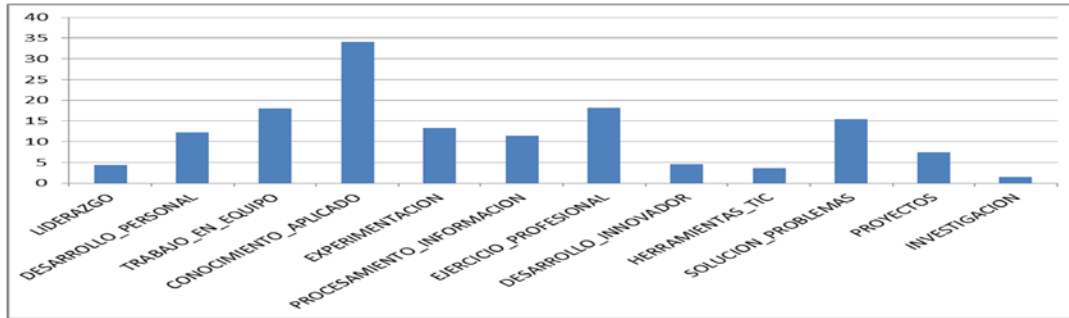


Figura 3: Porcentaje de características de los contenidos en el perfil de egreso

5 Conclusiones

- El estudio realizado encontró que la participación de estudiantes en proyectos a los largo de la carrera permite la articulación de competencias que dentro de la propuesta fueron agrupadas en núcleos.
- El núcleo de investigación y desarrollo propone que el estudiante adquiera las competencias construyendo y participando activamente en proyectos, de esta manera se convierte en un eje articulador de todo el plan de estudio.
- La implementación de propuestas de este estilo requiere de la construcción en una comunidad académica fortalecida con actores del medio empresarial y de replantear completamente el currículo de los programas académicos actuales.
- El proyecto permitió identificar las siguientes cuatro tendencias en la formación en ingeniería: la revaloración de la formación de la ingeniería a la luz de los componentes éticos y sociohumanísticos; el desarrollo de capacidades en el estudiante para trabajar en equipos intergrupales, multidisciplinares e interniveles; la actualización y especialización profesional del egresado mediante cursos de postgrado de educación continua y el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje y finalmente la formulación, gestión y desarrollo de proyectos técnicos y de transformación social.

Referencias

- [1] Presidencia de la República. Departamento Nacional de Planeación. (2006). Colombia 2019 – Visión Colombia II Centenario”. Bogotá.
- [2] Velilla, Marco et al. (2003). Tendencias de las reformas de la Educación Superior en América Latina y El Caribe Colombia: el itinerario de un desafío. Corporación complexus. Bogotá, www.iesalc.unesco.org/ve/.../reformas/colombia/informe%20Reforma%20Colombia%20-%20final%20-%20Velilla.pdf.
- [3] Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), Asociación Colombiana de Facultades de Educación (Acofi). (2000). Nomenclatura de títulos en la formación técnica profesional, tecnológica y de ingeniería en Colombia. Bogotá. http://www.unalmed.edu.co/~daristiz/guias/introduccion_ingenieria_fisica/ingenieria_acofi.doc

Sobre los autores

- **Claudia Carmona Rodríguez.** Ingeniera electrónica. Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Antioquia. Profesor asociado. claudia.carmona@upb.edu.co
- **Jackson Reina Alzate.** Ingeniera electrónico. Magister en Ingeniería área de Telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana. Profesor titular. jackson.reina@upb.edu.co
- **Roberto Hincapié Reyes.** Ingeniera electrónica. Magister en Ingeniería, Doctor en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana. Profesor titular. roberto.hincapie@upb.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)