

**ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL  
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN  
SUPERIOR COLOMBIANA DIRIGIDAS A UN PROGRAMA DE POSGRADO EN  
TELEMÁTICA**

DIANA TERESA PARRA SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA – UNAB  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MAESTRÍA EN TELEMÁTICA – MODALIDAD EN INVESTIGACIÓN  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO – GPS  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PENSAMIENTO SISTÉMICO Y EDUCACIÓN  
BUCARAMANGA, 23 DE ENERO DE 2014

**ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL  
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN  
SUPERIOR COLOMBIANA DIRIGIDAS A UN PROGRAMA DE POSGRADO EN  
TELEMÁTICA**

**DIANA TERESA PARRA SÁNCHEZ**

Trabajo de grado para optar por el título de magíster en telemática en modalidad  
investigación

Director:  
José Daniel Cabrera Cruz  
Co-Director:  
Cesar D. Guerrero

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA – UNAB  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MAESTRÍA EN TELEMÁTICA – MODALIDAD EN INVESTIGACIÓN  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO – GPS  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PENSAMIENTO SISTÉMICO Y EDUCACIÓN  
BUCARAMANGA, 23 DE ENERO DE 2014

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Jurado de Trabajo de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Bucaramanga para optar por el título de Magister en Telemática.

---

José Daniel Cabrera Cruz  
**Director**

---

Cesar D. Guerrero  
**Co-Director**

---

Martha Lucía Orellana Hernández  
**Jurado**

Bucaramanga, 23 de Enero de 2014

*A mi amada Abuela,*

*A mi querida Madre,*

*A mi adorada Estrella.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor José Daniel Cabrera Cruz, el tutor de este proyecto de investigación, por su sabiduría, dedicación, preocupación, paciencia y permanentes aportes; porque gracias a él, llegué a conocer el Pensamiento Sistémico, y logré retomar mi camino en la Educación.

Al profesor Cesar D. Guerrero, codirector de este proyecto, por sus consejos y valiosos aportes en Telemática y Educación en Ingeniería.

A la profesora Martha Orellana, jurado de este proyecto, por su dedicación y valiosos aportes para el fortalecimiento del trabajo realizado.

A los miembros del Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico –GPS, por los aportes realizados en el marco del Seminario Teoría y Diseño Sistémico Educativo.

Al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, al Coordinador de la Maestría en Telemática y a los profesores del Programa, por sus valiosas enseñanzas y acompañamiento.

A mi amada Abuela y mi querida Madre, por su apoyo incondicional, por sus oraciones a Dios y a la Virgen del Rosario y por sus buenos deseos llenos de amor y cariño.

A mi adorado amigo, por su apoyo, comprensión y compañía.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	17
1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
2. MARCO REFERENCIAL .....	23
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.1.1 Desarrollo tecnológico .....	23
2.1.2 Educación en tecnología .....	23
2.1.3 Innovación .....	23
2.1.4 Telemática.....	24
2.2 MARCO TEÓRICO.....	24
2.2.1 Educación en tecnología .....	25
2.2.2 Modelo de investigación y modelo de innovación tecnológica .....	27
2.3 MARCO LEGAL .....	30
2.4 ESTADO DEL ARTE .....	31
2.1.1 Educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico: una mirada al panorama mundial .....	32
2.1.2 Educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico: panorama en Latinoamérica y Colombia .....	36

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO .....	40
3.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA SOBRE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA.....	41
3.1.1 Selección y síntesis de las experiencias mundiales en educación en tecnología en telemática.....	44
3.1.2 Selección y síntesis de la experiencia colombiana en educación en tecnología en telemática.....	53
3.2 ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO SOBRE LA EXPERIENCIA COLOMBIANA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA.....	55
3.3 FORMULACIÓN DE ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA PROGRAMAS DE POSGRADO EN TELEMÁTICA .....	59
4. RESULTADOS .....	60
4.1 ALGUNOS ASPECTOS DE LA EDUCACIÓN DE POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CONTEXTO MUNDIAL .....	62
4.1.1 La educación en ingeniería en el contexto internacional .....	62
4.1.2 Cuatro casos de estudio en educación en ingeniería .....	64
4.1.3 Educación en telemática en programas de posgrado.....	67
4.2 ALGUNOS ASPECTOS DE LA EDUCACIÓN DE POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COLOMBIA.....	71
4.2.1 La educación en ingeniería en el contexto colombiano .....	73
4.2.2 Programas de maestría en telemática en Colombia.....	76
4.2.3 Formación para la investigación en telemática: Un caso de estudio .....	81
4.2.4 Reflexión crítica: pertinencia en el contexto colombiano de las propuestas educativas mundiales en programas de posgrado en telemática .....	82
4.3 ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN TELEMÁTICA .....	88
5. CONCLUSIONES.....	93
6. RECOMENDACIONES .....	97

BIBLIOGRAFÍA .....	99
ANEXOS .....	106

## TABLAS

	pág.
Tabla 1. Revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico a nivel mundial .....	34
Tabla 2. Revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico en Latinoamérica y Colombia.....	38
Tabla 3: Condiciones de búsqueda para revisión sistemática de la literatura .....	44
Tabla 4. <i>The ACM Computing Classification System</i> (2012). Términos relacionados al campo de la telemática.....	46
Tabla 5. Programas académicos acreditados por ABET. ....	47
Tabla 6. Ranking académico de universidades del mundo en Ciencias de la Computación (2013).....	50
Tabla 7. Ranking académico de universidades del mundo en Ingeniería/ Tecnología y Ciencias de la Computación (2013).....	50
Tabla 8. Programas académicos en telemática y áreas afines en el mundo.....	51
Tabla 9. Ranking académico de universidades en Colombia (2013).....	53
Tabla 10. Programas académicos en telemática y áreas afines en niveles de pregrado y posgrado .....	54
Tabla 11. Indicadores del Banco Mundial en Ciencia y Tecnología e Infraestructura .....	56
Tabla 12. GII Colombia. Resultados obtenidos en los años 2011, 2012 y 2013 ...	57
Tabla 13. Indicadores RICYT de Colombia. Resultados para el periodo 2007-2011 .....	57

Tabla 14. Estructura del Programa de Maestría - Universidad Metropolitana de Londres. ....	69
Tabla 15. Programas de posgrado en telemática ofertados en Colombia. ....	76
Tabla 16. Trabajos de grado presentados en la Maestría en Telemática.....	78

## FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama causal sobre desarrollo endógeno en Colombia .....	19
Figura 2. Modelo convencional de investigación en la universidad. ....	28
Figura 3. Modelo de ingeniería para una continua innovación tecnológica. ....	28
Figura 4. Fases del proceso investigativo. ....	40
Figura 5. Diagrama “Campo de la Telemática”, basado en el Tesouro de la UNESCO .....	45
Figura 6. Patentes presentadas en Colombia 2003-2013. ....	58

## **ANEXOS**

	pág.
Anexo 1: Programas académicos en Telecomunicaciones y afines .....	106
Anexo 2: Patentes presentadas en Colombia de telecomunicaciones .....	110

## GLOSARIO

**DESARROLLO TECNOLÓGICO:** “Corresponde a la sucesión de invenciones o innovaciones donde cada escalón conduce casi necesariamente al siguiente, posibilitando la creación de un mecanismo para brindar una necesidad o problemática existente en un contexto específico.” (Aibar Puentes, 2001)

**EDUCACIÓN:** “... un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.” (MEN, 2013)

### **EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA:**

Concepto que implica un problema educativo en reconstrucción permanente que procura enseñar en forma sistemática la racionalidad productiva –el fenómeno cultural a partir del cual el hombre crea lo que no existe y produce artificialidad- utilizando la racionalidad educativa, el dispositivo social preparado para difundir en forma sistematizada lo que ya existe y ha sido codificado (educ.ar, 2008).

**EDUCACIÓN SUPERIOR:** “... comprende todo tipo de estudios, de formación o de formación para la investigación en el nivel postsecundario, impartidos por una universidad u otros establecimientos de enseñanza que estén acreditados por las autoridades competentes del Estado como centros de enseñanza superior.” (UNESCO, 1998)

**GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO:** “Obtención en el desarrollo de un proyecto de investigación, de un nuevo conocimiento sobre al menos un aspecto de la temática tratada, que llega más allá del que hubiera podido adquirirse en un principio en la bibliografía especializada o en el saber colectivo de los especialistas en el tema.” (COLCIENCIAS, 2013)

**INNOVACIÓN:** “Se refiere a la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado.” (RAE, 2001)

### **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA:**

La innovación tecnológica puede ser de productos (Bienes o servicios) o de procesos (de producción y de gestión). La innovación de productos se da cuando se introduce al mercado un producto nuevo o significativamente

mejorado en sus especificaciones técnicas. La innovación de procesos se da cuando se implanta un proceso nuevo mejorado significativamente, lo cual puede suceder a través del cambio en los equipos, en la organización de la producción o en ambos. (COLCIENCIAS, 2013)

**INVESTIGACIÓN:** “Función sustantiva de la universidad que se refiere al proceso de búsqueda y generación de conocimiento, mediante una actividad intelectual compleja caracterizada por la creatividad del acto, la innovación de ideas, los métodos rigurosos utilizados y la validación y juicio crítico de pares” (Restrepo Gómez, 2003)

**MAESTRÍAS:**

Programas de posgrado que buscan ampliar y desarrollar los conocimientos para la solución de problemas disciplinarios, interdisciplinarios o profesionales y dotar al estudiante de los instrumentos básicos que la habiliten como investigador en un área específica de las ciencias o de las tecnologías o que le permitan profundizar teórica y conceptualmente en un campo de la filosofía, de las humanidades y de las artes. Las maestrías pueden ser de profundización o de investigación (Ley 30 de Diciembre 28 de 1992, p. 2)

**NIVELES DE FORMACIÓN:** “La educación superior tiene dos niveles de formación o etapas de los niveles académicos del sistema de educación superior con unos objetivos y tipo de estudios de las caracterizan. Estas etapas son: técnica profesional, tecnológica y universitaria que corresponden al nivel académico de pregrado; y especialización, maestría y doctorado que pertenecen al nivel académico de posgrado.” (MEN, 2010, p. 1)

**ORIENTACIÓN PEDAGÓGICA:** Se constituye en referente de calidad para que los profesores desarrollen su quehacer pedagógico. Estos referentes tienen el objetivo de guiar el diseño de planes de estudio, el desarrollo del trabajo de aula y el sistema de evaluación en las instituciones educativas para la enseñanza de una disciplina (MEN, 2010).

**TELEMÁTICA:** “Aplicación de las técnicas de la telecomunicación y de la informática a la transmisión a larga distancia de información computarizada.” (RAE, 2001)

**UNIVERSIDADES:**

Instituciones de Educación Superior que desempeñan con criterio de universalidad las siguientes actividades: la investigación científica o tecnológica; la formación académica en profesiones o disciplinas; y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional. Estas instituciones están facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización, maestrías, doctorados y post-doctorados, de conformidad con la Ley (Ley 30 de Diciembre 28 de 1992, p. 3)

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**ABET:** *Accreditation Board for Engineering and Technology.*

**ACM:** *Association for Computing Machinery.*

**ARWU:** *Academic Ranking of World Universities.*

**ASEE:** *American Society for Engineering Education.*

**CTS:** *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.*

**CWCU:** *Center for World-Class Universities of Shanghai Jiao Tong University.*

**GII:** *Global Innovation Index.*

**IEEE:** *Institute of Electrical and Electronics Engineers.*

**IJTM:** *International Journal of Technology Management.*

**MEN:** *Ministerio de Educación Nacional.*

**RICYT:** *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –Iberoamericana e Interamericana.*

**SIC:** *Superintendencia de Industria y Comercio.*

**SNIES:** *Sistema Nacional de Información de Educación Superior.*

**TE&ET:** *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.*

**TIC:** *Tecnologías de la Información y Comunicación.*

**UNESCO:** *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.*

# **ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR COLOMBIANA DIRIGIDAS A UN PROGRAMA DE POSGRADO EN TELEMÁTICA**

Diana Teresa Parra Sánchez, Autor  
José Daniel Cabrera Cruz, Director  
César D. Guerrero, Co-Director

## **RESUMEN**

La experiencia colombiana en procesos de innovación no ha sido la mejor. Consecuentemente, buena parte del desarrollo tecnológico en el territorio colombiano se concentra en actividades como mantenimiento, gestión e importación de tecnología. Por tal razón, en el país no se están creando las condiciones necesarias para que sea posible la generación de tecnología.

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 en la industria de la 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 generación de productos culturales endógenos especialmente en el campo de la telemática. Dicha educación debe orientarse a la creación, la investigación y la innovación.

Palabras clave – Desarrollo tecnológico, Educación en tecnología, Educación superior, Innovación científica, Telemática.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado, se enmarca dentro del Programa de Maestría en Telemática en modalidad investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga –UNAB; y responde a los objetivos definidos en la línea de Investigación Pensamiento Sistémico y Educación del Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico –GPS de la UNAB.

### EL PROBLEMA ASOCIADO A LA EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

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 la telemática (Cabrera Cruz, Guerrero, & Parra Sánchez, 2013). En general, los procesos de innovación tecnológica en el país se concentran en actividades como mantenimiento, gestión e importación de tecnología; lo que conlleva a que en el contexto colombiano no se estén creando las condiciones necesarias para llevar a cabo procesos de innovación. Lo anterior tiene varias consecuencias para el país.

En primera instancia, se plantea un problema de pertinencia de tecnologías e innovaciones generadas en otros contextos y que son transferidas a (o trasplantadas en) el nuestro. Estas tecnologías e innovaciones surgen como respuesta a problemas identificados en un contexto particular. En algunos casos, el problema del contexto generador de tecnología puede tener semejanzas con el problema del contexto colombiano. Pero dichos problemas no son totalmente iguales entre sí. Cada problema, es el resultado de una serie de causas, las cuales pueden variar de acuerdo a las condiciones del medio. Con base en las causas que dan origen al problema, se determinan las consecuencias del mismo, así como su impacto en la sociedad.

Para que al país puedan ingresar tecnologías extranjeras, se requiere cubrir los costos de importación. Adicionalmente, es necesaria la realización de un estudio sobre la pertinencia de la tecnología en el contexto. En caso de ser requerido, se proponen el desarrollo de eventuales modificaciones de la tecnología para su posterior adopción. Otro aspecto que debe tomarse en consideración, corresponde

a los costos de mantenimiento<sup>1</sup> necesarios para un buen funcionamiento de la tecnología.

En segunda instancia, en Colombia existen problemáticas particulares las cuales tienden a quedar desatendidas respecto de la innovación tecnológica, ya que sólo se reciben tecnologías que han surgido como respuesta a problemas propios de los países generadores de tecnología e innovaciones. Por lo tanto, aquellos problemas que resultan particulares o propios del contexto colombiano, y muy diferentes de los de otros contextos, tienen escasas oportunidades de resolverse.

En tercera instancia, la economía colombiana se caracteriza por la producción de materias primas<sup>2</sup> para la exportación. Se exporta materia prima a bajo valor y se importa tecnología que tiene un costo superior. En este sentido, el país se encuentra habituado a recibir tecnologías e innovaciones exógenas (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004). Así mismo, se cuenta con una industria débil asociada con la generación de tecnología e innovación; lo que dificulta la generación de productos que resulten competitivos en calidad y precio con los importados. Por tal motivo, la industria tecnológica e innovadora nacional, no obtiene recursos que le permitan invertir en su fortalecimiento; de manera que se obtengan productos competitivos comparables con la producción exógena.

Vale la pena agregar que el círculo vicioso anterior se ve reforzado por la debilidad del país en materia de investigación. La investigación es necesaria, para que se estudien los problemas del contexto colombiano y se revelen sus particularidades y semejanzas respecto de lo que ocurre en otros países. Así mismo, a través de la actividad investigativa es posible generar productos e innovaciones tecnológicas, que se diferencien radicalmente de lo que se produce en otras partes. En este sentido, en Colombia se podría llegar a tener una producción o innovación nacional que pueda llegar a competir en el mercado de las telecomunicaciones, con aspectos diferenciadores.

En la Figura 1, se presenta un diagrama causal con cinco variables, a saber: (i) Capacidad de la industria nacional de tecnología; (ii) Generación de productos e innovaciones endógenas; (iii) Competencia en el mercado de la tecnología; (iv) Ingresos por venta de la producción endógena y; (v) Importación de productos e innovaciones exógenas.

---

<sup>1</sup> El mantenimiento de la tecnología, debe ser llevado a cabo por personas conocedoras del tema. Cuando la tecnología es importada, se requiere de personal capacitado para tal labor. En este sentido, es necesario proveer recursos para la movilidad de recurso humano desde el exterior hacia Colombia; o desde Colombia hacia el exterior.

<sup>2</sup> La producción de café es una de las actividades económicas de mayor tradición en Colombia, siendo uno de los mayores exportadores mundiales de este producto; el cual se ha constituido en pilar de la economía colombiana desde principios del Siglo XX.

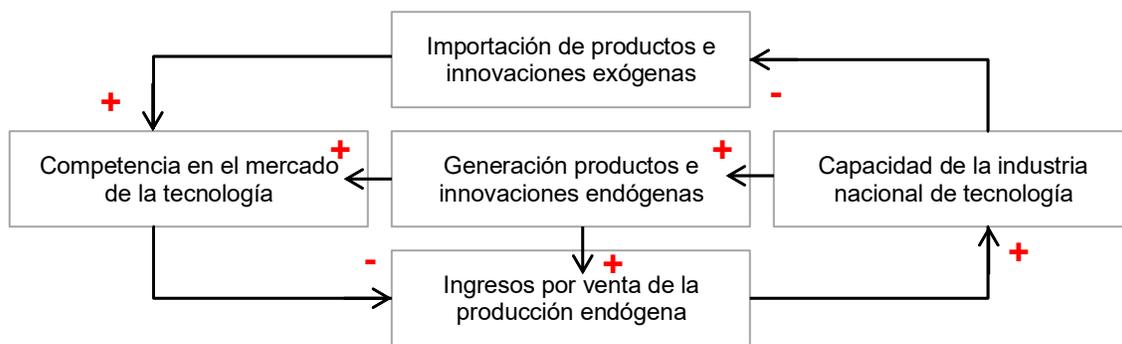


Figura 1. Diagrama causal sobre desarrollo endógeno en Colombia  
Fuente: Elaboración propia.

Con base en la Figura 1, se puede expresar lo siguiente: Si la capacidad de la industria nacional de tecnología es fortalecida, tal situación permitiría un aumento en la generación de productos e innovaciones endógenas. Al ser Colombia un país generador de tecnología pertinente y adecuada al contexto colombiano, la necesidad de importar tecnología de otros países disminuye. Por ende, el país entraría a participar con mayor fuerza en el mercado de la tecnología (en este caso, en el mercado de las telecomunicaciones), y las empresas colombianas podrían obtener mayores ingresos por concepto de venta de bienes y servicios, lo cual permite que la industria nacional de tecnología siga creciendo.

Sin embargo, para que lo anterior se cumpla, es necesario que la industria telemática nacional cuente con profesionales de la Ingeniería capaces de llevar a cabo procesos de innovación en todas sus etapas. Una de las potenciales soluciones, radica en la educación en Programas de Maestría en Telemática y áreas afines. Dicha educación debe orientarse a la creación, la innovación y la investigación.

Lo anterior, da lugar al planteamiento de la siguiente pregunta problema de investigación: ¿Cuáles orientaciones en educación en tecnología en programas de posgrado en Colombia, permitirán la formación para el desarrollo tecnológico y la innovación en el campo de la telemática?

## PROPÓSITO, ENFOQUE Y TAREAS

Este trabajo de grado, pretende formular orientaciones en educación en tecnología pertinentes para la educación en posgrado en el campo de la telemática en la sociedad colombiana, soportados en un estudio sistémico. Es decir, se espera obtener una serie de lineamientos que puedan ser aplicables principalmente, a contenidos programáticos en el nivel de maestría y que conlleven al desarrollo tecnológico y la innovación en el área de estudio del presente trabajo.

Las tareas que serán realizadas para llegar a la formulación de orientaciones en educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en la educación superior colombiana, son las siguientes:

- Se elaborará un estado del arte sobre educación para el desarrollo tecnológico e innovación en educación superior a nivel mundial, haciendo énfasis en programas de posgrado en el campo de la telemática.
- Se realizará un diagnóstico sobre la experiencia colombiana de educación para el desarrollo tecnológico e innovación en programas de maestría, en especial en posgrados en el área de la telemática.
- Se propondrán orientaciones en educación en tecnología para potenciar el desarrollo tecnológico y la innovación dirigidas a un programa de posgrado en telemática, considerando la revisión bibliográfica y el diagnóstico realizados.

Para lograr la formulación de las orientaciones en educación en tecnología para un programa de maestría en telemática, es indispensable la realización de estudios para conocer la situación existente a nivel internacional y nacional sobre innovación y desarrollo tecnológico. Para ello, la elaboración de contrastes y reflexiones sobre el tema de estudio, permitirán la enunciación de dichas orientaciones.

Con la creación e implementación de propuestas educativas que propicien cambios profundos en las perspectivas o concepciones en educación en tecnología, se espera el inicio de cambios radicales en la enseñanza en educación superior, en especial, en programas de posgrado en telemática. Si bien, vale la pena destacar el papel de los ingenieros como profesionales integrales con potencial para la innovación.

Por otra parte, cabe mencionar que los programas de maestría y doctorados en ingeniería, pueden ser considerados como espacios ideales para la formación de investigadores, los cuales se encargan de generar conocimiento y promover así, el desarrollo tecnológico y la innovación en el área de su especialidad.

## APORTACIONES DE LA TESIS

El presente trabajo de investigación es resultado de la labor investigativa llevada a cabo en el Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico – GPS en lo concerniente a la línea de investigación Pensamiento Sistémico y Educación, en el marco del programa de la Maestría en Telemática de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, el cual permitirá dar continuidad a proyectos realizados por el grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico y apoyar a propuestas que se encuentran en ejecución, particularmente en el tema de educación para la innovación y la educación como medio para hacer

un sentido holista, y favorecer la comunidad científica en el área a nivel nacional e internacional.

Esta investigación consta de seis capítulos, a saber:

Capítulo 1: Objetivos de la investigación. Se enuncian las metas a alcanzar con el desarrollo del proyecto de investigación mediante la ejecución del proceso investigativo definido.

Capítulo 2: Marco referencial. Se presentan el conjunto de teorías que permiten dar soporte a la investigación. El marco referencial de la investigación está subdividido en: (i) Marco conceptual: Se ubican los conceptos fundamentales del proyecto: desarrollo tecnológico, educación en tecnología, innovación y telemática; (ii) Marco teórico: se tratan dos teorías, la primera corresponde a la disciplina educación en tecnología. La segunda hace referencia al modelo de investigación y modelo de innovación tecnológica; (iii) Marco legal: presenta las Leyes y documentos que contienen normas en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y; (iv) Estado del arte: El cual presenta un compendio del conocimiento existente en la temática educación en tecnología en posgrado para la innovación y desarrollo tecnológico en el campo de la telemática.

Capítulo 3: Descripción del proceso investigativo. Se detallan las actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Son tres fases principales: (i) Revisión de la literatura sobre educación en tecnología; (ii) Elaboración del diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología y; (iii) Formulación de orientaciones en educación en tecnología para programas de posgrado en Telemática.

Capítulo 4: Resultados. Se presentan y discuten los resultados obtenidos, producto de las actividades definidas en el proceso investigativo: (i) Algunos aspectos de la educación de posgrado para la innovación tecnológica en el contexto mundial; (ii) Algunos aspectos de la educación de posgrado para la innovación tecnológica en Colombia y; (iii) Orientaciones en educación en tecnología para la innovación tecnológica en telemática.

Capítulo 5: Conclusiones. Está dedicado a la presentación de las conclusiones derivadas del proyecto.

Capítulo 6: Recomendaciones. Se presentan sugerencias y trabajo futuro de investigación en el área de estudio.

## **1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer orientaciones en educación en tecnología para potenciar la formación para el desarrollo tecnológico y la innovación en la educación superior colombiana, en especial en programas de posgrado en telemática.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar un estado del arte sobre educación para el desarrollo tecnológico e innovación en educación superior a nivel mundial, haciendo énfasis en programas de posgrado en el campo de la telemática.
- Realizar un diagnóstico sobre la experiencia colombiana de educación para el desarrollo tecnológico e innovación en programas de maestría, en especial en posgrados en el área de telemática.
- Proponer orientaciones en educación en tecnología para potenciar la formación para el desarrollo tecnológico y la innovación dirigidas a un programa de posgrado en telemática, considerando la revisión bibliográfica y el diagnóstico realizados.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

En este capítulo se presenta el marco referencial del proyecto, el cual se sustenta en conocimiento previamente construido por la comunidad científica que se desempeña en el área de estudio de educación en tecnología. El marco referencial de la investigación se ha subdividido en marco conceptual, marco teórico, marco legal y estado del arte.

### **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

El contexto teórico del proyecto se ubica en cuatro conceptos fundamentales: desarrollo tecnológico, educación en tecnología, innovación y telemática.

#### **2.1.1 Desarrollo tecnológico**

El desarrollo tecnológico es entendido, como una sucesión de invenciones o innovaciones donde cada escalón conduce casi necesariamente al siguiente (Aibar Puentes, 2001), posibilitando la creación de un mecanismo para brindar solución a una necesidad o problemática existente en un contexto específico. El desarrollo tecnológico puede ser endógeno o exógeno (Blanco Sánchez, 2008). Es endógeno cuando su desarrollo surge como respuesta a un problema propio del contexto que genera la tecnología y es exógeno cuando la tecnología se desarrolla en un contexto diferente a aquel en el que es aplicado.

#### **2.1.2 Educación en tecnología**

La educación en tecnología -introducida en diversos países del mundo a partir de 1980- hace referencia a la comprensión global de la tecnología en el contexto educativo, como fenómeno cultural y como creación humana; lo que implica una reflexión sobre el carácter exógeno y endógeno de la tecnología.

#### **2.1.3 Innovación**

Para Elster (2000), la innovación corresponde a la producción de un nuevo conocimiento tecnológico. La innovación puede ser entendida como la transformación de conocimiento en nuevos productos y servicios. No es un evento aislado sino la respuesta continua a circunstancias cambiantes (Nelson, 1999).

La innovación comienza a través del proceso investigativo que lleva a la creación de alguna idea científica, teoría o concepto. Hasta este punto se hace referencia a una invención. Cuando tal invención se aplica a un proceso de producción, se habla de innovación. La innovación requiere de capacidades especiales como la creatividad y la capacidad de percibir las cosas de un modo diferente.

Las definiciones presentadas resaltan un concepto actual de la innovación como proceso de transformación. Si bien, el reto actual consiste en la creación de procesos de modo organizado que produzcan resultados innovadores y exitosos en el mercado, lo cual puede ser logrado a través de la generación, selección e implementación de ideas. En el mercado de las telecomunicaciones la innovación tecnológica es esencial para alcanzar el éxito en tan cambiante sector. Un elemento crucial en la innovación en este sector, es la permanente búsqueda de oportunidades ofreciendo soluciones a necesidades no satisfechas de los usuarios de productos o servicios de telecomunicaciones.

Es conveniente aclarar que innovación no es I+D (Investigación –aplicada- y Desarrollo –experimental-). El proceso de I+D puede concluir en productos que no llegan al mercado o procesos que no son apreciados por el mercado. Si este es el caso, no existe innovación (García González, 2012a).

#### 2.1.4 Telemática

La telemática es la disciplina resultante de la unión de la informática y la telecomunicación (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005). Su objeto de estudio son las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación). En el Diccionario de la Real Academia 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.

Las definiciones presentadas anteriormente, se constituyeron en la base para el desarrollo del proyecto de investigación. Así mismo, son las palabras clave del documento, a partir de las cuales se realizó la revisión sistemática de la literatura, y permitieron conocer el estado en el que se encuentra el tema de estudio actualmente.

En la siguiente sección, se presentará el marco teórico del proyecto, en el cual se exponen las teorías que permitieron formular y desarrollar el argumento de la investigación.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

El marco teórico de la investigación, fue enfocado principalmente a tratar dos teorías. La primera, asociada al concepto de educación en tecnología como disciplina que permite comprender la tecnología como fenómeno cultural y como creación humana. La segunda, corresponde a la presentación del modelo

convencional de investigación y el modelo de ingeniería para una continua innovación tecnológica.

### 2.2.1 Educación en tecnología

La educación en tecnología, a veces denominada simplemente tecnología, fue introducida en diversos países del mundo a partir de los años 1980. Gilbert (1995) en su documento titulado “Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo”, expresa sus opiniones sobre el enfoque tecnológico de la educación en tecnología: “sea cual fuere el alcance de la educación en tecnología proporcionada en un país concreto, deberá tratar un conjunto de problemas que son de importancia para la humanidad”.

En este sentido, la educación en tecnología es una disciplina que pretende posibilitar la comprensión global de la tecnología como fenómeno cultural y como creación humana. La enseñanza de tal asignatura en los diversos niveles y programas educativos, ha de contribuir en el fortalecimiento y despliegue de dos aspectos fundamentales que permiten que una sociedad progrese: la innovación y el desarrollo tecnológico.

El progreso tecnológico de un país, depende en gran medida del número de ingenieros graduados, así como de las capacidades que han desarrollado durante la etapa de formación en los niveles de pregrado y posgrado. Pero esto sólo es posible a través de una educación que promueva en sus estudiantes un afán por ir más allá de aquello que se puede ver, de cuestionarse sobre lo que sucede en el mundo y poder resolver los interrogantes que surgen a cada momento.

La educación en tecnología en nivel de posgrado debe contribuir a la formación de ingenieros capaces de dirigir el proceso de innovación en la industria de las telecomunicaciones, para permitir innovación continua. Lo anterior, es debido a que la tarea principal del ingeniero<sup>3</sup> es la de creación y desarrollo de soluciones tecnológicas como respuesta a los problemas y/o necesidades existentes en el medio.

En el caso colombiano, el desarrollo de disciplinas como la ingeniería se constituye en un elemento primordial para el desarrollo tecnológico y la

---

<sup>3</sup> Definición de ingeniero emitida por la *American Society for Engineering Education* –ASEE en 2003: “Los ingenieros son personas capaces de resolver problemas, que buscan formas rápidas, adecuadas y menos costosas de utilizar las fuerzas y materiales de la naturaleza para enfrentarse a desafíos. A lo largo de los siglos, desde la construcción de las pirámides de Egipto, hasta el evento del aterrizaje en la Luna; los ingenieros han sido forjadores de progreso. La creciente influencia y rápido avance de la tecnología exige una mano de obra altamente calificada. Así, para una infraestructura global tal como la de telecomunicaciones y de aparatos de consumo, la calidad de los graduados de ingeniería afecta la calidad de nuestras vidas”.

innovación. La generación de conocimiento y la investigación desde esta disciplina son insumos que deben servir de soporte para abordar los problemas sociales y económicos del país (Ramírez Martínez, Castellanos Domínguez, & Rodríguez Devis, 2011).

En general, el énfasis de la educación de pregrado en ingeniería es una de aprendizaje secuencial para su posterior aplicación, que se basa principalmente en un modelo centrado en la transferencia de contenidos y adquisición de conocimientos. Una alternativa para generar cambios en el pregrado corresponde a la aplicación de metodologías de enseñanza-aprendizaje creativas, en las que el estudiante desde sus primeros años de formación pueda enfrentarse a problemas del mundo real; y adquirir una preparación que le permita encaminarse a los estudios en niveles de posgrado.

Por su parte el énfasis de la educación de posgrado orientado a ingenieros con experiencia en la industria, debe ser una de aprendizaje concurrente y crecimiento creativo, que ha de basarse en un modelo de contenido-proceso, que implica no solo el aprendizaje y la obtención de conocimientos técnicos, sino también incluye el desarrollo de la capacidad de liderazgo creativo-responsable que es requerido para la carga de tecnología creativa significativa, para satisfacer necesidades reales humanas o para crear soluciones efectivas, para la mejora continua de la industria.

Actualmente, se pueden apreciar cambios acelerados en los avances tecnológicos, especialmente en el sector de las telecomunicaciones; los cuales están directamente relacionados al enorme crecimiento de la ingeniería. Por ende, se requieren nuevos esfuerzos en educación en ingeniería, más específicamente en educación en tecnología.

Por lo tanto se ha hecho evidente que las universidades deben cumplir dos funciones vitales en la educación superior a nivel de posgrado (Keating, 1999):

(1) Ser centros de excelencia en la educación de posgrado para la investigación científica que promueva el avance constante de la ciencia, la comprensión de los fenómenos naturales y educar a los futuros investigadores académicos; y (2) Ser centros de excelencia en la educación profesional de posgrado orientado a la formación de profesionales creativos para la innovación y el liderazgo en sus áreas de conocimiento, y que continuamente promuevan el servicio profesional creativo, la innovación y el liderazgo.

Es a partir de la educación en tecnología en nivel de posgrado, que se intenta llegar a la innovación y al desarrollo tecnológico colombiano, en el campo de la telemática.

## 2.2.2 Modelo de investigación y modelo de innovación tecnológica

Para Bush (1945), “los avances científicos y tecnológicos de un país, dependen en gran medida, de las capacidades de sus científicos e ingenieros para absorber la información científica y tecnológica, y el conocimiento; para encontrar soluciones a los problemas, para llevar a cabo la investigación, para experimentar y realizar nuevas fronteras científicas y tecnológicas”.

Por lo tanto, para que los ingenieros de hoy día puedan tener éxito, además de haber obtenido una base académica sólida, deben ser poseedores de una amplia gama de capacidades, tales como liderazgo, facilidad de comunicación, organización, habilidades en programación informática, rápida adaptación a los cambios, espíritu de innovación e invención, entre otros (Tao, 2000). Tales capacidades pueden ser desarrolladas a través de un sistema educativo que forme profesionales con perfil investigativo e innovador.

El proceso de innovación tecnológica abarca cuatro fases: la investigación, el desarrollo tecnológico, la aplicación y adopción y el perfeccionamiento (Lara Rosano, 1999). Cada una de las fases, será presentada a continuación:

### a) Investigación

La investigación corresponde a la generación de conocimiento científico, es decir, objetivo, sistematizado y válido universalmente, en el marco de un paradigma. La investigación dentro del proceso de innovación tecnológica, tiene dos etapas: la investigación básica y la investigación aplicada.

La investigación básica se orienta a la generación de conocimiento científico sobre la naturaleza y la sociedad. Sus centros de actividad son las universidades y su calidad es evaluada mediante el número de artículos que éstas producen y publican en revistas indexadas a nivel nacional e internacional, y el número de citas que éstos artículos generan en la literatura científica. El criterio fundamental que hay detrás de estas formas de evaluación es la valoración que hacen los pares de la obra realizada por el investigador y el impacto que ésta tiene en el medio y en el avance científico (Lara Rosano, 1999, p. 16)

En la Figura 2, se presenta el modelo convencional para la investigación en la Universidad. Si bien, todo inicia con la curiosidad –aquel interés de conocer algo; lo que lleva al individuo a cuestionarse por lo que sucede en el medio, a generar ideas, a plantear una pregunta de investigación y su respectiva hipótesis, la cual puede mantenerse o cambiar a lo largo del proceso investigativo. Al concluir la investigación básica el resultado principal es el conocimiento científico generado.

Luego se llega a la metodología del proceso enseñanza – aprendizaje<sup>4</sup>, para finalmente aplicar el conocimiento apropiado.

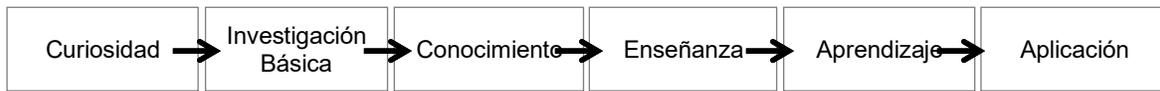


Figura 2. Modelo convencional de investigación en la universidad.

Fuente: *An innovative strategy to integrate relevant graduate professional education for engineers in industry with continual technological innovation.* Keating D. A. and Stanford T. G. University of South Carolina. *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 691-708, 1999.

Por su parte, “la investigación aplicada se centra en la búsqueda de una solución original de un problema, que mejore las soluciones disponibles (si es que tales soluciones existen). Los centros donde se lleva a cabo este tipo de investigación, son los de investigación aplicada, y su calidad es evaluada por el cliente, para quien fue desarrollada la solución del problema y por los pares del investigador” (Lara Rosano, 1999, pp. 16, 18.)

El modelo de ingeniería para una continua innovación tecnológica, se presenta en la Figura 3. El modelo presentado hace referencia a la etapa de investigación aplicada.

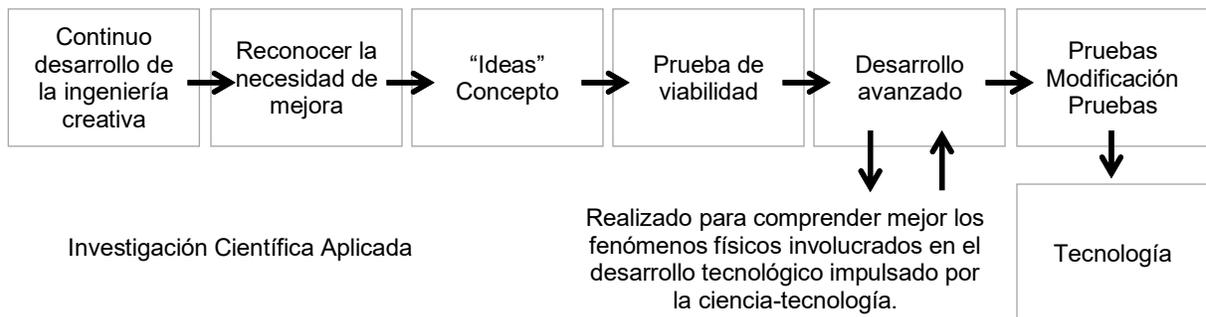


Figura 3. Modelo de ingeniería para una continua innovación tecnológica.

Fuente: *An innovative strategy to integrate relevant graduate professional education for engineers in industry with continual technological innovation.* Keating D. A. and Stanford T. G. University of South Carolina. *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 691-708, 1999.

En la Figura 3, se tiene que el punto de partida es el continuo desarrollo de la ingeniería creativa. Posteriormente, se procede a la identificación de problemas y/o necesidades así como de las ideas que permiten afrontarlos. Luego se determina la viabilidad de la idea, para proceder al desarrollo avanzado de la

<sup>4</sup> El proceso enseñanza – aprendizaje es un proceso consiente, organizado y dialéctico de apropiación de los contenidos y las formas de conocer, hacer, vivir y ser, en el cual se producen cambios que le permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad.

misma. Finalmente se hace un proceso permanente de pruebas, así como de modificaciones en caso de ser requerido, hasta que se llega al resultado final del proceso, denominado tecnología<sup>5</sup>.

#### b) Desarrollo tecnológico

El desarrollo tecnológico corresponde a la actividad que tiene por objeto concebir, diseñar y construir un mecanismo, que cumpla una función dada en el proceso de solución de un problema existente. El desarrollo tecnológico dentro del proceso de innovación tecnológica, tiene dos etapas: la invención y el desarrollo de un prototipo fabricable industrialmente.

La invención es el proceso en el que se genera un mecanismo o proceso original que funciona adecuadamente en la práctica para resolver un problema. La invención se orienta hacia la generación o perfeccionamiento de una tecnología central. Las invenciones son generadas en los centros de desarrollo de tecnología y la calidad de sus productos se evalúa por las patentes nacionales e internacionales concedidas.

El desarrollo del prototipo industrial, se encuentra dirigido hacia la generación de tecnologías específicas que le dan a éste propiedades características, y su calidad se evalúa por las patentes nacionales o internacionales obtenidas y por las oportunidades que se detectan en el mercado para su aceptación. Los centros que se orientan al desarrollo de prototipos industriales son los laboratorios empresariales de investigación y desarrollo (Lara Rosano, 1999, p. 18).

#### c) Aplicación y adopción

La aplicación y adopción tecnológica tiene, en el marco de la innovación tecnológica, dos etapas: la mejora de los procesos de manufactura y la creación de mercados para el producto.

La mejora de los procesos de manufactura se fundamenta en el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías de producción de un producto dado. Esta actividad se desarrolla en los departamentos de ingeniería de las empresas industriales y los resultados se evalúan por el ahorro en los costos de producción.

La creación de mercados para el producto se orienta a actividades de mercadotecnia y publicidad para facilitar la comercialización de éste e instituir su consumo voluntario en un sector dado. Esta tarea es realizada por los

---

<sup>5</sup> Tecnología corresponde al conjunto de técnicas que sirven para organizar de manera lógica actividades, funciones o cosas, de manera que puedan ser comprendidas, observadas y transmitidas de forma sistemática. También hace referencia, al conjunto de conocimientos, organizados de manera adecuada, necesarios para la comercialización de un bien o servicio.

departamentos de mercadotecnia de las empresas y sus resultados son evaluados por el nivel de ventas del producto (Lara Rosano, 1999, p. 19)

#### d) Perfeccionamiento del producto

El perfeccionamiento del producto se fundamenta en las mejoras de presentación, calidad y costo de éste, así como en una variación más amplia del mismo para adaptarse mejor a diferentes mercados (Lara Rosano, 1999, pp. 19, 20).

El establecimiento de un proceso de innovación sistemático y organizado es un reto imperante en el entorno empresarial. La verdadera finalidad de la innovación es la generación de una corriente sucesiva de innovaciones que lleguen continuamente al mercado (García González, 2012a, p. 24). Con tal fin, las empresas del sector de las telecomunicaciones requieren de: (i) La adopción o creación de un modelo de innovación; (ii) Establecimiento de un proceso de innovación y; (iii) Desarrollo de las capacidades necesarias para su puesta en práctica a través de la capacitación y promoción del recurso humano, lo que conlleve a la reorientación de procesos y uso de las herramientas apropiadas en cada una de las etapas del proceso de innovación (García González, 2012a, pp. 44-45).

Las telecomunicaciones ha sido un sector vinculado con el desarrollo científico, que desde sus inicios ha experimentado cambios profundos en términos de sus procesos, productos y servicios; así como también en su estructura competitiva y en sus formas institucionales y organizacionales (Sánchez Daza, 2008, p. 21). Para llevar a cabo el proceso de innovación en dicho sector, más específicamente en el campo de la telemática; se requiere conocer las opiniones de los usuarios de servicios y/o productos, así como de los proveedores. Es necesario identificar las necesidades de los clientes, y permitir que ellos participen en el desarrollo de la solución (producto o servicio). Lo anterior, con el fin de garantizar soluciones pertinentes y adecuadas y garantizar la satisfacción del usuario final.

El marco teórico presentado, permitió situar el problema de investigación del proyecto dentro de un conjunto de conocimientos, permitiendo orientar la búsqueda de información, conocer una conceptualización adecuada de los términos educación en tecnología y desarrollo e innovación tecnológica; y establecer su vínculo profundo.

### 2.3 MARCO LEGAL

El marco legal sobre educación en tecnología y del apoyo a la actividad científica y tecnológica en Colombia que permitió fundamentar la investigación, es presentado como sigue:

- Ministerio de Educación Nacional, Resolución Número 2773 de 2003 (Noviembre 13). Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería.
- Ley 1286 de 2009, “por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en departamento administrativo, se fortalece el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones”.
- Documento CONPES 3582 de 2009, política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Ministerio de Educación Nacional, Decreto No. 1295 de 2010, “por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programa académicos de educación superior”.

Las Leyes y documentos tenidos en cuenta en el marco legal, tratan principalmente la normatividad de los temas Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y, la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior en el país. Lo anterior, con el fin de garantizar que el proyecto de investigación esté acorde con los requisitos legales y normativos actuales del Estado colombiano.

Cabe mencionar, que uno de los propósitos de la Ley 1286 de 2009 del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación – CTI, es lograr que el conocimiento generado a partir de la investigación y del desarrollo tecnológico nacional, tenga un mayor impacto sobre el sistema productivo nacional y contribuya a la solución de las problemáticas de la sociedad colombiana.

La siguiente sección corresponde al estado del arte de la investigación, en la cual se presenta un estudio sobre el conocimiento existente en el tema educación en tecnología en nivel de posgrado para la innovación y desarrollo tecnológico en el campo de la telemática, así como el aporte de la investigación al estado actual del conocimiento en el área de estudio.

## 2.4 ESTADO DEL ARTE

La educación en tecnología se refiere al conjunto de enseñanzas que permiten hallar soluciones a necesidades o problemáticas existentes en un contexto específico, a través del diseño y posterior construcción de artefactos y procesos. La enseñanza de tal asignatura o su inclusión en los contenidos programáticos de los cursos de programas de pregrado y posgrado, debe contribuir con el fortalecimiento y despliegue de dos aspectos cruciales que permiten el progreso de una sociedad: la innovación tecnológica y el desarrollo tecnológico.

### 2.1.1 Educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico: una mirada al panorama mundial

El tema educación en posgrado como base para la innovación y el desarrollo tecnológico ha sido estudiado por varios investigadores alrededor del mundo. Existen trabajos que hacen referencia a temas específicos tales como desarrollo tecnológico, educación superior, educación en tecnología, innovación y habilidades requeridas en los ingenieros para afrontar el cambio tecnológico en el mundo.

Algunos autores, han expresado el papel de la Ingeniería como base para la innovación y el desarrollo tecnológico (Keating, 1999; Tao, 2000; Tricamo, 2002; Azadivar, 2007). Lo anterior, debido a que la Ingeniería posibilita la creación de tecnología a través de continuos procesos de innovación tecnológica, los cuales son el principal motor de la competitividad y la prosperidad económica en el mundo.

En lo concerniente a educación superior, específicamente en el campo de la Ingeniería, se tienen los siguientes planteamientos:

Dunlap (2001), sugiere que en la educación superior se deben replantear los roles, responsabilidades y relaciones con los participantes del proceso educativo, tomando en consideración, la existencia de serias barreras culturales en la educación superior y en diversos niveles educativos. Por ende, la meta es redefinir la educación superior, y lograr cooperación entre Universidades y sus Programas de Ingeniería a través de las siguientes acciones: (i) Compartir currículos; (ii) Compartir ideas y; (iii) Compartir contenidos programáticos. En esta misma dirección se encuentra McHenry (2005), cuya investigación sugiere la realización de una reforma profunda en la Educación en Ingeniería basado en el Constructivismo<sup>6</sup> y su impacto en el aprendizaje del siguiente modo (McHenry, 2005, p. 5):

- Currículo: Se sugiere la eliminación de un plan de estudios estandarizado. En su lugar se promueve el uso de planes de estudio adaptados a los conocimientos previos del alumno; y se ha de hacer hincapié en la práctica asociada a la resolución de problemas.
- Instrucción: Bajo la Teoría del Constructivismo, los educadores se enfocan en el establecimiento de conexiones entre sucesos, y el fomento de la

---

<sup>6</sup> El Constructivismo es una teoría del aprendizaje basado en la premisa de que, al reflexionar sobre las experiencias vividas, el individuo es capaz de construir su propia comprensión del mundo. Así, cada individuo genera sus propias "reglas" y "modelos mentales" que son utilizados para dar sentido a sus propias experiencias. Entonces, el aprendizaje corresponde simplemente al proceso de ajuste (reconstrucción) de modelos mentales para acomodar nuevas experiencias.

comprensión de los estudiantes. Por ende los profesores deben adaptar sus estrategias o metodologías de enseñanza con base en las respuestas brindadas por lo estudiantes. Para lograr lo anterior, es necesario estimular en los estudiantes capacidades de análisis, interpretación y predicción de información mediante el uso de preguntas abiertas, así como el diálogo amplio y permanente entre el docente y sus estudiantes.

- Evaluación: En cuanto a la calificación, se recomienda la eliminación de calificaciones y pruebas estandarizadas. La evaluación se constituye en parte del proceso de aprendizaje, y el estudiante podrá valorar su propio progreso.

Por su parte Keating (2004), ha realizado un estudio sobre el tipo de cultura organizacional y atributos que deben ser construidos para lograr una educación en ingeniería de alta calidad, que permita facilitar la innovación tecnológica sistemática, mejorar la relación universidad-empresa para la innovación y habilitar el crecimiento positivo del trabajo de profesionales creativos en la industria para constituirse como líderes de innovación en Ingeniería.

De modo similar, Seery (2010) ha definido una estructura pedagógica innovadora que permite facilitar la fluidez, dinámica y personalización de intervenciones educativas de un programa inicial de educación en tecnología. Lo anterior, con el fin de propiciar el aumento y el despertar de nuevas habilidades en los estudiantes de educación superior, mediante la incorporación de dos cursos orientados al desarrollo de diseños de modo creativo.

Estudios sobre educación en ingeniería en regiones específicas, han sido llevados a cabo por Tao (2000), Seery (2010) e Islam (2012); quienes han dado a conocer mediante sus trabajos, el énfasis curricular en Educación en Ingeniería en China, Irlanda y Bangladesh, respectivamente. Sus estudios han tratado aspectos como el currículo y el uso de las tecnologías de la información y comunicación para el método de enseñanza-aprendizaje.

Algunos autores, han enfocado sus investigaciones en la realización de comparaciones entre sistemas existentes de Educación en Ingeniería. Tal es el caso de Manhire (2002), cuyo estudio consiste en el contraste del sistema de educación en ingeniería holandés con el sistema de educación en ingeniería estadounidense. El autor incluyó en su trabajo, aspectos relacionados con el desarrollo histórico de la Ingeniería, educación secundaria y preparación de estudiantes para el ingreso a la educación superior, cambios experimentados en el currículo de Ingeniería, requisitos de entrada al Programa de Ingeniería y el rol que debe asumir el estudiante como ingeniero en formación.

De un modo específico hay investigaciones que han abordado el estudio de Programas de Ingeniería en lo concerniente a exploración de nuevos modelos pedagógicos, currículos educativos, elaboración de planes de estudio y diseño de

cursos educativos para el cultivo de habilidades como la creatividad en los estudiantes. Algunos de los programas estudiados han sido ingeniería eléctrica (Godfrey, 2006), ingeniería civil (Zheng, 2009) y educación en telemática (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005).

En cuanto a las habilidades que han de poseer o requieren ser despertadas en los estudiantes de ingeniería para contribuir a la innovación y el desarrollo tecnológico, y promover el desarrollo social y económico de los países; autores como Zheng (2009) y Terkowsky & Haertel (2013) han presentado en sus trabajos la creatividad como una habilidad clave y propia de los ingenieros.

Finalmente, el fortalecimiento de vínculos entre universidad-empresa es otro tema de estudio, que considera el efecto de tal unión en la innovación y desarrollo tecnológico, identificando para ello algunos de los factores que fomentan la cooperación y otros que impiden ésta (Keating, 1999; Tricamo, 2002; Keating, 2004; Azadivar, 2007). El vínculo entre universidad-empresa-gobierno es tratado por Dunlap (2001). En su investigación, el autor expresa la necesidad de involucrar a la industria y el gobierno como actores clave en los procesos de innovación y garantizar el desarrollo económico nacional y regional.

La Tabla 1, presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico a nivel mundial. La búsqueda de la literatura siguió la metodología y criterios establecidos en el Capítulo 3 (Sección 3.1.1), que terminaron en la clasificación de 15 publicaciones científicas.

Tabla 1. Revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico a nivel mundial

Autor	Año	País	Tema					Participantes			Habilidades	Tipo de documento	
			1	2	3	4	5	A	B	C			
Keating <i>et al.</i>	1999	EE.UU	x		x	x			x	x		Capacidad de innovación, Creatividad	Revisión de la literatura
Tao <i>et al.</i>	2000	China			x	x			x			Habilidades académicas	Estudio sistémico
Dunlap <i>et al.</i>	2001	EE.UU	x		x	x			x	x	x	-	Estudio descriptivo
Manhire <i>et al.</i>	2002	Países Bajos		x	x				x		x	-	Estudio descriptivo
Tricamo <i>et al.</i>	2002	EE.UU			x	x			x	x		-	Estudio exploratorio

Keating <i>et al.</i>	2004	EE.UU	x		x	x			x	x		Capacidad de innovación, Creatividad	Estudio exploratorio
López <i>et al.</i>	2005	España		x		x			x			Capacidad de innovación, Creatividad	Reflexión
Mc. Henry <i>et al.</i>	2005	EE.UU	x	x	x	x			x			-	Estudio descriptivo
Vaezi-Nejad <i>et al.</i>	2005	Londres		x	x			x	x			-	Estudio descriptivo
Godfrey <i>et al.</i>	2006	EE.UU		x	x				x			Pensamiento crítico	Estudio descriptivo
Azadivar <i>et al.</i>	2007	EE.UU			x	x			x	x		Creatividad	Revisión de la literatura
Zheng <i>et al.</i>	2009	EE.UU			x				x			Emprendimiento, Creatividad, Curiosidad	Revisión de la literatura
Seery <i>et al.</i>	2010	Irlanda		x		x			x			Creatividad	Estudio exploratorio
Islam	2012	EE.UU		x	x	x			x			Habilidades académicas	Estudio exploratorio
Terkowsky <i>et al.</i>	2013	Alemania		x	x	x			x			Creatividad	Estudio descriptivo

Convenciones:

Tema: 1- Desarrollo tecnológico; 2- Educación en tecnología; 3- Educación superior; 4- Innovación; 5- Telemática

Participantes: A- Universidad; B- Empresa; C- Gobierno.

Fuente: Elaboración propia

De la revisión sistemática de la literatura realizada a nivel mundial, se obtuvieron argumentos que reafirman la necesidad de impartir la asignatura Educación en Tecnología en Programas de Posgrado en Ingeniería para fomentar la innovación y desarrollo tecnológico de las regiones.

También, fue posible conocer las opiniones de los autores en cuanto a temas que han cobrado importancia en el área de Educación en Ingeniería: (i) La necesidad inminente de llevar a cabo una reforma educativa en Ingeniería, (ii) El cultivo y fortalecimiento de habilidades y capacidades en lo estudiantes de niveles de pregrado y posgrado y, (iii) La necesidad de establecer alianzas Universidad-Empresa y Universidad-Empresa-Gobierno para llevar a cabo procesos de innovación y garantizar la innovación y desarrollo tecnológico de carácter endógeno.

En cuanto a Educación en Tecnología en el área de la telemática el trabajo realizado por Vaezi-Nejad (2005) se constituye en un referente para conocer en profundidad como se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en un Programa de Posgrado en Telemática.

### 2.1.2 Educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico: panorama en Latinoamérica y Colombia

En Latinoamérica y Colombia, el tema concerniente a educación en posgrado como base para la innovación y el desarrollo tecnológico ha cobrado importancia para los investigadores en el área. De tal modo, los autores han tratado temas asociados a desarrollo tecnológico, educación superior, educación en tecnología, innovación y fomento de destrezas y habilidades en los estudiantes de ingeniería.

Desde el enfoque sistémico el Profesor Ramsés Fuenmayor en su libro “Sentido y sinsentido del desarrollo”, realizó un estudio para la búsqueda de sentido de un problema social de especial importancia: el fenómeno del desarrollo/subdesarrollo.

La idea de desarrollo de un país lleva implícita, palpitante, pero escondida, la idea de bienestar social. Sin embargo, lo que se entiende por desarrollo son los medios utilizados para alcanzar cierto estado de bienestar social. Podría pensarse que tal estado, que no es más que un conjunto de aspiraciones y objetivos relacionados con lo que se considera deseable para el individuo y la sociedad, depende estrechamente de la cultura emergente de la sociedad en cuestión (Fuenmayor, 2000, p. 7).

Si bien, el planteamiento anterior permite vislumbrar la necesidad latente de los países en cuanto a la adquisición de tecnología para atender los problemas que los aquejan. En algunos casos hay países que desarrollan su propia tecnología. Sin embargo hay otros que se limitan desesperadamente a importarla o por decirlo de otro modo, transferirla.

Una de las formas que permiten que un país pueda generar tecnología, y que dicha tecnología sea capaz de atender los problemas y necesidades del contexto donde fue concebida, es a través del fortalecimiento del área de la Ingeniería. Al respecto, autores como (Villaroel, 1999; Ramírez Martínez & Castellanos Domínguez, 2008; Ciampi, 2011; Da Rocha Brito, 2011; Ramírez Martínez, Castellanos Domínguez, & Rodríguez Devis, 2011) han manifestado el papel de la Ingeniería, la Educación en Ingeniería y especialmente el de la Educación en Tecnología como base para la innovación y el desarrollo tecnológico en áreas específicas del conocimiento. Para tal fin, es necesario el desarrollo de la Ingeniería y la divulgación del conocimiento.

De otro modo, Ávalos-Villareal (2013) ha planteado la necesidad de una transformación completa del sistema educativo actual, el cual se ha de basar en la gestión del conocimiento y la tecnología. Así, es necesaria la adopción de

procesos continuos de aprendizaje y la mejora constante del sistema educativo para avanzar en innovación y desarrollo tecnológico.

En cuanto al tema de innovación, se presentan a continuación los siguientes planteamientos:

Robledo (2007), expresa el valor de los grupos de investigación universitarios como agentes del sistema de innovación, y manifiesta el interés de los investigadores para articular sus trabajos con procesos de innovación. Por ende, se encuentran dispuestos a conformar alianzas con empresarios y otros participantes relevantes presentes en el sector industrial.

El tema innovación en la Universidad es tratado por Parra Valencia (2012), en su libro titulado Gestión de la innovación en la Universidad, el cual hace referencia a la innovación como una ventaja estratégica que puede determinar el éxito o la supervivencia de una organización. En el ámbito universitario se debe promover la construcción del conocimiento y el desarrollo tecnológico. Sin embargo, se debe llegar a la etapa de aplicación y adopción dentro del proceso de innovación tecnológica.

Autores como Naranjo (2010), han presentado la innovación, como un factor fundamental para la competitividad empresarial, lo que demuestra la importancia de su estudio en el ámbito académico. Siguiendo el tema de la innovación, Malaver Rodríguez & Vargas Pérez (2004) ha centrado su estudio en la caracterización de los procesos de innovación en América Latina, para brindar elementos que conlleven al fortalecimiento de las políticas públicas que se encuentren orientadas a incrementar el desarrollo tecnológico en el contexto al que se pertenece.

Una de las habilidades necesarias para promover la innovación y el desarrollo tecnológico es la creatividad, la cual es considerada como una habilidad clave que identifica a los Ingenieros. La creatividad puede ser desarrollada y fortalecida en los estudiantes de Ingeniería (Villaroel, 1999; Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004; Ciampi, 2011; Da Rocha Brito, 2011; Ramírez Martínez, Castellanos Domínguez, & Rodríguez Devis, 2011; Parra Valencia, 2012; Ávalos-Villareal, 2013).

Como parte final, se menciona el establecimiento y fortalecimiento de alianzas y/o vínculos entre universidad-empresa (Villaroel, 1999; Robledo, 2007; Parra Valencia, 2012) y universidad-empresa-gobierno (Naranjo, 2010; Ciampi, 2011; Da Rocha Brito, 2011; Ávalos-Villareal, 2013). En este tema, se han de afrontar grandes retos sobre las políticas públicas en investigación, desarrollo e innovación para consolidar un sistema de innovación articulado, cuyos resultados se vean reflejados en acciones concretas de innovación y desarrollo tecnológico (Naranjo, 2010).

En la Tabla 2, se presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico en Latinoamérica y Colombia. Para la búsqueda de la literatura se siguió la metodología y criterios establecidos en el Capítulo 3 (Sección 3.1.1), que concluyó con la clasificación de 11 publicaciones científicas.

Tabla 2. Revisión de la literatura sobre educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico en Latinoamérica y Colombia

Autor	Año	País	Tema					Participantes			Habilidades	Tipo de documento	
			1	2	3	4	5	A	B	C			
Villaroel	1999	Chile	x		x				x	x		Creatividad	Estudio y reflexión
Fuenmayor	2000	Venezuela	x			x						-	Estudio sistémico
Malaver <i>et al.</i>	2004	Colombia	x		x	x				x		Creatividad	Estudio comparativo
Robledo	2007	Colombia				x			x	x		Capacidad de investigación	Estudio sistémico
Ramirez <i>et al.</i>	2008	Colombia	x		x	x			x			-	Revisión de la literatura
Naranjo <i>et al.</i>	2010	Colombia				x			x	x	x	Capacidad de investigación	Revisión de la literatura
Ciampi <i>et al.</i>	2011	Brasil	x	x		x			x	x	x	Creatividad	Estudio y reflexión
Da Rocha Brito <i>et al.</i>	2011	Brasil	x		x				x	x	x	Creatividad	Estudio descriptivo
Ramirez <i>et al.</i>	2011	Colombia	x			x			x			Creatividad	Estudio descriptivo
Parra	2012	Colombia				x			x	x		Creatividad	Estudio sistémico
Ávalos-Villareal	2013	México	x		x	x			x	x	x	Creatividad	Estudio descriptivo

Convenciones:

Tema: 1- Desarrollo tecnológico; 2- Educación en tecnología; 3- Educación superior; 4- Innovación; 5- Telemática

Participantes: A- Universidad; B- Empresa; C- Gobierno.

Fuente: Elaboración propia

La revisión sistemática de la literatura realizada en Latinoamérica y Colombia, permitió conocer las opiniones de los autores en cuanto a la importancia de la Educación en Tecnología en Programas de Posgrado en Ingeniería, como base

para la innovación y desarrollo tecnológico de los países. El estudio consistió en la revisión detallada de los trabajos existentes en el área de estudio, comprendido entre el período 1999-2013. En este sentido cabe resaltar, que entre los documentos revisados, se hallaron estudios de carácter sistemático, descriptivo, exploratorio, así como reflexiones y revisiones de la literatura.

De igual modo, fue posible llevar a cabo la clasificación de la información en torno a tres aspectos fundamentales: (i) Temas clave de la investigación; (ii) Participantes necesarios para el proceso de innovación y; (iii) Habilidades y/o capacidades propias de los Ingenieros.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO

La presente investigación se enmarca metodológicamente en el enfoque sistémico, de manera que se pueda elaborar una perspectiva teórica que permita proporcionar una visión holista del problema asociado a la adopción de manifestaciones culturales exógenas por parte de Colombia, y la forma en que dicho problema puede ser afrontado desde la educación en tecnología en programas de posgrado en telemática. De tal modo, se realizan tres ciclos principales de reflexión crítica sistémica sobre la pertinencia global o sentido holístico de las prácticas de educación en tecnología en la educación superior colombiana para la innovación y desarrollo tecnológico en el campo de la Telemática.

En el marco metodológico anterior se realizarán un conjunto de actividades, las cuales se vinculan con cada uno de los objetivos específicos del proyecto (Ver Capítulo 1). En la Figura 4, se presentan las fases del proceso investigativo.

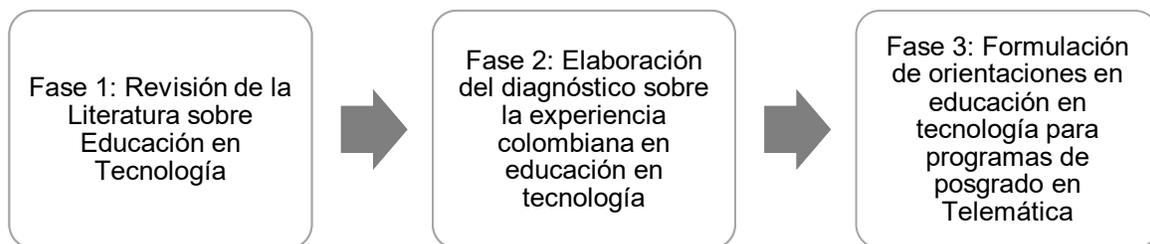


Figura 4. Fases del proceso investigativo.  
Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Se realizará lo siguiente: (i) Búsqueda y revisión de la bibliografía sobre educación en tecnología para el desarrollo tecnológico e innovación en el mundo, haciendo énfasis en programas de posgrado en Telemática y; (ii) Lectura, análisis, interpretación y clasificación de acuerdo a su importancia de las fuentes bibliográficas consultadas.

Fase 2. Se realizará lo siguiente: (i) Búsqueda y revisión de la bibliografía sobre educación en tecnología para el desarrollo tecnológico e innovación en Colombia, haciendo énfasis en programas de posgrado en Telemática; (ii) Elaboración de un diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación para el desarrollo tecnológico e innovación en programas de posgrado en Telemática; (iii) Contraste entre el diagnóstico colombiano y la revisión bibliográfica mundial realizada y; (iv)

Reflexión crítica sobre la pertinencia en el contexto colombiano de las propuestas educativas identificadas en la revisión bibliográfica mundial para programas de posgrado en Telemática.

Fase 3. Se realizará lo siguiente: (i) Formulación de sugerencias para potenciar la formación para el desarrollo tecnológico e innovación en programas de posgrado en Telemática.

En próximas secciones, se estarán presentando con mayor detalle, las actividades realizadas para la ejecución del proyecto de investigación.

### 3.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA SOBRE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

Con base en el planteamiento y posterior planificación del proyecto, se realizó una labor investigativa basada fundamentalmente en una permanente búsqueda bibliográfica sobre educación en tecnología para el desarrollo tecnológico e innovación en el campo de la Telemática.

Teniendo en cuenta que una investigación es científicamente válida al estar sustentada con información verificable, es indispensable realizar una búsqueda de documentos, lectura y posterior análisis de datos de forma planificada; teniendo presente los objetivos planteados, la pregunta de investigación, y la hipótesis formulada.

La información fue obtenida a través de la consulta de fuentes secundarias, entre las que se pueden mencionar: bases de datos académicas, libros y estadísticas. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la inclusión de documentos como base para la investigación:

- Pertinencia: La información se adapta a los objetivos del proyecto.
- Actualidad: Se tiene en consideración la fecha de publicación de la información. Por tal motivo, es conveniente decidir si la fecha de publicación del documento es pertinente o no para la investigación, tomando en consideración el área de estudio y el tipo de trabajo que se esté realizando. En adición, se debe valorar si la información se ha quedado obsoleta, ha sido superada o si existe información más actualizada sobre el tema.
- Fidedigna: La veracidad de la fuente de origen no es cuestionada.
- Confiable: La información de la investigación consultada ha sido obtenida con la metodología adecuada, honestidad, objetividad, naturaleza continuada y exactitud.

Para conocer el estado actual y las direcciones futuras en el tema Educación en Tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en telemática, se realizó una revisión sistemática de la literatura con relación al tema de investigación. Para ello en la etapa inicial se determinó el alcance de la revisión y la documentación requerida para tal fin, utilizando como palabras clave de búsqueda, los siguientes

términos: desarrollo tecnológico, educación superior, innovación científica y telemática (en inglés: *Technological development, Higher education, Scientific innovation, Telematics*). Las palabras clave fueron definidas y previamente verificadas en el Tesoro de la UNESCO, que ofrece una lista controlada y estructurada de términos para el análisis temático y la búsqueda de documentos y publicaciones en los campos de la educación, cultura, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, comunicación e información (UNESCO, 2013).

El desarrollo tecnológico y la innovación, son temas relevantes en la sociedad actual. En el campo de la telemática por su parte la tendencia no parece variar. En este sentido la innovación así como la difusión<sup>7</sup>, son procesos que han cobrado fundamental importancia en el desarrollo de la telemática, y son agentes que posibilitan la transformación permanente del mercado mundial. Al mismo tiempo que el desarrollo tecnológico y la innovación son el punto de partida para la creación y despliegue de nuevos procesos, bienes y servicios telemáticos, también son el resultado de la competencia y las capacidades de innovación propias de los países, regiones, empresas y universidades.

A partir de lo planteado anteriormente, la revisión sistemática de la literatura fue dirigida hacia la búsqueda de documentos en fuentes bibliográficas cuyo propósito corresponde a la promoción de la educación en ingeniería, la innovación y el desarrollo tecnológico, y el manejo de debates sobre la articulación de la ciencia y la tecnología con el ambiente cultural, político y social (CTS+I, Revista Iberoamericana, 2010); para promover la excelencia en la enseñanza, la investigación, la generación de conocimiento, el desarrollo tecnológico, la innovación y la creatividad.

Entre las fuentes de información consultadas enfocadas a tales temáticas se encuentran: *American Society for Engineering Education* (ASEE), la Revista Internacional de Innovación Tecnológica, Emprendimiento y Gestión de la Tecnología *Technovation, International Journal of Technology Management* (IJTM), Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET) y la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En adición, las investigaciones en desarrollo tecnológico e innovación en las diversas áreas del conocimiento como la Ingeniería, Ciencias Sociales, Negocios, Administración y Contabilidad y Ciencias de la Computación, siguen siendo un tema de investigación emergente.

La revisión sistemática de la literatura, en su primera fase constituyó la exploración de las siguientes bases de datos:

- *Scopus*.
- *IEEE*.

---

<sup>7</sup> Para Elster (2000), la difusión corresponde a la transferencia de una innovación existente a un contexto nuevo.

- *ASEE*
- *EBSCOhost*.
- *Google Scholar*.

La búsqueda de documentos fue realizada en inglés y español, considerando los trabajos realizados entre los años 1999-2013. Con base en los documentos identificados, un primer filtro consistió en una revisión rápida del título y resumen de los documentos, que contuvieran las palabras claves definidas inicialmente en la búsqueda, o destacaran el conocimiento en ingeniería y la educación en tecnología como fuente del desarrollo tecnológico e innovación. Por otra parte se revisaron las referencias bibliográficas empleadas por los autores para hallar nuevos escritos que permitieran consolidar la revisión de la literatura. Se excluyeron los documentos que no trataban de modo protagónico el tema de estudio referido a educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en ingeniería, específicamente en el campo de la telemática.

En la segunda fase de la revisión sistemática de la literatura cada documento recuperado fue estudiado en profundidad, analizando de forma cuidadosa y detallada las secciones correspondientes al título, resumen, palabras clave, introducción y conclusiones; para determinar así la temática o temáticas tratadas. Luego se procedía a la lectura total del documento, para conocer las apreciaciones del autor, el problema que dio origen a la investigación, así como el método utilizado en el desarrollo de la misma y los resultados producto de la aplicación del método investigativo.

El proceso presentado en el párrafo anterior para el estudio de los documentos recuperados, permitió la clasificación de los mismos con base en los siguientes parámetros:

- Clasificación de artículos en relación a la temática de investigación tratada por el autor: 1) Desarrollo tecnológico, 2) Educación en Tecnología, 3) Educación Superior, 4) Innovación científica y 5) Telemática.
- Clasificación de artículos en relación a los participantes requeridos para contribuir al desarrollo tecnológico y la innovación en un área de estudio específica: 1) Universidad, 2) Empresa y 3) Gobierno.
- Clasificación de artículos en relación a las habilidades y capacidades humanas que contribuyen al desarrollo tecnológico y la innovación en un área de estudio específica: 1) Creatividad, 2) Capacidad de innovación, 3) Curiosidad, 4) Capacidad de investigación, 5) Habilidades académicas, 6) Pensamiento crítico y, 7) Emprendimiento.

En general, teniendo en cuenta las bases de datos consultadas, y atendiendo a los filtros de búsqueda diseñados para conocer la situación actual en el tema de estudio; se recuperaron un total de 50 documentos. En la Tabla 3, se muestran las condiciones de búsqueda establecidas para la revisión sistemática de la literatura en el tema de investigación denominado: Educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en telemática.

Tabla 3: Condiciones de búsqueda para revisión sistemática de la literatura

<b>Palabras clave</b>	Desarrollo tecnológico, educación superior, innovación científica, telemática. <i>Keywords: Technological development, Higher education, Scientifics innovation, Telematics.</i>
<b>Bases de datos consultadas</b>	<i>Scopus, IEEE, ASEE, EBSCOhost, Google Scholar.</i>
<b>Cantidad de referencias recuperadas</b>	<i>Scopus: 15 IEEE: 4 ASEE: 12 EBSCOhost: 1 Google Scholar: 18</i>
<b>Fecha de búsqueda</b>	<i>Scopus: Agosto 23, 2013. IEEE: Agosto 23, 2013. ASEE: Agosto 23, 2013. EBSCOhost: Agosto 23, 2013. Google Scholar: Agosto 23, 2013.</i>
<b>Criterios de búsqueda</b>	Rango de fecha de búsqueda: Entre los años 1999-2013. Pertinencia con el tema de investigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento en ingeniería como fuente de innovación.</li> <li>• Educación en tecnología.</li> <li>• Desarrollo tecnológico e innovación.</li> <li>• Telemática.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 Selección y síntesis de las experiencias mundiales en educación en tecnología en telemática

Como parte inicial para abordar en profundidad el tema educación en tecnología para la innovación y el desarrollo tecnológico en Telemática; se realizó un estudio sobre el concepto Telemática; para lo cual se indicaron relaciones existentes de la telemática con otras áreas del conocimiento a través de lo estipulado en el Tesouro de la UNESCO.

Si bien, en la Figura 5, es presentado el diagrama del campo de la telemática. En primer lugar se puede apreciar el término general Tecnologías de la información<sup>8</sup>. La tecnologías de la información hacen referencia principalmente a la gestión del conocimiento en la sociedad de la información y las tecnologías de la comunicación.

Luego, se presenta el término específico<sup>9</sup> Telemática, que surge de la intersección de la Informática y la Telecomunicación. La informática corresponde a las ciencias de la información. Por su parte, la telecomunicación está relacionada con los términos red informática y tecnología de la comunicación.

<sup>8</sup> El término “tecnologías de la información”, corresponde a un término genérico en el Tesouro de la UNESCO, que indica el término más amplio en la búsqueda realizada.

<sup>9</sup> Un término específico, indica el término más restringido.

Del término telemática, se desprende el término relacionado<sup>10</sup> Transferencia de información; el cual tiene los siguientes términos relacionados: Acceso a la información, Transferencia de tecnología y Transferencia de conocimiento. El acceso a la información se refiere al conjunto de técnicas empleadas para buscar, categorizar, modificar y acceder a la información que se encuentra almacenada en determinado sistema.

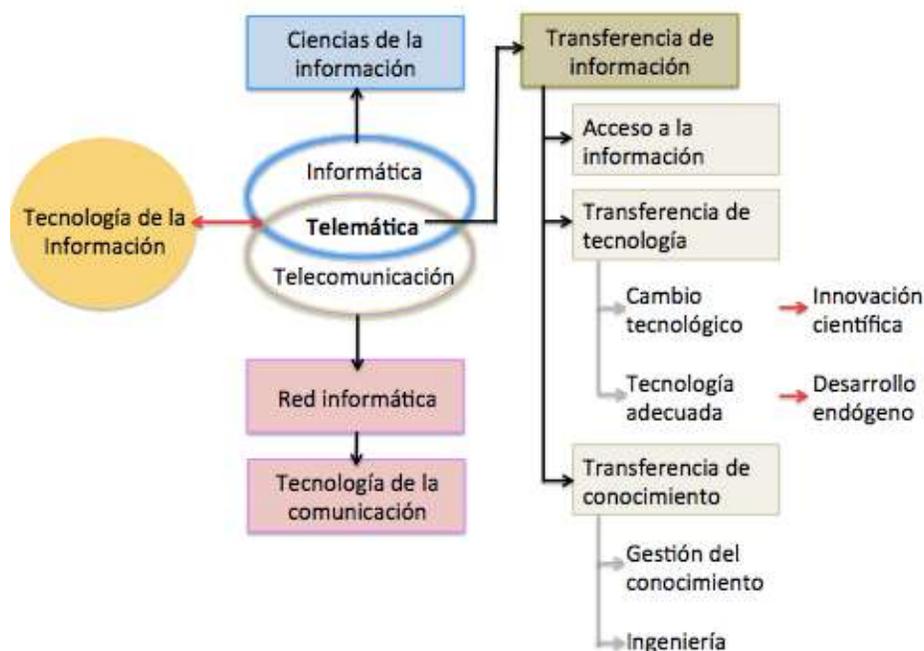


Figura 5. Diagrama “Campo de la Telemática”, basado en el Tesauro de la UNESCO  
Fuente: Términos obtenidos del Tesauro de la UNESCO a partir de la búsqueda del descriptor telemática. Elaboración propia.

Por su parte, el término transferencia de tecnología, se relaciona con el cambio tecnológico el cual conlleva a la innovación científica y con el concepto tecnología adecuada que se refiere al desarrollo endógeno del contexto. En cuanto a transferencia de conocimiento, se localizan los términos gestión del conocimiento e Ingeniería.

Otra consulta realizada para comprender la Telemática como disciplina; fue a través de la *Association for Computing Machinery – ACM*; un referente específico de la informática. En este caso, fue objeto de estudio “*The 2012 ACM Computing Classification System*”, para lo cual se revisaron las categorías y el contenido de las mismas, en busca de términos relacionados con la Telemática.

<sup>10</sup> Un término relacionado, indica la relación entre los descriptores unidos por una asociación de ideas.

En la Tabla 4, se presenta el sistema de clasificación de informática de la ACM realizado en 2012, destacando las categorías relacionadas con la telemática.

Tabla 4. *The ACM Computing Classification System* (2012). Términos relacionados al campo de la telemática

<i>The ACM Computing Classification System (2012)</i>		
<i>Hardware</i>	<i>Computer systems organizations</i>	<i>Networks</i>
<i>Software and its engineering</i>	<i>Theory of computation</i>	<i>Mathematics of computing</i>
<i>Information systems</i>	<i>Security and privacy</i>	<i>Human-centered computing</i>
<i>Computing methodology</i>	<i>Applied computing</i>	<i>Social and professional topics</i>

Fuente: *The ACM Computing Classification System* (CCS), 2013 en el enlace <http://dl.acm.org/ccs.cfm>

Entre los términos encontrados en las categorías del sistema de clasificación de informática de la ACM, que se relacionan con la Telemática, están:

1. Categoría *Hardware*: Hardware de comunicaciones, interfaces y almacenamiento; Tecnologías emergentes.
2. Categoría *Computer systems organizations*: Arquitectura; Sistemas en tiempo real; Sistemas y redes confiables tolerantes a fallos.
3. Categoría *Networks*: Arquitectura, Protocolos, Componentes, Algoritmos, Evaluación de desempeño, Propiedades, Servicios, Tipo.
4. Categoría *Software and its engineering*: Organizaciones de software y propiedades; Notaciones y herramientas de software; Creación y gestión de software.
5. Categoría *Theory of computation*: Modelo de informática.
6. Categoría *Mathematics of computing*: Teorías de información.
7. Categoría *Information systems*: Sistemas de gestión de datos; Sistemas de almacenamiento de información; Aplicaciones de sistemas de información, *World Wide Web*; Recuperación de la información.
8. Categoría *Security and privacy*: Criptografía; Seguridad de sistemas; Seguridad en redes.
9. Categoría *Human-centered computing*: Computación colaborativa y social; Computación ubicua.
10. Categoría *Computing methodologies*: Modelamiento y simulación.
11. Categoría *Applied computing*: Educación; Comercio electrónico; Ingeniería.
12. Categoría *Social and professional topics*: Características de usuario.

Luego de considerar el término telemática en el Tesoro de la UNESCO y en la ACM, se hizo una revisión en la ABET; una organización no gubernamental, sin ánimo de lucro, dedicada a la acreditación de programas de educación universitaria o terciaria en disciplinas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnologías (ABET, 2013a).

Por ende, se hizo una búsqueda de los programas acreditados por ABET en telemática o en programas afines a nivel mundial, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Área de programa: *Computer Engineering, Computer Science, Systems Engineering y Telecommunications Engineering.*
- Nivel de grado: *Bachelor's (4-year) y Master's (post graduate).*

Así, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Para *Computer Engineering* en el nivel de grado *Bachelor's (4-year) and Master's (post-graduate)*, se obtuvieron 249 resultados de programas acreditados.
- Para *Computer Science* en el nivel de grado *Bachelor's (4-year) and Master's (post-graduate)*, se obtuvieron 273 resultados de programas acreditados.
- Para *Systems Engineering* en el nivel de grado *Bachelor's (4-year) and Master's (post-graduate)*, se obtuvieron 23 resultados de programas acreditados.
- Para *Telecommunications Engineering* en el nivel de grado *Bachelor's (4-year) and Master's (post-graduate)*, se obtuvieron 4 resultados de programas acreditados.

Por último, se revisaron los resultados obtenidos, y se escogieron programas acreditados en universidades de Alemania, Estados Unidos y España; así como de universidades en Latinoamérica y Colombia. Para el caso de Colombia, la Universidad de los Andes tiene el programa de *Systems and Computing Engineering, B.S.*, acreditado por dos criterios: *Computer Engineering* y *Systems Engineering*. Por su parte, la Universidad del Norte tiene el programa de *Systems Engineering* acreditado por el criterio de *Systems Engineering*.

En la Tabla 5, se pueden apreciar algunos de los programas académicos de educación superior acreditados por ABET en el área de la telemática o afines.

Tabla 5. Programas académicos acreditados por ABET.

Nombre	Ubicación	Programa	Criterio	Acreditado por
<i>Air Force Institute of Technology</i>	<i>Wright-Patterson Air Force Base, OH, US.</i> <a href="http://www.afit.edu">www.afit.edu</a>	<i>Computer Engineering, MS</i>	<i>Computer Engineering</i>	<i>Engineering Accreditation Commission</i>
Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)	DF. México. <a href="http://www.itam.mx">www.itam.mx</a>	<i>Computer Engineering, B.S.</i>	<i>Computer Engineering</i>	<i>Engineering Accreditation Commission</i>
ITESM, Querétaro Campus	Querétaro México. <a href="http://www.qro.itesm.mx">www.qro.itesm.mx</a>	<i>Computer Systems Engineering, B.S.</i>	<i>Computer Engineering</i>	<i>Engineering Accreditation Commission</i>
ITESM, Querétaro	Querétaro México.	<i>Electronic and</i>	<i>Computer</i>	<i>Engineering</i>

Nombre	Ubicación	Programa	Criterio	Acreditado por
Campus	<a href="http://www.gro.itesm.mx">www.gro.itesm.mx</a>	Computer Engineering, B.S.	Engineering	Accreditation Commission
Karlsruhe Institute of Technology	Karlsruhe, BW D-76128, Alemania. <a href="http://www.uni-karlsruhe.de">www.uni-karlsruhe.de</a>	Electrical Engineering and Computer Engineering, M.Sc.	Computer Engineering	Engineering Accreditation Commission
Pontificia Universidad Católica de Chile	Santiago, Chile. <a href="http://www.ing.puc.cl">www.ing.puc.cl</a>	Computer Engineering, C. Engr. of Ind.	Computer Engineering	Engineering Accreditation Commission
Universidad de los Andes	Colombia. <a href="http://www.uniandes.edu.co">www.uniandes.edu.co</a>	Systems and Computing Engineering, B.S.	Computer Engineering	Engineering Accreditation Commission
University of Louisville	Louisville, KY, US. <a href="http://www.louisville.edu">www.louisville.edu</a>	Computer Engineering and Computer Science, ME.	Computer Engineering	Engineering Accreditation Commission
ITESM, Monterrey Campus	Monterrey, N.L., México. <a href="http://www.mty.itesm.mx">www.mty.itesm.mx</a>	Computer Science and Technology, B.S.	Computer Science	Engineering Accreditation Commission
Universidad de los Andes	Colombia. <a href="http://www.uniandes.edu.co">www.uniandes.edu.co</a>	Systems and Computing Engineering, B.S.	Systems Engineering	Engineering Accreditation Commission
Universidad del Norte	Colombia. <a href="http://www.uninorte.edu.co">www.uninorte.edu.co</a>	Systems Engineering, B.S.S.E.	Systems Engineering	Engineering Accreditation Commission
Jackson State University	Jackson, MS, US. <a href="http://www.jsu.ms.edu">www.jsu.ms.edu</a>	Telecommunications Engineering, BS.	Telecommunications Engineering	Engineering Accreditation Commission
Universidad Politécnica de Madrid	España. <a href="http://www.upm.es">www.upm.es</a>	Telecommunications Engineering, MS.	Telecommunications Engineering	Engineering Accreditation Commission
Universidad Politécnica de Valencia	Valencia, España. <a href="http://www.upv.es">www.upv.es</a>	Telecommunications Engineering, MS.	Telecommunications Engineering	Engineering Accreditation Commission
University of Texas at Dallas	Richardson, TX, US. <a href="http://www.utdallas.edu">www.utdallas.edu</a>	Telecommunications Engineering, BS.	Telecommunications Engineering	Engineering Accreditation Commission

Fuente: Búsqueda realizada en el enlace: <http://main.abet.org/aps/Accreditedprogramsearch.aspx> Elaboración propia

Para que un programa académico, sea acreditado por ABET, se deben cumplir con los criterios definidos por la organización. En Octubre 26 de 2013, fueron publicados los nuevos criterios para la acreditación de programas 2014-2015: (i) *Computing programs* (ABET, 2013b) y; (ii) *Engineering programs* (ABET, 2013c).

Los criterios generales para la acreditación de programas son ocho en total, los cuales se enumeran a continuación: (i) Estudiantes; (ii) Objetivos educativos del

programa; (iii) Resultados de los estudiantes; (iv) Mejora continua; (v) Plan de estudios; (vi) Facultad; (vii) Instalaciones y; (viii) Apoyo institucional.

En general, los programas que buscan la acreditación de la Comisión de Acreditación de Informática de ABET, deben demostrar que cumplen todos los criterios del programa, los cuales son especificados de acuerdo al título del programa.

Los criterios que se presentan a continuación son aplicables a programas que incluyen el término “eléctrica”, “electrónica”, “informática”, “comunicaciones” o modificadores similares en sus títulos (ABET, 2013c, p. 11).

- La estructura del plan de estudios debe proporcionar amplitud y profundidad en los temas de ingeniería que implica el título del programa.
- El plan de estudios debe incluir probabilidad y estadística, incluyendo las aplicaciones adecuadas para el nombre del programa; matemáticas a través del cálculo diferencial e integral; ciencias (definido como biología, química o física), y temas de ingeniería (incluyendo ciencias de la computación); necesarios para analizar y diseñar dispositivos eléctricos y electrónicos, software y sistemas que contienen componentes de hardware y software.

Otra de las actividades realizadas para conocer la situación actual en educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico en el campo de la telemática, consistió en la consulta del ranking académico de universidades del mundo.

Teniendo en cuenta, que el presente documento de investigación se enfoca al tema educación en tecnología para el desarrollo tecnológico e innovación en telemática; se tomaron los datos de un ranking académico de instituciones de educación superior alusivo a las universidades del mundo en Ciencias de la Computación, y los datos de un ranking correspondiente a universidades del mundo en Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación.

Los datos, fueron obtenidos del Ranking Académico Mundial de Universidades (*Academic Ranking of World Universities - ARWU*), el cual es realizado por investigadores del *Center for World-Class Universities of Shanghai Jiao Tong University (CWCU)*. CWCU se ha centrado en el estudio de las universidades de clase mundial durante muchos años. ARWU es publicado por *ShanghaiRanking Consultancy*.

En la Tabla 6, se encuentra el ranking académico de universidades del mundo en Ciencias de la Computación (2013). De acuerdo al puntaje, *Stanford University*, es la institución líder en Ciencias de la Computación a nivel mundial.

En este sentido, la Universidad de Stanford ofrece cursos y maestrías en Ciencias de la Computación. Adicionalmente, cuenta con un Laboratorio de Sistemas Informáticos (CSL, 2013), en el que se lleva a cabo labor investigativa teórica y

experimental, atravesando diversos ámbitos; entre ellos: sistemas operativos, redes de computadoras, arquitecturas especiales, compiladores, lenguajes de programación, gestión de información, gráficos, seguridad, fiabilidad y tolerancia a fallos, especificación y verificación de sistemas, interfaces de usuarios y diseño de circuitos integrados.

Tabla 6. Ranking académico de universidades del mundo en Ciencias de la Computación (2013)

Puesto	Institución	País	Puntaje total
1	<i>Stanford University</i>	Estados Unidos	100,0
2	<i>Massachusetts Institute of Technology (MIT)</i>	Estados Unidos	97,8
3	<i>University of California, Berkeley</i>	Estados Unidos	89,4
4	<i>Princeton University</i>	Estados Unidos	77,8
5	<i>Harvard University</i>	Estados Unidos	77,4
6	<i>Carnegie Mellon University</i>	Estados Unidos	76,8
7	<i>Cornell University</i>	Estados Unidos	73,1
8	<i>The University of Texas at Austin</i>	Estados Unidos	70,9
9	<i>University of California, Los Angeles</i>	Estados Unidos	69,4
10	<i>University of Southern California</i>	Estados Unidos	66,2

Fuente: Ranking académico mundial de universidades (2013), <http://www.shanghairanking.com/SubjectCS2013.html>

En la Tabla 7, se presenta el ranking académico de universidades del mundo en Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación (2013). En este caso, *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* se encuentra en primer lugar, mientras que *Stanford University* ocupa el segundo lugar de la lista. Si bien, es posible apreciar que los diez primeros lugares del ranking, son ocupados por instituciones de educación superior de los Estados Unidos.

Tabla 7. Ranking académico de universidades del mundo en Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación (2013)

Puesto	Institución	País	Puntaje total
1	<i>Massachusetts Institute of Technology (MIT)</i>	Estados Unidos	100,0
2	<i>Stanford University</i>	Estados Unidos	92,1
3	<i>University of California, Berkeley</i>	Estados Unidos	86,8
4	<i>The University of Texas at Austin</i>	Estados Unidos	81,3
5	<i>University of Illinois at Urbana-Champaign</i>	Estados Unidos	81,2

Puesto	Institución	País	Puntaje total
6	<i>University of California, Santa Barbara</i>	Estados Unidos	79,9
7	<i>University of Michigan – Ann Arbor</i>	Estados Unidos	78,5
8	<i>Carnegie Mellon University</i>	Estados Unidos	78,0
9	<i>Georgia Institute of Technology</i>	Estados Unidos	77,1
10	<i>Purdue University – West Lafayette</i>	Estados Unidos	76,5

Fuente: Ranking académico mundial de universidades (2013), <http://www.shanghairanking.com/FieldENG2013.html>

A partir del listado elaborado con los programas académicos de educación superior acreditados por ABET en el área de la telemática o afines, y de la consulta realizada en el Ranking Académico Mundial de Universidades, se escogieron los programas académicos que serían estudiados en mayor detalle, para conocer sus aspectos principales y elementos de éxito que les permiten posicionarse a nivel mundial como referentes educativos.

La Tabla 8, fue elaborada con base en los programas académicos seleccionados. En ella, se pueden apreciar el nombre del programa, universidad a la que pertenecen y sus respectivas características.

Tabla 8. Programas académicos en telemática y áreas afines en el mundo

Universidad/Programa académico	Características
<i>Stanford University</i> Estados Unidos <i>Master of Computer Science</i>	<p>El propósito principal del programa es formar líderes del mañana en educación, investigación, para la industria y la formulación, seguimiento y evaluación de políticas públicas.</p> <p>Aspectos generales: Investigación multidisciplinaria; oportunidades formales e informales para que los estudiantes adquieran experiencia empresarial; espacio para investigación, diseño y creación en más de 80 laboratorios, centros de investigación y programas afiliados.</p> <p>Los tres pilares fundamentales del programa, son los siguientes: (i) Sistemas informáticos ubicuos; (ii) Entornos físicos y virtuales y; (iii) Bases computacionales para otras disciplinas académicas.</p> <p>Habilidades: Estudiantes con pensamiento creativo, habilidades interdisciplinarias, habilidad para trabajar en equipo, habilidades comunicativas y responsabilidad social.</p> <p>Enlace Web: <a href="http://www-cs.stanford.edu/">http://www-cs.stanford.edu/</a></p>
<i>Harvard University</i> Estados Unidos <i>Master of Science degree</i>	<p>El programa es resultado de la culminación de las conversaciones que involucran a líderes de la industria, laboratorios nacionales y la universidad.</p> <p>Aspectos generales: Entrenamiento en matemática y fundamentos matemáticos, proyectos independientes de investigación y cursos electivos centrados en la aplicación de la computación a uno o más dominios.</p> <p>Plan de estudios: Núcleo de cuatro cursos de matemáticas aplicadas y computación, cursos electivos ofrecidos por diversos departamentos de Harvard, actividades y cursos cortos que apoyan el continuo intercambio de ideas y el dominio de las herramientas informáticas y técnicas esenciales para cada plan de estudio.</p> <p>Enlace Web: <a href="http://www.seas.harvard.edu/academics/graduate">http://www.seas.harvard.edu/academics/graduate</a></p>
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	<p>Aspectos generales: Principios de educación en ingeniería basados en matemáticas, informática,</p>

Universidad/Programa académico	Características
<p>(MIT) Estados Unidos. <i>Electrical Engineering and Computer Science</i></p>	<p>física y ciencias de la vida, y alentar a los estudiantes a aplicar lo aprendido a través de proyectos, pasantías e investigaciones.</p> <p>Plan de estudios: Los estudiantes universitarios tienen un núcleo común de asignaturas, y luego sistemáticamente construyen sobre esa amplia base una profundización en las áreas que coinciden con sus intereses individuales. A través de la investigación en laboratorio y proyectos independientes, los estudiantes aprenden los principios y técnicas de análisis, diseño y experimentación en diversas áreas del conocimiento. Los estudiantes pueden realizar trabajo en diversas industrias asociadas al MIT y trabajo investigativo en un amplio rango de áreas.</p> <p>El programa conduce a la investigación en las siguientes áreas principales: (i) Sistemas de información: En la interfaz de la computación y el mundo físico, se estudian las ciencias fundamentales de los sistemas, las redes y la información, y su aplicación al diseño de ingeniería; (ii) Ciencias de la computación (Sistemas): Se estudian los principios, el diseño y la ingeniería de sistemas informáticos, software y hardware y; (iii) Ciencias de la computación (Teoría): Se estudian las capacidades inherentes y limitaciones de las computadoras.</p> <p>Habilidades: Fomento de habilidades comunicativas.</p> <p>Enlace Web: <a href="http://engineering.mit.edu/departments/eecs">http://engineering.mit.edu/departments/eecs</a></p>
<p><i>Jackson State University</i> Estados Unidos. <i>Graduate Engineering: Telecommunications Engineering</i></p>	<p>Aspectos generales: El propósito principal del programa es proveer a los estudiantes con fundamentos teóricos y prácticos de la ingeniería de telecomunicaciones. De igual modo se pretende involucrar a los profesores y estudiantes en actividades de investigación en el hardware de las telecomunicaciones, el software y los sistemas.</p> <p>Habilidades: Producir graduados con habilidades de comunicación efectivas necesarias para la promoción profesional. Dotar a los alumnos con un sentido de la profesionalidad, la ética profesional y la participación activa en los asuntos de la profesión.</p> <p>Plan de estudios: (i) Materias esenciales: Sistemas de telecomunicaciones, Redes de computadores, Sistemas de comunicaciones inalámbricos, Procesamiento digital de señales; (ii) Cursos electivos: Ingeniería de software, Diseño de software de telecomunicaciones, Sistemas de comunicaciones digitales, Sistemas de comunicaciones ópticas, Redes inalámbricas y Gestión de redes de telecomunicaciones.</p> <p>Enlace Web: <a href="http://www.jsums.edu/compscience/degree-programs-offered-graduate-program/">http://www.jsums.edu/compscience/degree-programs-offered-graduate-program/</a></p>
<p>Universidad Politécnica de Madrid España</p>	<p>Programa: Master universitario en ingeniería de telecomunicaciones.</p> <p>El objetivo básico de la titulación es la formación científica, tecnológica y socio-económica de los egresados y su preparación para el ejercicio profesional en el desarrollo y aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el ámbito de la Telecomunicación y otras actividades que las demanden.</p> <p>Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Redes y Sistemas Telemáticos</p> <p>El programa ofrece a los estudiantes una formación avanzada y multidisciplinar orientada a promover la iniciación de los estudiantes en tareas investigadoras que les permita contribuir, en los ámbitos donde vayan a realizar su tarea, al progreso científico, técnico, social y económico del área de la Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos.</p> <p>El objetivo del programa es proporcionar una formación sistémica, no limitada exclusivamente al ámbito tecnológico de las redes y los servicios telemáticos, sino extendida a aspectos de gestión, económicos, normativos, de innovación tecnológica y, sobre todo, de investigación.</p> <p>Competencias en: Análisis de las aportaciones, problemas y limitaciones de los sistemas actualmente en uso, preparación para la generación de nuevo conocimiento y desarrollo de nuevas aplicaciones que faciliten la mejora e innovación de las redes y servicios existentes y facilidad de comunicación de los conocimientos adquiridos, tanto a personas del sector empresarial como a alumnos de grado y postgrado, en materias relacionadas con la ingeniería de redes y servicios telemáticos.</p> <p>Enlace Web: <a href="http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Master/ProgramasMaster">http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Master/ProgramasMaster</a></p>

Fuente: Elaboración del autor.

### 3.1.2 Selección y síntesis de la experiencia colombiana en educación en tecnología en telemática

Con base en la revisión de la literatura realizada, que permitió conocer la opinión de investigadores en el área de estudio, el siguiente paso consistió en revisar el ranking de Universidades de Colombia, incluyendo universidades públicas y privadas, con el fin de conocer los puestos que ocupan los Claustros Universitarios Colombianos en el país y en el mundo.

En la Tabla 9, se presenta el ranking académico de universidades en Colombia. Seis universidades públicas y cuatro privadas se encuentran entre las diez primeras universidades del país, encabezadas por la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de los Andes, respectivamente (Webometrics, 2013).

Tabla 9. Ranking académico de universidades en Colombia (2013)

Ranking	Ranking mundial	Universidad
1	479	Universidad Nacional de Colombia
2	752	Universidad de los Andes Colombia
3	945	Universidad de Antioquia
4	1190	Universidad del Cauca
5	1355	Pontificia Universidad Javeriana
6	1390	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
7	1567	Universidad del Valle Cali
8	1656	Universidad de Nariño
9	1775	Universidad EAFIT
10	1782	Universidad Pontificia Bolivariana

Fuente: Ranking Web de Universidades (2013), [http://www.webometrics.info/es/Latin\\_America\\_es/Colombia](http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia)

La búsqueda de programas académicos en niveles de pregrado y posgrado en telemática y áreas afines en el país, fue la siguiente etapa del proceso investigativo. La consulta se llevó a cabo en el Sistema Nacional de Información de Educación Superior – SNIES. El criterio de búsqueda de programas académicos, consistió en seleccionar aquellos títulos que contenían las palabras Telemática, Telecomunicaciones o ambas.

En total, se obtuvieron 47 programas académicos, que responden al criterio de selección estipulado. La información fue organizada en la Tabla 10, teniendo en cuenta los siguientes campos: (i) Nivel académico; (ii) Nivel de formación; (iii) Programa académico y; (iv) Cantidad.

Tabla 10. Programas académicos en telemática y áreas afines en niveles de pregrado y posgrado

Nivel académico	Nivel de formación	Programa académico	Cantidad
Pregrado	Universitario	Ingeniería de Telecomunicaciones	17
Pregrado	Universitario	Ingeniería de Telecomunicaciones e Informática	1
Pregrado	Universitario	Ingeniería en Telecomunicaciones	5
Pregrado	Universitario	Ingeniería en Telemática	2
Pregrado	Universitario	Ingeniería Telemática	3
Posgrado	Especialización	Especialización en Telemática	13
Posgrado	Maestría	Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	2
Posgrado	Maestría	Maestría en Ingeniería Telemática	1
Posgrado	Maestría	Maestría en Telemática	1
Posgrado	Maestría	Maestría en Telemática y Telecomunicaciones	1
Posgrado	Doctorado	Doctorado en Ingeniería Telemática	1
		<b>Total:</b>	47

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES (2013).

Los programas académicos seleccionados, pertenecen a los niveles de pregrado y posgrado (Especialización, Maestría y Doctorado), los cuales están distribuidos del siguiente modo:

- Cantidad de programas académicos en Telemática y áreas afines en nivel de pregrado: 28 programas académicos.
- Cantidad de programas académicos en Telemática y áreas afines en nivel de posgrado (Especialización): 13 programas académicos.
- Cantidad de programas académicos en Telemática y áreas afines en nivel de posgrado (Maestría): 5 programas académicos.
- Cantidad de programas académicos en Telemática y áreas afines en nivel de posgrado (Doctorado): 1 programa académico.

Un aspecto que vale la pena destacar, en cuanto a la oferta académica de posgrados en nivel de maestría y doctorado, es lo siguiente: A medida que aumenta el nivel académico, la oferta académica se disminuye.

En la próxima sección, se estarán presentando detalladamente, las actividades vinculadas con el desarrollo del segundo objetivo específico del proyecto.

### 3.2 ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO SOBRE LA EXPERIENCIA COLOMBIANA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

Para la elaboración del diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación para el desarrollo tecnológico y la innovación en programas de posgrado en el campo de la telemática; en primer lugar, se tomaron en consideración los documentos hallados en la revisión de la literatura que trataban el tema en cuestión los cuales fueron analizados y clasificados de acuerdo a la temática de estudio. Los documentos fueron presentados en el Capítulo 2, Sección 2.1.2. Educación en posgrado para la innovación y el desarrollo tecnológico: panorama en Latinoamérica y Colombia.

De igual forma, se consultaron Sitios Web de organizaciones que ofrecen indicadores actualizados en temas relacionados con Educación, Ciencia y Tecnología, así como la revisión de sistemas de información pertenecientes a la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC, y al Ministerio de Educación Nacional –MEN, que permitieron conocer la situación colombiana en educación, desarrollo tecnológico e innovación. Las fuentes consultadas, se enumeran como sigue:

- Banco Mundial<sup>11</sup>. Revisión de indicadores en Ciencia y Tecnología; Educación e Infraestructura.
- *Global Innovation Index*<sup>12</sup>. Revisión del índice global que mide el nivel de innovación de un país.
- RICYT<sup>13</sup>. Revisión de los datos ofrecidos por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- Superintendencia de Industria y Comercio: Consulta del sistema de nuevas creaciones.
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior –SNIES: Consulta de programas académicos del país en telemática y áreas afines.

A continuación, se presentan los datos obtenidos, que fueron la base para el desarrollo del diagnóstico.

La consulta realizada de los Indicadores presentados por el Banco Mundial sobre Colombia, comprende los años 2009, 2010, 2011 y 2012. En la Tabla 11, se

---

<sup>11</sup> El Grupo del Banco Mundial tiene dos objetivos principales: Acabar con la pobreza extrema y promover la prosperidad compartida. Tiene a disposición del público, datos sobre el desarrollo de los países en todo el mundo, los cuales son de acceso abierto y gratuito.

<sup>12</sup> *Global Innovation Index -GII*, se encuentra en su Sexta Edición. El GII, reconoce el papel clave de la innovación como motor del crecimiento económico y la prosperidad, y reconoce la necesidad de una amplia visión horizontal de innovación que se aplica a los países desarrollados y las economías emergentes (GII, 2013).

<sup>13</sup> La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –Iberoamericana e Interamericana- RICYT, es una institución que busca promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología Iberoamericana (RICYT, 2013).

muestran los indicadores consultados, en las categorías Ciencia y Tecnología; Educación e Infraestructura.

Los aspectos tomados en cuenta, hacen alusión principalmente a la inversión que realiza el gobierno en educación e investigación y desarrollo. Por otra parte, se tienen indicadores de resultados, en cuanto a la cantidad de producción que se deriva de la actividad investigativa, lo que finaliza con la solicitud de patentes de invención. Por otra parte son presentados datos sobre exportación e importación de productos y servicios de TIC.

Tabla 11. Indicadores del Banco Mundial en Ciencia y Tecnología e Infraestructura

Indicador	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012
<b>Ciencia y Tecnología</b>				
Artículos en publicaciones científicas y técnicas	608			
Exportaciones de productos de alta tecnología (US\$ a precios actuales)	462.355.742	425.239.837	400.794.305	
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,15	0,16		
Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	161			
Solicitud de patentes. No residentes.	1551	1739	1770	
Solicitud de patentes. Residentes.	128	133	183	
<b>Educación</b>				
Gasto público en educación, total (% del PIB)	4,7	4,8	4,5	
<b>Infraestructura</b>				
Exportaciones de productos de TIC (% de las exportaciones de productos)	0,2	0,1	0,1	
Exportaciones de servicios de TIC (% de exportaciones de servicios, balanza de pagos).	17,3	17,0	14,0	18,6
Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes)	8,8	9,6	8,5	

Fuente: Banco Mundial (2013), <http://datos.bancomundial.org/indicador>

En cuanto a los datos consultados en *Global Innovation Index*, se tuvieron en cuenta los informes de los años 2011, 2012 y 2013. En la Tabla 12, se presenta la información recopilada de la Cuarta, Quinta y Sexta Edición del Índice de Innovación Global. Como se puede observar, *Global Innovation Index*, corresponde al índice global de innovación de un país. Si bien, desde el año 2011, Colombia ha estado subiendo posiciones, y para el año 2013, logra consolidarse en el puesto 60, de un total de 142 países participantes.

Tabla 12. GII Colombia. Resultados obtenidos en los años 2011, 2012 y 2013

Colombia	Año 2011		Año 2012		Año 2013	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
<i>Global Innovation Index</i>	32,32	71	35,50	65	37,38	60
<i>Innovation input index</i>	38,72	74	42,30	58	42,5	59
<i>Institutions</i>	55,70	83	55,30	73	62,90	62
<i>Human capacity</i>	30,00	91	30,40	87	26,80	87
<i>General and ICT infrastructure</i>	35,70	32	46,30	34	42,20	36
<i>Market sophistication</i>	36,80	74	40,30	62	45,80	70
<i>Business sophistication</i>	35,40	66	39,00	68	34,90	54
<i>Innovation output index</i>	25,92	70	28,70	72	32,3	65
<i>Scientific</i>	14,10	114	23,10	87	25,3	76
<i>Creative</i>	37,70	47	34,40	58	39,2	60

Fuente: *Global Innovation Index*, 2013. Disponible en: <http://www.globalinnovationindex.org/>

A modo de ilustración, para conocer estadísticas actualizadas en los concerniente a ciencia y tecnología (entre los años 2007-2011), se consultaron los datos ofrecidos por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología RICYT (RICYT, 2013), en tres aspectos principales:

- Indicadores de insumo – Recursos humanos.
- Graduados en educación superior.
- Indicadores de patentes.

La Tabla 13, presenta el resumen de los indicadores consultados en la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICYT.

Tabla 13. Indicadores RICYT de Colombia. Resultados para el periodo 2007-2011

Indicadores RICYT para Colombia	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Indicadores de insumo</b>					
Gasto en ciencia y tecnología (millones de dólares corrientes)	908,80	1135,01	1017,80	1352,78	1580,39
Investigadores por disciplina científica – Ingeniería y tecnología	13,74%	13,76%	13,96%	14,27%	12,53%
<b>Graduados en educación superior</b>					
Titulados de grado – Ingeniería y tecnología	26876	26572	26531	25805	25841

Indicadores RICYT para Colombia	2007	2008	2009	2010	2011
Titulados de maestría – Ingeniería y tecnología	682	886	885	890	1231
Doctorados – Ingeniería y tecnología	12	33	40	40	70
<b>Indicadores de patentes</b>					
Solicitudes de patentes – De residentes	116	125	131	135	184
Solicitudes de patentes – De no residentes	1905	1832	1545	1738	1771
Patentes otorgadas – De residentes	13	28	20	26	33
Patentes otorgadas – De no residentes	211	374	459	618	596
Coefficiente de invención	0,26	0,28	0,29	0,29	0,39

Fuente: RICYT (2013), <http://www.ricyt.org>

Luego de haber realizado la consulta de indicadores relacionados con Educación, Ciencia y Tecnología; ahora se procede a presentar la información obtenida en los sistemas de información de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC, y el Ministerio de Educación Nacional –MEN.

El Sistema de Información de la Superintendencia de Industria y Comercio, fue consultado con el propósito de conocer la cantidad de patentes presentadas en Colombia en el área de las telecomunicaciones y la telemática. Los datos obtenidos, se presentan en la Figura 6. Durante el período 2003-2013 fueron presentadas en total 19 patentes.

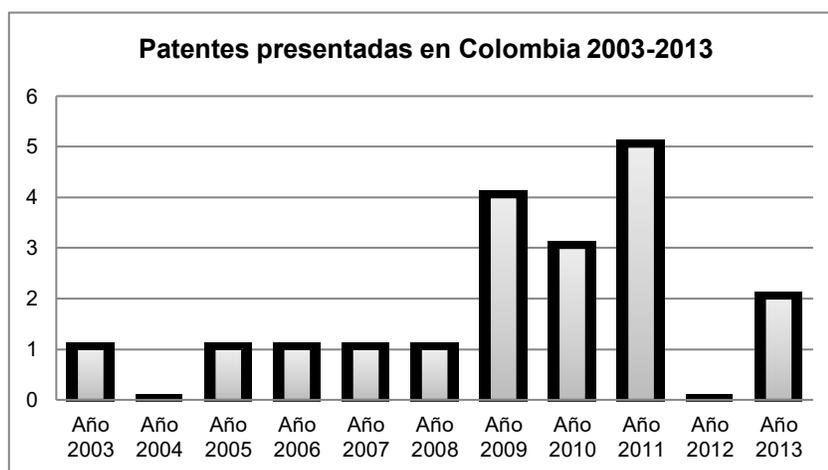


Figura 6. Patentes presentadas en Colombia 2003-2013.

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio – SIC, 2013. Elaboración del autor.

El otro Sistema de Información consultado, fue el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior –SNIES, que permitió conocer los programas académicos ofertados en niveles de pregrado y posgrado (Especialización,

Maestría y Doctorado) en el áreas de las telecomunicaciones y telemática. En el Anexo A, puede ser consultado el listado de programas académicos resultado de la búsqueda. En adición, en el Anexo A, se encuentra como información adicional del programa lo siguiente: (i) Institución educativa que ofrece el programa; (ii) Código SNIES del programa; (iii) Nivel académico; (iv) Número de créditos del programa y; (v) Duración del programa académico.

Otra de las actividades realizadas, para la elaboración del diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología; consistió en la selección y posterior estudio de los programas académicos en nivel de maestría en el campo de la telemática en el país. Así mismo, se llevó a cabo la revisión de la misión, visión, objetivos y se hizo un estudio detallado de los planes de estudios de los programas de posgrado en telemática ofertados en Colombia. Lo anterior, con el fin de conocer la metodología de enseñanza-aprendizaje seguida en el programa académico, y los cursos que conforman en su conjunto el plan de estudios.

Luego, se realizó un contraste entre las experiencias nacionales y mundiales de educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación, con base en la revisión de la literatura realizada, el análisis del ranking de universidades, y el estudio detallado de los programas académicos acreditados por ABET.

Finalmente, a partir del contraste entre la experiencia colombiana en educación en tecnología para la innovación y el desarrollo tecnológico en telemática, con la experiencia de los programas académicos en telemática a nivel mundial; se llevó a cabo una reflexión crítica sobre la pertinencia en el contexto colombiano de las propuestas educativas identificadas en la revisión bibliográfica mundial.

La siguiente sección, corresponde a la presentación detallada de las actividades, que contribuyeron al cumplimiento del tercer objetivo específico del proyecto.

### 3.3 FORMULACIÓN DE ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA PROGRAMAS DE POSGRADO EN TELEMÁTICA

La formulación de orientaciones en educación en tecnología corresponde a la parte final del proyecto de investigación. Si bien, las orientaciones fueron formuladas con el fin de atender las particularidades del contexto colombiano en el plano educativo.

La formulación de orientaciones en educación en tecnología, fue dirigida a un programa de posgrado en telemática para promover el desarrollo tecnológico y la innovación. Las orientaciones, surgieron como respuesta al conjunto de necesidades detectadas en el contexto colombiano, basado en la revisión de la literatura y el diagnóstico realizados.

Así mismo, se tomaron como base para la formulación de las orientaciones en educación en tecnología, las propuestas educativas de programas académicos de diversas universidades a nivel mundial.

## 4. RESULTADOS

La Ingeniería es una disciplina que se relaciona con la adquisición y aplicación de conocimientos técnicos, científicos y matemáticos; para el diseño, desarrollo, invención, innovación y uso de materiales, máquinas, estructuras, sistemas y procesos para propósitos específicos. Incluye una amplia gama de disciplinas o campos de aplicación especializados. Es a través de los Programas de Ingeniería que se forman personas calificadas en la práctica de la Ingeniería.

Teniendo en cuenta que los Programas de Ingeniería son cada vez más colaborativos y multidisciplinarios, y que el ritmo del cambio de la tecnología se ha acelerado; las expectativas para la Educación en Ingeniería se han ampliado (ASEE, 2012). Así mismo, para los fundamentos de las matemáticas, la ciencia, los fundamentos de ingeniería, la profundidad disciplinaria, y las normas profesionales y éticas; se han añadido los siguientes aspectos: amplitud interdisciplinaria, comunicación, trabajo en equipo, contextos económicos, contextos ambientales, contextos sociales, el pensamiento crítico, ingenio, creatividad, liderazgo y flexibilidad (ABET, 2013a).

La Educación en Ingeniería, corresponde al modo en que se lleva a cabo la enseñanza de conocimientos y principios relacionados con la práctica profesional de la Ingeniería, la cual es impartida en los niveles de pregrado y posgrado. Los profesionales de la Ingeniería son actores clave en los procesos de innovación tecnológica. Ellos deben estar conscientes de la responsabilidad con la sociedad como contribuyentes del desarrollo (Ciampi, 2011); por ende deben ser capaces de identificar las variables que constituyen un problema, así como las posibles consecuencias que ello genera; y al mismo tiempo estar preparados para aplicar los principios de la ciencia y las matemáticas para resolver el problema detectado (Da Rocha Brito, 2011).

Las comunidades académicas en el área de la Educación en Ingeniería, han estado trabajando alrededor del tema de la formación de Ingenieros; esto como respuesta al crecimiento acelerado de la Ingeniería en los últimos tiempos (Auer, 2012). Lo anterior sugiere que la Pedagogía, se ha convertido en una ciencia relevante para la Ingeniería. En este sentido, el papel de la Educación en Ingeniería corresponde a la formación de ingenieros integrales, los cuales sean

capaces de desempeñarse en el ámbito educativo, en la actividad investigativa y en la industria.

Una parte esencial de la Educación en Ingeniería, es la Educación en Tecnología; la cual se constituye en la base para la innovación tecnológica de un país. La Educación en Tecnología corresponde al conjunto de enseñanzas que permiten hallar soluciones pertinentes y adecuadas a los problemas de un contexto particular, mediante el diseño y posterior construcción de dispositivos tecnológicos.

En el nivel de posgrado, la Educación en Tecnología puede presentarse como un curso del Programa, o ser parte inherente de cada uno de los cursos que conforman el plan de estudios. Su propósito fundamental durante el proceso de enseñanza-aprendizaje es posibilitar la formación de ingenieros con habilidades, entre las que cabe destacar: (i) Capacidad de investigación; (ii) Capacidad de innovación y; (iii) Rápida adaptación a los cambios tecnológicos. Tales habilidades permiten que los ingenieros, sean profesionales aptos para dirigir procesos de innovación en la industria.

La formación de ingenieros en Colombia es un elemento clave para promover en el país la innovación tecnológica. Sin embargo, la Educación en Tecnología debe ofrecer las herramientas necesarias para tal fin. En este sentido, Colombia pasaría de ser un país limitado a la importación, copia y trasplante de tecnologías e innovaciones de carácter exógeno; a ser productor de tecnologías e innovaciones pertinentes y apropiadas. Esta sería una situación deseable en todas las áreas de la ingeniería, incluyendo la Telemática.

La Telemática, permite establecer un flujo de comunicación universal, el cual se basa en la transmisión o intercambio de información entre el emisor y el receptor en tiempo real. Permite que los usuarios puedan acceder a la sociedad de la información y el conocimiento. Además, la Telemática se relaciona con otras áreas del conocimiento como son la Medicina y la Educación, prestando sus servicios para el fortalecimiento de las mismas.

A través de la Telemática ha sido posible el desarrollo de tecnologías, productos y servicios innovadores, los cuales son ampliamente usados en la sociedad actual, favoreciendo las condiciones de vida de la población mundial. Con base en lo anterior, es posible resaltar la importancia de la Telemática en el contexto colombiano, así como la necesidad de formar ingenieros en los niveles de pregrado y posgrado en este campo; que puedan consolidarse como líderes de procesos de innovación tecnológica en Telemática en un futuro no muy lejano.

Este capítulo, corresponde a los resultados del proyecto de investigación. En esencia, el desarrollo de la investigación se encontraba dirigido principalmente a la obtención de tres resultados generales, que son: (i) Estado del arte sobre

educación para el desarrollo tecnológico e innovación en educación superior a nivel mundial, el cual es presentado en el Capítulo 2. Marco referencial, Sección 2.4. Estado del arte; (ii) Diagnóstico sobre la experiencia colombiana de educación para el desarrollo tecnológico e innovación en Programas de Maestría, el cual será presentado en la Sección 4.2 y; (iii) Orientaciones en educación en tecnología para potenciar la formación para el desarrollo tecnológico y la innovación dirigidas a un Programa de Posgrado en Telemática, que corresponde a la Sección 4.3.

A continuación, se presenta la Sección 4.1. Algunos aspectos de la Educación de Posgrado para la innovación tecnológica en el contexto mundial; en la cual se considera el tema de Educación en Ingeniería en el contexto internacional con base en los planteamientos de autores que trabajan en el tema de estudio. También, se exponen cuatro casos de estudio sobre Educación en Ingeniería en los siguientes países: Estados Unidos, China, Irlanda y México. Finalmente, se mencionan las principales características de la Educación en Telemática en un Programa de Posgrado de la Universidad Metropolitana de Londres.

#### 4.1 ALGUNOS ASPECTOS DE LA EDUCACIÓN DE POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

La educación es parte esencial en la formación de los individuos. Es un proceso a partir del cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar. La educación ha estado presente en cada sociedad y en cada momento de la historia. En lo relacionado con la Educación en Tecnología, tal asignatura fue introducida en diversos países del mundo en la década de 1980; con el propósito de favorecer la innovación tecnológica.

La Educación en Ingeniería en los niveles de pregrado (Programas de Ingeniería) y posgrado (Programas de Especialización y Maestría en el área de la Ingeniería), se vinculan principalmente con la formación para la comprensión de la tecnología; el uso avanzado de tecnología, el desarrollo tecnológico y la innovación tecnológica. Los estudiantes formados de este modo, en el desarrollo de su vida profesional participan de forma activa en procesos de innovación tecnológica. En los estudios de posgrado, principalmente en las maestrías, se presentan mayores oportunidades de formar ingenieros con creatividad y capacidad de innovación, en la medida en que esta formación incluye a la investigación.

##### 4.1.1 La educación en ingeniería en el contexto internacional

El proceso de formación y entrenamiento de ingenieros es largo. Para que tal proceso se lleve a cabo, se requiere de instituciones educativas que oferten los Programas de Ingeniería, así como de estudiantes que escogen formarse como ingenieros. Sin embargo, el número de estudiantes que eligen estudiar Ingeniería como carrera profesional, decrece cada año (Da Rocha Brito, 2011).

La primera etapa de la formación del Ingeniero, se encarga de construir bases teóricas. Esta parte del proceso, tiene como propósito filtrar a los estudiantes. Tal acción puede ser considerada como un método efectivo de selección de estudiantes; sin embargo no puede ser considerada como una estrategia adecuada, debido a que los estudiantes iniciados en Ingeniería pueden dudar de sus capacidades, y por inseguridad o frustración desertan del Programa (García González, 2012b).

La situación descrita anteriormente, es una de las principales razones por las cuales al interior de la comunidad académica internacional, se ha suscitado un debate sobre cual metodología educativa es la adecuada para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje en Ingeniería. Por ende, se ha planteado la idea de una inminente reforma educativa en los Programas de Ingeniería (Dunlap, Aherne, Keating, Stanford, & Mendelson, 2001; Manhire, 2002; McHenry, 2005; Seery, 2010).

Los Programas de Pregrado en Ingeniería, además de dedicarse a formar profesionales integrales, se encargan de hacer seguimiento y evaluación a sus egresados. En este sentido, las Universidades se preocupan por la aceptación y desempeño de sus egresados de Ingeniería en el mercado laboral (García González, 2012b). Sin embargo, hay un aspecto que los agobia: El hecho de que los Ingenieros ingresen a la industria, puede significar que ellos decidan no continuar con sus estudios de posgrado, y se alejen de la actividad investigativa llevada a cabo en las Universidades.

En los programas de Posgrado, principalmente en las maestrías; la enseñanza se encuentra dirigida hacia la formación de estudiantes para la investigación (en el caso de maestrías con enfoque investigativo); así como para desempeñarse en empresas y la industria (maestrías de profundización). En el caso de las maestrías en profundización, se presentan deficiencias debido a la falta de conexión de los Programas de Posgrado con el sector industrial.

Entre las habilidades que han de poseer los Ingenieros que han realizado estudios de maestría, cabe mencionar las siguientes: (i) Habilidades intelectuales y prácticas (Tao, 2000); (ii) Sentido de responsabilidad social y personal; (iii) Ética profesional; (iv) Gestión adecuada del tiempo; (v) Habilidades de comunicación oral y escrita (Tao, 2000); (vi) Facilidad de trabajo en equipo; (vii) Pensamiento crítico (Godfrey, 2006); (viii) Capacidad de investigación y capacidad de innovación (Keating, 2004; Seery, 2010).

Con estas habilidades, los estudiantes serán capaces de tomar decisiones, aplicar apropiadamente la tecnología (Godfrey, 2006) y participar de forma activa en procesos de innovación tecnológica, que está comprendido por cuatro etapas (Lara Rosano, 1999): (i) La investigación; (ii) El desarrollo tecnológico; (iii) La aplicación y adopción y; (iv) El perfeccionamiento. Sin embargo, para que esto sea

posible, se requiere de una educación en posgrado que permita mejorar la comprensión de los estudiantes respecto a la tecnología y el impacto de la misma en la sociedad.

Seguidamente, luego de haber presentado una visión global sobre Educación en Ingeniería, se presentan cuatro casos de estudio que describen rasgos generales de la Educación en Ingeniería en el mundo. De ese modo, luego se procede a contrastar los casos de estudio, a partir del establecimiento de semejanzas, y la identificación de aspectos diferenciadores en los métodos de enseñanza y estrategias empleadas en Educación en Ingeniería.

#### 4.1.2 Cuatro casos de estudio en educación en ingeniería

Con base en la revisión de la literatura realizada, se seleccionaron cuatro casos de estudio, que permitieron conocer la visión general sobre la enseñanza en Educación en Ingeniería en los siguientes países: Estados Unidos, China, Irlanda y México.

##### *Caso de estudio 1: Educación en Ingeniería en Estados Unidos*

La mayoría de los ingenieros graduados en Estados Unidos, entran al servicio de la industria o el gobierno después de obtener su primer título de educación formal. Los restantes, permanecen en las Universidades para dedicarse a la investigación, iniciar sus estudios de posgrado y desempeñarse como asistentes de investigación académica.

En Estados Unidos, es común para los profesores de Ingeniería, introducir actividades encaminadas a la solución de problemas reales por parte de los ingenieros en formación; para que de forma individual o colectiva, desde etapas iniciales de la Educación en Ingeniería los estudiantes trabajen en la búsqueda de posibles alternativas solución. Si bien, cuando los estudiantes trabajan en proyectos de ingeniería realistas, ellos pasan por un ciclo completo de desarrollo de productos: búsqueda bibliográfica, diseño, implementación, adquisición de datos, análisis, evaluación de eficiencia, calibración, pruebas de fiabilidad, modificación, creación de prototipos, redacción de informes y presentación. Este proceso ayuda a los estudiantes a obtener valiosas experiencias del mundo real, que no pueden ser enseñadas en un salón de clases (Ibeh, 1999).

Según Dunlap (2001), para que los Estados Unidos puedan mantener la competitividad global; los estudios tradicionales de posgrado deben someterse a la reforma educativa. Los tres mandatos generales para esta colaboración son los siguientes: (i) Crear nuevos modelos impulsados por la necesidad, orientados a la educación en posgrado a través de los niveles de maestría y doctorado que mejor soporten la ingeniería y la innovación tecnológica; (ii) Involucrar la industria y el gobierno como socios clave en este avance para el desarrollo económico tanto a

nivel nacional como regional y; (iii) Proveer nuevos mecanismos para la colaboración sostenida entre las universidades participantes, mediante el uso de una nueva comunicación basada en Internet.

#### *Caso de estudio 2: Educación en Ingeniería en China*

La Educación en Ingeniería en China, tiene como tradición hacer énfasis en las habilidades fundamentales de los estudiantes, así como el fomento de habilidades para la resolución de problemas y el descubrimiento científico (Tao, 2000).

El Plan de Estudios de Ingeniería en China, tiende a poner más énfasis en el desarrollo de habilidades básicas como las matemáticas, teoría y principios de Ingeniería. Por ende, los estudiantes no suelen trabajar en proyectos de ingeniería realistas, hasta que hayan cursado dos o tres años de la Escuela de Ingeniería. La razón para tal práctica, es debido a una filosofía de la antigua China: “una base sólida conduce a una construcción infalible”.

#### *Caso de estudio 3: Educación en Ingeniería en Irlanda*

Irlanda, estuvo comprometida con una importante reforma educativa en educación tecnológica, la cual finalizó con la implementación exitosa de dos nuevas áreas en el *Senior Cycle (pre third level)*; los cuales a través de actividades como el diseño buscan fomentar el desarrollo del espíritu creativo y la capacidad de innovación (Manhire, 2002). Este nuevo enfoque, alienta a los estudiantes durante su experiencia de aprendizaje a convertirse en emprendedores.

El empleo de métodos de enseñanza encaminados a la generación de habilidades, tales como la creatividad en los estudiantes; es una estrategia pedagógica para estimular el aprendizaje durante la etapa de formación. Adicionalmente, un ambiente de estudio en el que predominan la alegría y el buen humor, es un entorno que permite el surgimiento de ideas (Peterson, 2002).

#### *Caso de estudio 4: Educación en Ingeniería en México*

En México la meta consiste en lograr una completa transformación del sistema educativo (Ávalos-Villareal, 2013). Para ello se requiere el análisis del contenido de los Programas de Ingeniería y la forma en que la Educación en Tecnología es impartida. Así mismo, una de las principales políticas, corresponde a la capacitación de docentes, la implementación de infraestructura tecnológica, la creación y fortalecimiento de institutos en investigación e ingeniería; así como la promoción del conocimiento sobre fuentes de tecnología e innovación tecnológica.

En los cuatro casos de estudio presentados anteriormente, fue posible apreciar semejanzas así como diferencias significativas en Educación en Ingeniería. Tales diferencias obedecen a aspectos culturales que caracterizan a los países estudiados.

Las investigaciones presentadas por los autores de Estados Unidos, Irlanda y México; expresan la necesidad de realizar una reforma educativa profunda en Educación en Ingeniería. Para lograr lo anterior se requiere la revisión del currículo, así como su posterior modificación y la actualización de contenidos de cursos; de tal modo que se puedan tratar en éstos temáticas reales y de actualidad pertenecientes al contexto. En cuanto a las metodologías de enseñanza-aprendizaje utilizadas en los Programas de Ingeniería, es conveniente explorar nuevos modelos pedagógicos, que permitan fomentar la creatividad y el autoaprendizaje.

Aunque en Estados Unidos, Irlanda y México, se menciona el tema de reforma educativa en Educación en Ingeniería; con base en la revisión de la literatura realizada, se tiene que en Irlanda tal reforma educativa ya ha sido realizada; y el resultado de dicha reforma consistió en la puesta en práctica de dos nuevas áreas en el *Senior Cycle*.

La Educación en Ingeniería en China e Irlanda, promueve el despertar y fortalecimiento de habilidades en los estudiantes. En China la educación se preocupa por el fomento de habilidades propias del ciclo básico de ingeniería las cuales se construyen en la medida que el estudiante avanza en los cursos. Por su parte en Irlanda, el fomento de habilidades en el ciclo básico se encuentra dirigido al despertar del espíritu creativo y la capacidad de innovación. Esta estrategia pedagógica, es un elemento clave que contribuye con la formación y permanencia de estudiantes en Programas de Ingeniería.

Un elemento diferenciador de la Educación en Ingeniería en Estados Unidos y China, consiste en el momento en el cual los estudiantes se enfrentan a la solución de problemas que aquejan al mundo real, mediante la aplicación de conocimientos propios de la Ingeniería. En Estados Unidos, los estudiantes se enfrentan a problemas reales desde la etapa inicial de su formación. Se podría decir entonces, que la teoría es complementada con la aplicación práctica de conocimientos. En China, la metodología es diferente. Los estudiantes reciben una formación teórica sólida durante los primeros años de formación. Posteriormente, en la fase final de su carrera se verán enfrentados al trabajo en proyectos de Ingeniería realistas.

De acuerdo a la metodología de enseñanza utilizada para la formación de ingenieros, es posible formar estudiantes capaces de vincularse en procesos de innovación tecnológica en el área de su especialidad. En este sentido, la Educación en Tecnología es un curso propio de la Educación en Ingeniería, que tiene como propósito promover en los estudiantes capacidades para la investigación y la innovación.

En base a lo presentado en párrafos anteriores, en lo concerniente a aspectos característicos de la Educación en Ingeniería en el mundo; en la Sección 4.1.3., se

dará a conocer un caso estudio sobre Educación en Telemática en un Programa de Posgrado, en aspectos como la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.

#### 4.1.3 Educación en telemática en programas de posgrado

La Telemática es la disciplina resultante de la unión de la informática, la electrónica y las tecnologías de la información y comunicación. A nivel mundial, se pueden encontrar Universidades que ofrecen Programas de Pregrado y Posgrado en Telemática; así como grupos de investigación y semilleros de investigación afiliados a tales universidades, dedicados principalmente al estudio y la investigación en dicho campo.

A partir de la revisión de la literatura sobre Educación en Ingeniería para la innovación tecnológica en Telemática, se encontró un artículo titulado "*Telematics education I: teaching, learning and assessment at postgraduate level*" (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005), que tenía como propósito presentar a la comunidad científica lo siguiente: (i) Los proyectos de investigación llevados a cabo por el Grupo de Investigación en Telemática; (ii) La descripción del Programa de Maestría "*Digital communication networks and data communications and industrial applications*" y; (iii) La discusión sobre el enfoque de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estudiantes en temas relacionados con la Telemática.

*Grupo de Investigación en Telemática (CCTM) del Departamento de Computación, Tecnologías de la Comunicación y Matemáticas (CCTM) de la Universidad Metropolitana de Londres*

El grupo de investigación, se encuentra vinculado en proyectos de investigación, los cuales están relacionados con la industria de las telecomunicaciones y la telemática (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005, p. 132). Entre ellos: Desarrollo de un micrófono óptico; Investigación sobre el ruido en comunicaciones ópticas; Desarrollo de un sistema de alta velocidad para el reconocimiento de colores; Desarrollo de dispositivos ópticos; Investigación sobre sensores económicos de imágenes; Desarrollo de una pintura absorbente electromagnética; Investigación sobre sistema de radio micro celular.

De hecho, las áreas del conocimiento con las cuales se articulan los proyectos de investigación desarrollados por el grupo son: (i) Microondas; (ii) Procesamiento de señales; (iii) Optoelectrónica; (iv) Ingeniería de software; (v) Desarrollo de sistemas de información; (vi) Estadística y; (vii) Matemática pura.

Más aún, el grupo de investigación hace presencia en algunos módulos en niveles de pregrado y posgrado (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005, p. 133). Un elemento característico de los cursos, es que han sido diseñados para estudiantes con interés por la electrónica o las comunicaciones; y permite la vinculación de graduados en disciplinas afines como la informática y las matemáticas; debido a

que en las primeras dos semanas se realiza un recorrido inicial por esas áreas del conocimiento.

### *Enseñanza, aprendizaje y evaluación de cursos en telemática en nivel de maestría*

El Programa de Maestría “*Digital communication networks and data communications and industrial applications*” hace parte de la Escuela de Computación y se basa principalmente en dos aspectos (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005, p. 133): (i) La experiencia en educación en telemática en programas de pregrado y; (ii) La relación establecida con Cisco Systems Inc<sup>14</sup>.

El Programa de Maestría se ajusta al plan estratégico de la universidad para aumentar la oferta de posgrados. Los fines y objetivos del Programa de Posgrado son los siguientes:

- Proporcionar a los estudiantes (tiempo completo/tiempo parcial) que trabajan en actividades de desarrollo tecnológico, los fundamentos teóricos necesarios en sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos industriales.
- Proporcionar a los estudiantes conocimientos sobre enfoques analíticos y prácticos para analizar el rendimiento de sistemas y señales en diferentes aplicaciones.
- Preparar profesionales capaces de cumplir con los requisitos de estándares industriales.
- Desarrollar las habilidades teóricas y prácticas esenciales para que los ingenieros puedan adaptarse rápidamente a los permanentes cambios de la tecnología.
- Ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprovechar los conocimientos adquiridos en niveles de pregrado y especialización en las comunicaciones modernas y sistemas de adquisición de datos.
- Buscar estrategias para que los estudiantes tomen conciencia de las oportunidades de desarrollo existentes en los sistemas de comunicaciones.
- Preparar a los estudiantes para desarrollar actividades de investigación, diseño y evaluación de sistemas específicos.

Luego de terminada la formación en el Programa de Maestría, los estudiantes serán capaces de realizar lo siguiente:

---

<sup>14</sup> Empresa dedicada a la fabricación, venta mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones. Es el líder mundial en redes que transforma la manera en que la gente se conecta, comunica y colabora (CISCO, 2013).

- Aplicación de técnicas de procesamiento digital de señales y el análisis de sistemas de telecomunicaciones, así como de aplicaciones de procesamiento de datos.
- Aplicación de las técnicas adecuadas para sistemas de transmisión de datos, voz y video a través de redes de banda ancha LAN (*Local Area Network*) y WAN (*Wide Area Network*).
- Evaluación de las técnicas actuales y futuras empleadas para aumentar la capacidad de las redes informáticas.
- Selección e implementación de sistemas de adquisición de datos complejos para afrontar situaciones en la industria.
- Comprensión, diseño y desarrollo de sistemas en tiempo real para el procesamiento de datos.
- Implementación de innovaciones en sistemas microondas y técnicas de transmisión ópticas sobre redes de banda ancha.
- Incorporación de técnicas de transmisión de datos en sistemas de medición e instrumentación para el control de aplicaciones industriales.
- Análisis e identificación de especificaciones y herramientas necesarias para el diseño de aplicaciones para control de procesos y diseño de soluciones.

#### *Estructura de los cursos en telemática en nivel de maestría*

El Programa de Maestría se encuentra bajo la estructura modular estándar de la universidad con estudiantes tiempo completo que cursan cuatro módulos por semestre y estudiantes tiempo parcial que completan los módulos en dos años. La enseñanza de los módulos en el programa abarca actividades como el diseño y el trabajo con casos de estudio (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005, p. 134).

En la Tabla 14, se presentan las dos opciones que tienen los estudiantes para cursar el Programa de Maestría. Pueden escoger entre la Opción 1 “*Digital communications networks pathway*” o la Opción 2 “*Data communications and industrial applications pathway*”. La maestría puede ser cursada en 1 año (por estudiantes con dedicación tiempo completo) o en dos años (por estudiantes con dedicación tiempo parcial).

Tabla 14. Estructura del Programa de Maestría - Universidad Metropolitana de Londres.

<i>Digital communications networks pathway</i>	<i>Data communications and industrial applications pathway</i>
<i>Full-time mode (MSc): Year 1 (Option 1)</i> Semester A <i>Signal processing</i> <i>Advanced communication systems</i> <i>Broadband networks</i> <i>Mobile and digital broadcasting</i> Semester B <i>Real time data processing</i> <i>Microwave and optical transmission systems</i>	<i>Full-time mode (MSc): Year 1 (Option 2)</i> Semester A <i>Signal processing</i> <i>Advanced communication systems</i> <i>Broadband networks</i> <i>Computer measurement and instrumentation</i> Semester B <i>Real time data processing</i> <i>Data transmission for industrial applications</i>

<i>Digital communications networks pathway</i>	<i>Data communications and industrial applications pathway</i>
<i>Project/dissertation</i> <i>Part-time mode (MSc): Year 2 (option 1)</i> <i>Year One Semester A</i> <i>Signal processing</i> <i>Advanced communication systems</i> <i>Year One Semester B</i> <i>Real time data processing</i> <i>Microwave and optical transmission systems</i> <i>Year Two Semester A</i> <i>Broadband networks</i> <i>Mobile and digital broadcasting</i> <i>Year Two Semester B</i> <i>Project/Dissertation</i>	<i>Project/dissertation</i> <i>Part-time mode (MSc): Year 2 (option 2)</i> <i>Year One Semester A</i> <i>Signal processing</i> <i>Advanced communication systems</i> <i>Year One Semester B</i> <i>Real time data processing</i> <i>Data transmission for industrial applications</i> <i>Year Two Semester A</i> <i>Broadband networks</i> <i>Computer measurement and instrumentation</i> <i>Year Two Semester B</i> <i>Project/Dissertation</i>

Fuente: Vaezi-Nejad, S. (2005). Telematics education I: Teaching, learning and assessment at postgraduate level. *International Journal of Electrical Engineering Education* , 42 (2), pp. 135.

En adición, se tienen cuatro módulos que se relacionan con la Telemática (Vaezi-Nejad, Cullinan, & Bishop, 2005, pp. 136-139): (i) *Advanced communications systems module*; (ii) *Broadband networks*; (iii) *Computer-based measurement and instrumentation* y; (iv) *Mobile and digital broadcasting*.

Módulo I. *Advanced communications systems*: El módulo tiene como objetivo facilitar la comprensión de los principales problemas operacionales para el diseño de redes de datos; de modo que con base en lo aprendido, los estudiantes puedan generar soluciones a los problemas detectados en el sistema de comunicación.

Módulo II. *Broadband networks*: Este módulo permite que los estudiantes comprendan los problemas operacionales para el diseño e implementación de redes de banda ancha.

Módulo III. *Computer-based measurement and instrumentation*: El propósito principal del módulo, consiste en proporcionarle a los estudiantes de posgrado los conocimientos teóricos requeridos para diseñar sistemas de medición e instrumentación basados en computadoras. Posteriormente, los conocimientos adquiridos serán puestos a prueba en experiencias prácticas llevadas a cabo en el sector industrial.

Módulo IV. *Mobile and digital broadcasting*: Este módulo se encuentra enfocado a la enseñanza en temas relacionados con las redes móviles y redes de radiodifusión digital, su estado actual, así como los requerimientos para su funcionamiento.

La estructura del programa ha sido diseñada para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. La estrategia aplicada, consiste en dos fases: En primer lugar, los estudiantes reciben los conocimientos necesarios en el aula de clase. Posteriormente, los conocimientos son llevados a su aplicación práctica. Es decir,

los estudiantes se enfrentan a problemas reales del sector industrial, que requieren una solución. Finalmente, la evaluación de los estudiantes depende de su desempeño en las siguientes actividades: (i) Práctica de laboratorio; (ii) Caso de estudio y; (iii) Examen.

Con la presentación del caso de estudio sobre Educación en Telemática, se finaliza la Sección 4.1. A continuación, se dará inicio a la Sección 4.2, que corresponde al segundo resultado principal del proyecto de investigación.

## 4.2 ALGUNOS ASPECTOS DE LA EDUCACIÓN DE POSGRADO PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COLOMBIA

La situación colombiana en innovación y desarrollo tecnológico, no es la más alentadora. Colombia se ha caracterizado principalmente, por importar tecnología creada en otros países (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004), para atender necesidades y resolver problemas internos. Una situación similar se afronta en el campo de la telemática<sup>15</sup>. Esto se debe a la baja capacidad de producción de tecnología del país. Lo anterior sugiere, que en la sociedad colombiana no se están creando las condiciones necesarias para que se lleven a cabo procesos de innovación, que permitan la generación de tecnología pertinente y adecuada al contexto.

Uno de los posibles factores, que inciden en esta problemática, está asociado a la baja inversión que el Estado realiza en investigación y desarrollo. Para el año 2009, el gasto en investigación y desarrollo<sup>16</sup> fue del 0,15% del PIB. En 2010, fue del 0,16. Como la inversión en investigación y desarrollo no es la adecuada, se tiene un número bajo de investigadores dedicados únicamente a la actividad investigativa y de desarrollo en el país. En 2009, se reportaron un total de 161 investigadores<sup>17</sup> por cada millón de habitantes. De igual forma, la cantidad de

---

<sup>15</sup> Contraste entre exportación e importación de tecnologías de la información y la comunicación: En 2011, el porcentaje de las exportaciones de productos correspondientes a TIC realizadas por Colombia, fue del 0,1%. En cuanto al porcentaje de importaciones de bienes TIC, el porcentaje en ese mismo año, fue del 8,5%. Los bienes TIC incluyen los equipos de telecomunicaciones, audio y video; informático y afines; los componentes electrónicos; y demás bienes de la tecnología de la información y las comunicaciones. Se excluyen los programas informáticos. Datos consultados en Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/TM.VAL.ICTG.ZS.UN>

<sup>16</sup> Datos consultados en Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

<sup>17</sup> Datos consultados en Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de habitantes). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

artículos publicados<sup>18</sup> en los que se presente nuevo conocimiento, así como resultados de las investigaciones realizadas, es significativamente bajo. En el año 2009, se publicaron 608 artículos en total.

Para el año 2010, la llegada de Juan Manuel Santos a la Presidencia de la República, marcó el inicio de una nueva era para el país. El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” (PND, 2010), expresaba a los colombianos el sueño de un país con empresas pujantes, social y ambientalmente responsables, que fueran capaces de conquistar los mercados internacionales con bienes y servicios de alto valor agregado e innovación.

Para alcanzar esta meta, la innovación fue considerada como uno de los ocho pilares del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Para promover la innovación en el país, se propusieron algunos lineamientos estratégicos, entre los que cabe mencionar la financiación de actividades relacionadas con la innovación, empleando para ello recursos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Sistema de Regalías y otorgar beneficios tributarios para las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Los esfuerzos para que Colombia se consolide como una sociedad innovadora, comienzan a materializarse en 2011. Según *Global Innovation Index* el país pasó de estar en la posición 90 entre 132 países, a ocupar en 2011 la posición 71 entre 141 países evaluados. El salto de posiciones de 2010 a 2011, es significativo. Para 2012, el país se ubicaba en la posición 65 de 125 países clasificados. Finalmente, para el año 2013, el país aparece en la posición número 60 (GII, 2013). En esta ocasión fueron evaluados 142 países.

Sin embargo, la educación una de las condiciones para la innovación señaladas por dicho índice, no parece estar en la raíz del ascenso. Durante el período 2012-2013, Colombia se ha mantenido en la posición 87 en el subíndice de capital humano e investigación, que incluye a la investigación. En cambio, este ascenso puede obedecer más bien al subíndice de infraestructura que incluye a las TIC, el cual para los años 2011, 2012 y 2013, se ha ubicado en las posiciones 32, 34 y 36 respectivamente.

Para que Colombia, pueda consolidarse como sociedad innovadora, es necesaria la definición de tres políticas: (i) Se debe definir la vocación tecnológica del país: En este sentido, los procesos de innovación llevados a cabo en Colombia, deben garantizar el desarrollo de productos e innovaciones tecnológicas de alta calidad; (ii) La inversión en educación, ciencia y tecnología debe aumentarse

---

<sup>18</sup> Datos consultados en el Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Artículos en publicaciones científicas y técnicas. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>

considerablemente: El aumento de inversión en educación se constituye en la base para la formación de profesionales en investigación y desarrollo. Por su parte la inversión en ciencia y tecnología, garantiza el apoyo a la comunidad de investigadores del país a través de la financiación de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y; (iii) La Educación en Tecnología debe ser parte del currículo de los Programas de Ingeniería en niveles de pregrado y posgrado: La enseñanza de educación en tecnología debe contribuir en el fortalecimiento y despliegue de dos aspectos fundamentales que permiten el progreso de una sociedad: la innovación y el desarrollo tecnológico.

En próximas secciones, se estarán presentando en mayor detalle, aspectos relacionados con la educación superior en Colombia en niveles de posgrado, principalmente en el campo de la telemática.

#### 4.2.1 La educación en ingeniería en el contexto colombiano

El papel de la educación, radica en la formación de individuos y profesionales integrales. En lo relacionado con la educación en tecnología, el reto consiste en propiciar el desarrollo tecnológico y la innovación. La generación de conocimiento y la investigación desde la Ingeniería<sup>19</sup>, son insumos que deben servir de soporte para abordar los problemas sociales y económicos del país (Ramírez Martínez, Castellanos Domínguez, & Rodríguez Devis, 2011).

La Educación en Ingeniería en los niveles de pregrado y posgrado, se vincula con la formación para la innovación y el desarrollo tecnológico. Los individuos formados por este tipo de educación deben tener un perfil profesional que les permita participar en procesos de innovación. En el caso de los Ingenieros, son ellos quienes tienden a liderar estos procesos. En consecuencia, el progreso tecnológico del país, depende del número de ingenieros graduados, que se encuentran vinculados en actividades de investigación y desarrollo de tecnología.

En los estudios de posgrado, principalmente en los programas de maestría, hay mayores oportunidades de formar no simplemente para el desarrollo tecnológico, sino para la innovación en la medida en que esta formación incluye a la investigación. Por ende, es necesario definir políticas que permitan el fortalecimiento de la Educación en Tecnología en la educación superior colombiana; como base para la innovación y el desarrollo tecnológico en el campo de la Telemática.

---

<sup>19</sup> En Colombia la profesión y el programa académico de la Ingeniería surge en el siglo XIX como requisito interno para aplicar la tecnología mundial que se importaba (Poveda, 1993).

En Colombia, existe un aspecto preocupante en torno al ingreso de estudiantes a Programas de Ingeniería, y la cantidad de estudiantes que terminan satisfactoriamente sus estudios. Uno de los posibles factores es que la ingeniería perdió relevancia en la sociedad (Ulloa, 2010). Si bien, en décadas pasadas el ingeniero era reconocido socialmente, ya que era agente del desarrollo en la sociedad. En la actualidad, la ingeniería es vista como una profesión que requiere sacrificio. En buena medida, los jóvenes no están preparados para conocer y comprender las ventajas de estudiar ingeniería.

Para ilustrar lo anterior, aunque la cantidad de personas que ingresan a estudiar Ingeniería es baja, la cifra se disminuye considerablemente al revisar la cantidad de Ingenieros que deciden continuar su formación profesional en niveles de maestría y doctorado. Si bien, para el período comprendido entre los años 2007-2011, la cantidad de egresados en educación superior en el área de Ingeniería y Tecnología fue de: 26325 titulados de grado, 914 titulados de maestría y 39 doctorados en promedio por año (RICYT, 2013). Realizando una comparación entre la cantidad de egresados de los diferentes niveles de educación superior (pregrado, maestría y doctorado), se tiene que a mayor nivel académico, la cantidad de egresados disminuye significativamente.

En cuanto a la estructura del currículo de los Programas de Ingeniería; en la Resolución Número 2773 de 2003, se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería. En el artículo 2, se hace alusión a los aspectos curriculares del Programa:

Aspectos curriculares. El programa debe poseer la fundamentación teórica y metodológica de la Ingeniería que se fundamenta en los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas; en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada campo, buscando la optimización de los recursos para el crecimiento, desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad. Para la formación integral del estudiante en Ingeniería, el plan de estudios comprende, al menos, las siguientes áreas del conocimiento y prácticas: (i) Área de las Ciencias Básicas; (ii) Área de Ciencias Básicas de Ingeniería; (iii) Área de Ingeniería Aplicada y (iv) Área de Formación Complementaria (MEN, 2003, p. 2).

En este sentido, la parte inicial de los Programas de Ingeniería radica en la formación básica científica del Ingeniero, a través de los cursos de Ciencias Naturales y Matemáticas; los cuales suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. En la siguiente fase, el estudiante de Ingeniería a través de las Ciencias Básicas de Ingeniería es capaz de establecer conexión entre los conocimientos adquiridos en el ciclo básico y la práctica de la Ingeniería.

En los últimos semestres, el estudiante podrá adquirir en el área de Ingeniería Aplicada, las herramientas de aplicación profesional en su especialidad. En este

punto, el ingeniero podrá utilizar los conceptos básicos y profesionales adquiridos durante el proceso de formación, para realizar diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.

Adicionalmente, el Programa de Ingeniería ofrece un Área de Formación Complementaria, que comprende las áreas de Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.

Los estudiantes que culminan satisfactoriamente los estudios de pregrado y obtienen el título correspondiente, pueden continuar su formación en programas de posgrado (especialización, maestría y doctorado).

En lo referente a programas de maestría; en el Decreto No. 1295 del 20 de Abril de 2010, por el cual se reglamente el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior, en el Capítulo 7, Artículo 24; presenta aspectos de los programas de maestría.

Artículo 24. Programas de maestría. Los programas de maestría tienen como propósito ampliar y desarrollar los conocimientos para la solución de problemas disciplinares, interdisciplinarios o profesionales y dotar a la persona de los instrumentos básicos que la habilitan como investigador en un área específica de las ciencias o de las tecnologías o que le permitan profundizar teórica y conceptualmente en un campo de la filosofía, de las humanidades y de las artes. Los programas de maestría podrán ser de profundización o de investigación o abarcar las dos modalidades bajo un único registro.

Las modalidades se deberán diferenciar por el tipo de investigación a realizar, en la distribución de horas de trabajo con acompañamiento directo e independiente y en las actividades académicas a desarrollar por el estudiante.

La maestría de profundización busca el desarrollo avanzado de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio de la asimilación o apropiación de saberes, metodologías y, según el caso, desarrollos científicos, tecnológicos o artísticos. La maestría de investigación debe procurar el desarrollo de competencias científicas y una formación avanzada en investigación o creación que genere nuevos conocimientos, procesos tecnológicos u obras o interpretaciones artísticas de interés cultural, según el caso. (MEN, 2010, p. 12).

Luego de conocer los aspectos generales de la Educación en Ingeniería en Colombia, en la siguiente sección se estarán presentando aspectos generales, así como particulares de los Programas de Maestría en Telemática que actualmente son ofertados en el país.

#### 4.2.2 Programas de maestría en telemática en Colombia

Actualmente en Colombia, la Universidad del Norte ofrece el programa de Maestría en Telemática y Telecomunicaciones (maestría en profundización); la Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB ofrece el programa de Maestría en Telemática (maestría en profundización o investigación) y la Universidad del Cauca ofrece el programa Maestría en Ingeniería Telemática (maestría en investigación). En general, estos programas académicos buscan la formación de profesionales que puedan participar de forma activa en procesos de adaptación y asimilación de sistemas y servicios telemáticos, que puedan efectuar contribuciones originales y significativas al avance de la ciencia y la tecnología, liderando procesos de investigación y desarrollo de nuevos productos y servicios.

Tales programas surgen como respuesta a la necesidad existente en cuanto al uso adecuado y masivo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el país, a través de la formación de profesionales idóneos para desempeñarse en el área. Tal formación incluye fundamentación teórica y práctica, así como el fomento de habilidades y destrezas en sus estudiantes, lo que finalmente permitirá generación de conocimiento, innovación y desarrollo tecnológico en Colombia, fundamentalmente en telemática. Se encuentran dirigidos principalmente, a profesionales en las ramas de la Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Telecomunicaciones, Informática, Sistemas y programas afines que tengan relación directa con el uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

La Tabla 15, presenta los programas de posgrado en telemática ofertados actualmente en Colombia. Si bien, hay tres programas de posgrado en nivel de maestría con un total de 50 créditos y duración de cuatro semestres. En la Tabla aparece adicionalmente el Programa de Doctorado en Ingeniería Telemática, que es ofertado por la Universidad del Cauca. El programa, se ocupa del estudio e investigación avanzados de la planificación, diseño, operación, construcción, mantenimiento y adaptación de los sistemas telemáticos (UNICAUCA, 2013b).

Tabla 15. Programas de posgrado en telemática ofertados en Colombia.

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Fundación Universidad del Norte – Universidad del Norte	53777	Maestría en Telemática y Telecomunicaciones	Posgrado	Presencial	50	4
Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB	90786	Maestría en Telemática	Posgrado	Presencial	50	4

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Universidad del Cauca	53918	Doctorado en Ingeniería Telemática	Posgrado	Presencial	146	10
Universidad del Cauca	90930	Maestría en Ingeniería Telemática	Posgrado	Presencial	50	4

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES (2013).

Seguidamente, se presentarán aspectos relevantes de cada uno de los Programas de Maestría en el área de la telemática ofertados en Colombia.

#### *Programa Maestría en Telemática y Telecomunicaciones – Universidad del Norte*

El Programa de Maestría en Telemática y Telecomunicaciones tiene como propósito principal el desarrollo de capacidades en sus estudiantes, tales como planeación, diseño y desarrollo de soluciones competitivas en el sector de la telemática y las telecomunicaciones para contribuir al desarrollo tecnológico, social y económico del país (UNINORTE, 2013).

Entre las asignaturas del Programa de Maestría, cabe mencionar las siguientes: Desarrollo y gestión de proyectos telemáticos; Fundamentos para el desarrollo de aplicaciones telemáticas; Fundamentos en comunicaciones inalámbricas; Telefonía IP; Redes inalámbricas y Redes LAN y WAN

#### *Programa Maestría en Ingeniería Telemática – Universidad del Cauca*

El Programa Maestría en Ingeniería Telemática se enfoca primordialmente en la consolidación de la actividad de investigación y desarrollo tecnológico en el área de la ingeniería telemática, en estrecha relación con los problemas regionales y nacionales, y con participación activa de la comunidad académica internacional (UNICAUCA, 2013a).

El Programa de Maestría es de carácter investigativo y está conformado por cuatro áreas de formación, a saber: (i) Área de investigación; (ii) Área de fundamentación; (iii) Área de profundización y; (iv) Área de complementación. Entre los cursos impartidos en el programa, están: Gestión de la tecnología y la innovación; Entornos para el desarrollo de sistemas telemáticos; Sistemas de tiempo real; Servicios en redes de próxima generación; Gestión de sistemas de telecomunicaciones y Servicios para e-Salud.

## *Programa Maestría en Telemática – Universidad Autónoma de Bucaramanga*

El Programa de Maestría en Telemática es un programa académico diseñado para formar de manera integral (teoría, conocimientos tecnológicos y habilidades de investigación) profesionales competentes en el desempeño de labores de desarrollo, gestión e investigación en el marco de las redes y los servicios telemáticos (UNAB, 2013).

El Programa está conformado por cinco módulos: (i) Infraestructura de redes; (ii) Servicios telemáticos; (iii) Gestión de redes; (iv) Investigación y; (v) Profundización. Entre los cursos del programa se encuentran: Arquitectura de redes; Redes de banda ancha; Computación ubicua; Comunicaciones móviles; Gestión de redes y seguridad y; Desarrollo y gestión de proyectos telemáticos.

Para el énfasis en profundización, los estudiantes en los módulos de profundización e investigación matriculan los siguientes cursos: (i) Módulo de profundización: Optativa I, Optativa II, Optativa III, Optativa IV, Optativa V, Optativa VI; (ii) Módulo de investigación: Trabajo de grado I, Trabajo de grado II.

En cuanto al énfasis en investigación, los cursos correspondientes a los módulos de profundización e investigación son los siguientes: (i) Módulo de profundización: Temática de investigación I, Temática de investigación II, Temática de investigación III; (ii) Módulo de investigación: Seminario de investigación I, Trabajo de grado I, Seminario de investigación II, Trabajo de grado II.

En la Tabla 16, se muestra el listado de los trabajos de grado presentados por los estudiantes del Programa Maestría en Telemática de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. En el cuadro, se presenta el título del Trabajo de Grado, así como el Grupo de Investigación y Línea de Investigación. Si bien, en terminos generales, los trabajos realizados por los estudiantes están distribuidos entre los siguientes Grupos de Investigación adscritos al Centro de Investigación de Ingeniería y Organizaciones –CIIO: Grupo de Investigación en Tecnologías de Información – GTI, Grupo de Investigación en Preservación e Intercambio Digital de Información y Conocimiento –PRISMA, Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico – GPS y Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas.

Tabla 16. Trabajos de grado presentados en la Maestría en Telemática

<b>Trabajo de Grado</b>	<b>Grupo de Investigación</b>	<b>Línea de Investigación</b>
Análisis de la metodología Lean Launchpad del programa APPS.CO; para su implementación en el entorno regional de Santander.	GTI	Sistemas de Información e Ingeniería de Software
Aprovechamiento del Ancho de Banda Residual en Redes IPTV para el despliegue de Servicios de descarga	GTI	Telemática

Trabajo de Grado	Grupo de Investigación	Línea de Investigación
de contenidos en modo Push.		
Diseño de una arquitectura basada en computación grid para la gestión de repositorios de objetos de aprendizaje online de acceso público.	PRISMA	Tecnología y Sociedad
Hermes, prototipo basado en servicios de localización, para la sugerencia de puntos turísticos	PRISMA	Tecnología y Sociedad
Implementación digital de métodos ópticos de encriptación para transmisión de imágenes.	GINCAP	Óptica aplicada y tratamiento de señales
Modelo empírico que permite evaluar el rendimiento de la red LAN basada en el estándar <i>Homeplug</i> para la transmisión de voz sobre el protocolo IP.	GTI	Telemática
Orientaciones en educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en la educación superior colombiana dirigidas a un programa de posgrado en telemática.	GPS	Pensamiento Sistémico y Educación
Propuesta de arquitectura para la incorporación de ambientes <i>m-learning</i> .	PRISMA	<i>E-learning</i> y materiales educativos computarizados
Prototipo electrónico electoral (e-vote) con seguridad SSL/TLS e IPSEC.	GTI	Telemática
Reconstrucción 3D del torso humano a 360° de observación mediante la técnica de proyección de franjas.	GINCAP	Óptica aplicada y tratamiento de señales

Fuente: Facultad de Ingeniería de Sistemas, Programa Maestría en Telemática – UNAB.

En los tres programas académicos en nivel de maestría presentados, se pudieron encontrar tanto diferencias como semejanzas significativas.

Las diferencias halladas, pueden ser apreciadas en el plan de estudios del programa académico. Es decir, de acuerdo al enfoque de la maestría se definen los cursos que conforman el módulo. Para el caso del Programa Maestría en Telemática de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, los estudiantes del enfoque en profundización en el módulo de profundización matriculan los cursos Optativos. Por su parte, los estudiantes que cursan maestría en investigación en el módulo de profundización estarán cursando las denominadas Temáticas de Investigación.

Existen semejanzas en lo referente a cantidad de créditos del programa (50 en total), duración en semestres del programa y objetivo principal de los programas académicos, en cuanto a la formación integral de profesionales capaces de promover desarrollo tecnológico pertinente y apropiado en el área de la telemática y las telecomunicaciones en el contexto colombiano.

Cabe destacar, los escenarios de desempeño de los profesionales egresados de los Programas de Maestría estudiados, los cuales se enumeran como sigue: (i) Departamentos de I+D; (ii) Centros de desarrollo tecnológico; (iii) Departamentos de ingeniería, (iv) Centros de investigación en Universidades; entre otros. Algunas de las actividades que pueden ser llevadas a cabo por los Ingenieros en tales escenarios son: (i) Investigación en telemática; (ii) Diseño e implementación de soluciones telemáticas pertinentes y adecuadas y; (iii) Formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en telemática.

A modo de cierre, vale la pena resaltar la importancia de la formación de Ingenieros en el campo de la telemática en el país. La telemática contribuye al desarrollo de la sociedad posibilitando el crecimiento económico del contexto colombiano, en la medida en que los sistemas telemáticos<sup>20</sup> son incorporados en el sector educativo, en el sector salud, las empresas y el gobierno.

A través de los sistemas telemáticos es posible intercambiar información, y conceptos como *e-commerce*, *m-mobile*, *e-learning* y telemedicina han cobrado relevancia en la sociedad actual, y su uso comienza a masificarse gracias al desarrollo acelerado de Internet y sus múltiples aplicaciones. El uso de tales aplicaciones, permite que los usuarios del sistema puedan gestionar el tiempo de forma adecuada, acceder a la sociedad de la información y el conocimiento, adquirir productos y servicios desde la comodidad de sus hogares o empresas, y recibir atención médica especializada a través de un modelo innovador en medicina, denominado medicina a distancia o telemedicina.

Sin embargo, para que los sistemas telemáticos puedan funcionar de modo óptimo, es necesaria la existencia de Ingenieros con formación en Telemática, que lideren procesos de innovación y desarrollo tecnológico de carácter endógeno. Lo anterior con el fin, de implementar en el país sistemas telemáticos pertinentes y adecuados al contexto, capaces de resolver problemáticas del entorno y satisfacer las necesidades de los usuarios.

---

<sup>20</sup> Un sistema telemático se refiere a la interconexión de dispositivos de red (por ejemplo, enrutadores) y dispositivos de usuario final (por ejemplo, computadores) mediante el uso de medios de transmisión guiados (par trenzado, cable coaxial, fibra óptica) o no guiados (el medio de propagación es el aire) para permitir la comunicación entre emisor y receptor.

En la siguiente sección, se hará mención de un caso de estudio sobre formación para la investigación en el campo de la Telemática, en un Semillero de Investigación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

#### 4.2.3 Formación para la investigación en telemática: Un caso de estudio

El Programa Maestría en Telemática de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, cuenta con el soporte de los Grupos de Investigación GTI –Grupo de Investigación Tecnologías de Información, GPS –Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico, PRISMA –Grupo de Investigación Preservación e Intercambio Digital de Información y Conocimiento y GINCAP –Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas; los cuales están adscritos al Centro de Investigación en Ingeniería y Organizaciones – CIIO.

Los grupos de investigación mencionados, acogen a los estudiantes del Programa Maestría en Telemática para realizar sus trabajos de grado en el marco de las actividades investigativas de los grupos. En este sentido, los estudiantes que pertenecen principalmente al enfoque investigativo de la maestría, se vinculan plenamente con las actividades de formación para la investigación. A modo de ejemplo, los estudiantes participan en seminarios, los cuales son realizados semanalmente. Los miembros pueden asistir al seminario de modo presencial o virtual.

Si bien, en el caso de formación para la investigación en telemática, el grupo GTI, cuenta con el Semillero de Investigación en Telemática – SINET. El propósito principal del Semillero es “incentivar la participación de jóvenes comprometidos con su formación en investigación científica y tecnológica, generando excelentes resultados que aporten a la solución de problemas relacionados con el área de las redes de computadoras y servicios telemáticos<sup>21</sup>”.

Entre las actividades realizadas por el Semillero de Investigación en Telemática que permiten cumplir su propósito en formación para la investigación, se encuentra el Seminario NetFPGA.

El seminario NetFPGA es una estrategia académica que busca integrar presencial y virtualmente actividades de docencia e investigación en redes de computadoras mediante el uso de la plataforma NetFPGA<sup>22</sup>. El objetivo del seminario es desarrollar capacidades científicas para la innovación en

---

<sup>21</sup> Centro de Investigación en Ingeniería y Organizaciones. Semilleros de Investigación, Semillero de Investigación en Telemática – SINET, 2013. Disponible en: <http://ciiio.unab.edu.co/investigaciones/semilleros>

<sup>22</sup> La plataforma NetFPGA fue creada por el grupo de *High-Performance Networking* de la Universidad de Stanford. Esta plataforma de hardware y software abierto permite desarrollar, en poco tiempo y a bajo costo, prototipos de dispositivos de red que operen a altas velocidades.

procesos de enseñanza-aprendizaje y en el desarrollo de nuevos dispositivos de redes de computadoras a partir de actividades de investigación. El desarrollo del seminario involucra la utilización de diferentes herramientas tecnológicas de colaboración. Por una parte se encuentran las herramientas que se utilizan de manera asíncrona como Moodle, Piazza y Facebook, y por otra parte las herramientas que operan de manera síncrona durante la realización del seminario, como conferencia Web y transmisión por Streaming (Guerrero, Jaimes, Carreño, & Lobo, 2013).

Luego de haber mostrado el caso de estudio del Semillero de Investigación en Telemática – SINET, en la siguiente sección se presentará una reflexión crítica sobre la pertinencia en el contexto colombiano, de las propuestas educativas identificadas en la revisión bibliográfica mundial realizada en Programas de Posgrado en Telemática.

#### 4.2.4 Reflexión crítica: pertinencia en el contexto colombiano de las propuestas educativas mundiales en programas de posgrado en telemática

Como se había mencionado anteriormente, la Educación en Tecnología hace referencia a la disciplina que permite comprender en el contexto educativo la tecnología como fenómeno cultural y como creación humana para satisfacer las necesidades de los habitantes del planeta.

Si bien, en los Programas de Ingeniería en los niveles de pregrado y posgrado, la Educación en Tecnología se constituye en la base para promover la innovación y el desarrollo tecnológico de un país. En este sentido, la Educación en Tecnología en los diversos niveles de formación en el área de la Ingeniería en el campo de la Telemática principalmente, ha de contribuir con el desarrollo y fortalecimiento de la sociedad.

La sociedad colombiana se caracteriza por importar productos tecnológicos generados en otros contextos, como por ejemplo productos correspondientes a Tecnologías de la Información y Comunicación. Tal comportamiento obedece a que en el país, la educación superior no está promoviendo la formación de profesionales para desempeñarse en proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. Por el contrario, se forman profesionales limitados al mantenimiento tecnológico de sistemas telemáticos, que no poseen habilidades como la curiosidad y la capacidad de investigación para cuestionarse sobre la tecnología y comprender su funcionamiento.

La Telemática es un campo del conocimiento de especial importancia en Colombia y el mundo, debido a que su adecuado uso en la sociedad posibilita el crecimiento económico de los países. El mercado de las telecomunicaciones, que incluye a los productos y servicios telemáticos, es un mercado en permanente evolución. Así mismo, existen países y/o regiones que lideran tal mercado, y adicionalmente se han caracterizado por liderar el desarrollo de estándares tecnológicos, a saber:

Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. La adopción de estándares por parte de los países, depende en gran medida de su ubicación y su pertinencia a la esfera de los países o regiones creadores de estándares.

Luego de haber identificado la relación existente entre educación superior, educación en tecnología, desarrollo tecnológico e innovación y telemática, y con base en la revisión de la literatura realizada, a continuación se presentarán semejanzas, así como diferencias en el tema educación de posgrado para la innovación tecnológica en telemática en el mundo y en Colombia.

- Los términos claves de los trabajos de investigación consultados a nivel mundial y en Colombia son: (i) Desarrollo tecnológico; (ii) Educación en tecnología; (iii) Educación superior; (iv) Innovación científica y; (v) Telemática. De tal modo, se percibe un vínculo directo entre estos términos: En la educación superior, a través de la asignatura educación en tecnología es posible contribuir con el desarrollo tecnológico y la innovación científica en Ingeniería, especialmente en el campo de la telemática.
- Existe consenso entre los autores, en cuanto a la necesidad de vincular el sector empresarial y el gobierno con las actividades llevadas a cabo en las universidades, para promover el desarrollo tecnológico e innovación principalmente en el campo de la telemática. Aunque en las universidades en los programas de pregrado y posgrado (especialización, maestría, doctorado) los estudiantes adquieren bases teóricas y refuerzan la teoría mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio; es necesario que el futuro profesional en Ingeniería tenga acceso y se enfrente a situaciones reales, las cuales se presentan en el sector empresarial. En cuanto al gobierno, su presencia en el proceso corresponde a la financiación de estrategias y proyectos que contribuyan en la formación de Ingenieros para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- Para que el estudiante pueda desenvolverse plenamente en su vida profesional y logre cumplir a cabalidad con su labor de Ingeniero, se requiere el cultivo de habilidades en los estudiantes desde la educación, particularmente desde la Educación en Tecnología. En la profesión de la Ingeniería, la cual permite que el conocimiento generado pueda convertirse en algo práctico para beneficio de la sociedad, se necesitan habilidades especiales para lograr tal fin. De este modo, la Educación en Tecnología y las metodologías de enseñanza-aprendizaje implementadas, deben lograr despertar en los estudiantes habilidades tales como: (i) Creatividad; (ii) Capacidad de innovación; (iii) Curiosidad; (iv) Capacidad de investigación; (v) Habilidades académicas; (vi) Pensamiento crítico y; (vii) Emprendimiento.

A continuación, se hará referencia a la oferta de programas académicos en Telemática a nivel internacional y nacional. Si bien, tomando en consideración la

permanente evolución que experimenta el mercado de las telecomunicaciones, se tienen los siguientes planteamientos:

- Los programas académicos en el área de la Telemática, fueron creados para formar profesionales capaces de participar en procesos de investigación, desarrollo e innovación de sistemas y servicios telemáticos, y satisfacer la demanda creciente de usuarios en cuanto a bienes y servicios del mercado de las telecomunicaciones se refiere.
- Los programas académicos requieren contar con una serie de estándares de calidad, para poder ser ofertados por las universidades y cumplir con las demandas de la sociedad. En el caso de Colombia, el Ministerio de Educación Nacional mediante Resolución Número 2773 de 2003 (Noviembre 13) y Decreto No. 1295 (20 de Abril de 2010) definió las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería y se organizó la oferta de programas de posgrado, respectivamente.
- A nivel internacional, se encuentra la organización ABET para la acreditación de programas de educación universitaria o terciaria en disciplinas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnología. En Colombia dos programas académicos de Ingeniería de Sistemas pertenecientes a la Universidad de los Andes y la Universidad del Norte han sido acreditados. Sin embargo, en el nivel de maestría no se reportan a la fecha programas académicos acreditados en telemática y áreas afines.
- A nivel mundial, se escogieron cinco programas académicos en telemática y áreas afines para identificar sus principales características en metodologías de enseñanza-aprendizaje, currículo educativo, planes de estudio y formación para la investigación. En tales programas, se destacan las siguientes características: (i) Fundamentación teórica sólida; (ii) Fundamentación práctica sólida; (iii) Formación en investigación; (iv) Vínculo universidad-industria y; (v) Fomento de habilidades en los estudiantes. En el contexto colombiano, fueron objeto de estudio tres programas académicos de Maestría en Telemática, los cuales se enfocan en la formación de profesionales capaces de liderar procesos de investigación, desarrollo e innovación de productos y servicios telemáticos.

Lo estipulado a nivel mundial en Educación en Tecnología como base para la innovación y el desarrollo tecnológico en telemática, se considera como referente para el contexto colombiano teniendo en cuenta que los investigadores en el área a nivel internacional y nacional coinciden en los temas de estudio tratados: (i) Desarrollo tecnológico; (ii) Educación en tecnología; (iii) Educación superior; (iv) Innovación científica y; (v) Telemática.

Adicionalmente, las conclusiones presentadas por los autores, sugieren lo siguiente: (i) Existe la necesidad inminente de llevar a cabo una reforma educativa

en Ingeniería; (ii) La formación de ingenieros debe enfocarse adicionalmente al cultivo y fortalecimiento de habilidades y capacidades en los estudiantes que cursan niveles de pregrado y posgrado y; (iii) Se percibe la necesidad de establecer alianzas Universidad-Empresa y Universidad-Empresa-Gobierno para promover la innovación y desarrollo tecnológico de carácter endógeno.

Teniendo en cuenta el rol de la Educación en Tecnología para el progreso de los países, y con base en las características que identifican a un contexto en particular como generador o importador de tecnología en telemática y telecomunicaciones; a continuación se presenta una clasificación sobre el tipo de sociedades de acuerdo al nivel de vocación tecnológica que posee:

- Sociedad con vocación tecnológica en alto grado: Son sociedades que lideran la producción de bienes y servicios en telemática y telecomunicaciones. Llevan a cabo procesos de innovación tecnológica, el cual abarca cuatro fases: (i) La investigación; (ii) El desarrollo tecnológico; (iii) La aplicación y adopción y; (iv) El perfeccionamiento (Lara Rosano, 1999). Los productos y servicios que desarrollan, lideran el mercado de las telecomunicaciones, y generan ingresos millonarios por ventas. En adición, son sociedades dedicadas a la producción de estándares para la regulación de bienes y servicios telemáticos y de telecomunicaciones. Los ingenieros por su parte, se desempeñan como líderes de procesos de innovación.
- Sociedad con vocación tecnológica en mediano y bajo grado: Son sociedades que llevan a cabo procesos de innovación tecnológica para la producción de bienes y servicios endógenos. Sin embargo, realizan importaciones de tecnología exógena en mediana y baja proporción para su posterior adopción en el contexto. El proceso de adopción implica el análisis reflexivo sobre la pertinencia de la tecnología en el contexto, y la posible realización de modificaciones en caso de ser necesario. Los productos importados, provienen de sociedades con vocación tecnológica en alto grado, las cuales lideran el mercado de las telecomunicaciones. Lo mismo se aplica para la adopción de estándares. Tal decisión depende en gran medida de la ubicación geográfica de los países y su pertinencia a la esfera de los países líderes en producción de bienes, servicios y estándares en telemática y telecomunicaciones. Los ingenieros en este tipo de sociedades, se dedican a la investigación, participan en procesos de innovación y adicionalmente se dedican al mantenimiento de tecnologías de carácter exógeno.
- Sociedad sin vocación tecnológica: Son sociedades limitadas principalmente a la importación de productos tecnológicos de carácter exógeno, las cuales son implementadas de modo irreflexivo en el contexto, sin tomar en consideración las posibles consecuencias que su implementación traiga consigo a la sociedad. Los productos tecnológicos importados, provienen de las sociedades líderes en producción de bienes, servicios y estándares en telemática y telecomunicaciones. El papel

principal de los ingenieros en estas sociedades, corresponde al mantenimiento de tecnologías.

Según la clasificación anterior, la sociedad colombiana corresponde a la categoría “Sociedad con vocación tecnológica en mediano y bajo grado”. Si bien, aunque el país no ha logrado llegar al estado ideal para la puesta en marcha de modelos de investigación y modelos de innovación tecnológica que permitan la creación, desarrollo y producción en masa de productos tecnológicos en telemática pertinentes y adecuados al contexto, el país ha realizado esfuerzos para mantenerse vigente en el mercado de las telecomunicaciones.

De acuerdo a los datos aportados por el Banco Mundial, el porcentaje de las exportaciones de productos<sup>23</sup> de TIC realizadas por Colombia en 2011, fue del 0.1%. Para el mismo año, las exportaciones de servicios<sup>24</sup> de TIC fueron del 14,0%. Si bien, es posible apreciar una amplia diferencia entre exportación de productos y servicios. Tal diferencia responde a 13,9 puntos porcentuales. En contraste, en 2011 el porcentaje de las importaciones realizadas por el país de bienes de tecnologías de la información y comunicación TIC fue del 8,5%.

En cuanto a la cantidad de patentes presentadas en Colombia en el área de las telecomunicaciones y telemática durante el período 2010-2013, en el sistema de información de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC, se encontraron diez solicitudes de patentes. Para mayor información sobre las patentes presentadas en Colombia, revisar el Anexo B. Patentes presentadas en Colombia de telecomunicaciones.

Si se tiene en cuenta, que el mercado de las telecomunicaciones evoluciona de modo acelerado, y del mismo modo los usuarios de la tecnología son cada vez más exigentes en criterios como la usabilidad, confidencialidad y seguridad; se requiere que los profesionales de la telemática afronten el reto, y proporcionen al contexto colombiano innovaciones tecnológicas pertinentes y apropiadas, capaces de resolver los problemas existentes y satisfacer las necesidades de los usuarios finales.

---

<sup>23</sup> Datos consultados en el Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Exportaciones de productos de TIC (% de las exportaciones de productos). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.ICTG.ZS.UN>

<sup>24</sup> Las exportaciones de servicios de tecnología de la información y la comunicación incluyen servicios de comunicaciones y computación (servicios de telecomunicaciones y de correo postal y mensajería) y servicios de información (datos electrónicos y operaciones de servicios relativos a la transmisión de noticias). Datos consultados en el Banco Mundial, Trabajamos por un mundo sin pobreza. Indicador: Exportaciones de servicios de TIC (% de servicios, balanza de pagos). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/BX.GSR.CCIS.ZS>

Lo anterior puede ser logrado desde la Educación en Tecnología en programas de posgrado en Telemática, la cual debe ser fortalecida en los siguientes aspectos:

- En el contexto educativo se requiere la masificación y uso pertinente y adecuado de las tecnologías de la información y comunicación, para garantizar que los miembros de la comunidad universitaria (profesores, investigadores, estudiantes) puedan acceder a la Sociedad de la Información y el Conocimiento<sup>25</sup>.
- La capacitación permanente a profesores es necesaria, para lograr la aplicación de nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, y propiciar el cambio en la educación en tecnología.
- Los profesores de los programas de posgrado en Telemática, necesitan actualización permanente de conocimientos, a causa de la constante evolución del sector y las tendencias del mercado de las telecomunicaciones.
- La formación en educación en tecnología debe garantizar la creación de una base sólida de conocimientos en los estudiantes, la cual se complementa con clases prácticas en laboratorios de telemática y telecomunicaciones.
- El establecimiento de alianzas entre los programas académicos de Maestría en Telemática con el sector industrial de las telecomunicaciones, se consolida como estrategia para permitir que los estudiantes pongan en práctica sus conocimientos para la detección de problemas propios del contexto colombiano, y proponer soluciones pertinentes y adecuadas.
- La Educación en Tecnología debe cumplir su rol como curso orientado a la comprensión de la tecnología por parte de los estudiantes. En este sentido es necesario re-orientar el rol del Ingeniero como gestor de la innovación y desarrollo tecnológico, y no como un profesional limitado al mantenimiento tecnológico.

Con base en las similitudes halladas en las investigaciones consultadas a nivel internacional y nacional, y de las propuestas educativas de programas académicos en Telemática de universidades líderes en Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación, a continuación se presentarán las orientaciones formuladas en educación en tecnología para potenciar la formación para el desarrollo tecnológico y la innovación en Telemática en el contexto colombiano.

---

<sup>25</sup> Información y conocimiento son dos términos complicados de entender. Pero estando inmersos en una sociedad en la que hay grandes cantidades de información, lo ideal es que el individuo se apropie de dicha información, la asimile y la transforme en conocimiento.

#### 4.3 ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN TELEMÁTICA

Teniendo en consideración la situación dominante en Colombia en cuanto a innovación y desarrollo tecnológico en Telemática se refiere, se tiene que una posible alternativa-solución a tal problemática, radica en la Educación en Tecnología en ese campo.

Los Programas de Maestría en Telemática ofertados en Colombia, dirigen sus esfuerzos hacia la formación de profesionales integrales que puedan participar en procesos de innovación tecnológica, así como de adaptación y asimilación de sistemas y servicios telemáticos. A continuación se plantean los propósitos para el área de la Telemática en Colombia desde la Educación en Tecnología:

##### *Formar ingenieros con “afán” de búsqueda sentido*

Los contenidos y metodologías de enseñanza-aprendizaje empleadas en Educación en Tecnología deben contribuir a la formación de ingenieros con sentido de innovación e investigación, orientados al desarrollo tecnológico y la generación de conocimiento; quienes frecuentemente se cuestionan sobre la tecnología, y participan en procesos que permiten comprender en profundidad las funcionalidades y estructura de los productos tecnológicos existentes. La curiosidad y la creatividad son habilidades necesarias para llevar a cabo una profunda exploración y reconocimiento de la tecnología.

##### *Promover la formación de ingenieros líderes en procesos de innovación*

La Educación en Tecnología busca formar profesionales de la ingeniería en telemática conscientes de su papel en la sociedad como creadores de soluciones pertinentes y adecuadas al contexto colombiano. Lo anterior, teniendo en cuenta que la telemática y las telecomunicaciones son el motor de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. Por ende, se requiere la promoción de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación en ese campo.

Esto requiere, el despertar y fortalecimiento de habilidades y capacidades propias de los ingenieros, para la ejecución de proyectos encaminados al desarrollo de nuevos productos y servicios en el sector de la telemática y las telecomunicaciones.

##### *Contribuir a la construcción de una sociedad con vocación tecnológica*

Atendiendo la realidad existente en el contexto colombiano, asociada a los bajos niveles de generación de conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación en Telemática, la Educación en Tecnología se constituye en base para afrontar tal problemática. Es a partir de la Educación en Tecnología que se pretende potenciar

la capacidad de autogeneración de productos culturales endógenos en telemática y telecomunicaciones, que respondan a las necesidades del contexto colombiano.

En este sentido, para que Colombia pueda consolidarse como sociedad innovadora se requiere la creación de alianzas estratégicas entre Universidad, industria y Gobierno para garantizar el desarrollo de productos e innovaciones tecnológicas de alta calidad, que permitan resolver los problemas y atender las necesidades detectadas en el país.

#### *Apoyar la industria colombiana en telemática y telecomunicaciones*

La existencia de ingenieros con formación en nivel de maestría en telemática, que se desempeñan en procesos de innovación para el desarrollo de nuevos productos tecnológicos y servicios de carácter endógeno, permite el fortalecimiento de la industria nacional. En este sentido, las problemáticas y necesidades propias de la sociedad colombiana son atendidas. Lo anterior repercute de modo positivo en la economía del sector industrial del país, ya que la industria colombiana obtiene mayores ingresos por concepto de venta de bienes y servicios, lo cual garantiza el crecimiento de la industria nacional de tecnología en telemática y telecomunicaciones.

Con base en los propósitos establecidos para fortalecer el campo de la Telemática en Colombia desde la educación, a continuación se presentan algunas orientaciones en Educación en Tecnología para un Programa de Maestría en el área de la Telemática:

#### *Orientación en Educación en Tecnología No. 1:*

La Educación en Tecnología en los Programas de Posgrado en Telemática, debe favorecer la comprensión de la tecnología por parte de los estudiantes. Por ende es necesario re-orientar los siguientes aspectos: (i) El rol de la Educación en Tecnología en los programas de posgrado como base para el desarrollo tecnológico y la innovación en Colombia; (2) La actuación del ingeniero en la sociedad colombiana como gestor del desarrollo tecnológico e innovación en telemática, y no solamente como un profesional limitado al mantenimiento de tecnología de carácter exógeno.

Lo anterior, con el fin de que la tecnología sea considerada como parte esencial del conocimiento de los estudiantes de Programas de Maestría en Telemática y áreas afines. Así mismo, rescatar el valor de la Ingeniería en la sociedad.

Los profesores a cargo de los cursos del Programa de Maestría, deben ser profesionales de la enseñanza ubicados en la punta del conocimiento, dedicados a la labor investigativa y conocedores de la importancia e impacto de la tecnología en la sociedad actual. De igual modo, se plantea la realización de conferencias magistrales a cargo de investigadores que se desempeñan en el sector industrial.

### *Orientación en Educación en Tecnología No. 2:*

La re-orientación de la Educación en Tecnología en los Programas de Posgrado en Telemática requiere la puesta en marcha de una reforma educativa en Ingeniería que implica el desarrollo de las siguientes modificaciones:

- Rediseño del plan de estudios de los Programas de Maestría en Telemática. El nuevo plan de estudios está encaminado al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes, mientras desarrollan el pensamiento crítico y habilidades de presentación oral y escrita; así como el despertar de la curiosidad y el espíritu creativo.
- Rediseño y creación de cursos para la enseñanza de telemática y áreas afines en Educación en Tecnología, que garantice la formación de Ingenieros competentes en el contexto nacional e internacional. El contenido programático de los cursos, debe contener actividades para que el estudiante proponga soluciones pertinentes y adecuadas a problemas reales propios del contexto colombiano.
- Rediseño y creación de prácticas de laboratorio encaminadas al desarrollo de habilidades y competencias en los estudiantes que les permitan desempeñarse como líderes de procesos de innovación tecnológica en el campo de la telemática.
- Desarrollo de seminarios en los que puedan participar los estudiantes del Programa de Maestría en Telemática, para presentar los avances y resultados de sus actividades investigativas; llevar a cabo debates sobre la investigación, desarrollo tecnológico e innovación en telemática, y discutir sobre las tendencias del mercado de las telecomunicaciones en Colombia y el mundo.
- Planeación de visitas a otras Universidades y Programas de Posgrado en Telemática, para conocer la forma en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en tales instituciones educativas, así como el establecimiento de alianzas entre Universidades.
- Masificación del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje en los Programas de Maestría en Telemática.

### *Orientación en Educación en Tecnología No. 3:*

La Educación en Tecnología en los Programas de Posgrado en Telemática se enfoca principalmente al cultivo y fortalecimiento de capacidades y habilidades. Con tales habilidades, los estudiantes serán capaces de tomar decisiones y aplicar apropiadamente la tecnología. En este punto, el ingeniero debe ser capaz de identificar las diversas variables que causan un problema, así como los efectos, y direccionar sus esfuerzos hacia la actividad investigativa, la generación de conocimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico.

Las habilidades que deben caracterizar a los Ingenieros en el área de la Telemática, se enumeran como sigue: (i) Creatividad; (ii) Capacidad de innovación; (iii) Curiosidad; (iv) Capacidad de investigación; (v) Habilidades académicas; (vi) Pensamiento crítico y; (vii) Emprendimiento.

#### *Orientación en Educación en Tecnología No. 4:*

La investigación es una actividad en la cual han de participar los estudiantes de los Programas de Maestría en Telemática. La investigación en Ingeniería, es un proceso que inicia con la curiosidad sobre determinada situación problemática o necesidad que aqueja a la sociedad. Cuando la necesidad o el problema es detectado, a través de la Ingeniería se busca el desarrollo e implementación de una solución pertinente y apropiada al contexto colombiano.

La importancia de la formación en investigación de los estudiantes de Ingeniería, radica en que uno de los propósitos de los Programas de Maestría en Telemática, es proveer de información y entrenamiento apropiado a los estudiantes para desempeñarse principalmente en la academia o en la industria telemática y de telecomunicaciones.

Es indispensable, realizar seguimiento y evaluación permanente a las actividades investigativas de los estudiantes, con el fin de conocer los avances de las ideas de investigación, así como su impacto en el mercado de las telecomunicaciones. Lo anterior implica el desarrollo de socializaciones permanentes de las investigaciones.

#### *Orientación en Educación en Tecnología No. 5:*

La creación y fortalecimiento de vínculos entre Universidad-Empresa y Universidad-Empresa-Gobierno, es un aspecto crucial para favorecer las actividades de aprendizaje de los estudiantes de los Programas de Maestría en Telemática, de tal modo que se pueda promover el desarrollo de las siguientes actividades:

- Visitas al sector empresarial e industrial, para conocer el funcionamiento de la empresas, así como los la procesos de innovación en telemática y telecomunicaciones que se llevan a cabo al interior de la organización.
- Asistencia a conferencias precedidas por Ingenieros e Investigadores del sector industrial.
- Convenios para el desarrollo de pasantías en el sector empresarial e industrial.
- Financiación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación.
- Asignación de recursos económicos por parte del gobierno colombiano para la formación de estudiantes de Ingeniería en niveles de maestría.

- Asignación de recursos para movilidad a nivel nacional e internacional de estudiantes y profesores, y dar soporte a iniciativas que proporcionen visibilidad internacional.

## 5. CONCLUSIONES

A la vista del trabajo realizado en este proyecto de investigación, fue posible confirmar la importancia de la Educación en Tecnología en los Programas de Posgrado en Telemática, debido a que ésta proporciona las herramientas necesarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje conducente a la formación de Ingenieros con capacidad de investigación e innovación, capaces de participar en procesos de innovación tecnológica en telemática.

Los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto, permitieron conocer la situación académica global en educación en ingeniería, específicamente en los programas de posgrado en telemática y áreas afines. Entre los aspectos identificados, se encuentran los objetivos primordiales y enfoque del programa, los métodos de enseñanza-aprendizaje utilizados y los cursos fundamentales de los planes de estudios.

Para el caso del contexto colombiano, el diagnóstico realizado sobre la situación en el país en el tema educación en tecnología para promover la innovación y el desarrollo tecnológico en telemática; deja percibir los esfuerzos realizados principalmente por las Universidades para formar profesionales con capacidad de investigación e innovación en telemática y por otra parte los planes implementados por el Gobierno Nacional, con miras a promover la masificación, uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el territorio nacional. Uno de los deberes del Gobierno Nacional, está relacionado con la inversión que se realiza en el sector educativo y los recursos económicos para el apoyo de la ciencia y tecnología en el país.

Una de las estrategias para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje en Programas de Ingeniería en nivel de maestría principalmente, corresponde al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación –TIC, para incrementar la calidad, eficiencia y difusión de la Educación en Tecnología. Adicionalmente, el aprendizaje basado en el estudio de problemas de la vida real, es un camino efectivo para la enseñanza en ingeniería, ya que los estudiantes, requieren de habilidades como la creatividad y capacidad de investigación, para lograr proponer, diseñar e implementar posibles soluciones a problemas identificados.

Sin embargo, para que la Educación en Tecnología en el contexto colombiano logre promover en los estudiantes el interés por comprender la tecnología, su funcionamiento y aplicación, y se conviertan en líderes de procesos de innovación y desarrollo tecnológico en telemática; es necesaria la realización de una reforma educativa en Ingeniería que posibilite el cultivo de habilidades propias de los Ingenieros –curiosidad, creatividad, capacidad de investigación, capacidad de innovación, pensamiento crítico, emprendimiento y habilidades académicas.

La reforma educativa en los Programas de Ingeniería en Telemática en niveles de pregrado y posgrado requiere una profunda revisión y rediseño de cursos, planes de estudio y actividades académicas e investigativas. Algunos de los aspectos que han de ser tomados en consideración para lograr tal reforma educativa se enumeran a continuación:

- El plan de estudios para Programas de Maestría en Telemática debe adecuarse a los permanentes cambios que se experimentan en el campo de la telemática. Por ende, el contenido programático de los cursos requiere actualización permanente, en el cual se puedan tratar temáticas reales y de actualidad; para brindarle a los estudiantes conocimientos de reciente publicación en el área académica, así como la presentación de las nuevas tecnologías que están impactando el mercado de las telecomunicaciones. Lo anterior, sugiere que los profesores deben estar en permanente documentación y aprendizaje para mantenerse en la punta del saber y llevar a cabo su labor como formadores de futuros profesionales de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación en telemática.
- La Educación en Tecnología en los Programas de Posgrado en Telemática debe brindarle a los estudiantes orientaciones que les permitan comprender la tecnología como fenómeno cultural y creación humana que atiende las necesidades de la sociedad y eleva el nivel de bienestar. En este caso, corresponde al estudio de tecnologías pertenecientes al área de la telemática y las telecomunicaciones.
- Uso masivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC, para el desarrollo de las clases, prácticas de laboratorio, seminarios y desarrollo de proyectos de investigación con apoyo de Grupos de Investigación y Semilleros de Investigación. La incorporación de las TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje en educación superior tiene un impacto significativo en la formación de los estudiantes y en el fortalecimiento de sus habilidades profesionales en telemática y telecomunicaciones para dedicarse a actividades investigativas o desempeñarse en el sector industrial.
- Desarrollo de prácticas de laboratorio especializadas, que requieren el uso de equipos e instrumentos de alta precisión para la experimentación con sistemas telemáticos y de telecomunicaciones.
- Asistencia y participación activa en seminarios impartidos por Grupos de Investigación para compartir las experiencias y avances en la labor

investigativa. El objetivo principal de los seminarios, es el desarrollo de debates con enfoque sistémico sobre la importancia de la tecnología en la sociedad, y la necesidad de formar ingenieros con perfil investigativo capaces de afrontar las problemáticas existentes en telemática y telecomunicaciones en el contexto colombiano

- Visitas programadas a distintos Campus Universitarios para interactuar con estudiantes de Ingeniería en Telemática y áreas afines, compartir experiencias y establecer alianzas de carácter académico e investigativo.
- Visitas programadas al sector industrial para que los estudiantes tengan contacto con las actividades llevadas a cabo en la industria telemática y de telecomunicaciones. El propósito principal de tales visitas, es el establecimiento de vínculos entre la academia y el sector industrial para promover actividades conjuntas en el ámbito investigativo, la innovación y desarrollo tecnológico en telemática y áreas afines.

Para la formulación de las orientaciones en Educación en Tecnología aplicables a un Programa de Posgrado en Telemática, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La situación existente a nivel mundial en innovación y desarrollo tecnológico en telemática y telecomunicaciones. Los países líderes del mercado de las telecomunicaciones están en permanente competencia para mantenerse en los primeros lugares del ranking de innovación tecnológica mundial. Una de las condiciones que ha permitido que se lleven a cabo procesos de innovación tecnológica en los países, es la cantidad de Ingenieros con que cuenta determinado contexto.
- La situación dominante en la sociedad colombiana, en cuanto al alto índice de importación de productos tecnológicos y servicios de carácter exógeno para la implementación de sistemas telemáticos y de telecomunicaciones.
- El interés de los investigadores en el área de Educación en Ingeniería y Educación en Tecnología, deja entrever la preocupación existente en la comunidad científica para lograr que Colombia sea un país generador de conocimiento, así como productor de tecnología pertinente y adecuada. En este sentido, el país podría ser más competitivo en el mercado de las telecomunicaciones.
- La formulación e implementación de un modelo educativo que se adapte a la sociedad colombiana, es un largo camino que requiere cooperación entre los miembros de la comunidad científica. La implementación de un nuevo modelo educativo para la enseñanza en Ingeniería, es la base para iniciar un cambio profundo en la formación de Ingenieros con perfil investigativo capaces de liderar procesos de innovación.

Las orientaciones formuladas en Educación en Tecnología para un Programa de Posgrado en Telemática, están dirigidas a cubrir cinco aspectos principales, a saber: (i) Re-orientación del papel de la Educación en Tecnología en los

Programas de Posgrado en Telemática; (ii) Propuesta para el desarrollo de una reforma educativa en Ingeniería; (iii) Cultivo y fortalecimiento de habilidades y capacidades propias de los Ingenieros que se desempeñan en telemática y telecomunicaciones; (iv) Fomento de la actividad investigativa en Ingeniería al interior de los Programas de Maestría en Telemática y; (v) Establecimiento de vínculos profundos entre Universidad-Empresa y Universidad-Empresa-Gobierno para promover la innovación y el desarrollo tecnológico en el campo de la telemática en Colombia.

Tales orientaciones en Educación en Tecnología para el campo de la Telemática, se convierten en un primer acercamiento para replantear el papel de la Ingeniería en el contexto colombiano y consolidar a Colombia como una sociedad con vocación tecnológica

## 6. RECOMENDACIONES

El desarrollo de la investigación en el tema educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en telemática, implicó el desarrollo de una revisión sistemática de la literatura a nivel internacional y nacional que permitiera conocer los trabajos existentes en el área y las experiencias en educación en ingeniería y en educación en tecnología en países como Estados Unidos, China, Irlanda y México. De igual modo, fue de especial importancia la búsqueda de programas académicos en telemática y áreas afines en niveles de pregrado y posgrado que han sido acreditados por ABET, y los cuales son ofertados por universidades que lideran el ranking mundial de universidades en Ciencias de la Computación y en Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación.

Así mismo, fue importante revisar el estado actual del campo de la telemática y las telecomunicaciones en Colombia, destacando la importancia de esta rama del conocimiento en la sociedad actual y su relación con otras áreas del conocimiento.

Adicionalmente, vale la pena mencionar que luego de haberse realizado el debido proceso investigativo que permitió dar cumplimiento a los objetivos del proyecto de investigación; han surgido nuevos interrogantes los cuales deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo de próximas investigaciones, que permitan dar continuidad al tema de investigación educación en tecnología para el desarrollo tecnológico y la innovación en telemática en el marco de la línea de investigación en Pensamiento Sistémico y Educación del Grupo de Investigación en Pensamiento Sistémico –GPS.

Entre las nuevas preguntas de investigación que surgen, las cuales para ser resueltas requieren de una ardua labor investigativa acompañada del desarrollo de permanentes reflexiones críticas sistémicas, se encuentran:

¿Cuáles pedagogías son las más adecuadas para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en programas de posgrado en telemática?

¿Cuáles habilidades deben poseer los profesores de los programas de maestría en telemática para lograr promover en sus estudiantes capacidad de investigación, capacidad de innovación y creatividad?

¿Cómo pueden los programas de maestría en telemática enfrentarse al permanente cambio tecnológico en el área?

A continuación se describen las posibles extensiones del trabajo de investigación, que establecen nuevos caminos los cuales pueden ser abordados en un futuro próximo:

- La puesta en práctica de las orientaciones en educación en tecnología formuladas, corresponde a una segunda etapa del proyecto de investigación. Lo anterior, con el fin de lograr implementar las orientaciones y a través de un seguimiento detallado, conocer su impacto en el Programa Maestría en Telemática de la Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB.
- El desarrollo de orientaciones en Educación en Tecnología, que puedan ser aplicadas en programas de Pregrado en Telemática, así como en otras áreas de la Ingeniería; es una posible tarea a realizar. Esto con el fin de fortalecer la formación para la innovación y el desarrollo tecnológico en todas las áreas de la Ingeniería.
- El fomento de habilidades en los estudiantes de los Programas de Maestría en Telemática, es una tarea de especial cuidado. Por ende se requiere el diseño de cursos y materiales educativos propios de la Ingeniería que permitan el uso de la creatividad para la solución de problemas en el área de estudio, así como el uso de ideas creativas por parte del docente para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje. Sería estratégica la revisión de teorías pedagógicas como el constructivismo y su aplicación en Educación en Ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

ABET. (2013a). *INC. 2013*. From [www.abet.org](http://www.abet.org)

ABET. (2013b). *Criteria for accrediting computing programs. Effective for Reviews During the 2014-2015 Accreditation Cycle*.

ABET. (2013c). *Criteria for accrediting engineering programs. Effective for Reviews During the 2014-2015 Accreditation Cycle*.

ACM. (2013). *DL Digital Library*. Obtenido de <http://dl.acm.org/ccs.cfm>

Aibar Puentes, E. (Julio de 2001). *Fatalismo y tecnología ¿Es autónomo el desarrollo tecnológico?* Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de Disponible en: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107026/aibar.html>

ARWU. (2013). *Academic Ranking of World Universities*. Obtenido de <http://www.shanghairanking.com/index.html>

ASEE. (2012). *Innovation with impact. Creating a Culture for Scholarly and Systematic Innovation in Engineering Education*.

Auer, M. (2012). The international society of engineering education (IGIP) and the new pedagogic challenges in engineering education. *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings* .

Ávalos-Villareal, E. (2013). Technology policies for education systems. *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the ISSS-2012, San Jose, CA, USA* .

Azadivar, F. (2007). Rewards and challenges of utilizing university research/economic development centers for enhancing engineering education. *ASEE Annual Conference & Exposition* .

Banco Mundial. (2013). *Datos*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de El banco mundial, trabajamos por un mundo sin pobreza: <http://datos.bancomundial.org/indicador>

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.

Bush, V. (1945). *Science: The endless frontier*. Office of Scientific Research and Development.

Cabrera Cruz, J., Guerrero, C., & Parra Sánchez, D. (30 de Agosto de 2013). *Educación de posgrado para la innovación tecnológica pertinente y adecuada. Estado del arte y orientaciones para la educación en el campo de la telemática*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Acofi papers, WEEF 2013 Cartagena:  
<http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/607/72>

Ciampi, M. (2011). Awareness of social impact of engineering: The task for engineering schools? *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings* .

CISCO. (2013). *Cisco Systems, Inc*. Retrieved 2013 22- Noviembre from <http://www.cisco.com/web/CO/index.html>

COLCIENCIAS. (2013). Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de COLCIENCIAS Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación: <http://www.colciencias.gov.co>

CSL. (2013). *Stanford Computer Systems Laboratory*. Obtenido de <http://csl.stanford.edu/index.html>

CTS+I, Revista Iberoamericana. (23 de Noviembre de 2010). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. Recuperado el 13 de Octubre de 2013, de <http://www.oei.es/revistactsi/index.html>

Da Rocha Brito, C. (2011). The discussions after the Bologna process in Europe: The global engineer. *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings* .

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. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 8331-8342.

educ.ar. (04 de Agosto de 2008). *La tecnología en el campo educativo*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de La tecnología en el campo educativo - Recursos educ.ar: <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=90640>

Elster, J. (2000). *El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. (M. Mizraji, Trad.) Gedisa.

Fuenmayor, R. (2000). *Sentido y sinsentido del desarrollo*. Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones.

García González, F. (2012a). *Conceptos sobre innovación. Contribución al análisis PEST (Política, Economía, Sociedad, Tecnología). "Plan estratégico 2013-2020"*. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

García González, F. (2012b). *Una mirada a la formación en ingeniería en el contexto internacional. Contribución al análisis PEST (Política, Economía, Sociedad, Tecnología). "Plan estratégico 2013-2020"*.

GII. (2013). *The Global Innovation Index 2013. The Local Dynamics of Innovation*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2013, de <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>

Gilbert, J. (1995). Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias* , 1 (13), 15-24.

Godfrey, D. (2006). A new approach to teaching introduction to electrical engineering at the United States coast guard academy. *ASEE Annual Conference & Exposition* .

Guerrero, C. D., Jaimes, M. F., Carreño, Y., & Lobo, A. (2013). *NetFPGA: Docencia e investigación para la innovación en redes de computadoras*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de ACOFI - Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería: <http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/163/61>

Harvard School of engineering and applied sciences. (2013). *Institute for applied computational science*. Recuperado el 24 de Junio de 2013, de Master of Science Degree: <http://iacs.seas.harvard.edu/master-of-science-in-cse>

Ibeh, C. (1999). The term (project) paper: A viable instructional tool for undergraduate engineering and technological education. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 5123-5133.

Islam, R. (2012). Engineering and technology education in Bangladesh: comparative study of the public and private universities for problems and prospects. *ASEE Annual Conference & Exposition, Conference Proceedings* .

Jackson State University. (2013). *Graduate Faculty in Computer Engineering*. Recuperado el 24 de Junio de 2013, de Graduate Engineering Program:

<http://www.jsu.edu/gradengineering/feng-wang-ph-d/graduate-faculty-in-computer-engineering/>

Keating, D. (1999). An innovative strategy to integrate relevant graduate professional education for engineers in industry with continual technological innovation. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 691-708.

Keating, D. (2004). Enabling the U.S. engineering workforce to perform: building a culture for technological innovation and leadership in professional graduate engineering education. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 4625-4636.

Lara Rosano, F. (1999). *Actores y procesos en la innovación tecnológica* (Vol. 7).

Ley 30 de Diciembre 28 de 1992. (1992). *Congreso de Colombia*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Organizacion de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: [http://www.oei.es/quipu/colombia/Ley\\_educ\\_superior.pdf](http://www.oei.es/quipu/colombia/Ley_educ_superior.pdf)

López Cerezo, J., & Valenti, P. (1999). Educación Tecnológica en el siglo XXI. *Revista Polivalencia*, N° 8. Octubre - Noviembre , Recuperado el 26 de Noviembre de 2012, de <http://www.oei.es/salactsi/edutec.htm>.

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.

Manhire, B. (2002). Engineering education in the Netherlands. *ASSE Annual Conference & Exposition* .

McHenry, A. (2005). Constructivism: the learning theory that supports competency development of engineers for engineering practice and technology leadership through graduate education. *ASEE Annual Conference & Exposition* .

MEN. (20 de Abril de 2010). *Decreto No. 1295, 20 de Abril de 2010*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Ministerio de Educación Nacional: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-229430\\_archivo\\_pdf\\_decreto1295.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-229430_archivo_pdf_decreto1295.pdf)

MEN. (2003). *Resolución Número 2773 de 2003 (Noviembre 13)*. Retrieved 2013 йил 26-Noviembre from Ministerio de Educación Nacional: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86417\\_Archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86417_Archivo_pdf.pdf)

MEN. (2010). *Orientaciones Pedagógicas para la Educación Física, Recreación y Deporte*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Ministerio de Educación

Nacional República de Colombia: [http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-241887\\_archivo\\_pdf\\_evaluacion.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-241887_archivo_pdf_evaluacion.pdf)

MEN. (2013). *¿Qué es la educación superior? Sistema educativo colombiano*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Ministerio de Educación Nacional República de Colombia: <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-196477.html>

Naranjo, J. (2010). La investigación en innovación en Colombia y México. Un análisis desde la difusión de revistas científicas. *Dyna* (162), 191-203.

Nelson, B. (1999). *1001 Ways to take initiative at work*. Workman Publishing.

Parra Valencia, J. (2012). *Gestión de la Innovación en la Universidad. Un enfoque sistémico*. Editorial Académica Española.

Peterson, R. E. (2002). Establishing the Creative Environment in Technology Education. *Technology Teacher* , 61 (4), 7-10.

PND. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo (2010-2014), Prosperidad para todos*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de Disponible en <https://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>

Poveda, G. (1993). *Tomo IV: Ingeniería e historia de las técnicas*. En: Historia social de la ciencia en Colombia, Colciencias.

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. *I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación* .

Ramírez Martínez, D., Castellanos Domínguez, O., & Rodríguez Devis, J. (2011). Divulgación y apropiación del conocimiento en ingeniería: oportunidad para la innovación. *Ingeniería e Investigación. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá* , 31, 63-73.

Restrepo Gómez, B. (2003). *Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto*. Consejo Nacional de Acreditación -CNA, Colombia.

RICYT. (2013). *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Iberoamericana e Interamericana*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2013, de <http://www.riicyt.org>

Robledo, J. (2007). De los grupos consolidados de investigación a los sistemas dinámicos de innovación: el desafío actual del desarrollo científico y tecnológico colombiano. *Dyna* , 74 (152), 1-7.

Sánchez Daza, G. (2008). *La reconstitución del mercado norteamericano de telecomunicaciones ante la globalización, el cambio tecnológico y las políticas públicas: diferencias institucionales, capacidades de innovación y dinámicas de mercado entre Canadá, Estados Unidos de América y México* . Ciudad Universitaria, México D.F.

Sbenaty, S. (2000). Innovations in curriculum integration, delivery and assessment for engineering and technology education. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 691-708.

Seery, N. (2010). Maximising the impact of creative and innovative activities within the constraint of defined education structures. *ASEE Annual Conference & Exposition* .

SIC. (2013). *Superintendencia de Industria y Comercio*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de <http://www.sic.gov.co>

SNIES. (2013). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

Stanford Engineering. (2013). *Stanford Engineering Computer Science*. Recuperado el 24 de Junio de 2013, de Stanford Engineering Computer Science: <http://www-cs.stanford.edu>

Tao, Y. (2000). Assessing chinese engineering graduates' abilities for problem-solving, scientific discovery and technological innovation – From a professoriate perspective. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 997-1011.

Terkowsky, C., & Haertel, T. (2013). Where have all the inventors gone? Fostering creativity in engineering education with remote lab learning environment. *Proceedings of the 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* .

Tricamo, S. (2002). The importance to economic development of improved university-industry engagement in research and professional education. *ASEE Annual Conference Proceedings* , 6003-6008.

Ulloa, G. (2010). ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia? *Ingeniería y Sociedad* , 2, 38-41.

UNAB. (2013). *Telemática - Maestría Presencial*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2013, de Universidad Autónoma de Bucaramanga: <http://www.unab.edu.co/portal/page/portal/UNAB/programas-academicos/telematica?programa=MTEL>

UNESCO. (2013). *Tesaurus de la UNESCO*. Recuperado el 13 de 10 de 2013, de <http://databases.unesco.org/thessp/>

UNESCO. (9 de Octubre de 1998). *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción y Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de UNESCO: [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm)

UNICAUCA. (2013a). *Maestría en Ingeniería Telemática*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2013, de Universidad del Cauca: <http://web.unicauca.edu.co/dtm/?q=node/44>

UNICAUCA. (2013b). *Doctorado en Ingeniería Telemática*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2013, de Universidad del Cauca: <http://www.unicauca.edu.co/versionP/oferta-academica/programas-de-posgrado/doctorado-en-ingenieria-telematica>

UNINORTE. (2013). *Maestría en Telemática y Telecomunicaciones - Modalidad Profesional*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2013, de Universidad del Norte: <http://www.uninorte.edu.co/web/maestria-en-telematica-y-telecomunicaciones-modalidad-profesional>

Vaezi-Nejad, S., Cullinan, M., & Bishop, P. (2005). Telematics education I: Teaching, learning and assessment at postgraduate level. *International Journal of Electrical Engineering Education* , 42 (2), 132-146.

Villaroel, C. (1999). Educación en ingeniería: relación entre transferencia tecnológica y el desarrollo. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapaca* , 6, 19-24.

Webometrics. (2013). *Ranking Web de Universidades*. Obtenido de [http://www.webometrics.info/es/latin\\_america\\_es/colombia](http://www.webometrics.info/es/latin_america_es/colombia)

Zheng, W. (2009). Integration of cognitive instructions and problem/Project-based learning into civil engineering curriculum to cultivate creativity and self-directed learning skills. *ASEE Annual Conference & Exposition* .

## ANEXOS

### Anexo A: Programas académicos en Telecomunicaciones y afines

Listado de programas académicos en telecomunicaciones y áreas afines consultados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES.

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Corporación Universidad Piloto de Colombia	52160	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	160	10
Corporación Universitaria UNITEC	54681	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	156	9
Fundación Universitaria Cervantina San Agustín	102474	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	162	10
Instituto Tecnológico Metropolitano	52299	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	160	4
Unidades Tecnológicas de Santander	53092	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	169	10
Unipanamericana – Fundación Univesitaria Panamericana	90623	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	163	11
Unipanamericana – Fundación Univesitaria Panamericana	101418	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Virtual	179	11
Universidad Antonio Nariño	54258	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	169	10
Universidad Cooperativa de	54475	Ingeniería de	Pregrado	Presencial	164	10

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Colombia		Telecomunicaciones				
Universidad de Antioquia	20370	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Virtual	200	10
Universidad de Antioquia	20602	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	200	10
Universidad de Antioquia	54264	Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	Posgrado	Presencial	81	4
Universidad de Medellín	17490	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	160	10
Universidad de San Buenaventura	17580	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	150	10
Universidad Distrital – Francisco José de Caldas	9770	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	161	10
Universidad Industrial de Santander	53972	Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	Posgrado	Presencial	56	4
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD	52243	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Distancia (Tradicional)	158	10
Universidad Pontificia Bolivariana	19106	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	170	10
Universidad Santo Tomás	19353	Especialización en Gerencia de Proyectos de Ingeniería de Telecomunicaciones	Posgrado	Presencial	27	3
Universidad Santo Tomás	3904	Ingeniería de Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	169	10
Universidad Tecnológica del Chocó – Diego Luis Córdoba	101902	Ingeniería de Telecomunicaciones e Informática	Pregrado	Presencial	158	10
Fundación para la Educación Superior San Mateo	91069	Ingeniería en Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	181	10
Politécnico Grancolombiano	53835	Ingeniería en Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	145	8

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Universidad de Pamplona	11874	Ingeniería en Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	164	10
Universidad Militar de Nueva Granada	10995	Ingeniería en Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	159	9
Universitaria Agustiniana	90359	Ingeniería en Telecomunicaciones	Pregrado	Presencial	171	10
Dirección Nacional de Escuelas	54082	Especialización Gerencia en Telemática	Posgrado	Presencial	28	2
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	14841	Especialización en Telemática Aplicada a Negocios por Internet	Posgrado	Presencial	28	1 Año
Fundación Universidad Autónoma de Colombia -FUAC	3281	Especialización en diseño y construcción de soluciones telemáticas	Posgrado	Presencial	27	3
Fundación Universidad del Norte – Universidad del Norte	53777	Maestría en Telemática y Telecomunicaciones	Posgrado	Presencial	50	4
Fundación Universitaria CAFAM	55064	Ingeniería en Telemática	Pregrado	Presencial	171	10
Fundación Universitaria del Área Andina	11852	Especialización en Informática y Telemática	Posgrado	Distancia (Tradicional)	26	4
Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico	101471	Ingeniería Telemática	Pregrado	Presencial	204	14
Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB	90786	Maestría en Telemática	Posgrado	Presencial	50	4
Universidad Autónoma de Occidente	20124	Especialización en Telemática	Posgrado	Presencial	27	3
Universidad Autónoma del Caribe	101970	Especialización en Telemática	Posgrado	Presencial	26	2
Universidad Católica de	4297	Ingeniería Telemática	Pregrado	Presencial	174	10

Institución	Código SNIES	Programa	Nivel académico	Metodología	Número créditos	Número semestres
Manizales						
Universidad de Boyacá	20701	Especialización en Telemática	Posgrado	Presencial	42	2
Universidad de los Andes	1564	Especialización en Telemática	Posgrado	Presencial	22	2
Universidad del Cauca	53918	Doctorado en Ingeniería Telemática	Posgrado	Presencial	146	10
Universidad del Cauca	19814	Especialización en Telemática	Posgrado	Presencial	27	4
Universidad del Cauca	90930	Maestría en Ingeniería Telemática	Posgrado	Presencial	50	4
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	9766	Ingeniería en Telemática	Pregrado	Presencial	172	10
Universidad del Bosque	90330	Especialización en Diseño de Redes Telemáticas	Posgrado	Presencial	28	2
Universidad del Bosque	90475	Especialización en Seguridad de Redes Telemáticas	Posgrado	Presencial	32	2
Universidad ICESI	5093	Ingeniería Telemática	Pregrado	Presencial	184	10
Universidad Tecnológica de Bolívar	101791	Especialización en Redes Telemáticas	Posgrado	Presencial	26	1 Año

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES (2013).

## Anexo B: Patentes presentadas en Colombia de telecomunicaciones

Listado de patentes presentadas en Colombia en el sector de las telecomunicaciones. Período de estudio comprendido entre los años 2010-2013. Información consultada en la Página Web de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC.

No.	Presentación	Trámite	Título
1	2010-02-15 14:40:56	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Auto-monitoreo de unidades administradas en una red de telecomunicación.
2	2010-03-02 15:15:22	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Un método de administración de presencia de usuario de una red de telecomunicación y un sistema de telecomunicación que comprende tal red de telecomunicación.
3	2010-07-30 17:30:37	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Método y sistema para enviar una información comercial en un tono de devolución de llamadas de acuerdo a un perfil de usuario en un sistema de telecomunicaciones.
4	2011-02-28 15:44:29	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Método para enrutar mensajes en una red de telecomunicaciones.
5	2011-06-14 15:59:25	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Método y sistema para identificar y caracterizar el impacto de incidencias en red sobre los servicios de telecomunicación ofrecidos a usuario.
6	2011-07-11 16:49:37	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Enchufe de telecomunicaciones con tablero de circuito impreso de capas múltiples.
7	2011-08-26 10:48:25	Patentes de modelo de utilidad	Medidor de alcoholemia telecomunicado.
8	2011-12-12 15:59:11	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Método para llevar a cabo servicios de telecomunicaciones implementando un canal USSD en una red de telecomunicaciones.
9	2013-03-06 16:40:36	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Sistema y método para compensar a suscriptores de telecomunicaciones para permitir reproducir anuncios publicitarios como tonos de devolución de llamada y activación directa de servicios anunciados.
10	2013-05-16 15:25:42	PCT-Patente de Invención Capítulos I y II	Método para realizar una transacción financiera a través de infraestructura de telecomunicación pública no segura y un aparato para el mismo.

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio, (SIC, 2013) <http://www.sic.gov.co>