

**ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL
FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN EL CURSO DE REDES DE
COMPUTADORES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA
UNAB**

MIGUEL ÁNGEL ORTEGA MANTILLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA – UNAB
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN - GTI
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN TELEMÁTICA – CREATIVIDAD E INNOVACIÓN
BUCARAMANGA, 7 DE JUNIO DE 2016

**ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE
LA CREATIVIDAD EN EL CURSO DE REDES DE COMPUTADORES DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNAB**

MIGUEL ÁNGEL ORTEGA MANTILLA

Director:

Diana Teresa Parra Sánchez

Co-Director:

César D. Guerrero

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA – UNAB
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN - GTI
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN TELEMÁTICA – CREATIVIDAD E INNOVACIÓN
BUCARAMANGA, 7 DE JUNIO DE 2016**

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 Ingeniero de Sistemas

Diana Teresa Parra Sánchez
Directora

César D. Guerrero
Co-Director

Miguel Cadena
Jurado

Paulo César Ramírez Prada
Jurado

René Alejandro Lobo Quintero
Jurado

Bucaramanga, 7 de Junio de 2016

A mis amados Padres.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesora, amiga y tutora de este proyecto de investigación, Diana Teresa Parra Sánchez, por su genuino interés, dedicación, sabiduría e infinita paciencia con la que me acompañó en cada uno de mis procesos.

A los profesores Paulo César Ramírez Prada y René Alejandro Lobo Quintero, jurados de este proyecto de grado, por sus críticas y aportes los cuáles contribuyeron al mejoramiento de este proyecto.

A todas y cada una de las personas en mi alma mater que aportaron en mi desarrollo como individuo, especialmente, al cuerpo docente del Programa de Ingeniería de Sistemas.

A mis amados padres, por su amor, por nunca haber dudado de mí y haberme guiado y apoyado en muchas de las decisiones más importantes de mi vida.

Gracias, muchas gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
PROPÓSITO, ENFOQUE Y TAREAS	20
APORTACIONES DE LA TESIS	21
1. OBJETIVOS	23
1.1. OBJETIVO GENERAL	23
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	23
2. MARCO REFERENCIAL	24
2.1. MARCO CONCEPTUAL	24
2.1.1. Redes de Computadores	24
2.1.2. Educación en tecnología.....	25
2.1.3. Educación en Ingeniería	25
2.1.4. Fomento de la Creatividad.....	25
2.1.5. Innovación tecnológica	26
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Educación en Tecnología	26
2.2.2. Aprendizaje Creativo	27
2.3. MARCO LEGAL.....	28
2.4. ESTADO DEL ARTE.....	29
2.4.1. Educación en Tecnología para el fomento de la creatividad: En la educación superior a nivel mundial.....	29
2.4.2. Educación en tecnología para el fomento de la creatividad: En la educación superior a nivel nacional.....	32
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO.....	36
4. RESULTADOS.....	38
4.1. CASOS DE ESTUDIO EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN CURSOS DE REDES DE COMPUTADORES	38

4.2. DIAGNÓSTICO SOBRE LA EXPERIENCIA COLOMBIANA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA	45
4.3. ENSEÑANZA EN CURSOS DE REDES DE COMPUTADORES: CONTRASTE ENTRE EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES	76
4.4. ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN EL CURSO DE REDES DE COMPUTADORES	92
REFERENCIAS	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ranking de países: Investigación y Desarrollo	16
Tabla 2. Ranking de países: Creatividad y Educación.....	17
Tabla 3. Graduados.	19
Tabla 4. Revisión de la literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad a nivel mundial.	31
Tabla 5. Revisión de la literatura nacional.....	34
Tabla 6. Las 3 mejores universidades según ARWU.....	38
Tabla 7. Programa de <i>Computer System Engineering en MIT</i>	39
Tabla 8. Programa de <i>Introduction to Computer Networking</i> en Stanford.....	41
Tabla 9. Programa de <i>Computer Networks</i> en Harvard.....	42
Tabla 10. Convocatoria 753 - Colciencias.....	49
Tabla 11. Convocatoria 745 - Colciencias.....	49
Tabla 12. Aspectos destacados del PND y el PDD en Educación Superior, Desarrollo Tecnológico e Innovación	52
Tabla 13. Programas Departamentales en Desarrollo TIC y Educación.	55
Tabla 14. Ranking de Universidades 2015 - Webometrics	58
Tabla 15. Universidades Nacionales y sus Programas en Ingeniería de Sistemas.....	59
Tabla 16. Curso de Redes y Telecomunicaciones – Universidad Nacional de Colombia.....	60
Tabla 17. Curso de Infraestructura de Comunicaciones – Universidad de los Andes	62
Tabla 18. Curso de Fundamentos de Redes – Universidad del Valle.....	63
Tabla 19. Curso de Comunicaciones y Laboratorio – Universidad de Antioquia... ..	65
Tabla 20. Curso de Comunicaciones y Redes – Pontificia Universidad Javeriana	65
Tabla 21. Curso de Redes de Telecomunicaciones – Universidad Pontificia Bolivariana	66
Tabla 22. Curso de Redes de Computadores – Universidad Industrial de Santander	67
Tabla 23. Curso de Telemática – Universidad EAFIT.....	69
Tabla 24. Curso de Redes de Computadores – Universidad Autónoma de Bucaramanga.....	70
Tabla 25. Instituciones y Entidades que fomentan la creatividad.	73
Tabla 26. Indicadores del Banco Mundial en Ciencia y Tecnología, y Educación.	77
Tabla 27. Ranking en <i>Technology</i> según el GCI	79
Tabla 28. Ranking en <i>Talent</i> según el GCI.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de la investigación	36
---	----

GLOSARIO

CREATIVIDAD: Definir el concepto de creatividad es bastante amplio y complejo, esto se debe que posee diversas dimensiones del desarrollo y desempeño del ser humano tanto de manera individual como colectiva. "Se puede entender como un proceso imaginativo con resultados que son originales y de valor en algún ámbito." (Robinson, 2009).

EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA: "Esta puede considerarse como un modelo para educar con base en investigación, participación e innovación constante respondiendo a los cambios y avances tecnológicos que se presentan día a día." (Rodríguez, 1998).

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE:

"Las acciones las realiza el alumno, con el objetivo siempre consciente de apoyar y mejorar su aprendizaje, son acciones secuenciadas que son controladas por el estudiante. Tienen un alto grado de complejidad. Las acciones que ejecuta el estudiante dependen de su elección, de acuerdo a los procedimientos y conocimientos asimilados, a sus motivos y a la orientación que haya recibido, por tanto media la decisión del alumno. Forma parte del aprendizaje estratégico. Se consideran como una guía de las acciones que hay que seguir."(EcuRed, 2005)

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA:

"Las acciones las realiza el maestro, con el objetivo consciente que el alumno aprenda de la manera más eficaz, son acciones secuenciadas que son controladas por el docente. Tienen un alto grado de complejidad. Incluyen medios de enseñanza para su puesta en práctica, el control y evaluación de los propósitos. Las acciones que se planifiquen dependen del objetivo derivado del objetivo general de la enseñanza, las características de los alumnos y del contenido a enseñar, entre otras. Son acciones externas, observables."(EcuRed, 2005)

INNOVACIÓN: Se define como una creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. (RAE, 2001a).

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE:

"Una metodología de enseñanza es "el conjunto de momentos y técnicas lógicamente coordinados para dirigir el aprendizaje de una persona hacia determinados objetivos". Se tiene el maestro ocupa un lugar de gran importancia como pedagogo que lo organiza y conduce, pero en el que no se logran resultados positivos sin el protagonismo, la actitud y la motivación del alumno, la metodología con todos sus componentes y dimensiones, condiciona las posibilidades de conocer, comprender y formarse."(EcuRed, 2005).

MODELO DE APRENDIZAJE: "Un modelo es una herramienta conceptual para entender mejor un evento. Un modelo de aprendizaje no es solo la representación de las relaciones que predominan el acto de enseñar, es también un paradigma que puede coexistir con otros y que sirve para organizar la búsqueda de nuevos conocimientos en el campo de la pedagogía" (Argoti, 2010).

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).

PREGRADO:

"Los programas de pregrado preparan para el desempeño de ocupaciones, para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica o en el área de las humanidades, las artes y la filosofía. También son programas de pregrado aquellos de naturaleza multidisciplinaria conocidos también como estudios de artes liberales, entendiéndose como los estudios generales en ciencias, artes o humanidades, con énfasis en algunas de las disciplinas que hacen parte de dichos campos" (Ley 30 de Diciembre 28 de 1992, p. 2).

REDES DE COMPUTADORES: "Un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios." (Tanenbaum, 2003).

TELEMÁTICA: Se refiere a la aplicación de las técnicas de la telecomunicación y de la informática a la transmisión de información computarizada.(RAE, 2001b)

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACOFI: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

ARWU: *Academic Ranking of World Universities*

CIPI: Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual.

CONACES: Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

CTEL: Ciencia, Tecnología e Innovación.

GCI: *The Global Creativity Index.*

GII: *Global Innovation Index.*

CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación.

MEN: Ministerio de Educación Nacional.

MOOC: *Massive Open Online Course.*

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

OCyT: El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

PND: Plan Nacional de Desarrollo.

PDD: Plan de Desarrollo Departamental.

REDIS: Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y nombres afines

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

SNIES: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación.

ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN EL CURSO DE REDES DE COMPUTADORES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNAB

Miguel Ángel Ortega Mantilla, Autor
Diana Teresa Parra Sánchez, Director
César D. Guerrero, Co-Director

RESUMEN

La generación de un entorno educativo adecuado para el fomento de la creatividad, contribuye con el desarrollo de procesos de ideación, invención, innovación y emprendimiento como base para el desarrollo económico y social del contexto colombiano. En el caso específico de Colombia, se tiene que el desarrollo tecnológico y la apropiación a procesos creativos son muy limitados. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sugiere la inclusión de prácticas y políticas que desarrollen las capacidades de innovación para el desarrollo tecnológico en el país con énfasis en el fomento de la creatividad y según el Ranking Global de la Creatividad 2015, países con altos índices de creatividad tienden a situarse en posiciones superiores en temas de producción de patentes e investigación y desarrollo, en donde Colombia se ubica en posiciones muy inferiores.

En este sentido, se ha planteado el desarrollo de un proyecto de investigación, que permita la formulación de orientaciones en educación en tecnología dirigidas al fomento de la creatividad de estudiantes del curso de Redes de Computadores de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Palabras clave – Redes de computadores; Fomento de la creatividad; Educación en ingeniería; Innovación científica.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado, se enmarca dentro del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB; y responde a los objetivos definidos en las líneas de investigación Telemática y, Creatividad e Innovación.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las TIC brindan infraestructuras e instrumentos esenciales para la creación, el intercambio y la difusión del conocimiento, impulsan la capacidad innovadora de todos los sectores, reducen los costos de transacción, amplían las oportunidades de inclusión de la población vulnerable, proporcionan instrumentos vitales de dinamización económica para construir economías sólidas y contribuyen al crecimiento total de la productividad (Plan de Desarrollo Departamental de Santander, 2016). Por otro lado, aportan la eficiencia necesaria en el sector público y privado y reducen las externalidades en aspectos como la energía, el medio ambiente o el envejecimiento de la población. De esta manera, las tecnologías constituyen un elemento esencial para abordar los desafíos de las sociedades, aportando respuestas prácticas y asequibles a crecientes problemáticas (Idea planteada en el Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019).

En el contexto colombiano, la creación de decretos y políticas para el desarrollo tecnológico e investigación, como la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación¹ (Conpes, 2009) han estimulado la experiencia del país en el desarrollo de procesos de innovación tecnológica, sin embargo tales acciones no han sido suficientes. 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

¹ El documento Conpes identifica la Ciencia, la tecnología y la Innovación (CTel) como fuente de desarrollo y crecimiento económico. Este documento contiene la política del Estado colombiano para incrementar dicha capacidad y por esa vía generar desarrollo económico y social basado en el conocimiento. En ese sentido, es una política que define el financiamiento y/o la ejecución coordinada de actividades de ciencia, tecnología e innovación.

condiciones necesarias para que sea posible la generación de tecnología de tipo pertinente y adecuada (Parra, 2014).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)² en su publicación *OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014* sugiere la inclusión de prácticas y políticas que desarrollen las capacidades de innovación para el desarrollo tecnológico en el país con énfasis en el fomento de la creatividad y otras áreas específicas en educación como lo son: (i) Una mayor inversión de capital en el área de investigación y desarrollo, (ii) fortalecer el rol que desempeñan las universidades y entidades dedicadas a la investigación, (iii) inversión en capital humano y educación que estimule el desarrollo de productos endógenos en instituciones de educación/investigación (OECD, 2014). Con base en lo anterior es posible considerar la innovación como un aspecto de gran importancia para el desarrollo de un país. La Tabla 1 posiciona a los países en el área de “Investigación y Desarrollo” evaluando la inversión en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, y el número de patentes expedidas en el país. La Tabla 2 posiciona a los países en el área de la “Creatividad”, la cual es medida por el número de investigadores, ingenieros y desarrolladores (*Creative Class*) y la cantidad de adultos que cuentan con algún tipo de estudio en educación superior (*Educational Attainment*).

Según el Ranking Global de la Creatividad 2015³, países con altos índices de creatividad tienden a situarse en posiciones superiores en temas de producción de patentes e investigación y desarrollo. En el Caso de Colombia, es posible observar índices inferiores en las dos áreas frente a otros países latinoamericanos (Martin Prosperity Institute, 2015).

Tabla 1. Ranking de países: Investigación y Desarrollo

Country	R&D Investment	Patents per Capita	Technology Index
Brasil	28	31	27
Costa Rica	47	28	47
Uruguay	55	24	48
Argentina	43	36	48
Chile	52	34	56
Venezuela	57	-	63
Colombia	64	63	89

Fuente: The Global Creativity Index 2015

² La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

³Elaborado por el Martin Prosperity Institute de la Universidad de Toronto evalúa el crecimiento económico y la sostenibilidad e innovación de 139 países basado en lo que consideran las “3Ts” del desarrollo económico; talento, tecnología y tolerancia

Tabla 2. Ranking de países: Creatividad y Educación

Country	Creative Class	Educational Attainment	Talent Index
Argentina	55	13	35
Chile	53	23	39
Uruguay	57	30	45
Costa Rica	52	53	61
Brasil	61	-	68
Colombia	68	58	75
Venezuela	72	-	83

Fuente: *The Global Creativity Index 2015*

El desarrollo tecnológico de un país guarda una relación directa con los procesos de innovación que en él se desarrollen y la innovación es manifestación de la creatividad. Colombia no posee fuertes nociones en desarrollo tecnológico y esto puede afrontarse desde el área de la educación; esta afirmación se ve justificada no solo por los informes del Ranking Global de la Creatividad 2015, sino también por el Índice de Innovación Global, índice que ubica a los países según sus niveles de innovación. En este, Colombia se ubica en el puesto 67 entre 141 países (GII, 2015), donde se evalúan temas como la educación, inversión en investigación y desarrollo y la obtención de patentes.

Dentro de lo que comprende el Plan Nacional de Desarrollo (Departamento Nacional De Planeación, 2014) que abarca los últimos dos periodos, se da por propósito el de tener compañías y empresas con competentes a nivel internacional con bienes y servicios de alto valor agregado e innovación. Las causas del escaso avance en el sector tecnológico e innovación se evidencian en el Plan de Desarrollo por: (i) Falta de fortaleza institucional, (ii) Falta de apropiación y uso de las herramientas y mecanismos de protección de los derechos de propiedad intelectual, (iii) Dificultad en la obtención de instrumentos financieros para los emprendimientos innovadores, concretamente en recursos de capital semilla, (iv) escasa apropiación de las TIC, (v) Insuficiente capital humano altamente calificado en áreas pertinentes y con énfasis en la innovación y, (vi) Limitaciones técnicas y multiplicidad de funciones de la autoridad de competencia.

Colombia es una sociedad en la que domina una tendencia a la importación, copia, trasplante y simple uso de productos o manifestaciones culturales generadas en contextos externos (es decir, exógenos). 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 tecnológico mundial. Tal problema, se puede 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 (Parra, 2014).

En Colombia, el proceso de formación de ingenieros se enfrenta a problemas relacionados principalmente con el nivel educativo de los docentes, altas tasas de repitencia de cursos en ciencias básicas, estrategias educativas tradicionalistas que forman ingenieros sin el perfil adecuado para dar respuesta a las problemáticas del entorno y, escasez de graduados en ingeniería. Esto se ve justificado con lo expuesto por Serna y Serna (2014) en las conclusiones de su investigación, en el sentido de que la crisis de la ingeniería recae principalmente en los procesos formativos. Estos problemas junto a las iniciativas de apertura para el ingreso de industrias extranjeras y el limitado desarrollo tecnológico endógeno, son desafíos que deben ser afrontados desde la educación superior. Lo anterior implica un cambio profundo en los procesos de formación de los ingenieros, es por esto que se requiere actualizar constantemente los currículos y el quehacer docente para contar con el recurso humano formado adecuadamente con el fin de responder a esos desafíos.

A nivel de pregrado se pueden formar profesionales en diversas áreas de la ingeniería⁴. En este sentido, el desarrollo del trabajo de investigación, ha tomado como población objetivo, a programas académicos del Área de Ingeniería de Sistemas⁵. La Ingeniería de Sistemas ha afrontado a nivel del país una crisis, respecto a la cantidad de estudiantes con los que cuentan tales programas. Según la Universidad EAFIT y el Infosys (2014), para 2020, en Colombia se tendrá un déficit de 60.255 Ingenieros de Sistemas y Telemática si no se toman las medidas necesarias.

La limitada apropiación y creación de material tecnológico a nivel nacional se ve justificada en la escasa cantidad de ingenieros que continúan sus estudios de Posgrado (maestría, doctorado) y que se dedican adicionalmente a investigación. En la Tabla 3 es posible observar que aunque la cantidad de graduados en programas de pregrado aumenta de manera constante, el número de graduados en maestrías y doctorados disminuye. Sin formación especializada no es posible que exista un verdadero desarrollo tecnológico endógeno ni una transformación

⁴La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define diversas áreas de formación profesional en Ingeniería y Tecnología. Una de estas áreas es “Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Informática” en la cual se encuentran los siguientes programas: (i) Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones, (ii) Telecomunicaciones, (iii) Ingeniería Eléctrica y Electrónica, (iv) Robótica y Sistemas de Control Automático, (v) Sistemas de Automatización y Control y, (vi) Arquitectura y Hardware de Computación.

⁵ ACOFI en su Marco de Fundamentación Conceptual de Ingeniería de Sistemas reconoce el área de Ingeniería de Sistemas como una disciplina con varios perfiles de formación y desempeño que entiende los programas de pregrado en Ingeniería de Sistemas dentro de los enfoques siguientes: (i) Ciencias de la Computación, (ii) Ingeniería de Software y, (iii) Sistemas de Información.

productiva en Colombia, por esto es relevante considerar prácticas y la inclusión de técnicas que fomenten la creatividad y desarrollo tecnológico en la formación de los estudiantes desde el pregrado considerando la cantidad significativa de estudiantes que se gradúan en este nivel.

Tabla 3. Graduados.

Graduados en Ingeniería y Tecnología	2010	2011	2012	2013	2014
Titulados de Grado	27701	28695	32986	34984	35845
Titulados de Maestría	879	1470	1888	1403	1512
Doctorados	40	75	85	75	-

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

El cambio que se está produciendo en el país, respecto a los modelos de negocios relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, implica un cambio de paradigma, en la que se deben formar ingenieros capaces de aportar soluciones pertinentes y apropiadas a problemas propios del contexto colombiano. La Ingeniería de Sistemas y programas afines poseen una responsabilidad mayor frente a estas problemáticas debido a su relevancia en procesos de desarrollo tecnológico. A nivel nacional, se tiene que la Ingeniería de Sistemas no es ajena a esta crisis, las universidades no presentan dinamismo en sus currículos, hay desactualización en los contenidos, existe una falta de componentes prácticos e integrados que relacionen las distintas materias y no se están formando profesionales para responder a las necesidades del entorno .

En los programas de Ingeniería de Sistemas, los estudiantes cursan diversas asignaturas, de variadas líneas del conocimiento, afines con la Ingeniería de Sistemas. Una de estas líneas, corresponde a Telemática, en la cual se desprenden cursos tales como Comunicación de Datos, Redes de Computadores, Infraestructura de Comunicaciones y demás⁶. Las universidades inscritas a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) desarrollan estos cursos de manera similar según el documento de contenidos programáticos básicos de Ingeniería de Sistemas⁷. Del análisis realizado frente a las estrategias pedagógicas y desarrollo de los cursos de Redes de Computadores en las

⁶ Del análisis de los programas en Ingeniería de Sistemas en Colombia a nivel de pregrado llevados a cabo en el presente proyecto, se tiene que las Universidades definen el nombre del curso en la línea de la Telemática y Redes.

⁷ ACOFI en conjunto con las Universidades inscritas al capítulo de Ingeniería de Sistemas establecen los contenidos programáticos que deben desarrollar las Universidades. La Ingeniería Aplicada es el área que acoge los contenidos de Redes y Comunicaciones.

universidades, se tiene que muchos de estos cursos son desarrollados con prácticas tradicionalistas y desactualizadas, lo cual se concibe como uno de los causantes de la crisis en ingeniería y en la formación de ingenieros creativos e innovadores.

El curso de Redes de Computadores de la UNAB, es un curso de séptimo semestre el cual está asociado al desarrollo de un proyecto integrador por parte de los estudiantes del curso. Aunque, el curso está ligado al desarrollo de un proyecto de investigación para la búsqueda y propuesta de soluciones pertinentes y apropiadas a contexto colombiano, los resultados obtenidos no han sido los esperados. En este sentido, desde el primer período académico del año 2015, se inició el desarrollo de estrategias que permitieran formar estudiantes de Ingeniería de Sistemas con una adecuada fundamentación en Redes de Computadores, que les permitiera aplicar los conocimientos adquiridos en el aula de clase, con el fin de poder afrontar situaciones y problemáticas de manera apropiadas y pertinente.

Considerando que los procesos de comunicación entre sistemas relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son cada vez más importantes, es entonces necesario educar a los ingenieros de Sistemas para liderar en la creación y operación de nuevos productos y sistemas, esto implica pasar de una educación tradicionalista, a una educación que forme a profesionales que se caractericen por poseer habilidades orientadas al liderazgo de procesos de innovación tecnológica.

Con base a lo anterior se formula la siguiente pregunta problema de investigación: ¿Cuáles orientaciones en educación en tecnología permitirán fomentar la creatividad en los estudiantes del curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB?

PROPÓSITO, ENFOQUE Y TAREAS

Con el desarrollo del presente trabajo de grado, se desea formular orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en educación en pregrado pertinente el campo de la ingeniería, específicamente en un curso de redes de computadores del programa de ingeniería de sistemas de la UNAB. Es entonces el propósito de este trabajo el definir distintas orientaciones que sean aplicables en programas a nivel de pregrado en el área específica de la ingeniería que generen y fomenten el desarrollo de la creatividad en los estudiantes y en el programa escogidos.

Las tareas que serán realizadas para llegar a la formulación de orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en curso de redes de computadores a nivel de pregrado, son las siguientes:

- Se elaborará el estado del arte sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad en la educación superior a nivel mundial, haciendo énfasis en cursos de redes de computadoras en programas de pregrado.
- Se realizará un diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en programas de pregrado que incorporen cursos de redes de computadores.
- Se realizará un contraste entre el estado del arte mundial y el diagnóstico sobre la experiencia colombiana.
- Se propondrán orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB, basados en el estado del arte y diagnóstico realizados.

Para lograr la formulación de las orientaciones en educación en tecnología para un curso de un programa a nivel de pregrado en ingeniería, es necesaria la realización de estudios para conocer el panorama existente a nivel internacional y nacional sobre la educación en tecnología y el fomento de la creatividad en ingeniería. Con base a esos estudios será posible la elaboración de contrastes y reflexiones sobre el tema de estudio, lo cual tendrán como resultado las orientaciones propuestas.

Con el desarrollo y aplicación de propuestas, orientaciones y metodologías educativas que estimulen los procesos creativos de los estudiantes y cursos a través de la educación en tecnología, se espera obtener cambios positivos que se vean reflejados en materia de desarrollo tecnológico, solución de problemas e innovación en programas de ingeniería, haciendo énfasis en cursos de redes de computadores.

APORTACIONES DE LA TESIS

El presente trabajo de investigación es resultado de la labor investigativa llevada a cabo como proyecto de grado, en el marco del programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Éste trabajo permitirá dar continuidad o servir de base para futuros proyectos de investigación a nivel de pregrado realizados por otros estudiantes que encuentren interés en temas como el fomento de la creatividad en la educación superior e innovación y a su vez, favorecer la comunidad científica en el área a nivel nacional e internacional.

Esta investigación consta de seis capítulos, a saber:

Capítulo 1: Objetivos del proyecto de investigación. Se definen las metas a alcanzar con el desarrollo del proyecto de investigación.

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: Redes de computadores, fomento de la creatividad, educación en ingeniería e Innovación científica; (ii) Marco teórico: se tratan dos teorías, la primera corresponde a la disciplina educación en tecnología. La segunda hace referencia al Aprendizaje Creativo; (iii) Marco legal: presenta las Leyes y documentos que contienen normas en Creatividad, Tecnología, Educación e Innovación en Colombia y; (iv) Estado del arte: El cual presenta un compendio del conocimiento existente en la temática educación en tecnología en programas de pregrado para el fomento de la creatividad en el área de la ingeniería.

Capítulo 3: Descripción del proceso investigativo. Se detallan las actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Se desarrollarán cuatro fases: (i) Revisión de la Literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad en ingeniería; (ii) Revisión de la Literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad en ingeniería; (iii) Elaboración del contraste entre el diagnóstico colombiano y la revisión bibliográfica mundial, y, (iv) Formulación de orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.

Capítulo 4: Resultados. Se presentan los resultados obtenidos producto de los objetivos y fases definidas en la investigación: (i) Un estado del arte sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad en la educación superior a nivel mundial; (ii) Un diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en programas de pregrado que preferiblemente incorporen cursos de redes de computadores; (iii) Un contraste entre el estado del arte mundial y el diagnóstico sobre la experiencia colombiana, y (iv) orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.

Capítulo 5: Conclusiones. Con base en el desarrollo del proyecto investigativo y los resultados obtenidos se exponen las conclusiones del proyecto.

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

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Formular orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar un estado del arte sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad en la educación superior a nivel mundial, haciendo énfasis en cursos de redes de computadoras en programas de pregrado.
- Realizar un diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en programas de pregrado que incorporen cursos de redes de computadores.
- Realizar un contraste entre el estado del arte mundial y el diagnóstico sobre la experiencia colombiana.
- Proponer orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB, basados en el estado del arte y diagnóstico realizados.

2. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo es presentado el marco referencial del proyecto, el cual se sustenta de conocimiento previamente construido por la comunidad científica de las áreas de estudio educación en tecnología y creatividad como base para la innovación y desarrollo tecnológico. El marco referencial de la investigación está 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: (i) Redes de computadores, (ii) Fomento de la creatividad, (iii) Educación en ingeniería, (iv) Educación en tecnología y, (v) Innovación científica.

2.1.1. Redes de Computadores

Tanenbaum, Andrew S. (2003) define a las redes de Computadores como un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Tanenbaum propone que la finalidad de las redes es el de transmitir y compartir los recursos y la información en la distancia, asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de la información, aumentar la velocidad de transmisión de los datos y reducir el costo general de estas acciones. Para Skandier, Toby (2005) Las redes de computadores poseen dos estructuras o modelos de funcionamiento que se encargan del funcionamiento en diferentes aspectos de la misma. Como modelo de referencia y de estudio se propuso el modelo OSI que consta de siete capas, sin embargo, la estructura y el modo de funcionamiento de las redes informáticas actuales están definidos en varios estándares, siendo el más importante y extendido de todos ellos el modelo TCP/IP el cual posee cuatro capas. Existen multitud de protocolos repartidos por cada capa, los cuales también están regidos por sus respectivos estándares.

Dentro de los componentes básicos de lo que se denominan redes de computadores existen tres grandes grupos: hardware, software y protocolos. En lo que respecta al hardware, se tienen dos categorías: los dispositivos de usuario

final como lo son computadores, impresoras, escáneres y los dispositivos de red siendo estos enrutadores, conmutadores o puntos de acceso inalámbrico. En lo que respecta al software, se tienen dos categorías: Sistema operativo de red que es el software que permite a las redes de computadores transmitir información en base a un sistema operativo y el Software de Aplicación como lo son aplicaciones generadas para conexiones de red específicas.

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. Educación en Ingeniería

El término de Educación en Ingeniería es un área específica de la Educación en Tecnología. Para Molina, actual vicedecano de la Facultad de Ingeniería, la educación en ingeniería nace de un problema: Tenemos problemas porque hay un vacío grande entre el estudiante que logra pasar el ciclo de ciencia básica y cuando hay que emplear esa formación recibida en cursos profesionales, el docente de esos cursos siente que aún hay un vacío, entonces ahí queremos enfocar lo que denominamos la educación en Ingeniería (Universidad de Antioquia, 2015). Esta puede ser vista como el conjunto de nociones y gestión de la ingeniería y de cómo esta cuenta con sus propios métodos de aprendizaje, currículos educativos y formación especializada.

2.1.4. Fomento de la Creatividad

La creatividad puede ser interpretada como un concepto subjetivo. En general, la creatividad se entiende como la capacidad para combinar ideas o sistemas de una manera original o para establecer asociaciones poco comunes entre las ideas. La organización que estimula la creatividad desarrolla enfoques novedosos y soluciones singulares para los problemas (Begoña, Robledo, Fuente, & Cilleruelo, 2005). De esta manera se puede entender que lo creativo depende tanto de quién lo desarrolla como de quién lo puede apreciar. García cita a Rogers en su definición de creatividad donde este la reconoce como un censor interno para reconocer (evaluar) la manifestación del pensamiento divergente en este sentido, así para el individuo creativo, el valor de un producto no lo determina el medio (crítica o reconocimiento), lo determina el auto análisis (García & Loyola, 2005). El fomento de la creatividad es entonces favorecer y promover el desarrollo de esta cualidad por diversas metodologías impartidas en instituciones de educación y en el desarrollo personal de los individuos.

2.1.5. Innovación tecnológica

En el diccionario de la lengua española, innovación se refiere a la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. Sin embargo, si asociamos el término con la educación, formación y la capacitación, la “Enciclopedia Ciencias de la Educación” establece que la innovación es un proceso que implica la creación de pautas que permitan el fluir de la imaginación y creatividad de los individuos, las empresas y la sociedad en su conjunto para facilitar su inserción y adaptación proactiva en el cambio. El aprendizaje se convierte en un proceso continuo y sistemático, siempre renovado y en transformación, que desarrolla capacidades para potenciar el desempeño de los individuos en el campo de la productividad y la competitividad. Blanco Sanchez (2008) al hablar del desarrollo tecnológico define la innovación en palabras de Schumpeter como un asunto desequilibrante que requiere capacidades especiales como creatividad, visión diferente de las cosas, ser osado. Considera que sólo unos pocos investigadores tienen los suficientes conocimientos para ofrecer desarrollo manifiesto, es decir, brindar un enfoque diferente de lo ya existente. La forma básica de la innovación es cualitativa y discontinua, es un cambio que surge desde adentro de los sistemas establecidos (desarrollo endógeno), pero que desplaza el punto de equilibrio anterior (exógeno) y trata de establecer uno nuevo que no tiene comparación con lo anterior. En este sentido es compartido el desarrollo tecnológico tanto endógeno como exógeno. Comparten atributos que permite implantar nuevo conocimiento a lo ya existente y de ahí derivar un nuevo proceso técnico.

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

2.2.1. Educación en Tecnología

La educación en tecnología no debe ser confundida con la educación técnica y en la educación científica, sin embargo, esta recoge y sintetiza no sólo las tendencias que se ocupan de los aspectos técnicos (a los que ha llamado Educación para la Tecnología), sino también las tendencias que se ocupan únicamente de los aspectos culturales (a los que denomina Educación sobre la Tecnología). Se entiende que la Educación en Tecnología supera la mera unión de estas partes constituyentes y agrega valor y posibilidades al proceso en instituciones de educación (Rodríguez, 1998). Así, esta puede considerarse como un modelo para educar con base en investigación, participación e innovación constante respondiendo a los cambios y avances tecnológicos que se presentan día a día.

La inclusión y el entendimiento de la educación en tecnología debe ser apropiada a través de la enseñanza de diversas formas en los cursos de los diferentes programas educativos, esto con el fin de promover dos de los factores que influyen en el desarrollo de un país; la innovación y el desarrollo tecnológico. La cantidad de ingenieros graduados, las investigaciones en el área de la ingeniería y las patentes suelen ser variables que determinan el avance en el campo de la innovación y el desarrollo tecnológico de un país. Es por eso que a partir de la educación es donde se debe generar una formación donde los profesionales en el campo de la ingeniería cuenten con las habilidades y motivación para crear y desarrollar productos tecnológicos que funcionen frente a las problemáticas de la sociedad en la que se encuentran y no se limiten a imitar o trasplantar tecnologías ya existentes.

En el caso colombiano, el desarrollo de disciplinas como la ingeniería se constituye en un elemento primordial para el desarrollo tecnológico y la 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 (Cristina, Fernando, & Mario, 2011). El enfoque en la educación en pregrado demuestra un aprendizaje donde se tiene como eje principal el adquirir conocimientos preestablecidos para su posterior aplicación, sin espacio a muchas situaciones de aprendizaje práctico en los primeros años. La necesidad de implementar nuevos modelos pedagógicos que respalden una enseñanza desarrollante, orientada a fomentar la capacidad creativa de los alumnos en todos los niveles, donde la implementación de espacios de autorreflexión y ambientes de práctica tengan una mayor importancia es una alternativa a considerar (Klimenko, 2008).

Es entonces la educación en tecnología el medio por el cual se puede desarrollar las capacidades y cualidades de los estudiantes en los sistemas de educación con el fin de lograr desarrollos tecnológicos e innovación.

2.2.2. Aprendizaje Creativo

Definir el concepto de creatividad es bastante amplio y complejo, esto se debe que posee diversas dimensiones del desarrollo y desempeño del ser humano tanto de manera individual como colectiva.

En el caso específico de la educación, suele ser una meta prioritaria que debe ser desarrollada en los individuos que hacen parte de los procesos de formación. Klimenko (2008), considera que la creatividad ocupa un lugar muy importante no solo desde el punto de vista de la realización personal sino desde el punto de vista del desarrollo social en general. El autor plantea que la creatividad es un bien social y del futuro que debe transversalizar todo el tejido social, desde la persona con su comportamiento cotidiano hasta los grupos formados por diferentes

organizaciones, terminando como expresión de un valor social orientador para las políticas públicas educativas.

La inclusión de espacios y situaciones que fomenten la creatividad es de mayor importancia si se desea generar desarrollo tecnológico. Saturnino de la Torre (2003) menciona la necesidad de “polinizar” la creatividad, si no se inserta en propuestas curriculares o proyectos que la integren desde los objetivos a la evaluación, se reduce a mera aspiración de buena acogida social. La creatividad requiera transformación, cambio en el sujeto y en los destinatarios. Por eso se habla de la polinización de la creatividad; esto es, la formación sistemática, dentro de un plan o proyecto, que permita desarrollar o aplicar lo aprendido en los propios entornos de estudio, trabajo y vida.

2.3. MARCO LEGAL

El marco legal en materia de educación en tecnología y del apoyo a la actividad tecnológica en Colombia que permitirá fundamentar este proyecto es presentando de la siguiente manera:

- 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. 1075 de 2015, "por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación"

El conjunto de Documentos, decretos y leyes que se toman en consideración dentro de este marco legal, tratan la normatividad de los temas Ciencia, Tecnología e Innovación Colombia junto con la manera en que se gestionan y desarrollan los diferentes programas de formación académica en educación superior del país. Este marco legal es presentado con el propósito de garantizar que este proyecto se encuentre dentro de los requisitos legales y normativos más recientes del Estado colombiano.

Dentro de estos documentos, El decreto No.1075 de 2015, dicta en la sección 2, artículo 2.5.3.2.2.1, varias normativas frente a temas de investigación en espacios universitarios que presenten relación con sectores productivos y de relevancia

social. El numeral 5.3.1 del presente artículo hace mención a la necesidad de ambientes de innovación e investigación frente a los programas de educación superior en pregrado que se deseen implementar que la creación de programas de educación superior. El capítulo 5 “Disposiciones relativas a los investigadores”, busca estimular la cantidad de investigadores, la innovación y el desarrollo tecnológico por medio de incentivo.

A su vez la Ley 1286 de 2009 del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – CTI, promueve 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.

2.4. ESTADO DEL ARTE

2.4.1. Educación en Tecnología para el fomento de la creatividad: En la educación superior a nivel mundial.

Son varios los autores que reconocen la relación y necesidad que existe entre la ingeniería y la creatividad y de cómo esta no está siendo debidamente apropiada desde la ingeniería. Horenstein (2002) expone que la ingeniería es la encargada de dar solución a problemas tecnológicos y que estas soluciones son producto de la creatividad, sin embargo, plantea que la ingeniería suele ser entendida como matemática y ciencia aplicada dejando de lado componentes importantes como lo es la creatividad en el desarrollo de la misma lo que causa que esta no sea debidamente estimulada. Además de una concepción errónea de la ingeniería, la creatividad ha sido asociada principalmente con las ciencias sociales y las artes. Mcwilliam (2010), expone que parte de la experiencia creativa en ingeniería debe ser promovida en los contenidos y currículos que se desarrollan en ingeniería, buscando modelar esta creatividad desde la educación tecnología. Como consecuencia, se tienen que muchos de los graduados de Ingeniería no poseen competencias creativas para la solución de problemas o generación de desarrollo tecnológico e innovación en el contexto empresarial (Tilbury, 2004).

En lo que respecta a los temas de creatividad en educación, y educación en ingeniería, estos son vistos como temas de investigación relacionados y de especial relevancia en la sociedad actual, teniendo en cuenta que la ingeniería es la base para el desarrollo económico y social de los países.

Son varios los autores que reconocen la importancia de la creatividad como componente indispensable de los ingenieros para el desarrollo y solución de problemas sociales, económicos e industriales. Para Terkowsky & Haertel (2013) la creatividad es una herramienta indispensable y de alta demanda en las nuevas industrias en países, que debe ser fomentada en la educación en ingeniería para

afrontar problemas económicos y sociales por medio de innovación tecnológica. Zheng, Shih, & Mo (2009), al igual que Terkowsky y Haertel, conciben la creatividad como cualidad necesaria en la formación de los ingenieros. En su investigación plantean la apropiación de metodologías para el fomento de la creatividad en la ingeniería, donde también se evidencian resultados como el desarrollo de soluciones tecnológicas para afrontar problemas reales de la industria desarrollados desde las instituciones de educación superior.

En cuanto a la implementación de nuevos modelos pedagógicos, modificación de cursos y metodologías de enseñanza/aprendizaje que permitan el fomento de la creatividad en los estudiantes de programas de ingeniería; se han llevado a cabo diversas investigaciones. Cartwright (2002) expone el caso de dos cursos de programas de ingeniería en *University of New York at Buffalo*, que fueron modificados con el fin de fomentar la creatividad. Para ello, se propuso un ambiente de aprendizaje donde se incorporaron técnicas pedagógicas específicas, tales como: (i) *Cooperative learning*, (ii) *Experience-based y*, (iii) *Hands-on learning*, que se basan en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La modificación de los cursos permitió que los estudiantes tuvieran una mejora significativa al momento de responder preguntas asociadas a conceptos presentados por el docente durante el desarrollo de las clases.

Pitso (2013) en su artículo *The Creativity Model for Fostering Greater Synergy between Engineering Classroom and Industrial Activities for Advancement of Students' Creativity and Innovation* establece que los nuevos modelos de creatividad enseñanza-aprendizaje sugieren una relación directa entre la creatividad y la innovación en la ingeniería, además propone la intervención de estudiantes de pregrado en procesos industriales con el propósito de incrementar sus niveles de creatividad e innovación.

Algunas de las investigaciones en educación en ingeniería proponen nuevos modelos educativos, cursos específicos para el fomento de la creatividad, y diseño de currículos. Daly *et al.* (2014) afronta el tema con una propuesta de orientaciones educacionales para fomentar la creatividad en los estudiantes de pregrado en ingeniería, estos a su vez mencionan que la creatividad puede ser desarrollada por medio de la práctica y es una cualidad no inherente.

De modo específico, la implementación de metodologías educacionales con enfoque en el desarrollo de la creatividad, que incluyen la enseñanza del pensamiento creativo o ambientes promotores de la creatividad, han sido ampliamente investigadas y a su vez implementadas. Metodologías y teorías como TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskiah Zadach* in Russian), *Creative Problem-Solving* (CPS) consideran al pensamiento creativo como un componente crucial en los procesos de innovación y sugieren que el potencial creativo puede ser desarrollado por medio de oportunidades para los estudiantes donde constructivamente puedan demostrar sus capacidades creativas (Lim, 2014;

Puccio, 2010; Zhou, 2012). Warr (2005) en su investigación, demuestra una tendencia a la apropiación de tales metodologías en la educación en ingeniería, exponiendo que su implementación en la educación en ingeniería fomenta el desarrollo y producción de proyectos tecnológicos y soluciones innovadoras.

También es posible encontrar investigaciones enfocadas a la realización de estudios comparativos entre sistemas existentes que abordan la creatividad de Educación en Ingeniería. Zhou (2015) hace un análisis entre el modelo de aprendizaje *Problem-Based Learning* (PBL) utilizado en Dinamarca y *Project-Organized Learning* (POL) utilizado en China. En estos reconoce dos principios fundamentales que son apropiados en ambos modelos: (i) *Problem orientation and Project Organization*, y (ii) Definición de un grupo de trabajo. De igual forma, al comparar ambos modelos encuentra diferencias significativas en el rol que desempeñan los docentes en el desarrollo del curso, mientras que en PBL los docentes toman el papel de facilitadores y no definen estrictamente el contenido y desarrollo del curso: En POL, los docentes tienen los roles de líderes de grupo, supervisores y profesores, donde son considerados como la “autoridad del conocimiento”.

Finalmente, de la revisión de la literatura se encontró una investigación pertinente a las 5 convenciones establecidas. Vaezi-Nejad & Bishop (2005) en su investigación “*Telematics education I: teaching, learning and assessment at postgraduate level*” describe a profundidad el proceso de enseñanza-aprendizaje en programas de maestría en telemática con el fin de desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para solucionar problemas del mundo real con conocimientos prácticos y a la vanguardia de las necesidades de la industria pero también con capacidades de desarrollo e investigación en áreas relacionadas. A su vez, el artículo presenta 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.

La Tabla 4, presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad a nivel mundial. De la búsqueda realizada en Bases de Datos Académicas, se obtuvo un total de 17 publicaciones científicas recuperadas.

Tabla 4. Revisión de la literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad a nivel mundial.

Autor	Año	País	Tema					Participantes		
			1	2	3	4	5	A	B	C
Cartwright <i>et al.</i>	2002	EE.UU	X		X			X		

Autor	Año	País	Tema					Participantes		
			1	2	3	4	5	A	B	C
Horenstein	2002	EE.UU	X		X			X		
Tilbury	2004	Australia	X	X	X			X		X
Warr et al.	2005	U.K	X	X	X	X		X		
Vaezi-Nejad <i>et al.</i>	2005	U.K	X	X		X		X	X	
Zheng <i>et al.</i>	2009	EE.UU	X	X	X			X		
Mcwilliam <i>et al.</i>	2010	U.K	X	X		X				
Puccio et al.	2010	EE.UU	X	X				X		
Kukushkin et al.	2012	Rusia	X	X		X			X	
Zhou et al.	2012	U.K	X	X	X	X		X		X
Terkowsky <i>et al.</i>	2013	Alemania	X			X		X		
Pitso <i>et al.</i>	2013	Sudáfrica	X	X	X	X		X	X	
Daly et al.	2014	EE.UU	X	X	X	X	X	X		
Lim et al.	2014	Corea del Sur	X	X	X	X		X		X
Zhou et al.	2015	EE.UU	X	X	X	X		X		

Convenciones:

Tema: 1- Fomento de la creatividad; 2- Educación en tecnología; 3- Educación en ingeniería; 4- Innovación Tecnológica; 5- Redes de Computadores

Fuente: Elaboración propia

De la revisión sistemática de la literatura realizada a nivel mundial, se evidencia la necesidad de desarrollar e implementar medidas en pro del entendimiento y fomento de la creatividad por medio de la educación en tecnología en Programas de Ingeniería.

A su vez, es posible enunciar algunas de las temáticas más relevantes frente a la creatividad y su relación con el área de Educación en Ingeniería con base en la revisión de la literatura: (i) El reconocer a la creatividad como cualidad indispensable en los ingenieros y la importancia de su desarrollo en las instituciones de educación, (ii) La necesidad de apropiar nuevas metodologías de enseñanza/aprendizaje en los programas de Ingeniería y, (iii) La inclusión de nuevos espacios y tecnologías de aprendizaje en universidades, tales como laboratorios creativos, aulas de simulación y espacios de resolución creativa de problemas, con el fin de proveer ambientes creativos para la producción de soluciones tecnológicas a problemas reales desde las instituciones educativas.

2.4.2. Educación en tecnología para el fomento de la creatividad: En la educación superior a nivel nacional.

En el contexto Colombiano, el tema concerniente al fomento de la creatividad en Educación en Ingeniería ha cobrado importancia para los investigadores en el área. De tal modo, los autores han tratado temas asociados a como los programas de ingeniería están llamados a asumir los retos que exhortan a la conciencia social, creatividad e innovación y de cómo la creatividad se convierte en el insumo por excelencia. En este sentido, la difusión de saberes ingenieriles enfocados en la creatividad, debe evidenciar la formación de ingenieros igualmente creativos.

Son varios los autores que reconocen la necesidad de afrontar tales retos a través de una renovación de estrategias educativas que permitan proyectar los resultados, producto de las prácticas pedagógicas, articuladas con los contextos y necesidades de formación de los ingenieros. Salas (2005) menciona la necesidad de hacer una reforma estructural del sistema educativo donde el estudiante conozca el medio, se conozca a sí mismo, conozca los conocimientos y la manera más adecuada para llegar a ellos; implica todo un proceso de aprendizaje autónomo en el que él aprenda a aprender; siendo éste un requisito para el desarrollo de habilidades creativas. Olena (2008) considera la creatividad un desafío para la educación en el siglo XXI y propone como una cualidad indispensable en los procesos de innovación y desarrollo tecnológico, el fomento de la creatividad. Jaramillo Salazar (2009) hace un análisis a nivel de programas de maestría y pregrado donde relaciona la formación de recursos humanos capaces de innovar con la consolidación de instituciones del conocimiento y grupos de investigación.

Soto (2012) recalca la necesidad de preparar estudiantes creativos, motivando el pensamiento crítico y permitiendo la libertad en la imaginación. A su vez, menciona que en Colombia “se recurre siempre a la enseñanza de métodos analíticos o deductivos, y se deprime el pensamiento sintético o creativo” (Íbid). Por su parte, Reyes (2003) presenta una visión acerca del cambio de paradigma de los docentes frente a la metodología utilizada en sus enseñanzas, planteando la necesidad de utilizar estrategias creativas que contrasten con las tradicionales a fin de lograr una mayor motivación en los alumnos. Señala que en la enseñanza de las ciencias básicas es necesario combinar las habituales clases magistrales con otros tipos de estrategias innovadoras de tal manera que el proceso de aprendizaje resulte más estimulante.

A su vez, Parra (2014) expone que la experiencia colombiana en procesos de innovación no ha sido la mejor y propone que los problemas asociados al limitado desarrollo tecnológico e innovación pueden ser afrontados mediante nuevas propuestas educativas, y que dicha educación debe orientarse a la creación, la investigación y la innovación. Ovallos (2015), da soporte a lo anteriormente mencionado. En su estudio prospectivo frente a la formación de ingenieros expone que aunque en la actualidad los programas de ingeniería se preocupan por formar profesionales capacitados académica, científica y tecnológicamente, y creativos, innovadores y emprendedores; es necesario replantear los procesos de formación

de ingenieros especialmente vinculadas a temas relacionados con creatividad, innovación y emprendimiento.

Serna, (2014) en su informe de resultados acerca del estado de la formación en ingeniería, investiga y analiza las causas de la situación actual de esta área del conocimiento. Con base en su investigación, concluye que la industria colombiana no define de manera acertada el perfil, las habilidades, las capacidades y los roles que los ingenieros pueden ejercer. Además, que los procesos formativos que las universidades estructuran y aplican en esta área de formación no están capacitando debidamente a los estudiantes para afrontar la vida laboral. Entre los principales problemas frente al tema se tiene que los ingenieros suelen ser valorados como técnicos, las labores que desempeñan no corresponden con los títulos adquiridos o se presume un conocimiento para el cual no se está formado.

En cuanto a la inclusión de espacios que fomenten la creatividad por medio de herramientas tecnológicas y aulas especializadas se tiene que: Marín (2015), expone el caso de la Universidad Santiago de Cali donde se llevó a cabo una reforma curricular con el fin de renovar e integrar los programas, incorporando tendencias mundiales en educación en ingeniería. En esta reforma se vieron revisados tanto planes de cursos y prácticas como laboratorios y recursos físicos. Alfonso (2015) en su investigación de técnicas de aprendizaje activo aplicado en ingeniería, analiza la importancia de las prácticas de laboratorio como herramienta para relacionar los conocimientos teóricos con los prácticos. También, hace un análisis metodológico del aprendizaje con el fin de llevar a cabo un proceso de aprendizaje donde el estudiante cuente con una mayor participación mediante el uso de equipos especializados.

La Tabla 5, presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad a nivel nacional. De la búsqueda realizada en Bases de Datos Académicas, se obtuvo un total de 10 publicaciones científicas recuperadas.

Tabla 5. Revisión de la literatura nacional

Autor	Año	País	Tema					Participantes		
			1	2	3	4	5	A	B	C
Reyes	2003	Colombia	X	X				X		
Salas et al.	2005	Colombia		X		X		X	X	
Klimenko	2008	Colombia	X	X		X		X		
Salazar	2009	Colombia	X	X				X		
Soto et al.	2012	Colombia	X	X	X	X		X		
Serna et al.	2012	Colombia	X	X	X	X		X		X
Parra	2014	Colombia	X	X				X		

Autor	Año	País	Tema					Participantes		
			1	2	3	4	5	A	B	C
Alfonso <i>et al.</i>	2015	Colombia	X	X	X					
Marín <i>et al.</i>	2015	Colombia	X	X	X	X				
Ovalloz <i>et al.</i>	2015	Colombia	X	X	X	X		X		

Convenciones:

Tema: 1- Fomento de la creatividad; 2- Educación en tecnología; 3- Educación en ingeniería; 4- Innovación Tecnológica; 5- Redes de Computadores

Fuente: Elaboración propia

De la revisión sistemática de la literatura realizada a nivel nacional, se evidencia la preocupación e interés en renovar y modificar la manera en que se está enseñando y aprendiendo en pro del entendimiento y fomento de la creatividad por medio de la educación en tecnología en programas de ingeniería. Se evidencia que en el contexto colombiano, las investigaciones recopiladas se encuentran relacionadas con lo tratado en el contexto mundial. La comunidad científica nacional e internacional ha mostrado un especial interés a través de la realización de trabajos de investigación enfocados a presentar la relación existente entre educación en tecnología, educación en ingeniería y creatividad como base para la innovación y el desarrollo tecnológico.

Es posible enunciar algunas de las temáticas más relevantes frente a la creatividad y su relación con el área de Educación en Ingeniería (i) Reorientar los procesos de formación en ingeniería con el fin de adquirir una formación adecuada a las necesidades de la actualidad, (ii) La necesidad de apropiar nuevas metodologías de aprendizaje en los programas de Ingeniería y, (iii) La inclusión de nuevos espacios y tecnologías de aprendizaje en universidades, tales como laboratorios creativos, aulas de simulación y espacios de resolución creativa de problemas, con el fin de proveer ambientes creativos para la producción de soluciones tecnológicas a problemas reales desde las instituciones educativas.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO

Con el fin de exponer un panorama que abarque el problema asociado a la falta de innovación, el limitado desarrollo tecnológico en el país y de cómo este puede ser afrontado desde los espacios educativos a través del fomento de la creatividad, se llevarán a cabo tres fases con las que se analizarán las prácticas de educación en tecnología en educación superior nivel mundial y de cómo estas podrían ser implementadas en el contexto de la educación superior en este país.

La manera en que se desarrollará esta propuesta de investigación será por medio de cuatro fases con sus correspondientes actividades. Estas fases estarán diseñadas de modo en que se obtengan los resultados esperados de la investigación: En la Figura 1, se presentan las fases del proceso investigativo.

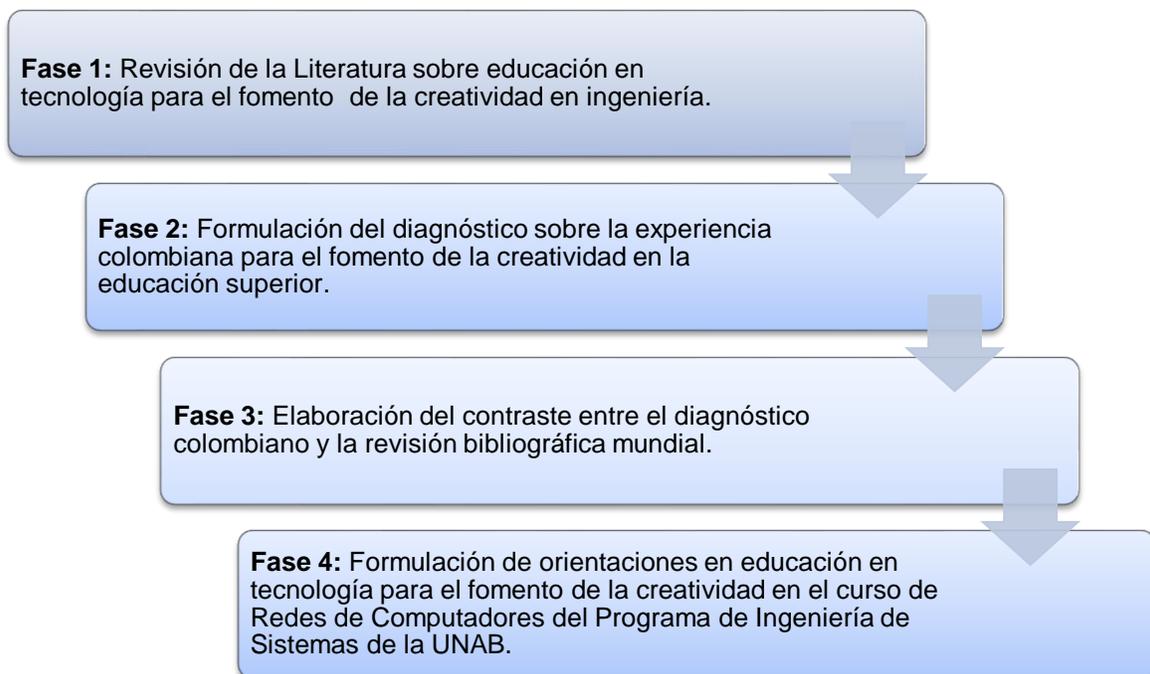


Figura 1. Metodología de la investigación

Fase 1. Se realizaron las siguientes actividades: (i) Búsqueda y recopilación de la literatura referente a educación en tecnología para el fomento de la creatividad en la educación superior a nivel mundial, haciendo énfasis en cursos de redes de computadoras en programas de pregrado; (ii) Clasificación y análisis de la bibliografía según su importancia.

Fase 2. Se realizaron las siguientes actividades: (i) Búsqueda y recopilación de la literatura referente a educación en tecnología para el fomento de la creatividad en Colombia, haciendo énfasis en cursos de redes de computadoras en programas de pregrado; (ii) Formulación de un diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología para el fomento de la creatividad desde cursos de redes de computadoras en programas de pregrado.

Fase 3. Se realizaron las siguientes actividades: (i) Comparación entre la revisión de la literatura mundial y el diagnóstico realizado; (ii) Análisis reflexivo sobre la utilización y apropiación en el contexto colombiano de los métodos educativos encontrados en la recopilación bibliográfica mundial en programas de pregrado en Redes de Computadores; y (iii) Contraste entre el diagnóstico colombiano y la revisión bibliográfica mundial realizada.

Fase 4. Se realizaron las siguientes actividades: (i) Desarrollo de una reflexión crítica sobre la pertinencia en el contexto colombiano de las propuestas educativas identificadas en la revisión bibliográfica mundial y; (ii) Formulación de orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en un curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.

4. RESULTADOS

4.1. CASOS DE ESTUDIO EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN CURSOS DE REDES DE COMPUTADORES

Con el fin de conocer la situación internacional de las universidades colombianas en aspectos relacionados con investigación, innovación y desarrollo tecnológico, en programas de pregrado que incorporen un curso de Redes de Computadores, se hizo la revisión del Ranking Académico de Universidades del Mundo (*ARWU – Academic Ranking of World Universities*). De la revisión realizada en ARWU se encontró que las tres universidades mejor posicionadas⁸ en 2015 fueron: (i) Universidad de Harvard, (ii) Universidad de Stanford y, (iii) Instituto de Tecnología de Massachusetts.

Seguidamente, se procedió a hacer una revisión de sus programas ofertados que guardasen relación con la Ingeniería de Sistemas y que contasen con formación en el área de Redes de Computadores. A continuación, se presenta lo encontrado de la revisión de las Universidades (Ver Tabla 6. Las 3 mejores universidades según ARWU.Tabla 6).

Tabla 6. Las 3 mejores universidades según ARWU.

Universidad	Programa	Curso
Universidad de Harvard	<i>Computer Science</i>	<i>Computer Networks</i>
Universidad de Stanford	<i>Computer Science</i>	<i>Introduction to Computer Networking</i>
Instituto de Tecnología de Massachusetts.	<i>Computer Science</i>	<i>Computer System Engineering</i>

Fuente: *Academic Ranking of World Universities* (2015)

Una vez seleccionadas las Universidades, se llevó a cabo un análisis de los programas y el desarrollo de los cursos relacionados con las Redes de Computadores. Con el fin de presentar información pertinente, se establecieron los siguientes criterios de búsqueda de información: (i) Contenidos Temáticos, (ii)

⁸ Para el ranking global, ARWU toma como criterios e indicadores de posicionamiento: (i) Calidad de la Docencia, (ii) Calidad del Profesorado, (iii) Producción Investigadora, y, (iv) Rendimiento per Cápita

Forma de Evaluación, (iii) Actividades a realizar en el curso, (iv) Bibliografía del curso, (v) Docentes, y, (vi) Enlace del curso. En la Tabla 7, Tabla 8, y Tabla 9 se presentan la información recuperada.

Tabla 7. Programa de *Computer System Engineering* en MIT

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE MASSACHUSETTS COMPUTER SCIENCE	
Curso	<i>Computer System Engineering</i>
Contenidos Temáticos	<p>Basado en los contenidos presentados en el libro "<i>Principles of Computer System Design: An Introduction, Part I (2010)</i>" se presentan los siguientes contenidos temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Introduction to systems</i> • <i>Complexity in computer systems</i> • <i>Abstractions and naming</i> • <i>Modularity with client/server</i> • <i>Operating system structure</i> • <i>Clients and servers within a computer</i> • <i>Virtualizing processors: threads</i> • <i>Performance</i> • <i>Introduction to networks</i> • <i>Layering and link layer</i> • <i>Network layer, routing</i> • <i>End-to-end layer</i> • <i>Congestion control</i> • <i>Distributed naming</i> • <i>Reliability</i> • <i>Atomicity concepts</i> • <i>Recoverability</i> • <i>Isolation</i> • <i>Multi-site atomicity</i> • <i>Consistency and replication</i> • <i>Security intro</i> • <i>Authentication</i> • <i>Cryptographic protocols</i> • <i>Authorization and confidentiality</i> • <i>Systems design experience</i> • <i>Complexity</i>
Forma de Evaluación	<p>Para el desarrollo del curso se tienen en cuenta tres criterios principales de evaluación:</p> <p>(i) <i>Technical Material</i>, el cual se refiere a Quizzes y Laboratorios prácticos que se llevan a cabo todas las semanas, esto comprende un 35% del total de la nota del curso.</p> <p>(ii) <i>Communication + System design and analysis</i>, el cual se refiere al desarrollo detallado de un proyecto de curso que afronte una problemática real, este proyecto debe ser documentado y comprende un 40% de la nota total del curso.</p> <p>(iii) <i>Participation</i>, que se evalúa a través de la participación en espacios de discusión y debate conocidos como "<i>Recitations</i>", esto comprende el 25% de la nota total del curso.</p>
Actividades	El docente asigna diversas actividades con base en las tres áreas sobre

	<p>las cuales se desarrolla el curso:</p> <p>(i) <i>Lectures</i>, espacio donde el estudiante, de manera presencial, adquiere los conocimientos definidos en los contenidos temáticos. En este espacio, el docente trata las temáticas del curso con base en el libro guía del curso y presentación de artículos científicos.</p> <p>(ii) <i>Recitations</i>, espacio de discusión presencial entre los estudiantes y el docente donde se presentan casos de estudio exitosos, análisis de nuevas tecnologías, y, críticas y reflexión de artículos científicos.</p> <p>(ii) <i>Writing Tutorials</i>, espacio presencial/virtual para el acompañamiento y asesoría de las diversas tareas asignadas en el curso. Los estudiantes son guiados para desarrollar estrategias y habilidades requeridas para la elaboración de la documentación del proyecto y reportes, estos documentos pueden ser artículos científicos, o ensayos con base en artículos referenciados.</p> <p>A su vez, actividades como quizzes y laboratorios prácticos son desarrollados todas las semanas con base en lo presentado en las <i>Lecture</i> y <i>Recitations</i>, también, se lleva a cabo el proyecto de curso donde es requerido presentar reportes, y sustentaciones, y la redacción de artículos científicos que sirve como espacio integrador de las temáticas presentadas en el curso.</p>
<p>Bibliografía</p>	<p>Las lecturas del curso van acordes a lo expuesto por el Libro guía: <i>Principles of Computer System Design: An Introduction</i> (Morgan Kaufmann 2010). Es mencionado como referente ante cualquier confusión.</p> <p>También, cada sección de contenido temático cuenta con una lista de artículos que sirven para reforzar y ampliar el conocimiento en las diferentes áreas.</p>
<p>Docentes</p>	<p>El instructor principal del curso es:</p> <p>Rober Morris es un profesor asociado del programa de <i>Electrical Engineering</i> y <i>Computer Science</i> del Instituto de Tecnología de Massachusetts. Cuenta con doctorado en <i>Applied Science</i>. Fue el desarrollador del primer gusano informático, fue premiado por la <i>Association for Computing Machinery (ACM)</i> por sus aportes en redes de computadores, sistemas distribuidos y sistemas operativos. Ha participado como investigador del programa de <i>Computer Science</i> en temas relacionados con arquitecturas de redes de computadores y redes inalámbricas.</p> <p>Samuel Madden es un profesor asociado del programa <i>Electrical Engineering</i> y <i>Computer Science</i> del Instituto de Tecnología de Massachusetts. Cuenta con una maestría y doctorado en <i>Electrical Engineering and Computer Science</i>. Su área de investigación son las redes de computadores y las bases de datos, ha llevado a cabo investigaciones importantes en el desarrollo de soluciones tecnológicas relacionadas con el almacenamiento y gestión de sistemas de información.</p>

Fuente: <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-033-computer-system-engineering-spring-2009/index.htm>

Tabla 8. Programa de *Introduction to Computer Networking* en Stanford.

UNIVERSIDAD DE STANFORD	
COMPUTER SCIENCE	
Curso	<i>Introduction to Computer Networking</i>
Contenidos Temáticos	<p>Basado en los contenidos presentados en el libro “<i>Computer Networking: A Top-Down Approach (2011)</i>” se presentan los siguientes contenidos temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Intro, IP, & datagrams</i> • <i>Application protocols</i> • <i>Transport & reliability</i> • <i>IP and Forwarding</i> • <i>TCP & Congestion control</i> • <i>Intra-domain Routing</i> • <i>Physical and Link layers</i> • <i>DNS</i> • <i>DCCP & NAT</i> • <i>IPv6, Multicast and Anycast</i> • <i>Queuing, Caching, Content distribution</i> • <i>Wireless</i> • <i>Security (Attacks)</i> • <i>Security (Defenses)</i> • <i>Secure Protocols: IPSec, TLS, and DNSSEC</i> • <i>Current Topic: Data Center Networking</i> • <i>Internet Today</i>
Forma de Evaluación	<p>Se establece un sistema de evaluación donde hay 2 exámenes, trabajos escritos, y 5 laboratorios prácticos. En este sentido, el primer examen busca evaluar la apropiación de conocimientos a mitad del curso, el examen final evalúa esta apropiación, también es definida una lista de trabajos escritos desde el inicio del curso. De la lista de trabajos, se deben escoger dos y en ellos se pide describir y justificar una solución a situaciones reales relacionadas con diseños de redes, finalmente los laboratorios se desarrollan con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos a través de las sesiones magistrales y lectura de artículos científicos.</p> <p>Se utilizan las siguientes fórmulas para determinar la nota del estudiante:</p> $e = \max(\text{final}, \text{avg}(\text{final}, \text{midterm}))$ $h = \text{avg}(hw1, hw2)$ $w = \left(\frac{3e + h}{4}\right)$ $p = \text{avg}(p1, p2, p3, p4, p5)$

	$grade = \max\left(\frac{2w + p}{3} + \frac{w + 2p}{3}\right)$
Actividades	<p>En el desarrollo del curso se emplean actividades como:</p> <p>Presentación de las temáticas por medio de <i>slides</i> donde los conceptos teóricos son asociados a su implementación en situaciones reales.</p> <p>Lectura y análisis de artículos científicos con el fin de profundizar en temas específicos y desarrollar capacidades de análisis y comprensión de documentos</p> <p>Redacción y justificación de trabajos escritos. En este sentido, una lista de diversas situaciones es presentada al estudiante con el inicio del curso donde debe presentar una solución a alguna situación asociados a las redes de computadores</p> <p>Exámenes escritos, con el fin evaluar la apropiación de conocimientos por parte del estudiante.</p> <p>Laboratorios prácticos y de programación donde se afianzan los conocimientos teóricos, en estos laboratorios es necesaria la redacción de informes.</p>
Bibliografía	<p>Las lecturas del curso van acorde a lo expuesto por el Libro guía: <i>Computer Networking: A Top-Down Approach (2011)</i>. Es mencionado como referente ante cualquier confusión.</p> <p>También, los contenidos temáticos expuestos con anterioridad, son presentados con una serie de lecturas adicionales con el fin de extender el entendimiento de los contenidos.</p>
Docentes	<p>Philip Levis es un profesor asociado del programa de <i>Computer Science</i> y <i>Electrical Engineering</i>. Cuenta con una maestría y doctorado en <i>Computer Science</i>. Ha recibido diferentes premios por sus más de 60 artículos científicos e investigaciones en áreas como el diseño e implementación de sistemas de redes, sistemas operativos y protocolos, se especializa en redes inalámbricas.</p> <p>Nick McKeown, docente del programa de <i>Computer Science</i>, <i>Electrical Engineering</i> y el curso <i>Introduction to Computer Networking</i>, cuenta con una maestría y un Ph.D en <i>Computer Science</i>. Su grupo de investigación se centra en nuevas arquitecturas de internet, "<i>software-defined networks</i>" y cómo hacer que los enrutadores sean más rápidos.</p>

Fuente: <http://www.scs.stanford.edu/11au-cs144/>

Tabla 9. Programa de *Computer Networks* en Harvard

UNIVERSIDAD DE HARVARD	
COMPUTER SCIENCE	
Curso	<i>Computer Networks</i>

Contenidos Temáticos	<p>Basado en los contenidos presentados en el curso “<i>Computer Science 143 (2014 - 2015)</i>” se presentan los siguientes contenidos temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Basic Networking Concepts: Protocol Layering Application protocols.</i> • <i>Internet of Things: All-service Bluetooth Low Energy (BLE)</i> • <i>Data Center Networking: Software Defined Networking</i> • <i>Web-scale Networking: Distributed Cloud Computing and Virtual Machine Migration</i> • <i>Content Networks: Video Streaming</i> • <i>Network Security: Defense Against Protocol Exploitation</i> • <i>Wireless Networking: Wireless Mesh, Geographic Routing</i> • <i>Machine Learning Assisted Networking: End-to-end Application Adaptive Protocols</i> • <i>Cyber-physical Networks: Vehicular Networking</i>
Forma de Evaluación	<p>La información referente a procesos de evaluación es limitada. Sin embargo, en la descripción del curso se expone que los estudiantes tendrán la oportunidad de implementar los conceptos aprendidos en el curso a través de tareas programadas, lecturas y discusiones de artículos e informes actualizados en el área de las redes de computadores.</p>
Actividades	<p>En el desarrollo del curso se emplean actividades como:</p> <p>Presentación de las temáticas por medio de <i>slides</i> donde los conceptos teóricos son asociados a su implementación en situaciones reales.</p> <p>Lectura y análisis de artículos científicos con el fin de profundizar en temas específicos y desarrollar capacidades de análisis y comprensión de documentos</p> <p>Un proyecto final, en el cual se plantea un problema en materia de redes en un entorno real con el fin de proponer una solución apropiada y documentada.</p>
Bibliografía	<p>No disponible.</p>
Docentes	<p>H.T. King, docente del programa de <i>Computer Science, and Electrical Engineering</i> y el curso <i>Computer Networks</i>, cuenta con doctorado en <i>Computer Science</i>. Sus áreas de interés en investigación incluyen sistemas de bases de datos, computación paralela, seguridad en redes y comunicaciones inalámbricas. A su vez, para complementar sus actividades académicas, Kung guarda una estrecha relación con la industria donde participa como consultor y miembro activo de diversas compañías privadas y públicas. También fue galardonado por ACM en 2015 como la persona más influyente en materia de Sistemas Operativos y artículos científicos en el tema de ese año.</p>

Fuente: <http://isites.harvard.edu/course/colgsas-6401>

Con base en la información presentada anteriormente, es posible exponer lo siguiente frente al desarrollo de estos cursos en las tres universidades seleccionadas:

- Los contenidos programáticos sobre los cuales se fundamentan los cursos son presentados por módulos. En el caso específico del MIT y de Harvard se tiene que los módulos definidos no hacen alusión a contenidos estrictamente teóricos, sino que estos, son presentados acorde a temas relevantes en la actualidad⁹ en el área de las redes de computadores (*Internet of Things, Machine Learning, Data Center Networking, The Device Mesh, 3D Printing Materials, Ambient User Experience, Information of Everything, Autonomous Agents and Things, Adaptive Security Architecture, Mesh App and Service Architecture*, entre otros). A su vez, vale la pena destacar que en el curso de *Computer Networking* presentado en Stanford, cuenta con un módulo dinámico en el cual, según las tendencias del momento trata una temática específica cada vez que es ofertado. En este sentido es posible afirmar que los contenidos de los cursos son actualizados y tratan temas pertinentes a las redes en la actualidad.
- También, es necesario destacar que en MIT y Stanford, el desarrollo del curso es llevado a cabo en dos áreas según las actividades asignadas: (i) *Lectures*, espacio donde el estudiante, de manera presencial, adquiere los conocimientos definidos en los contenidos temáticos. En este espacio, el docente trata las temáticas del curso con base en el libro guía del curso y presentación de artículos científicos, y, (ii) *Recitations*, espacio de discusión presencial entre los estudiantes y el docente donde se presentan casos de estudio exitosos, análisis de nuevas tecnologías, y, críticas y reflexión de artículos científicos. En el caso de Harvard, el curso es ofertado de manera virtual y toma un sentido de aprendizaje autónomo en el que se presentan muchas actividades que deben ser desarrolladas soportadas en material complementario presentando en el curso.
- En el caso de MIT y Stanford, la inclusión de actividades que fomenten el desarrollo de habilidades creativas e innovación es visible a través de la solución y justificación de casos de estudio de diversas situaciones relacionadas con las redes de computadores, estos casos usualmente están asociados a problemáticas reales que se dan en el campus o en la industria. Además, la elaboración de proyectos de curso donde los estudiantes deben presentar artículos científicos, planes de negocio y reportes, sirven para apropiar lograr apropiar los contenidos teóricos del curso y aplicarlos en un sentido práctico que está vinculado con actividades realizadas en el ámbito profesional. Vale la pena destacar, que los estudiantes son guiados para desarrollar estrategias y habilidades requeridas para la elaboración de la documentación del proyecto.

⁹ Gartner: Top 10 Strategic Technology Trends for 2016. Gartner Symposium/ITxpo 2015, October 4-8 in Orlando.

- Vale la pena destacar que las tres universidades presentadas cuentan con una lista de artículos científicos que dan a los estudiantes con el fin de profundizar en sus áreas de interés, además, en el caso de MIT y Stanford se tiene que estas cuentan con espacios de debate y discusión sobre artículos científicos que son llevados a cabo una o dos veces por semana. Lo anterior refuerza la necesidad de involucrar componentes de investigación en el desarrollo de las clases donde sea posible evidenciar a través de artículos científicos, avances y situaciones actuales en el área de estudio de las redes de computadores.
- Finalmente, otro de los factores importantes para que los procesos de formación del estudiante cuenten con bases sólidas en la apropiación y aplicación de conocimientos, es contar con un cuerpo docente con formación avanzada, que esté a la vanguardia en su área de estudio, y que esté relacionado con el sector industrial. En este sentido, se observa que, para el desarrollo de los cursos en las tres universidades, los docentes asignados cuentan con formación avanzada y que esta guarda una estrecha relación con las redes de computadores. A su vez, los docentes asociados en las diferentes universidades, cuentan con experiencia en la industria y han sido reconocidos por sus publicaciones científicas y desarrollos tecnológicos en diferentes ocasiones.

4.2. DIAGNÓSTICO SOBRE LA EXPERIENCIA COLOMBIANA EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

La realización del diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en programas de pregrado que preferiblemente incorporen el curso de redes de computadores se hará con base en dos capítulos de la presente investigación: (i) La revisión de la literatura en la cual se analizaron los documentos que hacen referencia tratan sobre educación en tecnología para el fomento de la creatividad a nivel nacional y, (ii) El marco legal en materia de educación en tecnología y del apoyo a la actividad tecnológica en Colombia que permitió fundamentar este proyecto.

A su vez, diferentes bases de datos a nivel nacional e internacional que brindan información relevante en temas de Educación Superior, Ingeniería, Creatividad e Innovación fueron consultadas. También, fueron consultadas instituciones gubernamentales y empresas que tratan temas de creatividad a nivel organizacional, con el fin de adquirir un panorama completo de la situación colombiana en estos temas. Las instituciones y bases de datos consultadas son mencionadas a continuación:

- *Global Creativity Index*. Índice que evalúa el crecimiento económico y la sostenibilidad e innovación de 139 países basado en el desarrollo económico; talento, tecnología y tolerancia.
- Plan Nacional de Desarrollo Colombia 2014 – 2018. Revisión del Plan Nacional de Desarrollo en temas referentes a Educación Superior, Desarrollo Tecnológico e Innovación.
- Plan de Desarrollo Departamental Santander 2016 – 2019. Revisión del Plan de Desarrollo Departamental en temas referentes a Educación Superior, Desarrollo Tecnológico e Innovación.
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES): Se realizaron consultas de los programas académicos a nivel de pregrado en Ingeniería de Sistemas
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT): Se realizaron consultas respecto al número de graduados en programas de ingeniería a nivel de pregrado.
- Indicadores del Banco Mundial sobre importaciones y exportaciones en tecnologías de la información y la comunicación.
- Revisión de enlaces Web de entidades/instituciones que ofrecen servicios relacionados con creatividad a nivel educativo o empresas en el contexto nacional.
- Consejo Nacional de Acreditación (CNA). Revisión de las estrategias para el fomento de la investigación e innovación en las Instituciones de Educación Superior.
- Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES). Revisión de las Condiciones Mínimas de Calidad que deben cumplir los programas de Educación Superior en Colombia.
- La Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas (REDIS). Revisión de términos relacionados con Programas de Ingeniería de Sistemas, o nombres afines, ofrecidos por Instituciones de Educación Superior.

En el contexto colombiano, la creación de decretos y políticas para el desarrollo tecnológico, innovación y creatividad a través de las instituciones educativas y empresas se han hecho prioridad en los diferentes Planes de Desarrollo a nivel Nacional, Departamental y Municipal. Esto se da como estrategia para afrontar las problemáticas relacionadas con la limitada experiencia del país en el desarrollo de procesos de innovación tecnológica y formación apropiada de profesionales según las necesidades identificadas en el entorno.

El escaso desarrollo tecnológico en el contexto colombiano puede verse justificado por la existencia de diferentes factores, que han propiciado que el país se haya consolidado a nivel mundial, como una sociedad limitada a la importación de productos y servicios de tipo exógeno. Uno de estos factores, y de especial

importancia es la baja inversión en Investigación y Desarrollo en el país. Según cifras del Banco Mundial, la inversión total realizada en Investigación y Desarrollo¹⁰ (sector público y privado) del total del PIB colombiano, durante el período 2011-2013, fue en promedio de 0,225 puntos porcentuales.

En relación con lo anterior, es pertinente considerar la situación actual de las empresas productivas y el papel que cumplen como elementos clave en los sistemas de innovación del país. Según el Banco Mundial, en el 2014 las importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación correspondieron a un 12,2% del total de las importaciones en el país mientras que las exportaciones de productos de alta tecnología fueron tan solo el 0,2% de las exportaciones totales.

Adicionalmente, las empresas no suelen considerar áreas de Investigación y Desarrollo y tienden a gastar poco en ellas y en la producción de innovación tecnológica endógena. Lo anterior repercute en una mayor inversión en importación de bienes y tecnologías de la información y la comunicación, que a su vez trae consigo costos adicionales asociados al mantenimiento de estas tecnologías, la realización de estudios sobre la pertinencia de la tecnología en el contexto nacional y sus procesos de apropiación, modificación y masificación en el entorno. Si a nivel empresarial, se invirtiese en la creación y desarrollo de áreas de I+D+i, habría un incremento en los procesos de producción de tecnología endógena y pertinente a las problemáticas del país. Esto a su vez reduciría la necesidad de importación de tecnología exógena lo cual conlleva a una reducción de costos asociados a importación de tales tecnologías y daría apertura a nuevas posibilidades de negocios en exportación de tecnologías.

Para lograr que las empresas inviertan en Investigación y Desarrollo, es necesario estimular el crecimiento de instituciones dedicadas a la investigación y proponer un vínculo relevante y funcional entre los Centros de Investigación y las Empresas productivas. A nivel nacional, el Plan de Desarrollo Nacional y el Plan de Desarrollo Departamental de Santander, exponen que estas relaciones son débiles, y con escasa relación entre la agenda de investigación de las universidades y las necesidades y las presiones técnicas para reducir costos o para innovar, de parte de las empresas. Con el fin de analizar las áreas de interés y desarrollo en los Centros de Investigación¹¹, Colciencias presenta a través de su plataforma del Estado de la Ciencia en Colombia, su clasificación según las áreas de conocimiento establecidas por la OCDE¹², donde se observan un total de 3970 Grupos de Investigación de los cuales 82 pertenecen al área de Computación y

¹⁰ El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

¹¹ Centros o institutos de investigación: Son organizaciones orientadas a la generación de conocimiento fundamental para el país.

¹² La OCDE define las disciplinas y áreas del conocimiento según el Manual de Frascati. Disponible en: <http://www.conicyt.cl/pci/files/2015/07/Disciplinas-OCDE.pdf>

Ciencias de la Información y 201 al área de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática. Cabe mencionar que, a nivel nacional, existen 68 Centros de Investigación reconocidos oficialmente por Colciencias como Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico¹³, y, solo dos de estos corresponden al sector de la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática.

Vale la pena destacar que aunque la inversión por parte de empresas es relativamente baja, existen entidades que fomentan una cultura científica, tecnológica e innovadora a través de la inversión en proyectos de investigación, formación profesional y emprendimiento¹⁴. Estas entidades buscan el fortalecimiento del país en materia de investigación y desarrollo tecnológico, sin embargo, otro de los factores que afecta esta problemática es la exigua aplicación por parte de las personas a las convocatorias ofertadas por estas entidades (de carácter nacional e internacional).

Para el caso de Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación), anualmente la entidad presenta a la comunidad científica nacional e internacional una serie de convocatorias divididas en categorías dependiendo de lo estipulado en los términos de referencia¹⁵. Estas categorías son: (i) Oportunidades de Formación, (ii) Mentalidad y Cultura, (iii) Investigación, (iv) Internacionalización y, (v) Innovación. Si bien el propósito de estas convocatorias es el fortalecer los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación del país, las convocatorias presentadas en las categorías de Innovación e Investigación se presentan como propuestas de valor en el estímulo del desarrollo de procesos tecnológicos e innovación en el país. A continuación, en la Tabla 10y Tabla 11 se presentan dos convocatorias de investigación y desarrollo que tratan temáticas relacionadas con Redes de Computadores, una del año 2015 (Convocatoria Colciencias 753), y una perteneciente al Plan Anual de Convocatoria 2016 (Convocatoria Colciencias 745).

¹³ Centros de desarrollo tecnológico: Son organizaciones enfocadas al desarrollo de la investigación aplicada.

¹⁴ Entidades Gubernamentales como COLCIENCIAS e iNNpulsa tienen como misión concertar políticas de fomento a la producción de conocimientos, construir capacidades para CT+I, fomentar la innovación y el emprendimiento de alto impacto a través de convocatorias a nivel de formación profesional, investigación y emprendimiento. A su vez, instituciones como el DAAD ofrece más de 25 programas de becas diferentes que cubren todos los niveles de la educación superior y en general todos los ámbitos del mundo académico e investigativo.

¹⁵ Las convocatorias ofertadas por COLCIENCIAS presentan un documento con los términos de referencia a los que se adjunta la convocatoria. El documento se estructura de la siguiente manera: (i) Presentación de la convocatoria, (ii) Objetivos de la convocatoria, (iii) Entes a los cuales está dirigida, (iv) Focos de Especialización y Regiones, (v) Requisitos Mínimos, (vi) Condiciones Inhabilitantes, (vii) Alcance de la Convocatoria, (viii) Duración y Financiación, (ix) Rubros Financiables y No Financiables, (x) Procedimiento de Inscripción, (xi) Autorización de Datos Personales, (xii) Criterios de Evaluación, (xiii) Procedimiento de Evaluación, (xiv) Banco de Elegibles, (xv) Aclaraciones, (xvi) Cronograma, (xvii) Propiedad Intelectual, (xviii) Veedurías Ciudadanas, (xix) Anexos, (xx) Aceptación de Términos y Veracidad, (xxi) Modificaciones, (xxii) Mayor Información

Tabla 10. Convocatoria 753 - Colciencias

Convocatoria para proyectos de investigación y desarrollo en ingenierías (2015)	
Número	753
Objetivo	<p>Contribuir al avance de la Investigación y Desarrollo -I+D en Ingenierías, con enfoques que integren miradas interdisciplinarias que aporten a la solución de problemáticas de los entornos sociales y productivos del país, que conduzcan a la incorporación de nuevo conocimiento científico y tecnológico en las temáticas establecidas en la convocatoria y, que contribuyan a la transferencia de conocimiento de alto impacto.</p> <p>Se pretende el fortalecimiento de las capacidades científicas y el desarrollo tecnológico del país, a través de la financiación de proyectos, con antecedentes previos/proprios obtenidos por los proponentes. Ver términos de referencia.</p>
Dirigido a	Grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación reconocidos por Colciencias. Se considerarán igualmente las alianzas estratégicas conformadas entre dichos grupos de investigación, con Centros de Desarrollo Tecnológico o empresas del sector productivo.
Temáticas asociadas a Redes de Computadores	<p>Dentro de las temáticas establecidas en los Términos de Referencia de la Convocatoria, se tiene lo siguiente:</p> <p>4.1. Nuevas tecnologías para el desarrollo del agro. 4.1.3. Procesos y tecnologías para mejoramiento de la productividad en cadenas de valor agroindustriales.</p> <p>4.2. Tecnologías para la inclusión social y el mejoramiento de la calidad de vida de poblaciones de escasos recursos. 4.2.5. Sistemas de telemedicina para el diagnóstico, monitoreo y tratamiento de enfermedades en zonas rurales.</p> <p>4.3. Desarrollo urbano sostenible. 4.3.6. Desarrollo de tecnologías integradas basadas en dispositivos y componentes, sistemas de potencia, controles, computación, redes, comunicaciones y tecnologías cibernéticas, para aplicaciones en sectores tales como telecomunicaciones, energía, transporte, manufactura, salud, y seguridad nacional, entre otros.</p>
Proyectos Presentados	629 propuestas presentadas, 127 fueron seleccionadas como elegibles.
Proyectos Financiados.	37 propuestas financiadas.

Fuente: Plan de Convocatorias COLCIENCIAS (2015)

Tabla 11. Convocatoria 745 - Colciencias

Convocatoria para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos de país (2016)	
Número	745
Objetivo	Fomentar la generación de conocimiento a través de proyectos de CTel

	<p>que afronten retos de país, que deriven en productos con potencial de transferencia de resultados a diferentes grupos de interés.</p> <p>Con esta convocatoria se busca fomentar la investigación orientada a un propósito en torno a los ejes temáticos: construcción de paz, crecimiento verde y agregación de valor a recursos renovables y no renovables; que abordados desde la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, aporten propuestas de valor integrales con potencial para responder a los retos del país, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018.</p>
Dirigido a	Centros y/o grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación reconocidos por Colciencias en el marco del Servicio Permanente de Reconocimiento y de la convocatoria 693 de 2014 respectivamente, que se presenten en alianza con al menos un grupo perteneciente a otra disciplina. Adicionalmente la alianza podrá vincular otros actores del SNCTel, adscritos a entidades legalmente constituidas.
Temáticas asociadas a Redes de Computadores	<p>Dentro de las temáticas establecidas en los Términos de Referencia de la Convocatoria, se tiene lo siguiente:</p> <p>1.3. Sistema de mando, control y monitoreo para la seguridad territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de monitoreo y control territorial desde el punto de vista tecnológico, jurídico, político y social. - Manejos de sistemas de información, ciberdefensa y ciberseguridad. <p>2.4. Desarrollo de tecnologías para la mitigación y adaptación a la variabilidad climática.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnología para el monitoreo, análisis y simulación para la predicción de la variabilidad climática. - Soluciones que se ajusten a las necesidades de adaptación y mitigación de riesgos sociales asociados a la variabilidad climática. - Tecnologías para reducir el impacto de la actividad humana en la variabilidad climática. <p>3. Gestión de operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo y control de los procesos de manufactura y producción agrícola.
Proyectos Presentados	No disponible.
Proyectos Financiados.	No disponible.

Fuente: Plan de Convocatorias COLCIENCIAS (2016)

El desarrollo de estas convocatorias tiene como propósito la generación de conocimiento (representado fundamentalmente en la producción de artículos de Revisión Sistemática de la Literatura y Estados del Arte) y soluciones apropiadas y pertinentes a las problemáticas del contexto colombiano. Vale la pena destacar que las temáticas expuestas en las convocatorias, surgen de los desafíos expuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018, los cuales pretenden

afrentar desde el desarrollo de soluciones y proyectos enfocados a la masificación, uso y apropiación de las TIC, sistemas de información y redes computacionales. Lo anterior refuerza la importancia y necesidad de contar con profesionales capaces de participar en procesos de innovación y desarrollo tecnológico que a su vez, estén vinculados a procesos de investigación.

A nivel nacional, cada gobierno presenta su Plan de Desarrollo en el cual se señalan los propósitos y objetivos nacionales de largo plazo, las metas y prioridades de la acción estatal en el mediano plazo y las estrategias y orientaciones generales de la política económica, social y ambiental que serán adoptadas por el gobierno. En este contexto, se presenta en la Tabla 12 lo expresado en los diferentes Planes de Desarrollo en relación con educación superior, investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Tabla 12. Aspectos destacados del PND y el PDD en Educación Superior, Desarrollo Tecnológico e Innovación

Plan Nacional de Desarrollo (2014 – 2018)	Plan de Desarrollo Departamental de Santander (2016- 2019)
<p>Transformación de los sistemas educativos tradicionalistas a modelos prácticos donde se desarrollen las capacidades de aplicación, innovación y aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>Formulación de proyectos con el fin de estimular la apropiación, desarrollo y uso de TIC a nivel social y educativo.</p> <p>Rediseño de los criterios de otorgamiento de los registros calificados en instituciones de educación superior.</p> <p>Formación avanzada de docentes e investigadores con el fin de aumentar las capacidades de ciencia, tecnología e innovación en instituciones de educación.</p> <p>Promoción del desarrollo científico, tecnológico y la innovación como motor del crecimiento empresarial y educativo.</p> <p>Fomento de los procesos de investigación y transferencia de conocimiento y tecnología a través de centros de investigación y universidades.</p> <p>Diseño e implementación de un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI.</p> <p>Definición de lineamientos normativos, estratégicos y operativos para la instrumentalización de los spin-offs como mecanismo de emprendimiento basado en el desarrollo tecnológico e innovación.</p> <p>Desarrollo, creación y consolidación de espacios para la comprensión, reflexión y apropiación de la ciencia, la tecnología e innovación.</p>	<p>Formulación de programas y proyectos de incubación de empresas de base tecnológica, y la participación del sector empresarial y educativo en proyectos de investigación, Centros de Desarrollo Tecnológico y de investigación en asociación con empresarios del departamento.</p> <p>Inversión en la infraestructura física necesaria para lograr un ambiente propicio para la innovación y creatividad en instituciones de educación pública y empresas.</p> <p>Rediseño y actualización de los currículos de los programas de educación superior para apuntar a las necesidades empresariales actuales.</p> <p>Inversión en la creación del Observatorio Departamental de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación.</p> <p>Desarrollo y formulación de políticas públicas que beneficien actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en las empresas, creando un escenario que integre las iniciativas nacionales de promoción en un marco de continuidad de dichas políticas desde el gobierno departamental.</p> <p>Creación y desarrollo de programas para el Desarrollo en Ciencia, Creatividad e Innovación en la educación superior.</p>

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se tiene que algunas de las estrategias propuestas en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, se orientan a afrontar desafíos como: (i) Fortalecimiento del sector educativo y posicionamiento de la nación con el nivel educativo más alto de la región y, (ii) Fortalecimiento de procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el país.

En el caso específico de la educación superior se tiene que (Tomo I Págs. 77 a 85 y 171 – 183):

- El país cuenta con 6.414 programas de pregrado registrados en el sistema, de los cuales 944 cuentan con registro de Alta Calidad y 5.470 con registro calificado¹⁶.
- En el caso de las Instituciones de Educación Superior, se tiene que 33 de las 288 existentes cuentan con Acreditación de Alta Calidad.
- Solo el 6% de los docentes de educación superior cuentan con formación doctoral.

En este sentido, el PND expone que el país debe avanzar hacia un rediseño de los criterios para el otorgamiento de los registros calificados que lleve a todos los programas a operar bajo estándares de calidad más elevados, así como a propiciar estrategias para promover la acreditación de alta calidad de más instituciones de educación superior y fomentar la formación avanzada del cuerpo docente. Para esto, los docentes, la infraestructura, la institucionalidad, y la asignación de recursos deberán fortalecerse a fin de promover un avance sustancial de todo el proceso de formación.

Otro de los retos asociados con la educación superior y formación presentados en el PND nace de los actuales procesos de transformación económica y social, el cambio climático, y las crisis financieras y humanitarias, las cuales requieren individuos capaces de manejar el riesgo, con una sólida conciencia ambiental que les permita una apropiada interacción con su entorno, como sujetos activos del proceso de desarrollo humano sostenible. Es también necesario, considerar que la globalización, y el avance en ciencia y tecnología, demandan la formación de profesionales capaces de innovar, desarrollar y hacer uso de nuevas herramientas y tecnologías.

Como consecuencia, para afrontar las problemáticas y desafíos mencionados anteriormente, son definidos en el PND, métodos de acción y estrategias con el fin de dar solución a estos desafíos a través de la ciencia, tecnología e innovación. Estas estrategias tienen como propósito: (i) Promover el desarrollo científico, tecnológico y la innovación como motor del crecimiento empresarial y educativo,

¹⁶ El Decreto 1075 del 26 de Mayo de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único reglamentario del Sector Educación”, presenta en su Capítulo 2, aspectos relacionados con Registro Calificado, Oferta y Desarrollo de Programas Académicos de Educación Superior.

(ii) Mejorar la calidad y el impacto de la investigación y la transferencia de conocimiento y tecnología, (iii) Generar una cultura que valore y gestione el conocimiento y la innovación y, (iv) Desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI.

Por medio de estas estrategias se pretende apoyar a las universidades colombianas, públicas y privadas, en la definición de lineamientos normativos, estratégicos y operativos para la instrumentalización de los spin-offs como mecanismo de emprendimiento basado en el desarrollo tecnológico e innovación. A su vez, instituciones como Colciencias y la CIPI (Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual), pretenden estimular la creación y consolidación de espacios para la comprensión, reflexión y apropiación de la ciencia, la tecnología e innovación en instituciones de educación superior. Sin embargo, el PND expresa que lo anterior solo puede ser logrado generando una cultura que valore y gestione el conocimiento y la innovación y que consecuentemente, para fortalecer la cultura científica e innovadora en el país es necesario lograr que los estudiantes vean en la generación de conocimiento y en la innovación una opción laboral¹⁷

A su vez, el Plan de Desarrollo Departamental de Santander 2016 – 2019, en alineación con los desafíos presentados en el PND y a nivel departamental, propone una serie de estrategias y programas orientados a tratar diversas problemáticas relacionadas con la educación superior, innovación y desarrollo tecnológico. Dentro de los objetivos del programa están: (i) Impulsar la actualización de los currículos de los programas de educación superior para apuntar a las necesidades empresariales actuales, (ii) Invertir en la creación del Observatorio Departamental de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, (iii) Desarrollar un conjunto de políticas públicas que beneficien actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en las empresas, creando un escenario que integre las iniciativas nacionales de promoción en un marco de continuidad de dichas políticas desde el gobierno departamental y, (iii) Fomentar la promoción de la ciencia, tecnología e innovación desde la educación en sus diferentes niveles.

Con el fin de lograr lo anterior, el PDD 2016 - 2019 propone desarrollar diversos programas para estimular el desarrollo en estas áreas a través de la Secretaría TIC y el fortalecimiento de vínculos entre Universidad-Estado-Empresa a través de la incubación de empresas de base tecnológica, y la participación del sector empresarial y educativo en proyectos de investigación, Centros de Desarrollo Tecnológico y de Investigación en asociación con empresarios del departamento. En la Tabla 13 se presenta información relevante a estos programas.

¹⁷ Actualmente el Programa Jóvenes Investigadores, orientado a jóvenes recién graduados de programas de pregrado, se consolida como un dinamizador del primer empleo y de la iniciación a carreras científicas, fortaleciendo los grupos de investigación.

Tabla 13. Programas Departamentales en Desarrollo TIC y Educación.

Nombre del Programa	Objetivos
Somos Ciencia.	(i) Apoyar la realización de dos estrategias que impulsen la articulación de los currículos de los programas de educación superior con las necesidades empresariales de la región, (ii) Apoyar una estrategia para el fortalecimiento de Semilleros de Investigación del Departamento, y, (iii) Promover la formación docente y estudiantil en capacidades CTel de la región.
RedCiencia Santander.	(i) Apoyar el fortalecimiento de cinco instituciones, incluido el Parque Tecnológico de Guatiguará e instituciones de educación tecnológica y/o superior, que orienten, promuevan y/o transfieran actividades del Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento, y la articulación entre sus actores y, (ii) Impulsar el fortalecimiento de cuatro centros de investigación y/o desarrollo tecnológico, para el fomento de iniciativas de articulación Universidad-Empresa-Estado, que propicien el desarrollo social y productivo de la región.
Empresa y Ciencia para Todos.	(i) Fomentar y apoyar la creatividad, la innovación y el emprendimiento en Santander como mecanismo de articulación entre CTel y la Competitividad Departamental, (ii) Capacitar a 210 personas de empresas y docentes de instituciones educativas de la región en Creatividad, Innovación y CTel y, (iii) Apoyar una estrategia para el desarrollo y generación de productos tecnológicos en Santander.
Nos Une la Ciencia y la Tecnología	(i) Facilitar e impulsar la infraestructura tecnológica y de conectividad para la competitividad y bienestar de los Santandereanos, (ii) Apoyar siete instituciones educativas públicas del Departamento con la dotación de instrumentos para laboratorios científicos.

Fuente: Tomado del Plan de Desarrollo Departamental de Santander (2016)

También, es necesario mencionar el papel estratégico que cumplen las instituciones de educación superior como uno de los actores principales para el desarrollo del país basado en la innovación, considerando como misión de estas instituciones: (i) Investigar para el impulso de la ciencia; (ii) Formar para el desarrollo de la persona y, (iii) Servir a la transformación de la sociedad (Ramírez & Valderrama, 2010). De esta manera, se presentan las universidades como entornos ideales para la generación de conocimiento e innovaciones tecnológicas, y formación de profesionales capaces de estudiar y aportar a la comprensión y solución de los problemas del entorno.

Sin embargo, para que los procesos de investigación llevados a cabo en las universidades sean pertinentes a las problemáticas y necesidades de la región, se requiere del fortalecimiento de las relaciones Universidad-Estado-Empresa, donde primero se identifique un problema o necesidad del contexto, con el fin de poder

llevar a cabo procesos de desarrollo e innovación de acuerdo a la demanda que exista. En la actualidad, Colombia enfrenta una serie de problemáticas y necesidades¹⁸ que pueden ser tratados a través de soluciones tecnológicas.

Valencia (2012) en su trabajo titulado *“Los retos de la Ingeniería en Colombia”*, ha presentado una serie de retos los cuales pueden ser afrontados desde la Ingeniería. Entre ellos se mencionan los siguientes: (i) Búsqueda de nuevas tecnologías, (ii) Diseño y producción de máquinas más precisas, eficientes y económicas, que minimicen el consumo de materiales y energía, (iii) Desarrollo de sistemas telemáticos de información eficientes, seguros y económicos; (iv) Desarrollo económico y efectivo de sistemas electrónicos de control y operación, (v) Menor dependencia de la mano de obra; energías renovables, y (vi) Sostenibilidad ambiental; conocimiento, desarrollo y producción de nuevos materiales, y sistemas de medición más precisos, sencillos y accesibles a la sociedad.

A su vez, Valencia expone que lo anterior solo será alcanzable si las universidades y asociaciones de ingeniería asumen la tarea de replantear los procesos de formación de ingenieros. No obstante, a nivel nacional la ingeniería está en un proceso de crisis que está afectando el desarrollo tecnológico, como consecuencia de diversos factores, los cuales se presentan como sigue (Serna & Serna, 2013): Número de estudiantes que se gradúan de programas de ingeniería, el cual es significativamente inferior al número de estudiantes que se matriculan en estos programas¹⁹. Esto a futuro puede significar que no se contará con la mano de obra suficiente para mantener programas de desarrollo, o posibilidades de procesos de desarrollo e innovación tecnológica en diversas áreas; (ii) Los programas en Ingeniería y sus currículos no están debidamente estructurados de acuerdo a las exigencias actuales del país. Esto puede ser explicado por la falta de alianzas/convenios entre Universidad, Empresa y Estado, metodologías tradicionalistas en la enseñanza y la escasa cantidad de programas con Registro de Alta Calidad²⁰ y; (iii) Se concibe de manera errónea a la Ingeniería, y se presenta como si se limitara a números, y no se enfatiza en la parte creatividad y de innovación, lo cual conlleva a que la ingeniería pierda “interés/protagonismo” a nivel social y los jóvenes prefieren otras áreas del conocimiento.

¹⁸ En el Plan Nacional de Desarrollo, se han identificado ejes temáticos estratégicos, que permitieron identificar una serie de retos del país, entre los cuales vale la pena destacar: 8i) Construcción de paz, (ii) Crecimiento verde y, (iii) Agregación de valor a recursos renovables y no renovables.

¹⁹ En su investigación, Serna, consultando en las bases de datos del MEN, el SNIES y el Observatorio Laboral para la Educación y haciendo un comparativo entre matriculados en ingenierías y graduados obtuvo que, de 415.985 personas matriculadas en ingeniería en 2005, tan solo 25.109 se graduaron a 2010 lo cual representa tan solo un 6,04% del total de matriculados.

²⁰ Con base en información consultada a través del SNIES, se tiene que de 1035 programas ofertados en el área de conocimiento de la Ingeniería, 729 cuentan con el reconocimiento del Ministerio de Registro Calificado y tan solo 177 cuentan con el Registro de Alta Calidad.

En este sentido, organizaciones como La Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas (REDIS) tratan asuntos comunes de carácter académico y profesional, que implican la colaboración y relación con los representantes de distintos sectores²¹, con el fin de afrontar problemáticas en ingeniería. Vale la pena destacar, que estas iniciativas son orientadas a generar una estrecha relación Universidad – Empresa. Esto se hace evidente con la colaboración entre REDIS, Intersoftware²² y la Federación Colombiana de la Industria del Software (Fedesoft), que tiene como fin generar un espacio en donde gremios, empresarios y académicos intercambiaran puntos de vista sobre empleabilidad, diseño de currículos, planes de investigación conjunta y vinculación de población estudiantil en prácticas profesionales en empresas.

Considerando las problemáticas anteriormente mencionadas y lo expuesto en el PND 2014 - 2018 con relación a avanzar hacia un rediseño de los criterios para el otorgamiento de los registros calificados que lleve a todos los programas a operar bajo estándares de calidad más elevados, así como a propiciar estrategias para promover la Acreditación de Alta Calidad de más instituciones de educación superior, el Ministerio de Educación Nacional, a través de la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES) y el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), evalúa el cumplimiento de los requisitos para la creación de instituciones de educación superior, su cambio de carácter académico, reconocimiento como universidades, así como también le corresponde evaluar que los programas académicos cumplan con las condiciones de calidad para su oferta y desarrollo, esto con el fin de asegurar que tanto las instituciones de educación superior como los programas que ofertan, estén orientados a la formación apropiada según las necesidades del país.

Así mismo, el CNA en el documento de Nuevos Lineamientos Acreditación Programas de Pregrado (2013) presenta criterios de evaluación relacionados a procesos de creatividad, innovación e investigación²³ que deben ser considerados con el fin alcanzar estándares de excelencia en las instituciones de educación superior. A continuación se presentan los criterios: (i) Criterios, estrategias y

²¹ REDIS mantiene relaciones con los representantes de distintos sectores y gremios como son: ACIS, ACOFI, Fedesoft, Ministerio de las TIC, Ministerio de Industria y Comercio, y Ministerio de Educación Nacional, entre otros.

²² Intersoftware es una Red de Empresarios del Software en Colombia, creada con el fin es de promover el desarrollo y crecimiento económico de las empresas e instituciones a través de las sinergias creadas por la red.

²³ El CNA expone que dentro de las estrategias para el fomento de la investigación e innovación en las instituciones de educación superior se debe considerar lo siguiente: (i) Estrategias aplicadas para el fomento de la creatividad y del desarrollo de pensamiento autónomo en los estudiantes, (ii) Análisis sistemático de comparabilidad con otros programas nacionales e internacionales de la misma naturaleza, y, (iii) Existencia y aplicación de políticas institucionales en materia de referentes académicos externos, nacionales e internacionales para la revisión y actualización del plan de estudio.

actividades del programa, orientados a promover la capacidad de indagación y búsqueda, y la formación de un espíritu investigativo, creativo e innovador en los estudiantes, (ii) Existencia y utilización de mecanismos por parte de los profesores para incentivar en los estudiantes la generación de ideas y problemas de investigación, la identificación de problemas en el ámbito empresarial susceptibles de resolver mediante la aplicación del conocimiento y la innovación, (iii) Participación de los estudiantes en programas de innovación tales como: transferencia de conocimiento, emprendimiento y creatividad, (iv) Existencia dentro del plan de estudios de espacios académicos y de vinculación con el sector productivo donde se analiza la naturaleza de la investigación científica, técnica y tecnológica, la innovación, sus objetos de indagación, sus problemas, oportunidades y sus resultados y soluciones.

A continuación, con el fin de conocer la situación nacional de las universidades colombianas en educación en tecnología y creatividad, en programas de Ingeniería de Sistemas a nivel de pregrado que incorporen el curso de Redes de Computadores, se llevó a cabo un proceso de selección y análisis de universidades. En primera instancia se consultó el Ranking Web de Universidades Webometrics y se escogieron las nueve universidades mejor posicionadas junto con la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

En la Tabla 14, se evidencian las 9 mejores universidades del país junto con la Universidad Autónoma de Bucaramanga la cual se ubica en el puesto 26 frente a 288 universidades incluidas en el ranking a nivel nacional según distintos criterios de evaluación²⁴.

Tabla 14. Ranking de Universidades 2015 - Webometrics

Ranking Nacional	Ranking Mundial	Universidad
1	582	Universidad Nacional de Colombia
2	631	Universidad de los Andes Colombia
3	855	Universidad de Antioquia
4	1159	Pontificia Universidad Javeriana
5	1260	Universidad del Valle Cali
6	1279	Universidad Pontificia Bolivariana
7	1799	Universidad del Rosario
8	1806	Universidad Industrial de Santander

²⁴ Los criterios usados en el posicionamiento de las universidades son: (i) Impacto, que corresponde a todos los enlaces entrantes que recibe el dominio web universitario de terceros, tanto académicos como no. Esos enlaces reconocen el prestigio institucional, el rendimiento académico, el valor de la información, y la utilidad de los servicios tal como se ofrecen en las páginas web de acuerdo con los criterios y opiniones de millones de editores web de todo el mundo, (ii) Presencia, El número total de páginas web alojadas en el dominio web principal (incluyendo todos los subdominios y directorios) de la universidad, (iii) Apertura, que se entiende como los repositorios institucionales de investigación, Solo se incluyen las publicaciones recientes entre 2011 – 2014, y, (iii) Excelencia, que corresponde a los trabajos académicos publicados en revistas internacionales de alto impacto.

Ranking Nacional	Ranking Mundial	Universidad
9	1980	Universidad del Norte Barranquilla
26	3140	Universidad Autónoma de Bucaramanga

Fuente: Ranking Web de Universidades (2015),
http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia

Posteriormente, se realizó una búsqueda de los programas académicos a nivel de pregrado en Ingeniería de Sistemas a través del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Con la información adquirida a través del SNIES y el Ranking Web de Universidades, se hizo un contraste entre las universidades obtenidas de ambos sistemas y se escogieron las que contasen con Acreditación de Alta Calidad, tuviesen un curso enfocado a las redes de computadores y, se encontrasen mejor posicionadas a nivel nacional, lo anterior con el fin de analizar las prácticas y metodologías aplicadas en tales programas en temas de educación en tecnología y el fomento de la creatividad.

La Tabla 15 presenta los programas de Ingeniería de Sistemas seleccionados según los siguientes parámetros: (i) Nivel académico universitario/pregrado, (ii) Acreditación de Alta Calidad, (iii) Sector, y (iv) Puesto en el ranking nacional.

Tabla 15. Universidades Nacionales y sus Programas en Ingeniería de Sistemas

Universidad	Nombre del Programa	Sector	Periodos	Acreditación	Curso de Redes de Computadores
Universidad Nacional de Colombia	Ingeniería de Sistemas e Informática	Oficial	10	X	X
Universidad de los Andes	Ingeniería de Sistemas y Computación	Privada	8	X	X
Universidad de Antioquia	Ingeniería de Sistemas	Oficial	10	X	X
Pontificia Universidad Javeriana	Ingeniería de sistemas	Privada	10	X	X
Universidad del Valle Cali	Ingeniería de Sistemas	Oficial	10	X	X
Universidad Pontificia Bolivariana	Ingeniería de Sistemas e Informática	Privada	10		X
Universidad Industrial de Santander	Ingeniería de Sistemas	Oficial	10	X	X
Universidad del Norte Barranquilla	Ingeniería de Sistemas	Privada	10		X
Universidad EAFIT	Ingeniería de Sistemas	Privada	9	X	X

Universidad	Nombre del Programa	Sector	Periodos	Acreditación	Curso de Redes de Computadores
Universidad Autónoma de Bucaramanga	Ingeniería de Sistemas	Privada	10	X	X

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES (2016)

A su vez, fue necesario comparar las instituciones de educación superior colombianas vinculadas a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI, con las encontradas a través del SNIES. Esto debido a que ACOFI define un módulo de “Contenidos programáticos básicos para Ingeniería de Sistemas” donde se tiene el curso de redes de computadores como mandatorio (ACOFI, 2003).

Si bien, en la Tabla 15 se ubican únicamente 10 programas académicos que cumplieran con los criterios mencionados. De la búsqueda realizada inicialmente se obtuvieron un total de 131 programas a nivel de pregrado en Ingeniería de Sistemas, de lo cual se pudo deducir lo siguiente:

- A nivel nacional, se ofertan 131 programas de Ingeniería de Sistemas con Registro Calificado, tan solo 45 programas de estos programas cuentan con la Acreditación de Alta Calidad.
- A nivel nacional, 7 programas de Ingeniería de Sistemas son ofertados en modo Virtual, ninguno de estos cuenta con la Acreditación de Alta Calidad.
- De las 10 universidades posicionadas en la Tabla X, 8 de ellas tienen la Acreditación de Alta Calidad y 7 se encuentran ubicadas en los primeros 10 puestos a nivel nacional.

Una vez seleccionadas las universidades con base en los criterios de selección anteriormente mencionados, se llevó a cabo un análisis de los programas y el desarrollo de los cursos de Redes de Computadores. Con el fin de presentar información pertinente, se establecieron los siguientes criterios de búsqueda de información: (i) Duración del Programa, (ii) Créditos del Programa, (iii) Curso de Redes de Computadores en el currículo, (iv) Estrategias Pedagógicas, (v) Forma de Evaluación, (vi) Temáticas que presenta el curso y, (vii) Syllabus. A continuación, se presenta la información obtenida de las diferentes universidades.

Tabla 16. Curso de Redes y Telecomunicaciones – Universidad Nacional de Colombia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Duración del programa	10 semestres
Créditos del Programa	168
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Redes y Telecomunicaciones I • Redes y Telecomunicaciones II
Estrategias Pedagógicas	<p>En la mayoría de las asignaturas del programa curricular es adecuada la coherencia en la relación alumno-profesor-modalidad pedagógica, lo cual se ve reflejado en el conocimiento que construye el estudiante a partir de las enseñanzas desarrolladas en los diferentes eventos académicos</p> <p>Para los estudiantes del primer nivel está consagrada la tutoría como un acompañamiento de profesores experimentados.</p> <p>Habitualmente el profesor aplica sondeos al inicio de los cursos académicos para verificar el nivel acumulado de competencias y conocimientos del grupo sobre los temas a tratar, en función de los cuales se originan explicaciones o procesos nivelatorios, si es del caso</p>
Forma de Evaluación	<p>La variedad en los modos de evaluar es consistente en gran medida con la combinación de métodos de enseñanza en el aula de clase, lo cual refleja la búsqueda de docentes y estudiantes para aproximarse a diversos modos del conocimiento.</p> <p>La evaluación es personal y colectiva, escrita y oral, en el aula de clase o realizada en casa, laboratorio o taller, se emplean pruebas tipo test y tipo ensayo, mesas redondas, evaluación compartida, autoevaluación y evaluación por proyectos.</p> <p>El número de pruebas escritas y su valor porcentual se pacta al inicio de cada curso entre el profesor y el grupo. Es común en los cursos del programa curricular de Ingeniería de Sistemas e Informática, programar trabajos individuales o grupales sustentados y con informe escrito a cambio de pruebas escritas.</p>
Temáticas	<p>La Universidad Nacional de Colombia no presenta los contenidos temáticos del curso de Redes y Telecomunicaciones de manera abierta, sin embargo, es miembro perteneciente al Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, el cual establece los contenidos del curso de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arquitecturas de redes • Comunicaciones y redes <ul style="list-style-type: none"> ○ Estándares de redes ○ El modelo ISO de 7 niveles y su relación con TCP/IP <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel físico (bases teóricas, medios de transmisión, estándares) ▪ Nivel de enlace (tramas, control de errores, control de flujo, protocolos) ▪ Nivel de red (enrutamiento, comunicación de redes, control de congestión)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel de transporte (establecimiento de conexión, desempeño) • Seguridad <ul style="list-style-type: none"> ○ Fundamentos de criptografía ○ Clave secreta / clave pública ○ Protocolos de autenticación ○ Firmas digitales • La Web como ejemplo de computación cliente-servidor <ul style="list-style-type: none"> ○ Programación en la web (en el servidor, CGI's, applets, ...) ○ Características de servidores web (permisos, manejo de archivos, capacidades de arquitecturas de servidores) ○ El papel del computador cliente ○ Protocolos web ○ Creación y administración de sitios web
Syllabus	No disponible

Fuente: <http://minas.medellin.unal.edu.co/formacion/pregrado/ingenieriadesistemas>

Tabla 17. Curso de Infraestructura de Comunicaciones – Universidad de los Andes

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
Duración del programa	8 semestres
Créditos del Programa	137
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de Comunicaciones
Estrategias Pedagógicas	<p>El curso tiene dos componentes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La clase teórica en donde a partir de las aplicaciones y o servicios que se desean prestar a los usuarios, se introducen las necesidades y posibles alternativas para su solución. Estas presentaciones van acompañadas de trabajo de los estudiantes para construir conjuntamente las soluciones, así como analizar sus limitaciones en términos de desempeño y seguridad <p>Los laboratorios en donde se ponen en práctica o se complementan los conceptos vistos en la clase teórica. Estos laboratorios usan una infraestructura preconstruida para que los estudiantes puedan concentrarse en el aspecto particular objeto de estudio cada semana</p>
Forma de Evaluación	En la realización del curso se tiene establecida la realización de dos parciales donde se evalúa la apropiación de los conceptos teóricos explicados en clase y una cantidad variable de laboratorios prácticos.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
	<ul style="list-style-type: none"> • Parcial I: 25% • Parcial II: 25% • Laboratorios: 50%
Temática	<p>La Universidad de los Andes no presenta los contenidos temáticos del curso Infraestructura de Comunicaciones de manera abierta, sin embargo, es miembro perteneciente al Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, el cual se rige por el documento de contenidos programáticos básicos para el área de Redes y Comunicaciones: (2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arquitecturas de redes • Comunicaciones y redes <ul style="list-style-type: none"> ○ Estándares de redes ○ El modelo ISO de 7 niveles y su relación con TCP/IP <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel físico (bases teóricas, medios de transmisión, estándares) ▪ Nivel de enlace (tramas, control de errores, control de flujo, protocolos) ▪ Nivel de red (enrutamiento, comunicación de redes, control de congestión) ▪ Nivel de transporte (establecimiento de conexión, desempeño) • Seguridad <ul style="list-style-type: none"> ○ Fundamentos de criptografía ○ Clave secreta / clave pública ○ Protocolos de autenticación ○ Firmas digitales • La Web como ejemplo de computación cliente-servidor <ul style="list-style-type: none"> ○ Programación en la web (en el servidor, CGIs, applets) ○ Características de servidores web (permisos, manejo de archivos, capacidades de arquitecturas de servidores) ○ El papel del computador cliente ○ Protocolos web ○ Creación y administración de sitios web
Syllabus	No disponible.

Fuente: <https://sistemas.uniandes.edu.co/es/>

Tabla 18. Curso de Fundamentos de Redes – Universidad del Valle

UNIVERSIDAD DEL VALLE CALI INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	10 semestres
Créditos del Programa	158

UNIVERSIDAD DEL VALLE CALI INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de Redes
Estrategias Pedagógicas	<p>El curso cuenta con metodologías tradicionales con énfasis principal en clases magistrales en los cuales se presentan los conceptos básicos de redes aplicados a situaciones reales. Se entregarán lecturas que se discutirán o de las cuales se presentarán informes escritos, para que los estudiantes tengan un conocimiento más amplio de tópicos fundamentales y de nuevas tendencias en el área.</p>
Forma de Evaluación	<p>Se asignarán tareas de investigación y refuerzo de conocimientos adquiridos en clase, estas serán desarrolladas a través de la plataforma virtual de la universidad. A su vez, se realizarán dos parciales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tareas: 25% • Parcial I: 37.5% • Parcial II: 37.5%
Temática	<p>La universidad presenta el contenido del curso de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a las redes de computadores • Arquitecturas de redes <ul style="list-style-type: none"> ○ Estándares de redes ○ El modelo ISO de 7 niveles y su relación con TCP/IP <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel físico (bases teóricas, medios de transmisión, estándares) ▪ Nivel de enlace (tramas, control de errores, control de flujo, protocolos) ▪ Nivel de red (enrutamiento, comunicación de redes, control de congestión) ▪ Nivel de transporte (establecimiento de conexión, desempeño) • Flujos y datagramas • Fundamentos de criptografía • Protocolos de autenticación. • Firmas digitales • Usos de Passwords y mecanismos de control. Clave secreta / clave pública • Servicios de nombre y dominios de nombres • Aspectos de seguridad y aspectos de la calidad de servicio: rendimiento y recuperación ante fallas.
Syllabus	No disponible.

Fuente: <http://eisc.correounivalle.edu.co/home/ingenieriasistemasEISC>

Tabla 19. Curso de Comunicaciones y Laboratorio – Universidad de Antioquia

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	10 semestres
Créditos del Programa	180
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicaciones y laboratorio.
Estrategias Pedagógicas	El programa de Ingeniería de Sistemas retoma los principios curriculares y principios pedagógicos fundamentado en los siguientes elementos: un modelo pedagógico de tipo investigativo y centrado en tres ejes conceptuales: el "ser", el "saber" y el "hacer", un modelo curricular orientado a la solución de problemas y al logro de competencias
Forma de Evaluación	No disponible.
Temática	La Universidad de Antioquia no enseña los contenidos programáticos del curso, sin embargo, es miembro perteneciente al Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, el cual se rige por el documento de contenidos programáticos básicos para el desarrollo del curso de Comunicaciones y Laboratorio.
Syllabus	No disponible.

Fuente: <http://portal.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/facultades/ingenieria/programas-academicos/programas-pregrado>

Tabla 20. Curso de Comunicaciones y Redes – Pontificia Universidad Javeriana

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	10 semestres
Créditos del Programa	165
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicaciones y Redes
Estrategias Pedagógicas	<p>El estudiante puede construir su propio plan de estudios, acorde con sus intereses y destrezas. El currículo considera cuatro componentes de formación: (i) Núcleo de formación Fundamental, (ii) Énfasis, (iii) Opciones complementarias y, (iv) Electivas</p> <p>La categoría de énfasis comprende las asignaturas que promueven la apropiación y aplicación de conocimientos en un campo específico, dentro de la misma área de conocimiento de la carrera que cursa el estudiante dentro de las cuales se encuentra el área de Redes y Sistemas Distribuidos.</p>
Forma de Evaluación	No disponible.
Temática	La Pontificia Universidad Javeriana no enseña los contenidos programáticos del curso, sin embargo, es miembro perteneciente al Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, el cual se rige por el

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
	documento de contenidos programáticos básicos para el desarrollo del curso de Comunicaciones y Redes.
Syllabus	No disponible.

Fuente: <http://ingenieria.javeriana.edu.co/estudiantes/pregrados/ingenieria-sistemas/plan-estudios>

Tabla 21. Curso de Redes de Telecomunicaciones – Universidad Pontificia Bolivariana

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA	
Duración del programa	10 semestres
Créditos del Programa	170
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de Telecomunicaciones
Estrategias Pedagógicas	<p>El análisis de las estrategias pedagógicas de los profesores del programa muestra la puesta en práctica de elementos provenientes de dos concepciones pedagógicas: el modelo constructivista – perspectiva pedagógica cognitiva– y el conductista.</p> <p>Dentro de la perspectiva constructivista se considera al estudiante como un participante activo, que por medio de la enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprende a utilizar la confirmación y la realimentación cognoscitiva con el propósito de corregir errores mediante el debate y la discusión. • Elabora su propio conocimiento por medio del aprendizaje significativo, sustentado en el trabajo de experimentación y en las inferencias que los estudiantes realizan en compañía de sus docentes. <p>En la perspectiva conductista el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmite el conocimiento y traduce los contenidos en términos de lo que el estudiante es capaz de hacer. El proceso de transmisión comprende cinco fases: metas, programación, método, contenido y desarrollo. • Transmite el conocimiento y traduce los contenidos en términos de lo que el estudiante es capaz de hacer. El proceso de transmisión comprende cinco fases: metas, programación, método, contenido y desarrollo. <p>La implementación de metodologías como el Aprendizaje basado en Problemas (ABP) hacen parte del desarrollo de los cursos del programa como lo es Redes de Telecomunicaciones donde el estudiante no es pasivo, sino que es parte del proceso, al aprender haciendo.</p>
Forma de Evaluación	No disponible.

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Temática	La Universidad Pontificia Bolivariana no enseña los contenidos programáticos del curso, sin embargo, es miembro perteneciente al Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, el cual se rige por el documento de contenidos programáticos básicos para el desarrollo del curso de Redes de Telecomunicaciones.
Syllabus	-

Fuente:

http://www.upb.edu.co/pls/portal/docs/PAGE/GPV2_UPB_MEDELLIN/PGV2_M030_PREGRADOS/PGV2_M030070060_INFORMATICA/PEP%20INGSISTEMASINFORM%C1TICA2012.PDF

Tabla 22. Curso de Redes de Computadores – Universidad Industrial de Santander

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	10 semestres.
Créditos del Programa	187
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de computadores I • Redes de computadores II
Estrategias Pedagógicas	<p>El curso se desarrolla en un ambiente dialógico que fomenta el aprendizaje constructivista. Las estrategias pedagógicas usadas para propiciar la consecución de los objetivos del curso son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega, por el profesor, de extenso material bibliográfico en disco óptico a los estudiantes, y entrega de calendario y descripción de prácticas de laboratorio. • Realización de consultas bibliográficas sobre temas fundamentales tratados en clase; se exige un informe impreso, y las ideas fundamentales son tema de examen. • Realización de programas que simulan el despacho de paquetes por los enrutadores. • Realización de prácticas de laboratorio que exigen manipular hardware y software para configurar pequeñas redes e interconectarlas con la red de la Universidad. • Realización de simulación de redes mediante software de uso libre. • Realización de prácticas de administración de redes mediante software de uso libre.
Forma de Evaluación	<p>Al igual que en la Universidad de los Andes, la variedad en los modos de evaluar es consistente en gran medida con la combinación de métodos de enseñanza en el aula de clase, lo cual refleja la búsqueda de docentes y estudiantes para aproximarse a diversos modos del conocimiento.</p> <p>Desde el inicio del curso se establecen actividades, fechas y porcentajes.</p>
Temática	La Universidad Industrial de Santander es miembro perteneciente al

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA DE SISTEMAS

Capítulo de Ingeniería de Sistemas de ACOFI, sin embargo, estos desarrollan contenidos adicionales a los presentados por ACOFI:

- 1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMPUTADORES
 - 1.1 Origen de las redes de computadores
 - 1.2 Nociones fundamentales de redes de computadores
 - 1.3 Beneficios del uso de las redes
 - 1.4 Riesgos del uso de las redes
 - 1.5 El modelo de referencia OSI
 - 1.6 Arquitectura TCP/IP
 - 1.7 Otras arquitecturas
 - 1.8 Estandarización de Redes
- 2. NIVEL FISICO
 - 2.1 Transmisión de Señales.
 - 2.2 Medios Físicos de Transmisión
 - 2.3 Sistemas Telefónicos
 - 2.4 Nociones de conmutación de paquetes, de tramas (Frame Relay) y de celdas (ATM)
- 3. NIVEL DE ENLACE DE DATOS.
 - 3.1 Nociones básicas
 - 3.2. Subnivel de Control de Acceso al Medio de Transmisión (Medium Access Control, MAC)
 - 3.3 Normas IEEE802.X
- 4 INTRODUCCION AL NIVEL DE RED o NIVEL DE INTERNET
 - 4.1 Nociones básicas del nivel de red; direccionamiento IP, enrutamiento, interconexión de redes, control de congestión.
 - 4.2 Descripción del formato de datos de datagramas IP y del protocolo ICMP.
 - 4.3 Escasez de números IP; uso de IPs no válidos; servidores Proxy; proceso NAT.
 - 4.4 Nociones básicas sobre los protocolos ARP, RARP, BOOTP y DHCP.
- 5 NOCIONES BASICAS DEL NIVEL DE TRANSPORTE EN TCP/IP
 - 5.1 Servicios que ofrecen los protocolos TCP y UDP; conceptos de puertos, sockets y conexiones.
 - 5.2 Traducción de direcciones de puertos (PAT) por un servidor Proxy.
- 6 NOCIONES BASICAS DE ADMINISTRACIÓN DE REDES
 - 6.1 Áreas de administración de redes y herramientas para automatizar la administración.
 - 6.2 Amenazas a la seguridad de la transmisión de datos, y recursos que proveen protección.
 - 6.3 Realizar talleres de simulación de

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER INGENIERÍA DE SISTEMAS	
	implementación de redes LAN.
Syllabus	-

Fuente:

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaSistemas/programasAcademicos/ingenieriaSistemas/>

Tabla 23. Curso de Telemática – Universidad EAFIT

UNIVERSIDAD EAFIT INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	9 semestres.
Créditos del Programa	164
Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Telemática
Estrategias Pedagógicas	<p>Dentro del Proyecto Educativo de la Facultad de Ingeniería de Sistemas se tiene como componentes pedagógicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Currículo flexible basado en competencias con un modelo pedagógico centrado en el estudiante • Incorporación del componente Innovación, Emprendimiento y creatividad en el currículo. <p>El modelo pedagógico considera un enfoque sistémico del currículo para la ingeniería de sistemas y contempla en los procesos de enseñanza-aprendizaje dos líneas esenciales; (i) Los saberes autónomos (son los propios de la disciplina, referidos directamente a lo esencial del saber de un Ingeniero de Sistemas (saber modelar y crear soluciones informáticas), y (ii) Los saberes heterónomos (son propios de la práctica y de la relación con el entorno y otras disciplinas).</p> <p>En el caso específico del desarrollo del curso de Telemática se tiene:</p> <p>A nivel de las estrategias de aprendizaje para el alumno, se realizan informes de laboratorios, solución de casos en simuladores y el laboratorio de redes, se implementan soluciones de servicios en el Data Center Académico</p>
Forma de Evaluación	<p>El Microcurrículo de Telemática presenta los criterios de evaluación como se muestran a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones con la disponibilidad de materiales y recursos • Evaluaciones en un espacio de tiempo amplio (1 o 2 días) • Informes de laboratorios. • Casos de Estudio.

UNIVERSIDAD EAFIT INGENIERÍA DE SISTEMAS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos.
Temática	<p>El Microcurrículo de Telemática presenta el contenido temático como se muestran a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a las redes <ul style="list-style-type: none"> ○ Definición de términos: red, telecomunicaciones, telemática, teleinformática, etc. ○ Modelos de Comunicación ○ Tipos de Información ○ Tipos de redes • Fundamentos de Protocolo <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de Concepto de Protocolo ○ Arquitectura de Red • Tecnologías de Redes <ul style="list-style-type: none"> ○ Medios de transmisión ○ Cableado Estructurado ○ Redes Locales: Tecnología Ethernet, VLAN ○ Redes inalámbricas: WLAN • Arquitectura TCP/IP <ul style="list-style-type: none"> ○ Historia y modelo de capas ○ Protocolo de capa de Internet: IP ○ Direccionamiento IP ○ Teoría básica de enrutamiento ○ Enrutamiento estático y dinámico ○ Protocolos de capa de transporte UDP/TCP ○ Protocolo TCP ○ Protocolo UDP • Servicios Telemáticos <ul style="list-style-type: none"> ○ Servicio DNS ○ Servicio Email ○ Servicio Web ○ Sistema de Archivos
Syllabus	-

Fuente: <http://www.eafit.edu.co/programas-academicos/pregrados/ingenieria-sistemas/acerca-del-programa/Documents/ProyectoEducativoProgramaIngSistemas2013.pdf>

Tabla 24. Curso de Redes de Computadores – Universidad Autónoma de Bucaramanga

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA INGENIERÍA DE SISTEMAS	
Duración del programa	10 semestres.
Créditos del Programa	168

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Curso de Redes de Computadores	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de computadores
Estrategias Pedagógicas	<p>Clases Magistrales: Las clases son dadas de manera presencial donde se presenta cada una de las temáticas del curso</p> <p>Workshops: En cada uno de los módulos se desarrollará un workshop con base en solución creativa de problemas orientado a las redes de computadores</p> <p>Laboratorios: Con el fin de apropiar y aplicar los contenidos teóricos del curso, los estudiantes harán prácticas de laboratorio que incluyen informes y reportes de tales laboratorios.</p> <p>Tareas: Se asignarán diversas tareas a los estudiantes cada semana con el fin de estudiar los contenidos temáticos.</p> <p>Proyecto: A lo largo de las 16 semanas del curso, los estudiantes deberán desarrollar un proyecto que de solución a un problema real en el área de la telemática.</p> <p>Lectura de artículos: Los estudiantes buscarán y analizarán artículos científicos relacionados con los temas del curso. Estos artículos serán buscados a través de bases de datos como la IEEE y ACM.</p> <p>Exámenes y quizzes: En el desarrollo del curso los estudiantes presentarán exámenes y quizzes.</p> <p>Conferencias: En el desarrollo del curso, serán invitados profesores o profesionales que hablarán y expondrán sus experiencias en el área de la telemática</p> <p>Visitas Empresariales: Como parte del curso, los estudiantes visitarán empresas en el sector de las redes de computadores y telemática.</p> <p>Las diapositivas del curso, son presentados en Inglés y las actividades del curso (tareas, exámenes, laboratorios) son presentados en Español.</p>
Forma de Evaluación	<p>Workshops: 10%</p> <p>Labotatorios: 20%</p> <p>Quizzes: 20%</p> <p>Anteproyecto: 20%</p> <p>Proyecto Final: 30%</p> <p>Total: 100%</p>
Temática	<p>Módulo 1: <i>Introduction</i></p> <p>Módulo 2: <i>Computer Networks and the Internet</i></p> <p>Módulo 3: <i>Network layer</i></p> <p>Módulo 4: <i>Transport layer</i></p> <p>Módulo 5: <i>Application layer</i></p> <p>Módulo 6: <i>Wireless and mobile networks</i></p> <p>Módulo 7: <i>Security in computer networks</i></p>
Syllabus	-

Fuente:

Vale la pena destacar que no todas las universidades presentan al público información referente a sus programas, temática de cursos, estrategias

pedagógicas específicas en el desarrollo de sus cursos y que el solicitar esta información involucra escribir a los coordinadores de Programa, o presentarse en las universidades. También, de la búsqueda y recopilación de la información de los programas de Ingeniería de Sistemas que cuenten con un curso de Redes de Computadores se tiene que:

- De las 10 universidades seleccionadas, ocho presentan los programas de Ingeniería de Sistemas con una duración de 10 semestres, 1 de las universidades presenta el Programa con una duración de 9 semestres y otra de las universidades presenta el programa con una duración de 8 semestres.
- Si bien las universidades presentadas, exponen diversas estrategias pedagógicas para el desarrollo de sus programas de manera general, tan solo 4 universidades mencionan estrategias específicas para el desarrollo de sus cursos: Estas universidades son: la Universidad EAFIT, la Universidad del Valle Cali, la Universidad Industrial de Santander y la Universidad de los Andes.
- 9 de las 10 universidades seleccionadas están afiliadas al Capítulo de Ingenierías de ACOFI (la Universidad Autónoma Bucaramanga no pertenece al Capítulo de Ingenierías).
- 4 de las universidades pertenecientes al Capítulo de Ingenierías de ACOFI, presentan los contenidos programáticos con base en el documento de “Contenidos programáticos básicos para Ingeniería de Sistemas” el cual fue actualizado por última vez en 2005.
- La inclusión de procesos que desarrollen las capacidades creativas o innovadores en los cursos es limitada en las universidades seleccionadas.

Lo anterior justifica lo expuesto en relación con los problemas que enfrentan los procesos de formación en Ingeniería, específicamente en los programas de Ingeniería de Sistemas. En este sentido se evidencia que muchos de estos cursos son desarrollados con prácticas tradicionalistas y desactualizadas, las universidades no presentan dinamismo en sus currículos, y en ocasiones, hay desactualización en los contenidos. También, es necesario considerar la vinculación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga con el Capítulo de Ingeniería de Sistemas, considerando que su misión es la de definir el perfil del Ingeniero de Sistemas, en términos de competencias y analizar los contenidos de los Programas de Ingeniería de Sistemas con el fin orientar tales contenidos a una formación ideal para su desempeño profesional.

Así como el sector educativo, otro de los sectores que cumple como actor en los procesos de innovación y desarrollo del país basado en la innovación, son las empresas. En este sentido, a nivel nacional han surgido iniciativas en pro de la creatividad que están siendo desarrolladas por entidades educativas y empresariales. La Tabla 25 presenta algunas de estas iniciativas.

Tabla 25. Instituciones y Entidades que fomentan la creatividad.

Institución/ Entidad	Características
Neurocity	<p>Primer Laboratorio que ofrece metodologías, espacios y servicios, para iniciar y acelerar procesos de ideación, generando un valor agregado excepcional y diferenciación de empresas en el mercado.</p> <p>Presta Servicios en tres áreas particulares</p> <p>Acompañamiento: Para resolver problemas de empresas, encontrando soluciones originales, identificando oportunidades mediante el uso de herramientas de creatividad e innovación en un entorno natural.</p> <p>Cuenta con un Campus de Innovación; INNOVACamp, diseñado para usuarios interesados en encontrar ideas innovadoras para sus propios retos, explorar y aprender nuevas metodologías de ideación y solución de problemas.</p> <p>Formación: Compartir conocimientos y generar capacidades en los empresarios y sus equipos de trabajo, para la aplicación de metodologías y herramientas flexibles y novedosas, que podrán implementar en el análisis y solución de problemas en sus organizaciones.</p> <p>Dentro de su formación, utilizan metodologías y herramientas de ideación y solución de problema como lo son: (i) <i>Creative Problem Solving (CPS)</i>, (ii) <i>Wake up Brain</i> y, (iii) <i>KnowBrainer</i></p> <p>Espacios: Cuentan con Salas y otros espacios para sesiones de creatividad e innovación.</p> <p>Enlace Web: http://neurocity.co/</p>
El Patio	<p>Con el fin de apoyar y fortalecer las capacidades creativas e innovadoras de los emprendedores, nace El Patio - laboratorio universitario que brinda metodologías didácticas, espacios que facilitan la aceleración y el inicio de los procesos de ideación, generando así un valor agregado excepcional para diferenciar las empresas en el mercado.</p> <p>Al interior de El Patio, se desarrollan actividades de generación de ideas que permiten ver y entender de una forma diferente, un problema u oportunidad para innovar, permitiendo romper paradigmas para llegar a una verdadera y real solución innovadora.</p> <p>Dentro de su formación, utilizan metodologías y herramientas de ideación y solución de problema como lo son: (i) <i>Gamestorming</i>, (ii) <i>Wake Up Brain</i>, (iii) Solución Creativa de Problemas, (iv) Emprendimiento ágil y, (v) Desarrollo de Clientes.</p> <p>Enlace Web: http://investigaciones.unitecnologica.edu.co/laboratorio-de-creatividad-e-innovacion-el-patio</p>
Laboratorio de Inteligencia	<p>El laboratorio surge como iniciativa del “Semiosis Lab” el cual busca fortalecer la capacidad creativa de los estudiantes y al mismo tiempo, ofrecer</p>

Institución/ Entidad	Características
Creativa – Universidad Industrial de Santander	<p>servicios de extensión a las empresas y a la sociedad.</p> <p>Tiene como ejes centrales: (i) El diseño como la ventaja competitiva del futuro, (ii) El pensamiento multidisciplinar, que integre la sensibilidad del artista con la racionalidad del científico, en la generación de profesionales con alta capacidad para la resolución de problemas desde un enfoque creativo, y, (iii) El Laboratorio como eje central en la solución de retos empresariales que integre a las diferentes escuelas de la UIS y que genere valor económico y social para el país.</p> <p>Enlace Web: https://www.facebook.com/Semiosis-Lab-340758702787311/?fref=nf</p>
La tina de Arquímedes – Cerebración	<p>Cerebración es una plataforma cívica de información, debate y reflexión sobre mentalidad, cultura, educación, creatividad e innovación desarrollada por el laboratorio-taller de ecosistemas de creatividad "La Tina de Arquímedes".</p> <p>Dentro de los objetivos del programa se encontraban: (i) Contribuir a la construcción de una nueva ruta de crecimiento para la región basados en la creatividad, (ii) Impulsar la consolidación de una cultura enfocada en la creatividad, (iii) Ayudar a que la sociedad local reconociera su capacidad creativa e incorpore metodologías de innovación en la solución de problemas; (iv) Generar ideas y directrices que sirvan de insumo al área metropolitana de Bucaramanga, al momento de diseñar políticas públicas y desarrollar estrategias en busca de un desarrollo sostenible y, (v) Construir un espacio de debate creativo para la estructuración de propuestas innovadoras.</p> <p>Enlace Web: http://www.latinadearquimedes.org/</p>
CreativeLab	<p>CreativeLab es una entidad que opera como laboratorio creativo fomentando la creatividad en organizaciones y comunidades.</p> <p>A nivel de universidades, han desarrollado talleres de sensibilización sobre creatividad e innovación para reforzar los servicios y planteles de la Universidad de los Andes, también con la Pontificia Universidad Javeriana han desarrollado Workshops de co-creación y asesoría para la planeación estratégica de los departamentos en la universidad. También a nivel de comunidades y organizaciones gubernamentales, han desarrollado proyectos con la Cámara de Comercio de Bogotá y Colciencias.</p> <p>Enlace Web: http://creativelab.com.co/</p>
Laboratorio de Creatividad y Simulación – Universidad Santiago de Cali	<p>El Laboratorio de Creatividad y Simulación es creado a partir de la reforma curricular llevada a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Santiago de Cali. Este laboratorio fue construido con el fin de servir como nuevo espacio de aprendizaje donde el estudiante cuenta con un espacio de producción de objetos físicos a escala real o local y simular situaciones o problemáticas reales de los entornos industriales/empresariales.</p>

Institución/ Entidad	Características
	<p>El Laboratorio es usado por los estudiantes de los programas de Ingenierías en el desarrollo de cursos como “Introducción a la Ingeniería” y “Proyecto Integrador Básico” donde a los estudiantes se les plantea un problema que debe ser resuelto construyendo o diseñando una máquina u objeto físico. En el desarrollo de estos cursos se incorporan tendencias en educación en ingeniería como lo son: (i) PBL, (ii) CDIO, y, (iii) STEM.</p> <p>Enlace Web: http://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1150/403</p>
Centro de Innovación	<p>Centro de Innovación, es una organización que ayuda a innovar de manera innovadora utilizando diversas estrategias creativas con el fin crear productos, servicios y procesos innovadores. Utilizan metodologías de observación e investigación, unidas a técnicas de creatividad que permiten identificar oportunidades de alto potencial para innovar a nivel organizacional.</p> <p>Dentro de su formación, utilizan metodologías como: (i) Representación 3D, por medio de <i>Legó Serious Play</i>, (ii) <i>Wake Up Brain</i>, y, (iii) <i>GameStorming</i>.</p> <p>Enlace Web: http://centrodeinnovacion.com/</p>
Catapulta Creativa	<p>Catapulta Creativa es una organización que ofrece soluciones creativas integrales no convencionales</p> <p>Prestan servicios en las áreas de innovación y creatividad referentes a:</p> <p>Formación: Formación en áreas relacionadas a la innovación y creatividad con el fin de contar con personal creativo y con facilidad de ideación. Estos procesos de formación tienen como base las metodologías <i>Creative Problem Solving</i>, <i>Know Brainer</i>, <i>Wake Up Brain</i> y <i>Biomimicry</i>.</p> <p>Consultoría: (i) Asesoría y diseño para el montaje de ambientes creativos organizacionales (Laboratorios Creativos), (ii) Análisis de los diferentes factores ambientales que potencian o limitan la creatividad a nivel individual y colectivo en el equipo de trabajo, (iii) Orientación organizacional para potenciar la creatividad en los equipos de trabajo y la consolidación de una cultura innovadora.</p> <p>Experiencial: (i) Taller LEGO para estrategia (LSP), (ii) Taller CREA-T, que funciona como taller para el despertar creativo.</p> <p>Enlace Web: http://www.catapultacreativa.com/</p>

Fuente: Elaboración propia.

La creación de estas instituciones e iniciativas refuerza la necesidad de contar con procesos y espacios para el desarrollo de las capacidades creativas e innovadoras

de los individuos y de las empresas, esto con el fin de poder contar con el recurso humano capacitado para llevar a cabo procesos de innovación en diferentes sectores del país.

Estas iniciativas surgen como espacios para fortalecer las capacidades creativas e innovadoras de emprendedores, empresas, organizaciones e instituciones de educación. De estas, Neurocity, Centro de Innovación y Catapulta Creativa, brindan espacios y servicios de formación y acompañamiento a empresas y organizaciones que tienen como objetivo crear, formar e innovar en el diseño y desarrollo de nuevos productos, servicios, modelos de negocios y experiencias. También, espacios como el Laboratorio de Inteligencia Creativa y, El Patio, surgen desde Instituciones de Educación Superior para fortalecer las capacidades creativas de los estudiantes y formar profesionales con alta capacidad para la resolución de problemas desde un enfoque creativo. Finalmente, organizaciones como La Tina de Arquímedes y CreativeLab fomentan la creatividad en comunidades a nivel departamental y municipal, esto con el fin de promover culturas enfocadas a la reflexión sobre mentalidad, educación, creatividad e innovación.

4.3. ENSEÑANZA EN CURSOS DE REDES DE COMPUTADORES: CONTRASTE ENTRE EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Una vez presentada la situación internacional y nacional de las universidades en educación en tecnología y creatividad, en programas de Ingeniería de Sistemas²⁵ a nivel de pregrado que incorporen el curso de Redes de Computadores, es posible afirmar que a nivel nacional, se evidenciaron problemáticas en los procesos de formación en Ingeniería como lo son: (i) Desarrollo del curso con prácticas tradicionalistas y desactualizadas, (ii) La falta de dinamismo en los currículos de las universidades, (iii) Los contenidos temáticos de los cursos son desactualizados, y, (iv) El nivel educativo del docente/rol que desempeña el docente en las universidades.

Vale la pena mencionar, que aunque estas problemáticas aún están presentes en los procesos de formación en Ingeniería, en Colombia se están llevando a cabo diversos procesos para afrontar tales problemas, como lo es la inversión en procesos de formación de docentes, la generación de espacios didácticos y que fomenten el desarrollo creativo del estudiante en universidades, estrategias para el desarrollo tecnológico del país desde la educación y, el rediseño y actualización de los currículos de los programas de educación superior para apuntar a las necesidades empresariales actuales.

²⁵ A nivel Internacional estos programas son referidos como Ciencias de la Computación o *Computer Science*.

A nivel internacional, fue posible evidenciar una serie de estrategias que han permitido que las Universidades estudiadas estén liderando los rankings mundiales, en aspectos tales como: (i) Reconocimientos a docentes y estudiantes, (ii) Investigación, (iii) Innovación y, (iv) Publicaciones científicas. A nivel de los cursos de Redes de Computadores revisados en Universidad de Harvard, Universidad de Stanford e Instituto de Tecnología de Massachusetts, se obtuvo lo siguiente: (i) Los contenidos temáticos no son estrictamente teóricos o estáticos, estos son presentados acorde a temas relevantes en la actualidad en el área de Redes de Computadores, (ii) El desarrollo de los cursos se da en dos áreas según las actividades a desarrollar, una de estas comprende la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos por medio de clases magistrales y laboratorios, la otra hace referencia a un espacio de debates y reflexión de artículos científicos, y los conocimientos adquiridos en las clases y laboratorios, (iii) Las actividades presentadas en el curso (como lo son casos de estudio adquiridos de artículos científicos, elaboración de proyectos integradores, planes de negocio y reportes), están alineadas siempre con la solución a problemáticas reales y pertinentes que se dan en las universidades o la industria, y, (iv) Formación docente avanzada que guarda una estrecha relación con el campo de la investigación y la industria.

Con base en lo presentado a nivel nacional e internacional, se procedió a hacer un contraste entre los dos panoramas. En este se presentan diferentes puntos de comparación con el fin de conocer y analizar la situación en ambos contextos y reconocer qué prácticas o factores puedan ser analizados y apropiados al contexto nacional. En este sentido, se establecieron diferentes secciones que abarcan áreas relacionadas con el desarrollo tecnológico, innovación, educación superior y educación en ingeniería.

En primera instancia, se presenta la información consultada a través del Banco Mundial en las categorías Ciencia y Tecnología; y Educación e Infraestructura, para Colombia, Estados Unidos y el Reino Unido (Ver Tabla x).

Tabla 26. Indicadores del Banco Mundial en Ciencia y Tecnología, y Educación.

	Colombia		Estados Unidos		Reino Unido	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Ciencia y Tecnología						
Artículos en publicaciones científicas y técnicas	4.069	4.456	414.759	412.542	96.765	97.332
Exportaciones de productos TIC (% de las exportaciones de productos)	0,2	0,2	8,9	9,0	3,8	4,2
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0,22	0,23	2,81	-	1,63	1,69
Investigadores dedicados a	164	-	4019	-	4055	-

	Colombia		Estados Unidos		Reino Unido	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Ciencia y Tecnología						
investigación y desarrollo (por cada millón de personas)						
Solicitudes de patentes, residentes	251	260	287.831	285.096	14.972	15.196
Solicitudes de patentes, no residentes	1.781	1.898	283.781	293.706	7.966	7.844
Educación						
Gasto público en educación, total (% del gasto del gobierno)	16,9	15,9	13,1	-	13,0	13,9
Inscripción escolar, nivel terciario (% bruto)	50	51	89	-	57	-
Fuente: Banco Mundial (2016).						

En la Tabla 26, es presentado un comparativo entre tres países: Colombia, Estados Unidos y Reino Unido. Con base en la información presentada por el Banco Mundial a través de sus indicadores en Ciencia y Tecnología y Educación, en 2013 y 2014, es posible hacer una comparación entre estos países y evidenciar que en Colombia existe un limitado desarrollo tecnológico justificado en parte por la baja inversión en Investigación y Desarrollo en el país. Lo anterior se demuestra en los bajos porcentajes en exportaciones de productos TIC, la escasa inversión en investigación y desarrollo, la falta de investigadores dedicados a la investigación y desarrollo y la baja cantidad de solicitudes de patentes a residentes en el país. Por su parte, Estados Unidos y Reino Unido presentan indicadores significativamente superiores en estas áreas, donde para 2014, la inversión en investigación y desarrollo en Estados Unidos y Reino Unido fue de 1,63 y 1,69 respectivamente, siendo este siete veces superior al de Colombia. Vale la pena destacar que Reino Unido cuenta con aproximadamente 64,1 millones de habitantes y que Colombia cuenta con 48,3 millones de habitantes, sin embargo, el número de investigadores dedicados a la investigación y el desarrollo en Reino Unido en 2013 fue de 4055 mientras que en Colombia fue tan solo de 164.

En cuanto a los datos consultados por el *Global Creativity Index* fue posible comparar la situación nacional frente a la de Estados Unidos, Reino Unido y otros países Latinoamericanos en relación desarrollo tecnológico, investigación, innovación y educación superior. En la Tabla 27 se encuentra a Colombia en posiciones inferiores frente a otros países en dos categorías: (i) *R&D Investment*, que corresponde a la inversión en investigación y desarrollo en recursos humanos

y de capital (públicos y privados) en trabajo creativo llevado a cabo para incrementar el conocimiento en sus diferentes áreas, y el uso del conocimiento para nuevas aplicaciones, y, (ii) *Patents per Capita*, que corresponde al número de patentes expedidas en el país. A su vez, la Tabla 28 posiciona a los países en el área de la “Creatividad”, la cual es medida por el número de investigadores, ingenieros y desarrolladores (*Creative Class*) y la cantidad de adultos que cuentan con algún tipo de estudio en educación superior (*Educational Attainment*).

Tabla 27. Ranking en *Technology* según el GCI

Country	R&D Investment	Patents per Capita	Technology Index
Estados Unidos	8	5	4
Reino Unido	19	12	15
Brasil	28	31	27
Costa Rica	47	28	47
Uruguay	55	24	48
Argentina	43	36	48
Chile	52	34	56
Venezuela	57	-	63
Colombia	64	63	89

Fuente: Global Creativity Index, GCI (2015)

Tabla 28. Ranking en *Talent* según el GCI

Country	Creative Class	Educational Attainment	Talent Index
Estados Unidos	34	2	3
Reino Unido	10	33	20
Argentina	55	13	35
Chile	53	23	39
Uruguay	57	30	45
Costa Rica	52	53	61
Brasil	61	-	68
Colombia	68	58	75
Venezuela	72	-	83

Fuente: The Global Creativity Index, GCI (2015)

Lo anterior reafirma la necesidad de invertir y estimular el desarrollo de estas áreas. El aumento de inversión en educación está estrechamente relacionado con la formación de profesionales en investigación y desarrollo. Por su parte la inversión en ciencia y tecnología, garantiza el crecimiento y fomento de la comunidad de investigadores del país a través de la financiación de proyectos de investigación, esto con el fin de hacer de Colombia un país que lleve a cabo verdaderos procesos de innovación y desarrollo tecnológico.

A continuación, es presentada la Tabla 29, la cual muestra los aspectos relevantes para llevar a cabo el proceso de comparación entre los casos de estudio que fueron expuestos en la Sección 4.1 Casos de estudio en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en cursos de redes de computadores, y el caso de estudio del curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga presentando en la Sección 4.2 Diagnóstico sobre la experiencia colombiana en educación en tecnología. Vale la pena mencionar que las tres universidades escogidas para la realización de esta comparación, se encuentran ubicadas en Estados Unidos.

Los criterios de comparación tomados en cuenta para la elaboración de la Tabla 29, fueron: (i) Metodología, (ii) Intensidad horaria, (iii) Contenidos temáticos, (iv) Estrategias pedagógicas, (v) Formas de evaluación, (vi) Docentes, y, (vi) Nivel de Actualidad/Pertinencia.

Tabla 29. Contraste entre el estado del arte a nivel mundial y el diagnóstico nacional.

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
Criterios de Comparación		
Metodología	El curso es ofertado en modalidad presencial por medio de clases magistrales. En el desarrollo de estas clases, además de presentar los contenidos del curso, se llevan a cabo laboratorios prácticos, y el desarrollo de exámenes y quizzes.	<p>Los cursos ofertados son dados en modalidad presencial, sin embargo, estos se presentan a través de dos áreas según las actividades asignadas: (i) <i>Lectures</i>, espacio donde el estudiante, de manera presencial, adquiere los conocimientos definidos en los contenidos temáticos, y, (ii) <i>Recitations</i>, espacio de discusión presencial entre los estudiantes y el docente donde se presentan casos de estudio exitosos, análisis de nuevas tecnologías, y, críticas y reflexión de artículos científicos.</p> <p>Harvard ofrece una versión virtual del curso donde se toma un sentido de aprendizaje autónomo en el que se presentan muchas actividades que deben ser</p>

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
		desarrolladas y soportadas en material complementario presentando en el curso. El estudiante debe hacer sustentación de los proyectos y tareas asignadas de manera virtual.
Intensidad Horaria	<p>El curso de Redes de Computadores tiene una duración de cuatro meses.</p> <p>Es un curso de cuatro créditos y por ello se dispone de seis horas semanales de clase. En el primer semestre del 2016 el curso fue ofertado de manera en que el estudiante debía asistir 3 días a la semana, cada día comprendiendo una sesión de 2 horas.</p> <p>Además, el docente dispone de dos horas adicionales de consulta en la semana, no es obligación de parte del estudiante utilizar estas horas, sin embargo, sirve como un espacio de refuerzo y consulta del curso.</p>	<p>Estos cursos tienen una duración aproximada de cuatro meses.</p> <p>En estos se disponen de dos sesiones por semana para <i>Lectures</i> y <i>Recitations</i>, cada una de una hora.</p> <p>También se estipula un espacio obligatorio de <i>Tutorials</i> que consta de una sesión de una hora por semana, en estas se llevan a cabo procesos de retroalimentación y guía para el desarrollo de los trabajos asignados.</p>
Contenidos Temáticos	<p>Los contenidos programáticos se presentan en módulos. El curso consta de siete módulos, los cinco primeros módulos hacen alusión a contenidos introductorios en el área de las Redes de Computadores y contenidos necesarios para el entendimiento de la red de arquitectura en capas por las cuales se rigen los sistemas de Redes de Computadores.</p> <p>Los dos últimos módulos comprenden temáticas actuales; el sexto módulo posee contenidos temáticos relacionados con las redes inalámbricas y móviles, y el séptimo módulo presenta</p>	<p>Los contenidos programáticos se presentan en módulos. Estos módulos poseen una combinación de contenidos teóricos y temáticas relevantes a la actualidad en el área de las redes de computadores (<i>Internet of Things, Machine Learning, Data Center Networking, The Device Mesh, 3D Printing Materials, Ambient User Experience, Information of Everything, Autonomous Agents and Things, Adaptive Security Architecture, Mesh App and Service Architecture</i>, entre otros).</p> <p>Los contenidos temáticos son</p>

	<p align="center">Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.</p>	<p align="center">Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.</p>
	<p>contenidos en relación con la seguridad en las redes de computadores.</p> <p>Si bien es posible observar temáticas pertinentes y actualizadas a las redes en la actualidad, el contenido temático no presenta verdadero dinamismo.</p>	<p>dinámicos. Esto se evidencia a través de "módulos dinámicos" en los cuales según las tendencias del momento trata una temática específica cada vez que es ofertado.</p>
<p>Estrategias Pedagógicas</p>	<p>Clases magistrales dadas al estudiante donde son presentados los contenidos temáticos sobre los cuales se desarrolla el curso.</p> <p><i>Workshops</i>, que son presentados según el módulo y, son desarrollados con base en <i>Creative Problem Solving</i>.</p> <p>Se llevan a cabo Laboratorios prácticos donde es necesario presentar informes, con el fin de apropiar los contenidos teóricos del curso.</p> <p>Refuerzo y profundización en las áreas de interés de los estudiantes por medio de la lectura y análisis de artículos científicos.</p> <p>Elaboración de un proyecto de curso donde los estudiantes deben afrontar un problema real en el campo de las Redes de Computadores.</p> <p>Conferencias en los cuales docentes y empresarios discuten sobre experiencias en el campo de las Redes de Computadores.</p> <p>Visitas programadas a empresas en el área de la Telemática.</p>	<p>Clases magistrales donde el estudiante, de manera presencial, adquiere los conocimientos definidos en los contenidos temáticos. En este espacio, el docente trata las temáticas del curso con base en el libro guía del curso; <i>Lectures</i>.</p> <p>Los cursos se desarrollan en entornos donde se presentan espacios de reflexión y discusión de casos de estudio exitosos en relación a problemáticas en redes de computadores, análisis de nuevas tecnologías, y, críticas y reflexión de artículos científicos; <i>Recitations</i>.</p> <p>Refuerzo y profundización en las áreas de interés de los estudiantes por medio de la lectura y análisis de artículos científicos actualizados acorde a los contenidos temáticos presentados en el desarrollo del curso.</p> <p>Actividades enfocadas a la solución y justificación de casos de estudio de diversas situaciones relacionadas con las redes de computadores, estos casos usualmente están asociadas a problemáticas</p>

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
		<p>reales que se dan en el campus o en la industria. En ocasiones, el desarrollo de estos casos de estudio ha dado solución a problemáticas de empresas o de las mismas universidades.</p> <p>Elaboración de proyectos de curso donde los estudiantes deben presentar artículos científicos, planes de negocio y reportes, sirven para apropiar lograr apropiar los contenidos teóricos del curso y aplicarlos en un sentido práctico que está vinculado con actividades realizadas en el ámbito profesional.</p> <p>Se asignan experimentos semanales y quizzes con base en lo desarrollado en las <i>Lectures</i> con el fin de reforzar la apropiación de los conceptos abstractos y de entender su utilidad en situaciones reales.</p> <p>Se tiene como obligación en los cursos, el desarrollo de uno o dos proyectos de diseño en el que se describe de manera detallada un "<i>system design</i>" para resolver un problema del mundo real. Con base en las temáticas definidas en el curso y la asistencia del profesor, se define este proyecto, de donde se espera además del diseño, la generación de un artículo científico, reportes semanales y sustentación del proyecto.</p>
Formas de Evaluación	La totalidad de la calificación del curso, es dividida en porcentajes. El proyecto de curso es la	La totalidad de la calificación del curso, es dividida en porcentajes. Usualmente el

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	actividad con más valor, los laboratorios y quizzes también cuentan con porcentajes relevantes.	proyecto de curso, así como las sesiones de análisis de artículos científicos son las actividades con mayor porcentaje.
Nivel de Actualidad/Pertinencia	Si bien es posible observar temáticas pertinentes y actualizadas a las redes en la actualidad, el contenido temático no presenta verdadero dinamismo.	Con base en los contenidos temáticos que presentan los cursos y el contenido complementario (artículos científicos, slides, vídeos, trabajos y proyectos destacables de cursos anteriores) es posible afirmar que estos cursos cuentan con contenidos actualizados y tratan temas pertinentes a las redes en la actualidad.
Docentes		<p>El desarrollo de los cursos está soportado a través de un docente principal y uno o más docentes asociados.</p> <p>La totalidad de los docentes asignados al desarrollo del curso cuentan con formación mínima en maestría. En el caso específico del docente principal, este cuenta con doctorado.</p> <p>Los docentes asociados en las diferentes universidades, cuentan con experiencia en la industria (siendo consultores, analistas o fundadores de compañías TIC)</p> <p>Los docentes asociados al desarrollo de estos cursos poseen experiencia en investigación y han sido reconocidos por sus publicaciones científicas y desarrollos tecnológicos.</p>
Indicadores Adicionales		

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
<p>OECD- GPS Education²⁶ (2015)</p>	<p>A través de GPS Education, fue posible comparar a Colombia con Estados Unidos según diferentes indicadores en educación superior. A continuación se presenta lo encontrado:</p> <p>En 2014, el 22.4% de la población en Colombia que tenía entre 25 y 64 años contaban con algún tipo de formación en educación superior</p> <p>Para 2013, se supuso que el 13% de la población joven se graduase de programas tecnológicos en el país, un 19% de programas en pregrado, un 9,1% de programas en Maestría y un 0,2% en programas de Doctorado.</p> <p>En Colombia no se presenta información referente a la medición de habilidades en TIC y resolución de problemas en la educación superior, sin embargo, el promedio a nivel mundial en esta área es de 40,7%.</p> <p>Para 2013, el gasto anual promedio por estudiante en el rango de educación primaria a educación terciaria e incluyendo actividades en I+D es de 3,291 dólares, uno de los más bajos a nivel mundial.</p> <p>En el caso específico de la educación terciaria y actividades de I+D que se desarrollan en este sector se tiene que la inversión anual es de 5,183 dólares por estudiante.</p>	<p>A través de GPS Education, fue posible comparar a Colombia con Estados Unidos según diferentes indicadores en educación superior. A continuación se presenta lo encontrado:</p> <p>En 2014, el 44.2% de la población en Estados Unidos que tenía entre 25 y 64 años contaban con algún tipo de formación en educación superior</p> <p>Para 2013, se supuso que el 22% de la población joven se graduase de programas tecnológicos en el país, un 38% de programas en pregrado, un 20% de programas en Maestría y un 1,1% en programas de Doctorado.</p> <p>Para 2013, en estados Unidos, el 45,8% de la población entre los 25 y 64 años que trabaja en el área de la educación superior, demostraron tener buenas habilidades en relación a las TIC y a la resolución de problemas.</p> <p>Para 2013, el gasto anual promedio por estudiante en el rango de educación primaria a educación terciaria e incluyendo actividades en I+D es de 15,494 dólares, el segundo más alto a nivel mundial.</p> <p>En el caso específico de la educación terciaria y actividades de I+D que se</p>

²⁶ Education GPS es una fuente de comparación de información en políticas y prácticas en educación a nivel mundial ofrecida por OECD.

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
		desarrollan en este sector se tiene que la inversión anual es de 26,562 dólares por estudiante.
<i>Global Innovation Index (2015)</i>	<p>Colombia se encuentra ubicada en el puesto 67 de 141 países de manera general.</p> <p>En el área de <i>Human capital and research</i>²⁷ donde se evalúan indicadores en inversión en educación, ingresos a educación superior, graduados en ingeniería y demás, Colombia se encuentra ubicada en el puesto 59.</p> <p>En el área de <i>Infrastructure</i>²⁸ donde se evalúan indicadores en acceso y uso de las TIC, servicios en línea que presta el gobierno y demás, Colombia se encuentra ubicada en el puesto 39.</p> <p>En el área de <i>Knowledge and technology outputs</i>²⁹ que contiene indicadores en patentes adquiridas, artículos científicos, inversión en software de computador y desarrollo de productos tecnológicos, Colombia se encuentra ubicada en el puesto 86.</p>	<p>Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 5 de 141 países.</p> <p>En el área de <i>Human capital and research</i> Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 14.</p> <p>En el área de <i>Infrastructure</i> Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 14.</p> <p>En el área de <i>Knowledge and technology outputs</i> Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 4.</p> <p>En el área de <i>Creative Outputs</i> Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 13.</p>

²⁷ El GII considera los siguientes indicadores para la definición de esta área: (i) Expenditure on education, %GDP, (ii) Gov't expenditure/pupil secondary, % GDP/cap, (iii) Tertiary enrolment, %gross, (iv) Graduates in science & engineering, %, (v) Researchers, FTE, (vi) Gross expenditure on R&D, %GDP, y, (vii) QS university ranking.

²⁸ El GII considera los siguientes indicadores para la definición de esta área: (i) ICT access, (ii) ICT use, (iii) Government's online service, y, (iv) E-participation.

²⁹ El GII considera los siguientes indicadores para la definición de esta área: (i) Domestic resident patent app, (ii) Scientific & technical articles/PPP\$ GDP, (iii) Citable documents H index, (iv) Computer software spending, % GDP, (v) High- & medium-high-tech manufactures, (vi)Comm., computer & info. services exp., % total trade, entre otros.

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	En el área de <i>Creative Outputs</i> ³⁰ Colombia se encuentra ubicada en el puesto 77.	
Global Creativity Index (2015)	Colombia se encuentra ubicada en el puesto 83 en el área de Tecnología, y el puesto 89 en el área de Talento (para más información ver Tabla 27).	Estados Unidos se encuentra ubicado en el puesto 3 de Tecnología, y el puesto 4 en el área de Talento. (para más información ver Tabla 27).
Actividades en Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS, 2016c)	<p>A nivel nacional, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) expone que la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) es una de la que más atención despierta en distintos ámbitos, donde este indicador sigue siendo bajo en comparación con lo que destinan otros países a ACTI.</p> <p>A continuación, son presentados indicadores por Colciencias y OCyT en esta área entre los años 2010 a 2013:</p> <p>La inversión en ACTI fue de un 0,5% del PIB, también se estimó que un 0,2% del PIB fue destinado a inversión en I+D, estos son considerados como porcentajes significativamente bajos; sin embargo, datos más recientes indican que para el 2015 un total de 0.627% del PIB se orientó a la realización de este tipo de actividades, mientras que para la I+D este total fue de 0.239% lo cual indica un mayor interés en el desarrollo y estímulo de estas áreas a nivel nacional.</p>	En contraste, al realizar la búsqueda de artículos científicos y documentos que fuesen producidos en Estados Unidos en el área de la Telemática se obtuvo que a nivel mundial estos ocupan el tercer puesto con un total de 312 artículos (Alemania y el Reino Unido presentan un total de 455 y 349 documentos respectivamente).

³⁰ El GII considera los siguientes indicadores para la definición de esta área: (i) (i) ICTs & business model creation, (ii) ICTs & organizational model creation, (iii) Creative goods exports, % total trade, (iv) Generic top-level domains (TLDs)/th pop, entre otros.

Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	<p>Los datos de becas y proyectos ofrecidos por Colciencias informan que a nivel nacional en el periodo que comprende el año 2010 a 2013 fueron otorgadas 6526 becas de maestría y doctorado, de las cuales 1394 correspondieron al área de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad y tan solo 260 correspondieron al área de Electrónica, Comunicaciones e Informática.</p> <p>También, a través de la plataforma de Colciencias “Estado de la Ciencia” es posible evidenciar indicadores relacionados con el desarrollo de procesos y productos tecnológicos, en educación e innovación en diferentes áreas del conocimiento³¹.</p> <p>En este sentido se tiene que: De un total de 84,611 Productos de Nuevo Conocimiento³², 3357 pertenecen al área de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática</p> <p>De 17,532 Productos de Desarrollo Tecnológico e Innovación³³, 2,133 pertenecen al área de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática</p>

³¹ Colciencias define las siguientes Áreas del Conocimiento: (i) Ciencias Agrícolas, (ii) Ciencias Médicas y de la Salud, (iii) Ciencias Sociales, (iv) Humanidades, y, (v) Ingeniería y Tecnología

³² Los Productos de Nuevo Conocimiento comprenden indicadores como: (i) Artículos de Investigación con Calidad A1, (ii) Artículos de Investigación con Calidad A2, (iii) Artículos de Investigación con Calidad B, (iv) Artículos de Investigación con Calidad C, y, (v) Patentes de Investigación con Calidad PA4

³³ Los Productos de Desarrollo Tecnológico e Innovación comprenden indicadores como: (i) Software con Calidad A, (ii) Planta Piloto, (iii) Innovación de procedimiento, (iv) Normatividad del espectro radioeléctrico con Calidad, y, (v) Regulación, Norma o Reglamento con Calidad B

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	<p>De 185,859 Productos de Formación de Recurso Humano³⁴, 11,312 pertenecen al área de Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática (COLCIENCIAS, 2016b)</p> <p>Finalmente, con el fin de conocer la cantidad de artículos científicos y documentos producidos en el país, en el área de la Telemática y Redes de Computadores, se consulta la base de Datos Scopus, en la cual se obtiene que en dentro del periodo 2000 a 2016 un total de 9 artículos científicos y documentos fueron producidos en esta área.</p>	
Patentes	<p>Con base en los indicadores presentados por RICYT, y el Banco Mundial se tiene que:</p> <p>En Colombia durante el año 2013 en la categoría de “residentes” se solicitaron 251 patentes. En la categoría de “no residentes” se solicitaron 1781 patentes.</p> <p>A su vez, durante el año 2013 se otorgaron 153 patentes a residentes del país y 2118 a no residentes.</p> <p>Para 2014, en la categoría de “residentes” se solicitaron 260 patentes. En la categoría de “no residentes” se solicitaron 1898 patentes.</p>	<p>Con base en los indicadores presentados por RICYT, y el Banco Mundial se tiene que:</p> <p>En Estados Unidos durante el año 2013 en la categoría de “residentes” se solicitaron 287831 patentes. En la categoría de “no residentes” se solicitaron 283781 patentes.</p> <p>A su vez, durante el año 2013 se otorgaron 133593 patentes a residentes del país y 144242 a no residentes.</p> <p>Para 2014, en la categoría de “residentes” se solicitaron 285096 patentes. En la categoría de “no residentes” se solicitaron 293706 patentes.</p>
Organismos reguladores	En Colombia se cuenta con los	En Estados Unidos existen

³⁴ Los Productos de Formación de Recurso Humano comprenden indicadores como: (i) Tesis de Maestría con Calidad A y B, (ii) Tesis de Pregrado con Calidad A y B, y, (iii) Apoyo a la Creación de Programas Académicos con Calidad D

	<p align="center">Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.</p>	<p align="center">Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.</p>
	<p>siguientes entes reguladores, respecto a normativas relacionadas con telecomunicaciones, telemática y TIC:</p> <p>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC): Entidad encargada del Sector TIC en Colombia,</p> <p>Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). Función: Maximizar el bienestar de los usuarios de los servicios de comunicaciones (Internet, telefonía fija y telefonía móvil).</p> <p>Autoridad Nacional de Televisión (ANTV). Función: Brindar las herramientas para la ejecución de los planes y programas de la prestación del servicio público de televisión.</p>	<p>organismos reguladores que se encargan de expedir normas, así como estándares de telecomunicaciones, que son adoptados a nivel mundial por fabricantes de dispositivos, y entes reguladores de los países.</p> <p><i>Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).</i> Objetivo: Permanente actualización profesional en el campo de las ciencias electromagnéticas, de la electrotecnología y de la informática.</p> <p><i>Internet Engineering Task Force (IETF).</i> Produce documentos técnicos que influyen el diseño, uso y gestión de Internet.</p> <p><i>Federal Communications Commission (FCC).</i> Agencia gubernamental independiente que regula las comunicaciones por radio, televisión, teléfono, satélite y cable.</p>
<p>Empresas de Telecomunicaciones</p>	<p>Los tres proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) que tienen el mayor número de suscriptores a Internet Móvil, son: (i) Comunicación Celular S.A. Comcel S.A., (ii) Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P., (iii) Colombia Móvil S.A. E.S.P.</p> <p>Comunicación Celular S.A. Comcel S.A. Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P. Colombia Móvil S.A. E.S.P. Avantel S.A.S. Empresa de Telecomunicaciones</p>	<p>Las empresas de telecomunicaciones de Estados Unidos se han caracterizado desde sus inicios por ser líderes en el sector de las telecomunicaciones y poseer una Infraestructura Tecnológica privilegiada.</p> <p>Verizon – FiOS Bright House Cox Cablevision – Optimum Charter Comcast Time Warner Cable Mediacom</p>

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	de Bogotá S.A. E.S.P. UFF Móvil S.A.S. Virgin Mobile Colombia S.A.S. Almacenes Éxito S.A.S.	Suddenlink AT&T – U-verse Frontier AT&T – DSL Windstream Verizon – DSL CenturyLink
Vocación tecnológica	<p>En el contexto nacional, los indicadores anteriormente sirven como criterios de evaluación que justifican la clasificación de Colombia como un país con vocación tecnológica en mediano y bajo grado.</p> <p>En este sentido, Colombia se caracteriza por (i) Llevar a cabo limitados procesos de desarrollo y producción tecnológica endógena, (ii) Una escasa cantidad de recurso humano dedicado a la investigación y desarrollo, (iii) Una menor cantidad de patentes solicitadas para residentes en comparación con los no residentes, (iv) Una mayor inversión en importación de tecnologías exógenas (producidas en sociedades con vocación tecnológica en alto grado) con respecto a exportaciones de tecnología endógena, (v) Una escasa producción de material investigativo y de desarrollo tecnológico e innovación, y, (vi) usualmente los procesos de desarrollo tecnológico llevados a cabo por los ingenieros del país son enfocados a la gestión y mantenimiento de tecnologías de carácter exógeno, (vii) Formación de profesionales que no cumplen con el perfil necesario para afrontar problemáticas del contexto, (viii) Limitada</p>	<p>En el caso de Estados Unidos, esta puede clasificarse como una sociedad con vocación tecnología en alto grado.</p> <p>Lo expuesto con anterioridad en temas de desarrollo tecnológico, investigación, innovación y educación, categoriza a Estados Unidos como una sociedad que lidera la producción de bienes y servicios en telemática y telecomunicaciones. Además, en el país los procesos de innovación tecnológica son llevados a cabo con lo expuesto por (Lara, 1999) en cuatro fases: (i) La investigación; (ii) El desarrollo tecnológico; (iii) La aplicación y adopción y; (iv) El perfeccionamiento. Los indicadores y datos presentados por el Banco Mundial además sitúan a Estados Unidos como líderes en el mercado de las telecomunicaciones, generando ingresos millonarios por ventas en esta área a sociedades con vocación tecnológica media y baja como lo es Colombia.</p> <p>En adición, las reformas en los sistemas educativos y la fuerte presencia y apropiación de una cultura investigativa, los posicionan como pioneros en</p>

	Colombia, Caso de Estudio: Curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.	Estados Unidos, Caso de Estudio: Universidades que cuentan con un curso afín a las Redes de Computadores en Programas de Ingeniería de Sistemas.
	apropiación de una cultura investigativa y enfocada al desarrollo tecnológico e innovación.(Parra, 2014).	los procesos de formación en educación e investigación. Adicionalmente, en Estados Unidos se lleva a cabo el desarrollo de estándares para la regulación de bienes y servicios telemáticos y de telecomunicaciones (Parra, 2014).
Fuente: Elaboración propia.		

Adicionalmente, se evidencia que en el contexto colombiano, las investigaciones estudiadas se encuentran relacionadas con lo hallado en el contexto mundial. La comunidad científica nacional e internacional ha mostrado un especial interés a través de la realización de trabajos de investigación enfocados a presentar la relación existente entre educación en tecnología, educación en ingeniería y creatividad como base para la innovación y el desarrollo tecnológico. En este sentido, se hace alusión a algunas de las temáticas más relevantes frente a la creatividad y su relación con el área de Educación en Ingeniería: (i) Reorientar los procesos de formación en ingeniería con el fin de adquirir una formación adecuada a las necesidades de la actualidad, (ii) La necesidad de apropiar nuevas metodologías de aprendizaje en los programas de Ingeniería, y, (ii) La inclusión de nuevos espacios y tecnologías de aprendizaje en universidades, tales como laboratorios creativos, aulas de simulación y espacios de resolución creativa de problemas, con el fin de proveer ambientes creativos para la producción de soluciones tecnológicas a problemas reales desde las instituciones educativas, y (iv) La formación y fortalecimiento de los vínculos entre Universidad-Empresa, Universidad-Estado y, Universidad-Empresa-Estado.

4.4. ORIENTACIONES EN EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA PARA EL FOMENTO DE LA CREATIVIDAD EN EL CURSO DE REDES DE COMPUTADORES

Una vez identificada la situación colombiana en cuanto a sus limitados procesos de desarrollo tecnológico e innovación, la crisis en los procesos de formación en educación superior, aplicado específicamente a Ingeniería, la falta de inversión y desarrollo en formación para la investigación y la falta de políticas y estrategias

que establezcan vínculos reales entre universidad-empresa-estado, es necesario considerar soluciones con las cuáles se puedan afrontar tales problemáticas.

Teniendo en cuenta que tales problemáticas guardan una estrecha relación con los procesos de formación y educación y considerando que no se están dando procesos de formación ideales donde se formen profesionales que cuenten con las habilidades para ser líderes en desarrollo tecnológico e innovación, se tiene que una posible manera de afrontar tales problemáticas, es a través de la educación en tecnología.

En el caso específico de los procesos de formación en Ingeniería, ACOFI y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) exponen en el Marco de Fundamentación en Ingeniería de Sistemas (2005) y el documento de Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería de Sistemas la necesidad de desarrollar actividades para mejorar los niveles de calidad en los Programas de Ingeniería, estas actividades están enfocadas a la revisión, actualización y modernización de los planes de estudio que permita a los ingenieros ser competitivos, flexibles, creativos, dinámicos y con altos niveles de pertinencia, en concordancia con las necesidades socioeconómicas, culturales y científicas del país.

A su vez expone que la formación en Ingeniería de Sistemas debe responder a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología, del sector productivo y de la internacionalización del conocimiento y la economía. A continuación, en la Tabla 30 se plantean orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad, de manera general y también de manera específica en el curso de Redes de Computadoras del programa de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Bucaramanga:

Tabla 30. Orientaciones en Educación en Tecnología para el fomento de la Creatividad.

Orientación General	Orientación Específica
OG1. Transformación del modelo tradicional de enseñanza del Programa de Ingeniería de Sistemas para la formación de Ingenieros de Sistemas creativos capaces de liderar procesos de innovación tecnológica relacionados con Redes de Computadores.	<p>OE11. El rediseño del plan de estudios del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. En un sentido amplio, el rediseño deberá enfocarse a dar solución a las problemáticas que afronta la Ingeniería de Sistemas a nivel nacional, a través del estudio permanente del currículo, el desarrollo de actividades investigativas (relacionadas con los cursos, proyectos integradores, y semilleros de investigación), y el fomento de las habilidades propias de los Ingenieros de Sistemas, tales como: (i) Capacidad de investigación, (ii) Razonamiento lógico-matemático, (iii) Programación. (iv) Capacidad de innovación, (v) Pensamiento crítico, (vi) Creatividad, (vii) Comunicación oral y escrita, (viii) Trabajo colaborativo, (ix) Curiosidad, (x) Iniciativa, (xi) Persistencia, (xii) Adaptación al cambio tecnológico y, (xiii) Liderazgo.</p> <p>OE12. Rediseño y creación de nuevos cursos en el programa de Ingeniería de Sistemas orientados a la presentación y</p>

Orientación General	Orientación Específica
	<p>apropiación de conocimientos actualizados y pertinentes en temáticas relevantes con la Ingeniería de Sistemas y Ciencias de la Computación a nivel mundial.</p> <p>La propuesta implica, cambios relacionados con los cursos de la línea de Telecomunicaciones: (i) Comunicación de Datos (TELE 00102) y, (ii) Redes de Computadores (TELE 00103). Se propone el cambio de nombre de los cursos a Telemática I y Telemática II (lo que permite incluir en los Syllabus del curso, temáticas que son tendencia en el campo de Telemática).</p> <p>Adicional, se plantea la creación de dos nuevos cursos en el Programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Fundamentos de Telecomunicaciones (curso previo a Telemática I y Telemática II), el cual presenta el modelo de un sistema de telecomunicaciones y los principios básicos de la teoría de la telecomunicación, destacando la importancia de la relación velocidad de transmisión y ancho de banda. (ii) Educación en Tecnología (curso optativo). Curso que presenta un estudio sobre el uso de la tecnología en la Sociedad de la Información y el Conocimiento, lo que implica una reflexión sobre el carácter exógeno y endógeno de la tecnología. Adicional implica el estudio del proceso de innovación tecnológica en Ingeniería, y la existencia de componente creativo en cada una de sus etapas.
<p>OG2. Re-orientación de los procesos de enseñanza/aprendizaje, espacios y contenidos en Ingeniería de Sistemas para la formación de Ingenieros de Sistemas capaces de ofrecer soluciones pertinentes y apropiadas a las problemáticas y necesidades existentes en la Sociedad de la información y el Conocimiento.</p>	<p>OE21. Actualización permanente de la Guía Cátedra del curso de Redes de Computadores. Para ello se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:</p> <p>Objetivos: Presentación detallada de lo que se quiere lograr con el desarrollo del curso, resaltando por cada unidad temática al menos un objetivo.</p> <p>Metodología del curso: Presentación de la forma en que será llevado a cabo el desarrollo del curso durante el semestre. Se sugiere la realización de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Clases magistrales para la presentación de aspectos teóricos del curso, apoyados en el uso de las siguientes estrategias: <i>Lectures</i> y <i>Recitations</i> (Presentadas en la Orientación OE24). (ii) Desarrollo de Workshops, para el desarrollo de soluciones tecnológicas en el campo de la Telemática, apoyados en <i>Creative Problem Solving (CPS)</i>. (iii) Realización de prácticas de laboratorio, para el despliegue de entornos controlados de red, lo que implica el diseño de dispositivos de red, o configuración de los mismos; así como el uso de simuladores de red y herramientas para la medición de tráfico, inspección de paquetes y análisis del <i>performance</i> de red. (iv) Asignación de tareas que permita reforzar lo aprendido en las clases magistrales y prácticas de laboratorio. (v) El desarrollo de un proyecto de curso, que tiene como fin el proporcionar una solución tecnológica de tipo pertinente y apropiado a una problemática identificada en el contexto nacional o departamental (dichas problemáticas son tomadas del Plan Nacional de Desarrollo o del Plan

Orientación General	Orientación Específica
	<p>Departamental de Desarrollo). Entre los entregables del curso, se proponen los siguientes: (i) Informe final de investigación; (ii) Informe técnico, (iii) Plan de negocios, (iv) Artículo científico (Norma IEEE) y, (v) Poster de la solución tecnológica.</p> <p>(vi) Lectura, análisis y presentación de artículos científicos relacionados con las temáticas de estudio del curso de Redes de Computadores. Los artículos científicos deben ser recuperados de Bases de Datos Académicas de prestigio entre la comunidad académica y científica nacional e internacional relacionada con telemática y telecomunicaciones.</p> <p>(vii) Desarrollo de exámenes orientados a la solución creativa de problemas. Se sugiere la presentación de un caso de estudio, en la que el estudiante deberá aportar una solución de tipo pertinente y apropiado desde el campo de la Telemática.</p> <p>(viii) Se propone el desarrollo de una conferencia por parte de un experto en el tema de estudio del curso, que pueda presentarle a los estudiantes su experiencia profesional, y destaque la importancia del curso de Redes de Computadores en su vida profesional como Ingeniero de Sistemas.</p> <p>(ix) Desarrollo de visitas empresariales, en la que los estudiantes puedan apreciar el funcionamiento de las organizaciones del sector de las telecomunicaciones, haciendo especial mención a las dependencias de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i).</p> <p>Libros de texto y lecturas recomendadas: Inclusión de una lista detallada de referencias bibliográficas, necesarias para el estudio, análisis y profundización de contenidos de Redes de Computadores. Es importante incluir en las lecturas recomendadas, artículos científicos de actualidad tomados de Bases de Datos Académicas, tales como: <i>Association for Computing Machinery ACM, EBSCOhost Research Data Bases, IEEE Xplore, Redalyc, Scielo - Scientific Electronic Library Online, PATENTSCOPE, Science Direct, Scopus, Springer-Books, Springer Journal</i>, y, <i>Web of Science® (WoS)</i>. Así mismo, incluir como fuente primaria de información los estándares y normativas realizados por los organismos reguladores de Telecomunicaciones a nivel mundial y nacional, que presentan los aspectos teóricos de las tecnologías y protocolos requeridos para el diseño, implementación y despliegue de soluciones tecnológicas en el campo de la telemática.</p> <p>Temáticas del curso. Presentación del contenido del curso, por unidades temáticas.</p> <p>Fechas de entrega. Se sugiere presentar un cronograma detallado con las fechas de entrega de las actividades del curso, así como las fechas en las que se presentan los exámenes (Primer Corte y Segundo Corte).</p> <p>Criterios de evaluación. Presentación clara de los</p>

Orientación General	Orientación Específica
	<p>porcentajes de cada una de las actividades calificables del curso, que en su totalidad deben sumar un 100%.</p> <p>Recomendaciones. El docente debe presentar en esta sección, aquellas recomendaciones que considere pertinentes para el desarrollo del curso.</p>
	<p>OE22. La implementación de nuevas metodologías³⁵ y herramientas enfocadas al desarrollo de la creatividad e innovación en el curso de Redes de Computadores. En este sentido, teniendo en cuenta la naturaleza práctica del curso que requiere el diseño e implementación de redes, se sugiere la utilización de metodologías como LSP o <i>WakeUp Brain</i> que contribuyen al desarrollo de nuevos acercamientos para la formulación y ejecución de proyectos telemáticos.</p>
	<p>OE23. Rediseño del Programa de Ingeniería de Sistemas para apuntar a las necesidades de las empresas y la sociedad colombiana en aspectos relacionados con el sector de las Telecomunicaciones y el campo de la Telemática. En este sentido, es necesario llevar a cabo una reforma curricular del Programa, que permita la creación de dos cursos: Fundamentos de Telecomunicaciones y Educación en Tecnología; y la modificación de los cursos de Comunicación de Datos y Redes de Computadores, por los cursos Telemática I y Telemática II (mencionados en la orientación OE12).</p> <p>Esto será llevado a cabo con base en una revisión detallada de los planes de estudio de Universidades prestigiosas a nivel mundial (que ofrecen Programas Académicos en Ciencias de la Computación e Ingeniería de Sistemas, que contengan el curso de Redes de Computadores, Telemática y afines), acompañado del análisis de las tendencias en el tema de estudio y teniendo acompañamiento del sector empresarial.</p> <p>En el caso del Curso de Redes de Computadores, se recomienda el desarrollo de un análisis riguroso y apropiación de los contenidos temáticos enseñados en las universidades objeto de estudio, donde exista una combinación de contenidos teóricos y temáticas relevantes de actualidad en Redes de Computadores³⁶. Lo anterior puede lograrse a través de “módulos dinámicos” en los cuales según las tendencias del momento se trata una temática específica.</p>
	<p>OE24. El análisis e inclusión de las estrategias pedagógicas utilizadas en los cursos de Redes de Computadores de las mejores universidades a nivel mundial, como orientación para el desarrollo del curso de modo en que se den los espacios ideales en el proceso de formación de los Ingenieros de Sistemas y, donde sea posible el fomento de habilidades</p>

³⁵ Algunas de estas metodologías, utilizadas en IES son: (i) *WakeUp Brain*, (ii) *Gamestorming*, (iii) *Lego Serious Play*, y (iv) *Creative Problem Solving*.

³⁶ Dentro de las cuales, vale la pena mencionar: *Internet of Things*, *Machine Learning*, *Data Center Networking*, *The Device Mesh*, *3D Printing Materials*, *Ambient User Experience*, *Information of Everything*, *Autonomous Agents and Things*, *Adaptive Security Architecture*, *Mesh App and Service Architecture*, entre otros.

Orientación General	Orientación Específica
	<p>argumentativas, creativas y de innovación. En este sentido, se recomienda la reestructuración en cómo se dictan las clases magistrales y consecuentemente dividir el desarrollo del curso en dos momentos: <i>Lectures</i> y <i>Recitations</i>. De esta manera, el estudiante en el espacio de <i>Lectures</i> podrá concentrarse en adquirir los conocimientos teóricos necesarios referentes al curso (por ejemplo, contenidos teóricos relacionados con el modelo TCP/IP) y posteriormente podrá aplicarlos y discutirlos junto con su utilización en ambientes prácticos en el espacio de <i>Recitations</i> (discusión y elaboración de ejercicios prácticos sobre la teoría aprendida, revisión de artículos científicos y demás).</p> <p>OE25. Construcción de espacios destinados a la transferencia y apropiación de metodologías que fomenten la creatividad, innovación y emprendimiento, con un enfoque basado en la generación y discusión de ideas y soluciones orientadas a afrontar los retos y problemáticas desde el campo de la Telemática. Se sugiere la adecuación de aulas de clase “<i>Creative Rooms</i>” o “Salones Creativos”, de tal forma que el contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, les permita llevar a cabo procesos de ideación mediante el uso de herramientas creativas e innovadoras.</p>
<p>OG3. Los entornos de aprendizaje en educación superior deben ser liderados por docentes debidamente formados, dinámicos, con conocimientos avanzados, experiencia en su área de estudio, y que estén vinculados o tengan contacto con el sector de I+D+i.</p>	<p>OE31. Vinculación de docentes ubicados en la punta del saber en sus campos de estudio específico, con estudios de maestría y/o doctorado, que se desempeñen en el sector investigativo, con producción científica, vinculados a proyectos de investigación (internos o externos, de índole nacional o internacional), CvLAC actualizado (pertenecientes a un grupo de investigación de la Universidad, vinculados a GrupLAC).</p> <p>OE32. Es necesario contar con docentes que posean habilidades dinámicas, creativas y de cambio, que busquen métodos innovadores en los procesos de enseñanza-aprendizaje donde el protagonismo del docente sea cedido a los estudiantes y este cuente con un ambiente propicio para el desarrollo de tales habilidades (estos espacios son presentados en la orientación OE25).</p> <p>OE33. Formulación del proyecto integrador del curso de Redes de Computadores por un equipo multidisciplinar, para que sea realizado durante 16 semanas por los estudiantes del curso. El proyecto planteado, debe estar alineado con las problemáticas presentadas en el Plan Nacional de Desarrollo, el cual es definido por el Gobierno Nacional (o con el Plan Departamental de Desarrollo, o Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación). El propósito fundamental del desarrollo del proyecto, consiste en proporcionar una solución tecnológica de tipo pertinente y apropiado a una problemática identificada en el contexto nacional o departamental, la cual debe ser afrontada desde el campo de la telemática. Para ello, se propone el uso de metodologías creativas para la ideación, y solución de problemas: (i) <i>WakeUp Brain</i>, (ii) <i>Gamestorming</i>, (iii) <i>Legó</i></p>

Orientación General	Orientación Específica
	<p><i>Serious Play</i>, y (iv) <i>Creative Problem Solving</i>. Entre los entregables del curso, se proponen los siguientes: (i) Informe final de investigación; (ii) Informe técnico, (iii) Plan de negocios, (iv) Artículo científico (Norma IEEE) y, (v) Poster de la solución tecnológica.</p> <p>Los estudiantes al finalizar el semestre, realizarán una presentación formal de la solución tecnológica propuesta. Es deseable que, entre los asistentes a la actividad, se encuentren personas del sector empresarial y del Gobierno local/departamental/nacional, para que conozcan las soluciones planteadas a problemas reales desde la academia.</p> <hr/> <p>OE34. Vinculación de docentes con conocimientos en creatividad, emprendimiento e innovación, para la formación de profesionales de Ingeniería de Sistemas. Una forma de adquirir estos conocimientos, es a través del desarrollo de MOOCs³⁷ en creatividad, emprendimiento e innovación disponibles en plataformas virtuales, los cuales han sido diseñados por Universidades prestigiosas a nivel mundial.</p> <p>Al finalizar el curso, el estudiante tiene la opción de adquirir un certificado (el cual tiene un costo moderado) que acredita que el estudiante ha finalizado exitosamente su formación durante un período de aproximadamente seis semanas. Adicionalmente es posible acceder a Especializaciones (suma de varios cursos), los cuales tienen una duración aproximada de nueve meses.</p> <p>Para el caso del docente del curso de Redes de Computadores, hay MOOCs en temas de actualidad en el campo de la Telemática, como por ejemplo Internet de las Cosas, Cloud Computing y Analítica de Datos, así como MOOCs que presentan los temas de fundamentos e introducción a las Redes de Computadores, que pueden ser de utilidad para aplicar estrategias de enseñanza/aprendizaje novedosas en sus cursos.</p> <hr/> <p>OE35. Docentes vinculados a proyectos de investigación, o que trabajen activamente en la formulación de proyectos de investigación para aplicar a convocatorias internas o externas (de índole nacional e internacional).</p> <p>Entre las convocatorias a las que los investigadores pueden aplicar, se mencionan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convocatoria Interna Bienal de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. • Convocatorias de investigación presentadas por Colciencias en el Plan Anual de Convocatorias: (i) Oportunidades de formación, (ii) Mentalidad y cultura, (iii) Investigación, (iv) Internacionalización y, (v) Innovación. • Convocatorias internacionales, tales como: (i) Servicio

³⁷ Plataformas como Coursera, FutureLearn o edX en convenio con Universidades como MIT, Harvard o Buffalo, ofrecen cursos enfocados al desarrollo de la creatividad, innovación y cambio en en cualquier ámbito (personal, de estudio, laboral, social). Algunos de estos cursos son: (i) *Ignite Your Everyday Creativity*, (ii) *Creativity, Innovation and Change*, (iii) *Creatividad en la Resolución de Problemas*, (iv) *Cracking the Creativity Code: Discovering Ideas*, entre otros.

Orientación General	Orientación Específica
	<p>Alemán de Intercambio Académico (DAAD), (ii) Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP), (iii) Horizonte 2020, (iv) Becas Santander Universidades “Programa Becas Iberoamérica” y, (v) Becas Fundación Carolina.</p> <p>Se requiere que, de los proyectos en curso, o proyectos formulados, los docentes/investigadores obtengan como productos esperados los estipulados en la tipología de productos del Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (del 18 de Diciembre de 2015), elaborado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias. Dirección de Fomento a la Investigación.</p> <p>Para el caso particular del docente del curso de Redes de Computadores, es deseable que se encuentre realizando investigación en temas de actualidad del campo de la Telemática, tales como Internet de las Cosas, Cloud Computing, Mediciones en Internet y Analítica de datos.</p> <hr/> <p>OE36. Creación y fortalecimiento de vínculos/alianzas entre los estudiantes del curso de Redes de Computadores y el Centro de Apoyo y Formación Empresarial (CAFE)³⁸, para propiciar el acercamiento de los estudiantes con empresas del sector de las telecomunicaciones de la región y el contexto nacional, para la identificación de necesidades presentadas por los gerentes y equipo de trabajo de las dependencias de I+D+i.</p> <p>Para el caso del docente del curso de Redes de Computadores, existen oportunidades de aplicación a convocatorias externas en las que es necesario establecer alianzas estratégicas con empresas del sector de las telecomunicaciones. Para este caso en particular, el docente se encarga de la formulación del componente científico de la propuesta, mientras que los miembros de las empresas, se encargan de la formulación del Plan de Negocios de la propuesta. Este tipo de convocatorias que son presentadas desde la Dirección de Extensión Universitaria, permiten el fortalecimiento de los lazos entre Universidad-Empresa.</p>
OG4. Formación en investigación	<p>OE41. Fortalecimiento de las capacidades de investigación de los estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas del curso de Redes de Computadores, o que se encuentren vinculados al Semillero de Investigación en Telemática (SINET). Para ello, se propone lo siguiente:</p> <p>(i) Seminario de Investigación: Desarrollo de un</p>

³⁸ El Centro de Apoyo y Formación Empresarial, está orientado a la gestión de servicios de Educación Continua y Consultoría, como respuesta a las necesidades del sector empresarial y gubernamental, teniendo como base la aplicación y transferencia de conocimiento e investigación, que generan soluciones efectivas y fortalecen la interacción Universidad-Empresa-Estado. Tienen como valores: (i) La autodeterminación, (ii) Sensibilidad, (iii) Tolerancia, (iv) Equilibrio, (v) Creatividad, e, (vi) Innovación.

Orientación General	Orientación Específica
	<p>Seminario de Investigación semanal/quincenal con duración de dos horas por sesión, al que pueden asistir los miembros del Semillero SINET, así como estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas, para la presentación de avances de proyectos de investigación, la formulación de nuevos proyectos, y la discusión de temas investigativos relacionados con Redes de Computadores, basados en información tomada de Artículos Científicos publicados en Revistas Científicas de impacto.</p> <p>(ii) Seminario de escritura de artículos: Desarrollo de un Seminario precedido por un docente experto en Metodología de la Investigación, para enseñar a los miembros del Semillero de Investigación en Telemática (SINET), aspectos clave para escribir un artículo científico, el cual pueda ser sometido a evaluación para publicación en Revistas Científicas, o para participar como Ponencia/Póster en eventos científicos relacionados con telemática y telecomunicaciones.</p> <p>(iii) Aplicación a convocatorias: Formulación y documentación de propuestas de investigación dirigidas a estudiantes de pregrado, y Semilleros de Investigación; para obtener financiación para el desarrollo de proyectos de investigación, becas de estudio o becas de movilidad por parte de entidades Gubernamentales, así como de empresas comprometidas con el fortalecimiento de la educación y capacidades de investigación en la Educación Superior. Ejemplo de tales convocatorias son: (i) Colciencias: Convocatorias para la formación de alto nivel para la Ciencia, Tecnología e Innovación dirigida a Semilleros de Investigación; (ii) Generación Conciencia: Convocatoria dirigida a Semilleros y Jóvenes Investigadores de Instituciones de Educación Superior de Santander y, (iii) Becas Banco Santander.</p> <p>(iv) Participación en Grupos de Investigación: Formación de estudiantes con perfil investigativo en telecomunicaciones y telemática, que puedan continuar su formación profesional como Jóvenes Investigadores, y que posteriormente puedan realizar estudios de Posgrado, para desempeñarse en el sector académico, empresarial o gubernamental, de acuerdo a los conocimientos adquiridos y habilidades desarrolladas durante su posgrado. Los estudiantes pueden iniciar su vida investigativa, participando en las siguientes actividades: (i) Seminarios de Investigación, (ii) Edición de Revistas Científicas, (iii) Aplicación a convocatorias (formulación del componente científico, formulación del componente presupuestal, diligenciamiento del formulario V2 para la presentación de Proyectos ante Colciencias), (iv) Seguimiento a los proyectos presentados ante Colciencias en el Sistema Integral de Gestión de Proyectos (SIGP), (v) Diligenciamiento del aplicativo CvLAC, (vi) Vinculación de productos resultado de investigación al aplicativo GrupLAC y, (vii) Organización de eventos científicos/académicos para</p>

Orientación General	Orientación Específica
	la divulgación de resultados de investigación y actualización de conocimientos.

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

A la vista del trabajo realizado en este proyecto de investigación, fue posible confirmar la importancia de la Educación en Tecnología para el fomento de la creatividad en un curso de Redes de Computadores, debido a que ésta proporciona las herramientas necesarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje conducente a la formación de Ingenieros de Sistemas 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 tecnología, específicamente en los programas de pregrado de Ingeniería de Sistemas y Ciencias de la Computación que incluyen el curso de Redes de Computadores, Telemática y afines. Entre los aspectos identificados, se encuentran el syllabus del curso, estrategias de enseñanza aprendizaje, contenidos temáticos, créditos académicos, intensidad horaria y criterios de evaluación.

A nivel Latinoamericano y en el contexto nacional, se observa que la Ingeniería está en crisis y que ello recae principalmente en los procesos de formación en Ingeniería, lo anterior ha generado diversas propuestas y estrategias enfocadas a reestructurar y modificar los Programas de Ingeniería que permita a los ingenieros ser competitivos, flexibles, creativos, dinámicos y con altos niveles de pertinencia, en concordancia con las necesidades socioeconómicas, culturales y científicas del país.

En el contexto nacional, el diagnóstico realizado sobre la situación en el país en el tema educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga; deja percibir los problemas y esfuerzos realizados principalmente por las Universidades para formar profesionales de la Ingeniería de Sistemas con capacidad de investigación, innovación y creatividad, capaces de liderar procesos de innovación tecnológica, conducentes al desarrollo de soluciones tecnológicas de tipo pertinente y apropiado en el campo de la telemática.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo de la investigación en el tema educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el Curso de Redes de Computadoras, 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 tecnología para el fomento de la creatividad.

De igual modo, fue de especial importancia la búsqueda de programas académicos en Ingeniería de Sistemas en nivel de pregrado a nivel mundial y nacional, tomando como criterios de selección principalmente, los rankings de Universidades, así como la revisión de los Programas ofrecidos por dichas Universidades que estén relacionados con Redes de Computadores y telemática.

La revisión realizada, se constituyó en la base de la formulación de una serie de orientaciones dirigidas al curso de Redes de Computadores de la UNAB. En total se formularon cuatro orientaciones generales (denominadas como OG), y catorce orientaciones específicas (denominadas como OE).

Con el desarrollo de este proyecto de investigación, se generan las siguientes recomendaciones que pueden servir de extensión para dar continuidad a este tema de investigación:

- La implementación de estas orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores o su análisis y apropiación para los diferentes cursos que ofrece el Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB.
- El diseño de nuevos cursos en los diferentes Programas de Ingeniería de la UNAB que estén orientados al desarrollo de las capacidades creativas de sus estudiantes a través de las metodologías de enseñanza-aprendizaje consideradas en este proyecto de investigación.
-

REFERENCIAS

- ACOFI. (2003). Contenidos programáticos básicos para Ingeniería de Sistemas - ACOFI.
- ACOFI. (2005). Marco de Fundamentación Conceptual - Ingeniería de Sistemas, 0–54.
- Alfonso, J., Ortiz, T., Emiro, L., Bravo, C., & Vargas, L. F. (2015). Técnicas de Aprendizaje Activo aplicado en la enseñanza de la mecánica aplicada en ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*.
- Argoti, J. (2010). Modelos de aprendizaje y tic en la escuela, 2–3.
- Begoña, M., Robledo, E., Fuente, F. S., & Cilleruelo, E. (2005). Metodología para interiorización del concepto de creatividad en empresas industriales : nuevas formas de fomento de la innovación .
- Blanco Sanchez, J. A. (2008). Usos, consumos y atributos que los jóvenes guanajuatenses otorgan a las tecnologías de información y comunicación., 66–67.
- Cartwright, A. N. (2002). Cooperative learning environments for engineering courses.
- COLCIENCIAS. (2015). Convocatoria para proyectos de investigación y desarrollo en ingenierías – 2015 | COLCIENCIAS. Retrieved April 23, 2016, from <http://www.colciencias.gov.co/node/753>
- COLCIENCIAS. (2016a). Convocatoria para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación y su contribución a los retos de país -2016 | COLCIENCIAS. Retrieved April 23, 2016, from <http://www.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-para-proyectos-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-y-su-contribucion-los>
- COLCIENCIAS. (2016b). Mapa ColCienias - Estado de la Ciencia COL. Retrieved May 13, 2016, from <https://sites.google.com/a/colciencias.gov.co/estado-de-la-ciencia-2015/mapa>
- COLCIENCIAS. (2016c). OCyT presenta indicadores de ciencia y tecnología para Colombia 2015 | COLCIENCIAS. Retrieved May 13, 2016, from http://www.colciencias.gov.co/sala_prensa/ocyt-presenta-indicadores-de-ciencia-y-tecnologia-para-colombia-2015
- Congreso de la República de Colombia. (1992). Ley 30 de Diciembre 28 de 1992; Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. *El Congreso de Colombia*, 26.
- Conpes. (2009). Departamento Nacional de Planeación. *Documento CONPES 3582*, 69. Retrieved from

- <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3582.pdf>
- Consejo Nacional de Acreditación. (2013). LINEAMIENTOS PARA LA ACREDITACIÓN DE PROGRAMAS DE PREGRADO, 27–40. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cristina, R., Fernando, C., & Mario, R. (2011). Divulgación y apropiación del conocimiento en ingeniería: oportunidad para la innovación Popularising and appropriating engineering knowledge: an opportunity for. *Ingeniería E Investigación*, 31, 63–73. Retrieved from <http://www.doaj.org/doaj?currentYear=2013&id=1116020&go=1&func=abstract&fromYear=&toYear=>
- Daly, S. R., Mosyjowski, E. a, & Seifert, C. M. (2014). Teaching Creativity in Engineering Courses. *Journal of Engineering Education*, 103(3), 417–449. <http://doi.org/10.1002/jee.20048>
- Departamento Nacional De Planeación. (2014). Bases del plan nacional de desarrollo, 861.
- Dutta, S., Bernard, A., Escalona Reynoso, R., Lanvini, B., & Wunsch-Vincent, S. (2012). *The Global Innovation Index 2015. Policies for development*. Retrieved from http://www.codespring.ro/wp-content/uploads/2012/11/GII-2012_Cover.pdf
- EcuRed. (2005). Metodología del proceso enseñanza aprendizaje - EcuRed. Retrieved May 30, 2016, from http://www.ecured.cu/Metodolog%C3%ADa_del_proceso_ense%C3%B1anza_aprendizaje
- García, L. A. G., & Loyola, M. del P. C. (2005). *Para ti, creatividad: algunas recetas clave para descubrir sus secretos*. Granica. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=p8z9R4rIA0YC&pgis=1>
- Gobernación de Santander. (2016). Plan Desarrollo Departamental Santander.
- Horenstein, M. (2002). *Design concepts for engineers*. Prentice Hal.
- Jaramillo Salazar, H. (2009). La formaci{ó}n de posgrado en Colombia: maestr{í}as y doctorados. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, 5(13), 1–26.
- Klimenko, O. (2008). La creatividad como un desafío para la educación del siglo XXI. *Educación y Educadores*. Retrieved from <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/740/1717>
- Lara, F. (1999). *Actores_y_procesos_en_la_innovacion_tecn.*
- Lim, C., Lee, J., & Lee, S. (2014). A theoretical framework for integrating creativity development into curriculum: the case of a Korean engineering school. *Asia Pacific Education Review*, 427–442. <http://doi.org/10.1007/s12564-014-9334-9>
- López, G. A. (2004). Aproximación a las Generalidades y Debilidades del Sistema de Innovación Colombiano. *Scientia et Technica*, 10(24), 195–200.
- Marín, D., & Jiménez, I. (2015). Experiencias del aprender-haciendo a partir de la reforma curricular de los programas de la facultad de ingeniería de la universidad santiago de cali. *Encuentro Internacional de Educación En*

Ingeniería.

- Martin Prosperity Institute. (2015). THE GLOBAL CREATIVITY INDEX 2015, (1), 40–47.
- McWilliam, E., Dawson, S., & Tan, J. P. (2010). Researching Creative Learning : Methods and Issues Less elusive , more explicit : The challenge of ` seeing ` creativity in action, (November), 113–125.
- MEN. (2010). Decreto 1295 de 2010. *Ministerio de Educacion Nacional*.
- OECD. (2014). OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014 | OECD READ edition. Retrieved October 18, 2015, from http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-reviews-of-innovation-policy-colombia-2014_9789264204638-en#page12
- OECD. (2015). Country profiles - Education GPS - OECD. Retrieved May 13, 2016, from <http://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=USA&treshold=10&topic=EO>
- Ovallos, D., Maldonado Pérez, D., & De La Hoz Escorcía, S. (2015). Creatividad, Innovación Y Emprendimiento En La Formación De Ingenieros En Colombia: Un Estudio Prospectivo. *Revista Educación En Ingeniería*, 10(19), 90–104. Retrieved from <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/524>
- Parra, D. (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.
- Pitso, T. (2013). The creativity model for fostering greater synergy between engineering classroom and industrial activities for advancement of students' creativity and innovation. *International Journal of Engineering Education*, 29(5), 1136–1143. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84885665617&partnerID=tZOtx3y1>
- Puccio, G. J., & State, B. (2010). Creativity in Leadership : Internalizing Skills that Drive Workshop Goal To demonstrate that creativity is a core leadership skill.
- RAE. (2001a). DLE: innovación - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved May 30, 2016, from <http://dle.rae.es/?id=Lgx0cfV>
- RAE. (2001b). DLE: telemático, ca - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved May 30, 2016, from <http://dle.rae.es/?id=ZMw3qaN>
- Ramírez, M., & Valderrama, M. (2010). La Alianza Universidad- Empresa-Estado: una estrategia para promover innovación. *Revista EAN*, (68), 112–133. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602010000100009&lang=pt
- Reyes, M. (2003). LAS ESTRATEGIAS CREATIVAS COMO FACTOR DE CAMBIO EN LA ACTITUD DEL DOCENTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA

MATEMÁTICA.

- Robinson, K. (2009). El Elemento, 359. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Salas, W. a. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso Colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 9(36).
- Serna, E., & Serna, A. (2013). La Formación En Ingeniería En Colombia : Una Situación Que Preocupa. Retrieved from <http://www.universidad.edu.co/images/cmlopera/descargables/formacioningenieria.pdf>
- Serna, E., & Serna, A. (2014). Una radiografía al estado de la formación en ingeniería en Colombia. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*.
- Soto, W. (2012). Los retos de la ingeniería en Colombia para el siglo XXI: una alta dosis de creatividad, 13.
- Tanenbaum, A. (2003). *Redes de Computadoras. Redes de computadoras*.
- Terkowsky, C., & Haertel, T. (2013). Where have all the inventors gone? Fostering creativity in engineering education with remote lab learning environments. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 345–351. <http://doi.org/10.1109/EduCon.2013.6530127>
- Tilbury, D., Podger, D., & Reid, A. (2004). Action research for Change Towards Sustainability Change in Curricula and Graduate Skills Towards Sustainability. *Final Report Prepared for the Australian Government Department of the Environment and Heritage at Macquarie University, Australia*, (September).
- Torre, S. De. (2003). Noción de creatividad. *Creatividad Aplicada. Prácticas de Estimulación Y Evaluación*.
- Universidad EAFIT. (2014). Brecha de Talento Digital Infosys. Retrieved from <http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/brecha-de-talento-digital-en-colombia-infosys-eafit.pdf>
- Vaezi-Nejad, S. M., 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. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33746587856&partnerID=40&md5=a57cdbc3c3aae619b7fa41e63d3ceb32>
- Valencia, A., Carrillo, O., & Aedo, J. É. (2012). Las tendencias en la ingeniería. *Revista Universidad de Antioquia*, 29–31.
- Warr, A., & O'Neill, E. (2005). Understanding design as a social creative process. *Proceedings of the 5th Conference on Creativity & Cognition - C&C '05*, 118. <http://doi.org/10.1145/1056224.1056242>
- Zheng, W., Shih, H., & Mo, Y.-L. (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 and Exposition, Conference Proceedings*. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-69249175338&partnerID=40&md5=af91da023065a841275cde64f81697bb>

- Zhou, C. (2012). Fostering creative engineers: a key to face the complexity of engineering practice. *European Journal of Engineering Education*, 37(4), 343-353.
- Zhou, C., & Valero, P. (2015). *A Comparison of Creativity in Project Groups in Science and Engineering Education in Denmark and China*.
- Tanenbaum, Andrew S. (2003). *Redes de computadoras* (Google Books) (4ª edición). Pearson Educación. ISBN 9789702601623. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de <https://books.google.es/books?id=WWD-4oF9hjEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Rodríguez, Germán. (1998). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología* (18ava edición). *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a05.htm>
- Groth, David; Skandier, Toby (2005). *Guía del estudio de redes*, (4ª edición). Sybex, Inc. ISBN 0-7821-4406-3.
- Thomas Haigh, "Multicians.org and the History of Operating Systems," *Iterations: An Interdisciplinary Journal of Software History* 1 (September 13, 2002): 1-9.
- Nelson, R., Winter, S. "An evolutionary Theory of economic Change". Harvard U.P. EELJU. 1982 (Cita-do por Martínez, 1994).

Bucaramanga, Mayo 20 de 2016

Señor

Jorge Andrick Parra Valencia

Facultad de Ingeniería de Sistemas

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Ciudad

Asunto: Carta aval para la presentación de Proyecto de Trabajo de Grado

Mediante la presente me permito avalar el envío del Proyecto de Trabajo de Grado del estudiante Miguel Ángel Ortega Mantilla titulado ***“Orientaciones en educación en tecnología para el fomento de la creatividad en el curso de Redes de Computadores del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB”***

Cordialmente,

Diana Teresa Parra Sánchez

Diana Teresa Parra Sánchez
Directora Trabajo de Grado