

**Plan de Acción Orientado a Promover el Emprendimiento de Base Tecnológica en el Grupo  
de Investigación, Desarrollo e Innovación en Sistemas y Tecnologías de la Información  
(STI)**

**Carlos David Alvarado Farfán**

**Trabajo de grado realizado para optar por el título de Magíster en Gerencia de la  
Innovación y el Conocimiento**

**Director:**

**Luis Carlos Gómez Flórez**

**Magíster en Ingeniería de Sistemas**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingeniería Físico Mecánica**

**Escuela de Estudios Industriales y Empresariales**

**Maestría en Gerencia de la Innovación y El Conocimiento**

**Bucaramanga**

**2018**

## Dedicatoria

El autor dedica este logro a:

A mi madre por su apoyo incondicional, por su paciencia y buenos consejos.

A mis hermanos y familiares que con su apoyo no me dejaron desfallecer.

A mi novia por su paciencia y por ser fuente de motivación

A el Pocho, Pablito, el Panda y todos mis amigos del grupo Puro Corazón de Infancia de mi pueblo Urumita, por la buena energía, confianza y el cariño de siempre.

### **Agradecimientos**

El autor expresa su agradecimiento a:

A la Universidad Industrial de Santander por poner a disposición sus instalaciones y sus recursos a toda la comunidad.

A mis compañeros del Grupo STI que me acompañaron e hicieron más ameno el transitar que me ha traído hasta aquí.

Al profesor Luis Carlos Gómez Flórez, por la oportunidad de participar en este proyecto abriéndome las puertas del grupo STI.

A la profesora Piedad Arenas y a la futura doctora Leidy Guarín, por su apoyo, comprensión y por compartir su amplio conocimiento y su tiempo en el desarrollo de este proyecto.

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Presentación del trabajo de aplicación .....	15
1.1. Situación problema y justificación.....	15
2. Objetivos.....	19
2.1. Objetivo General.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. Aspectos metodológicos generales .....	20
3.1 Prácticas de referencia: Objetivo 1 .....	20
3.2. Planificación y análisis estratégico: Objetivos 2 y 3 .....	21
3.2.1 Análisis externo .....	23
3.2.2. Análisis Interno.....	23
3.2.3. Decisiones estratégicas .....	25
3.2.4. Plan de acción .....	25
4. Marco de Referencia.....	26
4.1. Universidad Emprendedora .....	27
4.1.1. Grupo directivo reforzado.....	27
4.1.2. Periferia amplia de desarrollo .....	27
4.1.3. Base de financiación diversificada.....	28

4.1.4. Centro académico motivado .....	28
4.1.5. Cultura emprendedora.....	29
4.2. Emprendimiento.....	29
4.3. Emprendimiento de Base Tecnológica .....	30
4.4. Intraemprendimiento.....	32
4.5. Capacidades tecnológicas .....	34
4.5.1. Capacidad de aprendizaje. ....	34
4.5.2. Capacidad de I+D. ....	35
4.5.3. Capacidad de asignación de recursos.....	35
4.5.4. Capacidad de producción.....	35
4.5.5. Capacidad de mercadeo. ....	36
4.5.6. Capacidad de organización. ....	36
4.5.7. Capacidad de planeación estratégica. ....	36
5. Prácticas de referencia para fomentar el emprendimiento de base tecnológica.....	37
5.1 Proceso metodológico de la revisión documental.....	37
5.1.1. Selección y delimitación del tema .....	38
5.1.2. Búsqueda.....	39
5.1.3. Selección.....	40
5.1.4. Calidad de los datos .....	41
5.1.5. Resultados.....	48
5.2 Prácticas de referencia .....	48
5.2.1. Dimensión Educativa .....	50
5.2.2. Dimensión de desarrollo tecnológico.....	52

5.2.3. Dimensión de aplicación empresarial .....	53
5.2.4. Dimensión Social .....	54
6. Diagnóstico del Grupo STI .....	56
6.1. Método .....	56
6.1.1. Análisis externo .....	56
6.1.2. Análisis interno .....	57
6.2 Resultados del análisis externo e interno .....	60
6.2.1 Análisis PEST aplicado al Grupo STI .....	61
6.2.2 Diagnóstico interno Grupo STI.....	79
7. Decisión Estratégica y Plan de acción .....	93
7.1. Decisión estratégica .....	93
7.1.1. Esquema de la estrategia.....	95
7.2. Planes de acción.....	97
8. Conclusiones.....	110
9. Recomendaciones .....	112
Referencias bibliográficas.....	113

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Proceso de elaboración del plan estratégico. ....	22
<i>Figura 2.</i> Conceptos base para el proyecto.....	26
<i>Figura 3.</i> Caracterización de prácticas de referencia para el fomento de emprendimiento en grupos de investigación.....	49
<i>Figura 4.</i> Proceso para el realizar en análisis PEST. ....	57
<i>Figura 5.</i> Dimensiones del modelo CIGI, para evaluar capacidades tecnológicas en grupos de investigación. ....	59
<i>Figura 6.</i> Medición de variables observables. ....	60
<i>Figura 7.</i> Proyección de gasto TI mundial. ....	66
<i>Figura 8.</i> Valor exportaciones servicios de informática.....	67
<i>Figura 9.</i> Participación exportaciones servicios de informática.....	68
<i>Figura 10.</i> Evolución en ACTI como porcentaje del PIB. ....	69
<i>Figura 11.</i> Presupuesto anual de Colciencias. ....	71
<i>Figura 12.</i> Diagnóstico capacidades tecnológicas Grupo STI.....	80
<i>Figura 13.</i> Aspectos generales del esquema que guía la propuesta de la estrategia.....	96
<i>Figura 14.</i> Estructura de formulación de proyectos relacionados con los factores que soportan el objetivo estratégico de la estrategia general .....	97
<i>Figura 15.</i> Plan de acción .....	109

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Nivel educativo de los empresarios de Bucaramanga</i> .....	16
Tabla 2. <i>Resumen de términos base del planteamiento PICOC</i> .....	39
Tabla 3. <i>Ecuación de búsqueda</i> .....	40
Tabla 4. <i>Documentos seleccionados para la revisión final</i> .....	42
Tabla 5. <i>Dimensión educativa</i> .....	50
Tabla 6. <i>Dimensión de desarrollo tecnológico</i> .....	52
Tabla 7. <i>Dimensión de aplicación empresarial</i> .....	53
Tabla 8. <i>Dimensión social</i> .....	54
Tabla 9. <i>Procedencia de recursos para ciencia, tecnología e innovación</i> .....	70
Tabla 10. <i>Cobertura escolar educación superior, América Latina y el Caribe</i> .....	72
Tabla 11. <i>Medición Capacidad I+D</i> .....	81
Tabla 12. <i>Medición Capacidad de Aprendizaje Organizacional</i> .....	83
Tabla 13. <i>Medición Capacidad de Mercadeo</i> .....	85
Tabla 14. <i>Medición Capacidad de Planeación Estratégica Orientada a la Innovación</i> .....	87
Tabla 15. <i>Medición Capacidad de Gestión de Recursos</i> .....	88
Tabla 16. <i>Medición Capacidad de Gestión de Información y Conocimiento</i> .....	91
Tabla 17. <i>Clasificación de prácticas y capacidades tecnológicas</i> .....	94

### **Resumen**

**Título:** Plan de Acción Orientado a Promover el Emprendimiento de Base Tecnológica en el Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación en Sistemas y Tecnologías de la Información (STI).\*

**Autor:** Carlos David Alvarado Farfán \*\*

**Palabras claves:** Grupos de investigación, Emprendimiento de base tecnológica, Prácticas de referencia, Plan de acción, innovación.

**Descripción:** En este trabajo de aplicación, se presenta una manera en la que los grupos de investigación pueden realizar los cambios necesarios, que los convierta en estructuras organizativas flexibles y puedan conseguir adaptarse al nuevo entorno, para el cual deben aumentar su capacidad de respuesta a la dinámica que propone la economía del conocimiento, permitiendo que además de la enseñanza y la investigación, se asuman la transferencia de tecnología y la comercialización de los resultados de investigación como una forma de generar y adquirir valor.

Se identifican una serie de prácticas de referencia en un contexto académico; estas prácticas, permiten promover y fomentar el emprendimiento de base tecnológica desde los ámbitos educativos, técnicos, empresariales y sociales en los equipos de investigación; involucrando al personal académico en iniciativas que promuevan la creación de empresas innovadoras. Se realiza un diagnóstico externo e interno al grupo STI, que permite determinar el nivel de apropiación de las capacidades tecnológicas de innovación del grupo.

Este diagnóstico ayuda a observar las brechas que se deben abordar para cumplir con los propósitos estratégicos de la dirección. Finalmente, se obtiene como resultado un plan de acción, que toma como referencia las prácticas de referencia identificadas y el diagnóstico realizado para establecer los proyectos prioritarios que se deben ejecutar, teniendo en cuenta el objetivo estratégico, las actividades, actores, y recursos establecidos.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Luis Carlos Gómez Flórez, Magíster en Ingeniería de Sistemas

### Abstract

**Title:** Action Plan for the Promotion of Technology-Based Entrepreneurship in the Research, Development and Innovation Group in Information Systems and Technologies.\*

**Author:** Carlos David Alvarado Farfán\*\*

**Keywords:** Research groups, Technology-based entrepreneurship, Reference practices, Action plan, innovation.

**Description:** This application work presents a way in which the research groups can make the necessary changes, which convert them into flexible organizational structures and can adapt to the new environment, for which they must increase their capacity to respond to the dynamics which proposes the knowledge economy, allowing in addition to teaching and research, the transfer of technology and the commercialization of research results to be assumed as a way of generating and acquiring value.

A series of reference practices are identified in an academic context; these practices allow the promotion of technology-based entrepreneurship from the educational, technical, business and social spheres in the research teams; Involving academic staff in initiatives that promote the creation of innovative companies. An external and internal diagnosis is made to the STI group, which allows determining the level of appropriation of the technological innovation capabilities of the group.

This diagnosis helps to observe the gaps that must be addressed in order to fulfill the strategic purposes of management. Finally, a plan of action is obtained as a result, which takes as reference the identified reference practices and the diagnosis made to establish the priority projects that must be executed, considering the strategic objective, the activities, stakeholders, and established resources.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Luis Carlos Gómez Flórez, Master in Systems Engineering

## **Introducción**

A nivel mundial se ha reconocido el desarrollo tecnológico como una herramienta necesaria para lograr el crecimiento en la economía de los países, debido a que permite mejorar la productividad y el comercio entre las naciones; reconociendo a las instituciones de educación superior como una fuente de conocimiento y desarrollo. Por su parte, en la Universidad Industrial de Santander (UIS), según las cifras que maneja el programa de emprendimiento (Niño Perez & Díaz Mateus, Evaluación del programa de emprendimiento de la Universidad Industrial de Santander. , 2015), la cantidad de iniciativas empresariales generadas por los estudiantes y egresados no son suficientes, teniendo en cuenta las actuales exigencias de promover la transferencia de los resultados tangibles e intangibles, desarrollados en laboratorios, y a través de proyectos de grado hacia sectores productivos, para ser utilizados como insumos para el mejoramiento económico de la sociedad.

Dentro del proceso que implica poder transferir los desarrollos del Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación en Sistemas y Tecnologías de la Información (STI), éste reconoció la necesidad de incorporar en su estrategia de investigación y desarrollo (I+D), la necesidad de realizar emprendimientos en la industria informática, en la cual tienen aplicación los sistemas de información que desarrolla. Es importante tener en cuenta que la industria analizada es de carácter mundial, dado que los grandes proveedores de estos productos y servicios están ubicados en diferentes zonas geográficas.

Por medio de este documento se quiere dar a conocer cómo se llevó a cabo la elaboración de planes de acción para el Grupo STI, con el propósito de realizar transferencia de tecnología a través de emprendimientos. Dado que éste no presentaba una identificación de sus capacidades tecnológicas internas, y no conocía de forma clara el entorno que lo rodea, resultó indispensable realizar un proceso de análisis estratégico, y estructurar la forma de proceder con acciones para fomentar la generación de emprendimientos que tengan en cuenta las necesidades de la industria informática, con un alto grado de aplicación del conocimiento.

A continuación se presentan seis capítulos en donde se ha organizado la información relacionada con el trabajo de aplicación realizado, de la siguiente forma: En el capítulo 1 se encuentran las generalidades que respaldan el presente trabajo, tales como objetivos, planteamiento del problema y la metodología utilizada, en el capítulo 2 está expuesto el marco de referencia que engloba temas de emprendimiento, emprendimiento de base tecnológica, universidad emprendedora y capacidades tecnológicas, en el capítulo 3 se encuentra la caracterización de prácticas de referencia para promover el emprendimiento en grupos de investigación. En el capítulo 4 se presenta en análisis del contexto del Grupo y la evaluación de sus capacidades tecnológicas internas, el capítulo 5 contempla el plan de acción propuesto, y finalmente en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## 1. Presentación del trabajo de aplicación

### 1.1. Situación problema y justificación

En una sociedad moderna, la principal forma de generación de la riqueza se centra en la promoción para la concepción de un mundo donde exista un carácter emprendedor; lo cual trasciende el nivel de productividad, el producto interno bruto, los bienes tangibles, y le otorga relevancia a la inteligencia creativa de las personas (Lozano, 2004). Esta nueva dinámica provoca que la estructura de las universidades del siglo XXI, adopten formas organizativas mucho más flexibles, dejando atrás la conformación de organizaciones rígidas; además apoyándose en los grupos de investigación, los cuales se caracterizan por ser multidisciplinarios y contar con estrategias temporales definidas como se cita en Jurado, de Lucio, & López, (2007, págs. 97-107).

El Global Entrepreneurship Monitor (GEM) a través de un informe donde presenta los aspectos más relevantes de la actividad empresarial en Bucaramanga realizado en el año 2013 (Reporte GEM Bucaramanga, 2013), muestra aspectos como el nivel educativo de los nuevos empresarios de la ciudad (Ver tabla 1), donde se observa una mayor proporción en la secundaria completa y pregrado completo, ambos con un porcentaje similar correspondiente al 21.7%, Los estudios de pregrado incompleto se encuentran en segundo lugar con una representación correspondiente al 13.0%. Para los empresarios establecidos, son mayores los niveles de formación que los de la Tasa de Actividad Emprendedora (TEA<sup>1</sup>), dado que el porcentaje mayor corresponde a los empresarios

---

<sup>1</sup> Tasa de actividad emprendedora. Es la proporción de personas entre 18 y 64 años en una economía que están en proceso de iniciar un negocio o han empezado uno nuevo que no supera los 42 meses.

que tienen estudios de pregrado completo (28.6%). A pesar de que Bucaramanga tiene mejores cifras que el promedio Nacional y, teniendo en cuenta la relación directa que existe entre el nivel de educación de los empresarios y las posibilidades de éxito de sus empresas; se percibe que falta por mejorar en las actividades para fomentar el emprendimiento desde las instituciones de educación superior y en sus unidades académicas generadoras de conocimiento, como lo son los grupos de investigación, para que de esta manera se pueda realizar un aporte significativo al sector empresarial local, regional y Nacional.

Tabla 1.

*Nivel educativo de los empresarios de Bucaramanga*

Nivel educativo	TEA		Empresarios establecidos	
	Bucaramanga	Colombia	Bucaramanga	Colombia
Sin educación	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
Primaria incompleta	0.0%	1.9%	0.0%	7.8%
Primaria completa	4.3%	5.2%	14.3%	10.1%
Secundaria incompleta	8.7%	11.8%	14.3%	16.1%
Secundaria completa	21.7%	23.1%	13.3%	20.7%
Técnica incompleta	4.3%	2.5%	0.0%	3.2%
Técnica completa	8.7%	11.3%	14.3%	10.8%
Tecnólogo incompleto	4.3%	1.5%	0.0%	0.0%
Tecnólogo completo	4.3%	4.4%	0.0%	0.9%
Pregrado incompleto	13.0%	14.5%	0.0%	6.7%
Pregrado completo	21.7%	17.5%	28.6%	13.3%
Posgrado	8.7%	6.1%	14.3%	10.1%

Fuente: Reporte GEM. (2013). Reporte GEM Bucaramanga 2012-2013. (2013), Recuperado el 26 de Enero de 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/271361290\\_Reporte\\_GEM\\_Bucaramanga\\_2012-2013](https://www.researchgate.net/publication/271361290_Reporte_GEM_Bucaramanga_2012-2013)

De acuerdo con Colciencias, un grupo de investigación se define como

El conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producir unos resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión” (Colciencias, 2016).

En el Grupo STI, grupo avalado por la Universidad Industrial de Santander (UIS) se han venido desarrollando distintos proyectos que pretenden ser ofrecidos al entorno productivo. Estos proyectos han sido elaborados por estudiantes de pregrado, maestría e investigadores asociados, y además han sido diseñados para que los autores desarrollen habilidades (Competencia técnica, comprensión del negocio y generación de conocimiento), y conseguir que los resultados puedan ser ofrecidos como un servicio hacia el exterior. Con esta intención no sólo se busca apoyar con herramientas técnicas y tecnológicas los procesos de la organización involucrada a través del proyecto realizado, sino también aquellas que presentan ciertas condiciones específicas, que permitan replicar el trabajo realizado.

Han sido varios los factores que no han permitido que el conocimiento y los productos desarrollados en estos proyectos, se aprovechen para la consecución de recursos que aporten valor al Grupo y por ende a la Universidad. Entre estos factores se encuentra el desconocimiento de los mecanismos que conllevan a promover emprendimientos por parte del personal del Grupo, que además se extiende hacia la escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, y hacia todas las escuelas de la Universidad; esto se puede evidenciar en diferentes trabajos de grado que han realizado estudios sobre la utilización de los mecanismos que tiene la Universidad para apoyar a los estudiantes y egresados que desean realizar un emprendimiento (Álvarez Quintero & Mogollón Parada, 2016) (Niño Perez & Díaz Mateus, 2016).

Por parte de la Dirección del Grupo STI, se cuenta con la intención de realizar emprendimientos que surjan de las investigaciones que se llevan a cabo. Para lograr esto, se encuentran a disposición todos los recursos con los que cuenta el Grupo, los cuales han tenido una transformación significativa en los últimos años, gracias a los proyectos de extensión que se han desarrollado. Con los recursos económicos y por el reconocimiento adquirido producto de la buena labor desempeñada por la ejecución de estos proyectos, el Grupo ha realizado una ampliación de su espacio físico, se han adquirido equipos tecnológicos y se cuenta con personal multidisciplinario (Ingenieros de sistemas, abogados, comunicadores, estudiantes de historia y estudiantes de ingeniería industrial), lo que genera un ambiente propicio para poder realizar actividades como las destacadas por Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott, Duran, (2002) como lo son: la generación, uso, aplicación y explotación del conocimiento fuera del ámbito académico.

Por consiguiente, con el diseño de los planes de acción que se obtuvo como resultado de este trabajo de aplicación, se busca orientar a los integrantes del Grupo STI, en las acciones necesarias que se deben realizar, los responsables de llevarlas a cabo y los recursos necesarios para lograr la creación de emprendimientos de base tecnológica, a partir de los diferentes proyectos que se hayan realizado o se encuentren en desarrollo.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Diseñar un plan de acción orientado a la promoción del emprendimiento de base tecnológica en el Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación en Sistemas y Tecnologías de la Información (STI), incorporando prácticas de referencia empleadas para el fomento del emprendimiento y teniendo en cuenta el diagnóstico realizado al Grupo.

### 2.2. Objetivos Específicos

Objetivo	Producto relacionado
Caracterizar por medio de una revisión documental, prácticas de referencia utilizadas para la promoción del emprendimiento de base tecnológica aplicables a la situación de interés.	En el capítulo 3 se encuentra la revisión documental y la caracterización de las prácticas de referencia.
Realizar un diagnóstico en el Grupo STI que permita la identificación de las capacidades tecnológicas con las que cuenta, así como las brechas existentes frente a los propósitos definidos por la Dirección del Grupo.	El capítulo 4 comprende el diagnóstico externo e interno realizado al Grupo STI, donde se evidencia el nivel de sus capacidades tecnológicas y los aspectos por mejorar para poder desarrollar una cultura emprendedora.
Formular el plan de acción incorporando la estrategia de dirección, las acciones prioritarias, los proyectos pilotos y los indicadores de seguimiento, tomando como base tanto las buenas prácticas de emprendimiento encontradas en la literatura, como el diagnóstico realizado sobre el Grupo STI.	En el capítulo 5 se encuentran los planes de acción, diseñados a partir de las prácticas de referencia identificadas y el diagnóstico realizado al Grupo. Además, se comprenden los factores que soportan la estrategia general definida.

### 3. Aspectos metodológicos generales

En función a los objetivos de este trabajo se llevó a cabo el siguiente desarrollo metodológico para el alcance satisfactorio del objetivo general.

#### 3.1 Prácticas de referencia: Objetivo 1

En esta etapa se realizó una revisión documental que tuvo como resultado las prácticas de referencia para la promoción del emprendimiento de base tecnológica en grupos que desarrollen actividades de Investigación, Desarrollo e innovación. Esta revisión se llevó a cabo según los pasos definidos por Alfonso (1994). Los siguientes fueron los pasos de la revisión documental:

#	Paso	Descripción
1	Selección y delimitación del tema	Se refiere a la selección del tema y a la definición del dominio del trabajo. Se establecieron cuáles son los límites, se especificó la pregunta orientadora y se determinaron los aspectos necesarios para abordar el problema planteado. El propósito de esta etapa es aclarar cuál es el ámbito contemplado en el trabajo de aplicación.
2	Búsqueda	Una vez se definió el tema a estudiar y determinados los aspectos que éste contempla, se definieron las fuentes de consulta para obtener los documentos a revisar. Se realizó una búsqueda básica para comprobar la información que, según palabras clave, y utilizando motores de búsqueda de bases de datos científicas, apoyaron el desarrollo del trabajo, y en consecuencia a lograr la respuesta a la pregunta orientadora planteada.

# Paso	Descripción
3 Selección de documentos	La selección de los documentos se realizó en dos fases. La primera fase comprendió la revisión de los documentos encontrados a través de sus descriptores o metadatos, y la segunda fase consistió en una revisión preliminar del texto de los documentos referenciados en la primera fase.
4 Calidad de los documentos	Para evaluar la calidad de los documentos, se definieron criterios de inclusión y exclusión, y se revisó el texto completo para evaluar el cumplimiento o incumplimiento de los criterios definidos. Con esto se llegó a un conjunto de documentos que se convirtieron en la fuente primaria de datos para la revisión documental.
5 Resultados	Una vez se obtuvo la respuesta a la pregunta orientadora del trabajo de aplicación y, en consecuencia, se determinó la finalización de la revisión, se realizó una categorización de los resultados para facilitar su comprensión y composición.

### 3.2. Planificación y análisis estratégico: Objetivos 2 y 3

Sainz (2003) expone que “*El plan estratégico sirve para tomar importantes decisiones estratégicas para el futuro de nuestra organización*”, a su vez plantea que el proceso de elaboración del Plan Estratégico se desarrolla en tres fases (Ver Figura 1):

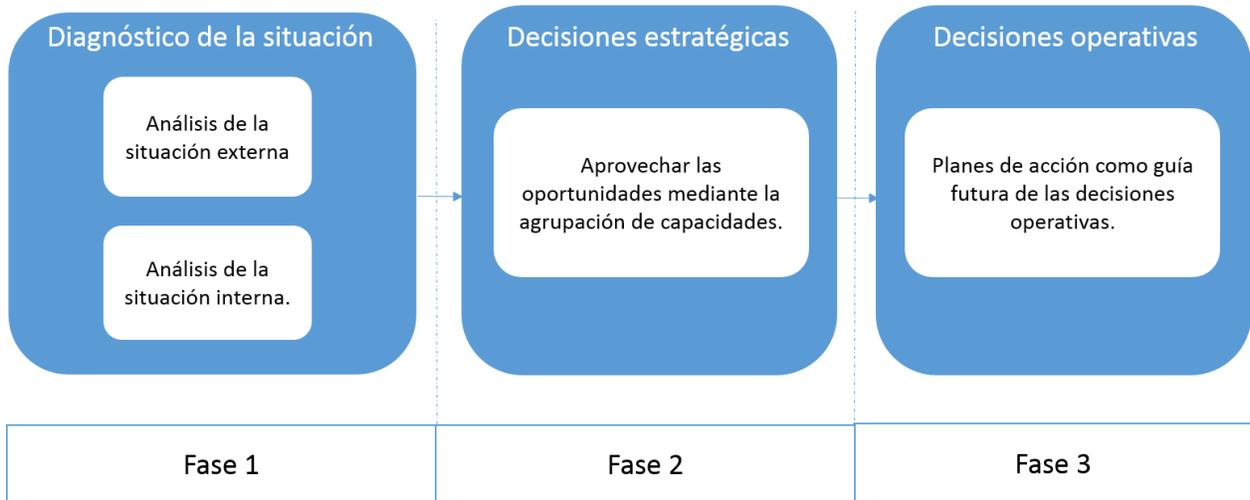


Figura 1. Proceso de elaboración del plan estratégico. Adaptado de Sainz, J (2003) Proceso de Elaboración de un Plan Estratégico.

El diagnóstico es el punto de partida para la planificación y alcance de cualquier sistema de gestión, desde un punto de vista estratégico. Este se aplicó para entender la situación actual del Grupo y el nivel de las capacidades tecnológicas que posee, para finalmente planificar el alcance y definir los planes de acción, teniendo en cuenta los objetivos que persiguen la dirección y la forma de operar del Grupo. Para esto, se hizo necesario conocer como los desafíos o propósitos internos y externos pueden afectar su capacidad para cumplir con los intereses de los tomadores de decisiones. Este es un tema que está estrechamente relacionado con el liderazgo que deben tener los directivos, lo que significa que los sistemas de gestión no pueden ser vistos como un tema distante por parte de las personas que definen el actuar de la organización, sino que deben formar parte de la directriz estratégica de esta (Robalo Verdugo, 2015).

**3.2.1 Análisis externo.** El medio en el que se encuentra una organización, es la fuente de sus oportunidades y amenazas. Como parte del análisis estratégico, se pueden identificar nichos que se ajustan particularmente a los productos, servicios u capacidades que ofrece (Serna Gómez, 2003). Este análisis permitió identificar elementos que benefician e incluso perjudican los intereses del Grupo. Lo anterior obedece a la necesidad de entender la naturaleza del entorno en que se mueve el Grupo, siendo esto una tarea que debe ser continua y permanente para la dirección, para poder enfrentar oportunamente la forma dinámica y acelerada los desafíos del cambio. Para esto se realizó un análisis Político, Económico, Social y Tecnológico, conocido por sus siglas como PEST<sup>2</sup>, el cual es un instrumento de planificación estratégica que se usó para realizar el análisis del entorno del Grupo STI que permitió identificar factores macroeconómicos que influyeron en la estrategia definida.

**3.2.2. Análisis Interno.** Inicialmente para el trabajo de aplicación, se tenía contemplado la identificación de las capacidades tecnológicas del grupo con el abordaje teórico desarrollado por Bell y Pavitt (1995), quienes propusieron un mecanismo para analizar las capacidades tecnológicas de organizaciones empresariales de países en desarrollo, y para ello construyeron una taxonomía representada mediante una matriz. Esta matriz contiene siete funciones técnicas diferentes, en las cuales las empresas logran desarrollar capacidades tecnológicas. Estas funciones son: toma de decisiones y control, preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión, orientación hacia la ejecución mediante procesos y organización de la producción, centradas en el producto, funciones de vinculación interna y externa, y por último modificación de equipo

---

<sup>2</sup> Estudio de las dimensiones Políticas, Económicas, Sociales y Tecnológicas, con las cuales a través de su análisis, el objetivo es llegar a conocer cuáles son generadoras claves de cambio y cuáles son las consecuencias que pueden traer a la organización (Carrion, 2007).

Como resultado de la revisión documental, se encontró un modelo que permite evaluar las capacidades tecnológicas de los grupos de investigación, el cual tiene por nombre modelo CIGI<sup>3</sup> y fue desarrollado por Henao (2014), este modelo fue precisamente elaborado para dar respuesta a la necesidad de trabajar bajo un enfoque apropiado para este tipo de organizaciones académicas, diferenciándose de los modelos tradicionales que se aplican a la industria productiva, es por esto que el modelo encontrado, fue seleccionado para ser usado en este proyecto, dado que su contexto son los grupos de investigación, siendo este mucho más particular que el abordado por Bell y Pavitt,

Este modelo CIGI, fue elaborado bajo una rigurosa metodología que tuvo en cuenta las siguientes fuentes:

- Elementos conceptuales de importantes autores nacionales e internacionales. Se tomaron aportes de los aspectos estadísticos y lógicos identificados, para definir variables observables, llevándolas al contexto de los grupos de investigación.

- La concepción de COLCIENCIAS de proponer que la investigación y la innovación al interior de las instituciones de educación superior (IES), se contemplan a través de los grupos de investigación reconocidos. La caracterización que este ente gubernamental realiza sobre los grupos de investigación, fue tomada en cuenta para incorporar en el modelo la visión que se tiene de las capacidades de innovación.

- La participación de líderes expertos de grupos de investigación, para la selección de las capacidades de innovación y las variables incluidas en las categorías que componen el modelo. Los expertos también contribuyeron con la validación del modelo.

---

<sup>3</sup> CIGI no corresponde a una sigla, es un nombre propio por su autor.

**3.2.3. Decisiones estratégicas.** Para llevar a cabo el planteamiento de una estrategia, se hace necesario aprovechar las oportunidades mediante la agrupación de recursos y capacidades, es decir, la estrategia puede ser la fuente misma de competencias centrales.

Es importante resaltar, que se desarrolló un esquema replicable para las capacidades analizadas en el diagnóstico, sin embargo, en este trabajo, sólo se han tenido en cuenta aquellas donde se identifica que debe existir intervención inmediata.

El diseño de la estrategia estuvo dividido en dos partes. En la primera parte se presentan los aspectos generales como una guía para generar la propuesta estratégica, y en la segunda parte, se propone una estructura de formulación de proyectos relacionados con los factores que soportan el objetivo estratégico general, en este caso se plantea un plan de acción para cada factor seleccionado.

**3.2.4. Plan de acción.** Teniendo en cuenta las prácticas de referencias identificadas y el diagnóstico realizado en el Grupo, se formularon planes de acción orientados a promover el emprendimiento de base tecnológica. Los planes cuentan con las siguientes características:

- a) Determinación de proyectos pilotos
- b) Definición de los objetivos del plan de acción
- c) Descripción de las actividades
- d) Identificación y definición de roles claves
- e) Definición de indicadores de seguimiento y control

#### 4. Marco de Referencia

Para el correcto desarrollo y entendimiento de este proyecto se hace importante conocer los fundamentos teóricos que éste tiene implícitas, dado que son las que permiten orientar la estructura y metodología utilizada. En esta sección se busca hacer referencia a cada concepto presente en el siguiente mapa conceptual:

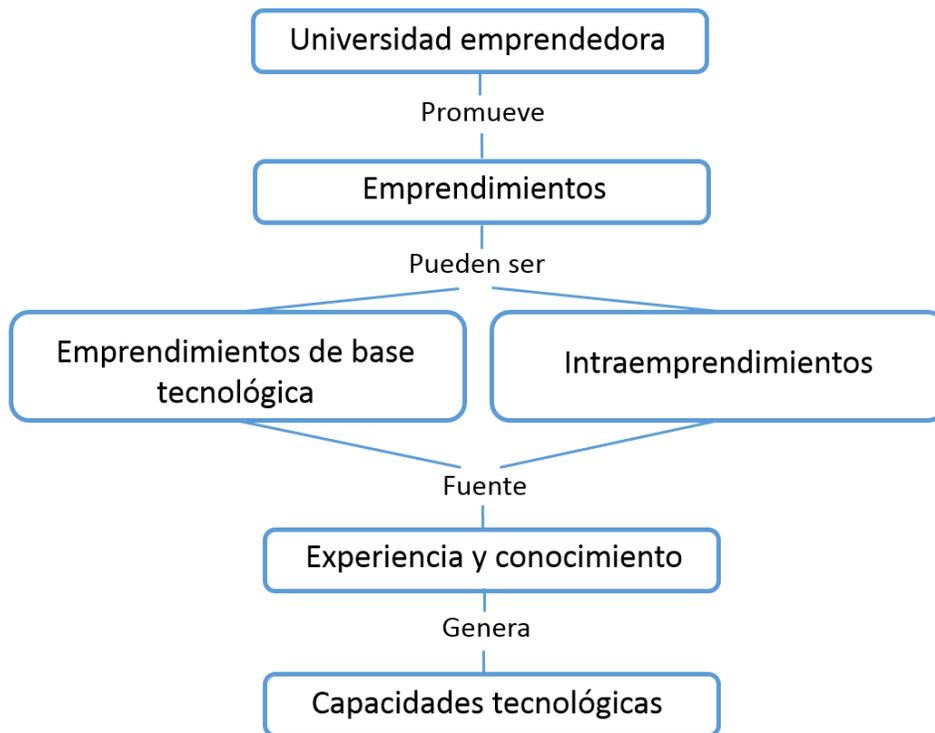


Figura 2. Conceptos base para el proyecto

#### 4.1. Universidad Emprendedora

Existe un tipo de universidad que, en la última década del siglo pasado, realizó los cambios necesarios para poder adaptarse al nuevo entorno, aumentando su capacidad de respuesta para la adaptación a esta nueva dinámica (Chamorro, Ceballos, & Hernández, 2012, págs. 103-118). Las universidades que tuvieron mayor éxito en este proceso de adaptación al nuevo entorno, son las que Clark, (2004, págs. 355-370) define como Universidades Emprendedoras.

Clark analiza la transformación que sufre una Universidad tradicional para convertirse en una Universidad emprendedora, identifica las “sendas de transformación” que se generan a partir de cinco elementos, los cuales se describen a continuación (Clark, 1998):

**4.1.1. Grupo directivo reforzado.** Consiste en agentes que trabajan para encontrar recursos para la institución en su conjunto. Amplían su horizonte hacía otros patrones de apoyo, en vez de esperar pasivamente una financiación completa por parte del gobierno. Trabajan para diversificar los ingresos y, por tanto, ampliar las reservas económicas de la organización. Buscan nuevas unidades de infraestructura que lleguen a través de diversas fronteras universitarias, para conectarse más fácilmente que los departamentos tradicionales con establecimientos externos, especialmente empresas industriales.

**4.1.2. Periferia amplia de desarrollo.** Las nuevas unidades que se comunican con el exterior pueden hacer que el problema del enfoque institucional general sea aún más difícil, los centros de investigación se enfrentan con los departamentos antiguos, perspectivas transdisciplinarias con orientaciones disciplinarias, lo útil con lo básico, lo externo con lo interno. Cuando se estudia e

interviene cuidadosamente, la periferia se convierte en un elemento esencial con el cual se puede disminuir el desequilibrio entre las demandas y la capacidad de respuesta Universitaria. Los departamentos tradicionales por sí solos no pueden realizar todos los vínculos necesarios.

**4.1.3. Base de financiación diversificada.** Las universidades no tienen una estabilidad en el camino financiero. Pueden caer de forma pasiva y sufrir paralelamente aumentos y disminuciones financieras de carácter gubernamental, que determina la respuesta de la universidad; también pueden intervenir activamente al decidir desarrollar líneas adicionales de ingresos consiguiendo clientes. Una universidad emprendedora toma esta segunda postura, dado que la competencia prácticamente lo exige. Esta actividad presupuestaria es un paso crucial en el emprendimiento universitario.

Construir una base de financiamiento diversificada en una universidad, es crear y mantener una cartera de clientes para mitigar el aumento de los costos, lo cual debe ser soportado por la capacidad de respuesta de la Universidad. Las universidades entonces necesitan una mayor autoconciencia sobre dónde trazar la línea entre lo que están dispuestas a hacer y no hacer para satisfacer las demandas de los clientes. La voluntad colectiva, ubicada en el centro directivo, entra en juego para definir nuevos límites alrededor de límites extendidos, y consecuentemente los departamentos centrales también tienen que ajustar sus propios límites.

**4.1.4. Centro académico motivado.** Los departamentos académicos estimulados deben encontrar maneras de fusionar su nueva capacidad administrativa y su mentalidad de extensión con las perspectivas tradicionales en sus campos. Los departamentos tienen que dejar claro que no están dispuestos a responder a todas las demandas que los rodean (estudiantes, empresas

industriales y asociaciones profesionales, entidades gubernamentales, etc.). Cuando la selección de personal se lleva a cabo con eficacia, una incorporación generalizada del espíritu emprendedor en una universidad, refuerza el crecimiento de los emprendimientos en sus unidades básicas.

**4.1.5. Cultura emprendedora.** La transformación requiere una capacidad de cambio estructurada y el desarrollo de un clima interno global receptivo al cambio. Como Clark enfatiza en su estudio, al revisar el desarrollo en períodos de diez a quince años, la construcción de capacidad estructural y clima cultural toma tiempo y se va creando gradualmente. La acción tomada desde la dirección central, requiere una participación y aprobación gradual del personal administrativo, profesorado y estudiantes. El espíritu empresarial es un fenómeno de las organizaciones totales y de sus muchas partes colectivas. "La respuesta empresarial" en la que se centra Clark es una capacidad universal.

Lo anterior es consecuente con lo planteado por Leslie (1996, págs. 101-112), al argumentar en contra de las opiniones lineales de la planificación estratégica, que el cambio en los colegios y universidades viene cuando ocurre en lo más profundo; lo que la facultad y los estudiantes hacen es lo que realmente transforma la institución, no sucede porque un comité o un presidente transmiten una nueva idea.

## **4.2. Emprendimiento**

Drucker (1985) plantea que para ser emprendedor se debe adoptar una conducta y una actitud, más que poseer un rasgo con el cual se nace y hace parte de la personalidad de un individuo; es decir que se puede aprender a ser un empresario innovador, si se tiene la capacidad de tomar decisiones.

Además, afirma que la base del emprendimiento es conceptual y teórica, y no le otorga tanto el mérito a la intuición.

En Colombia la Ley 1014 del 2006 fue creada para el fomento a la cultura del emprendimiento. Esta Ley define el emprendimiento como

Una manera de pensar y actuar orientada hacia la creación de riqueza. Es una forma de pensar, razonar y actuar centrada en las oportunidades, planteada con visión global y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y la gestión de un riesgo calculado, su resultado es la creación de valor que beneficia a la empresa, la economía y la sociedad (Congreso de Colombia, 2006).

La iniciativa planteada por esta Ley, es consecuente con lo planteado por Harper (1991), quien afirma que en los países menos desarrollados se recomienda el fomento de las actividades empresariales como forma de estimular el crecimiento económico.

### **4.3. Emprendimiento de Base Tecnológica**

El propósito del emprendimiento tecnológico es acelerar a los estudiantes que están destinados al autoempleo e iniciar algo inventivo e innovador que en última instancia crea valor y riqueza en capacidad individual y posteriormente para la sociedad. (Husain, 2005, págs. 33-45)

Tanto el espíritu empresarial como la tecnología son considerados como herramientas de transformación positivas en las economías emergentes específicamente para su sistema de investigación universitario y otras comunidades industriales de investigación y desarrollo para apoyar el emprendimiento tecnológico en los mercados en desarrollo (Siqueiran & Bruton, 2010).

Bailetti (2012) explicó que las actividades de investigación y desarrollo colaborativas, la producción de productos innovadores, la evolución de nuevos recursos y sus atributos que conduce a la progresión en conocimientos científicos y tecnológicos, básicamente discriminan el espíritu empresarial tecnológico de otros ámbitos empresariales.

Por otra parte, el emprendimiento de base tecnológica se ha definido como las “*maneras en las cuales los emprendedores hacen uso de recursos y estructuras para explotar oportunidades tecnológicas emergentes*” (Como se cita en Educación emprendedora: Buenas prácticas internacionales, 2012). En este mismo informe se menciona que las universidades para apoyar estos emprendimientos cuentan con estructuras como (Fundación Universidad, 2012, pág. 120):

- **Parques científico-tecnológicos:** Se auto gestionan y están en contacto con la universidad originaria de su creación, otras universidades del entorno y centros investigación. Tienen como misión apoyar la creación e incubación de empresas de alta tecnología alojadas en su espacio físico.
- **Oficinas de Transferencia:** Es un punto de encuentro entre grupos de investigación y las empresas, donde se gestionan contratos de investigación, patentes y demás actividades de interés entre ambos sectores.

En el ámbito nacional se cuenta con centros de innovación de prestigio que han abordado este concepto y lo han llevado a la práctica, como es el caso de Ruta N\*, esta entidad precisa que para que una empresa sea originada de un emprendimiento de base tecnológica, debe tener como base la investigación y desarrollo, pueden desarrollarse dentro de una empresa existente o en un

---

\* Ruta N es una institución pública que hace uso de medios que provienen de empresas privadas, creada para liderar la política pública de Ciencia, Tecnología e Innovación de la ciudad de Medellín.

contexto universitario (Ruta N Medellín, 2016). Además, señala que los emprendimientos de este tipo son llevados con desarrollo tecnológico que pertenece a un individuo o a la empresa, no necesariamente patentado, pero que no es fácilmente copiable por su carácter novedoso, y aclara que el uso de tecnología innovadora no siempre conduce a emprendimientos de base tecnológica.

Los siguientes son elementos que, según Ruta N, ayudan a no fracasar en el mercado (Ruta N Medellín, 2016):

- Formación para acceder a mecanismos de financiación que son ofrecidos por parte entidades públicas y privadas, inversores o incubadoras.
- Contar con un equipo multidisciplinario, con el cual se puedan abordar distintas aristas sobre las iniciativas para emprender.
- Enfocar la comercialización de los productos o servicios, tanto en el ámbito local como internacional.

#### **4.4. Intraemprendimiento**

El intraemprendimiento, se concibe como un tipo de actividad emprendedora que se realiza dentro de las organizaciones que se encuentran ya establecidas. Esta actividad ha comenzado a tomar importancia en las agendas de investigación, por el impacto positivo que las organizaciones pueden generar a nivel externo, debido al desarrollo de nuevos productos o servicios, o interno, implementando procesos que conlleven a innovaciones como producto de las actividades llevadas a cabo por el personal de la organización (Guzmán & Trujillo, 2008). Es por esto, que ha sido

objeto de estudio por diversos autores, que analizan los factores que afectan la actividad intraempresarial.

Antoncic y Hisrich (2000, pág. 21) definen el intraemprendimiento como un proceso mediante el cual los integrantes de una organización persiguen oportunidades sin considerar los recursos que actualmente ellos controlan, y que además hacen cosas nuevas desviándose de lo habitual hacia la búsqueda de las oportunidades identificadas.

Autores como Casson y Godley (2005, págs. 25-60) sustentan que el empresario es aquella persona que utiliza el juicio a la hora de tomar una decisión que presente incertidumbre, con el apoyo de la memoria y la experiencia. Sostienen que el intraempresarial, como empresario dentro de la organización, puede tomar decisiones actuando en nombre de otras personas, pero tiene baja capacidad de juicio y tiene acceso limitado a los recursos de la organización. Con esto, argumentan que la diferencia entre intraemprendimiento y el empresariado convencional se refleja en el nivel del juicio utilizado y, por el control que realizan de los recursos.

Por su parte Singh (2006, págs. 123-128) considera que la organización que está vigilante a las oportunidades que se presentan en el entorno, tiene ventajas para percibir con rapidez las características emergentes producto del comportamiento dinámico del entorno y, por ello es ideal para desarrollar el intraemprendimiento.

De acuerdo con los planteamientos presentados por estos autores, es posible decir que el intraemprendimiento requiere de la participación de un individuo o un grupo de individuos en procesos que involucren la práctica constante de generación de ideas al interior de las organizaciones, consiguiendo el desarrollo de proyectos innovadores, y permitiendo a la organización buscar nuevas oportunidades de negocios. Con esto se producen implicaciones en la

generación de empleo, recursos, crecimiento de la organización, y contribución al desarrollo económico.

#### **4.5. Capacidades tecnológicas**

Según Bell y Pavitt (1995, págs. 69-101), el concepto de capacidades tecnológicas comprende un conjunto de elementos intangibles que sostienen los productos, procesos y métodos de producción, de igual manera que los métodos utilizados por las organizaciones, a partir de las cuales éstas pueden llevar hacia el mercado sus productos, y también mejorar, transformar y reemplazar su sistema productivo.

Han sido diversas las formas para definir y jerarquizar las capacidades de innovación tecnológica desde un nivel micro como el organizacional, hasta niveles macros como el nivel de sectores industriales, a continuación, se presenta una clasificación, donde se tiene en cuenta los aspectos funcionales de la organización (Gómez & Robledo, 2011, pág. 58):

**4.5.1. Capacidad de aprendizaje.** Es la capacidad que tiene una organización para identificar, asimilar y hacer uso a su favor del conocimiento del entorno, lo cual implica la realización de actividades como el monitoreo programado de tendencias tecnológicas, el desarrollo de habilidades para la reingeniería, la transferencia del conocimiento, la importancia otorgada al aprendizaje y su transformación basándose en la experiencia para el reconocimiento del ambiente y la orientación de las estrategias de I+D, el aseguramiento del conocimiento tácito y explícito (Cheng, Yam, & Ma, 2006, págs. 971–986) (Guan, 2003, págs. 737-747) (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004).

**4.5.2. Capacidad de I+D.** Es la habilidad de una organización para realizar proyectos, administrar el portafolio de proyectos y conseguir experiencia en I+D con la integración de una estrategia establecida para tal fin (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004) (Cheng, Yam, & Ma, 2006). Con esta capacidad, se aumentan las posibilidades para mejorar expandir las tecnologías existentes, y generar nuevas tecnologías o mejorar la función de I+D. Se ve reflejada en el porcentaje de investigadores empleados, la tasa de éxito de los productos resultado de I+D, la generación de productos innovadores, el número de patentes y la intensidad de I+D. (Wang, Lu, & Chen, 2008, págs. 1-15)

**4.5.3. Capacidad de asignación de recursos.** Es la habilidad de una organización para recibir y realizar la asignación adecuada de capital, experiencia y tecnología en los procesos de innovación (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004) (Cheng, Yam, & Ma, 2006). Esta capacidad se relaciona con la recaudación de fondos, la asignación apropiada de capital, la cantidad de capital que ingresa y el retorno de inversión (Wan, Lu & Chen, 2007).

**4.5.4. Capacidad de producción.** Se refiere a la habilidad de aprovechar la I+D para crear productos o mejorar su calidad, atendiendo las necesidades del mercado y que los requerimientos de diseño sean tenidos en cuenta para la fabricación. Esta capacidad se asocia con la producción de tecnología de punta, el aseguramiento de la calidad de los productos, la comercialización exitosa, el alto grado de preparación del personal de producción y el tiempo del ciclo de vida del producto. (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004) (Cheng, Yam, & Ma, 2006) (Wan, Lu & Chen, 2007).

**4.5.5. Capacidad de mercadeo.** Es la habilidad de las empresas para ofrecer sus productos, comprendiendo las necesidades de sus clientes, la importancia de la competencia, los costos y beneficios, el conocimiento de los beneficios que resulta de la aplicación de los procesos de innovación. Esta se asocia con el entendimiento de los segmentos del mercado y el seguimiento del mismo, la administración de las redes de distribución, el servicio posventa y asistencia tecnológica, la entrega segura y a tiempo, la mejora en el posicionamiento de la marca y el reconocimiento de la empresa (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004)

**4.5.6. Capacidad de organización.** Son las habilidades de una organización para realizar actividades planificadas y sistemáticas que contribuyan al orden y armonía, propiciando un escenario para promover una cultura organizacional y la aplicación de buenas prácticas de administración. La generación de esta capacidad depende de la flexibilidad de la estructura de la organización para desarrollar nuevos proyectos de innovación, la comunicación de las funciones de las áreas de I+D, marketing y desarrollo de nuevos productos, La información compartida entre clientes y proveedores, la aplicación de las prácticas de referencia del entorno. (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004) (Cheng, Yam, & Ma, 2006)

**4.5.7. Capacidad de planeación estratégica.** Se refiere a la capacidad de una organización para realizar un diagnóstico interno y externo, para identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que luego contribuyan a la formulación de planes empresariales alineados con su misión y visión. Esta capacidad se ve reflejada en el conocimiento que tiene la dirección de cuáles son sus competencias básicas y sus propósitos tecnológicos, la relación entre la estrategia del negocio y la tecnológica, la toma de decisiones basada en sistemas avanzados, la

apropiación de la importancia que tiene el fomento del espíritu emprendedor e innovador, la comprensión del riesgo, el entendimiento de la posición de la competencia, las tendencias de la industria tecnológica, y el compromiso en profundizar en lo relevante que es el conocimiento (Guan, 2003), (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004) (Cheng, Yam, & Ma, 2006)

Teniendo en cuenta lo expuesto por los autores que han abordado el concepto de las capacidades tecnológicas, se puede decir que estas hacen uso del conocimiento para gestionar el cambio tecnológico, y para producir los bienes y servicios con un alto grado de calidad, con elementos diferenciadores y teniendo en cuenta la oportunidad que demanda el mercado.

## **5. Prácticas de referencia para fomentar el emprendimiento de base tecnológica**

Dado que el propósito del presente trabajo es proponer un plan de acción a partir de unas prácticas de referencia, a continuación, se presenta la descripción de la revisión documental llevada a cabo con el fin de identificar dichas prácticas y establecer cuáles de ellas son aplicables según la caracterización.

### **5.1 Proceso metodológico de la revisión documental**

Teniendo en cuenta la importancia de la generación y aplicación de conocimiento en los procesos que conllevan a emprendimientos tecnológicos, se planteó una revisión documental en busca de

trabajos en donde se hayan adelantado esfuerzos en la aplicación de prácticas de referencia para promover el emprendimiento desde las universidades y grupos de investigación.

Para el desarrollo de la revisión documental se siguió como guía el proceso planteado por Alfonso (1994), que consiste de 5 pasos a saber: Selección y delimitación del tema, búsqueda, selección, calidad de los datos y resultados. A continuación se describen brevemente en qué consisten estos pasos.

**5.1.1. Selección y delimitación del tema.** La selección y delimitación del tema se llevó a cabo utilizando el planteamiento de una pregunta orientadora, que se hizo a través de los criterios de población (¿A quién?), intervención (¿Qué? ¿Cómo?), contexto (¿Bajo qué circunstancias?), resultados (¿Qué se busca conseguir?) y comparación (¿con qué comparar?), conocidos como PICOC<sup>4</sup> (Petticrew & Roberts, 2006), donde se establece que una pregunta bien formulada debe constar de estos 5 componentes.

Para el propósito de este trabajo, la población está conformada por las universidades y grupos de investigación, se intervino en el tema de la promoción del emprendimiento, buscando resultados relacionados con prácticas de referencia, lecciones aprendidas y buenas prácticas en el contexto del emprendimiento en un ambiente académico universitario. No se tuvo en cuenta el componente que representa la comparación en el planteamiento de la pregunta y ecuación de búsqueda, dado que se contemplaron todas las prácticas de emprendimiento tecnológico en entornos universitarios, lo cual permite no excluir resultados relevantes para el trabajo de aplicación. Sin embargo, al realizar la consulta se obtuvieron resultados relacionados con esta categoría; que de haberla tenido en cuenta, esta hubiera afectado el número de los documentos encontrados. Lo anterior, es

---

<sup>4</sup> Siglas en inglés de population, intervention, context, outcome and comparison

consecuente con lo mencionado en el trabajo de Kitchenham, B. A.; Mendes, E.; Travassos, G. H. (2007)(Ver tabla 2).

Tabla 2.

*Resumen de términos base del planteamiento PICOC*

Nº	Criterio	Término en Español	Término en Inglés
1	Population and Context	Universidad y Grupo de Investigación	University and Research Group
2	Intervention	Promoción y emprendimiento tecnológico	Fostering and Technology Entrepreneurship
3	Comparison	N/A	N/A
4	Outcomes	Prácticas de referencia	References practices

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó la siguiente pregunta para orientar la búsqueda:

P: ¿Cuáles prácticas de referencia son usadas por las universidades y grupos de investigación para fomentar el emprendimiento de base tecnológica?

**5.1.2. Búsqueda.** El primer elemento que se definió fueron las fuentes de consulta para obtener los documentos a revisar. Las fuentes que se utilizaron para las búsquedas con palabras clave fueron las bases de citas ISI Web of Science y SCOPUS. Esto por el resultado del gran número de revistas indexadas con las que cuentan, y, las herramientas de búsqueda avanzadas que poseen con palabras clave. Es de notar que solo fueron tenidos en cuenta los trabajos que podían ser accedidos desde los recursos electrónicos de la UIS, y que se encontraran en los idiomas inglés y español.

Partiendo de la pregunta orientadora planteada, se realizó la formulación de la ecuación de búsqueda, para lo cual se tuvieron en cuenta los términos empleados en el criterio PICOC. La ecuación de búsqueda fue elaborada a partir de la combinación lógica de expresiones con operadores booleanos que fueron probados en la base de citas SCOPUS. Inicialmente la construcción de la ecuación de búsqueda, partió de aplicar en SCOPUS una expresión de búsqueda básica y evaluar los resultados obtenidos. Continuando con el proceso, la expresión de búsqueda fue refinada incluyendo sinónimos, formas alternativas para la escritura de los términos, y otras palabras identificadas en los resultados bibliográficos obtenidos.

Para completar la formulación de la ecuación de búsqueda, se utilizó el operador lógico AND para unir cada una de las partes definidas en el PICOC y el operador lógico OR para unir términos relacionados (Kitchenham, Mendes, & Travassos, 2007), dando como resultado la ecuación de búsqueda que se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.

*Ecuación de búsqueda*

Ecuación de Búsqueda			
Términos Clave	20	Operadores booleanos	2 (AND y OR)
(“Entrepreneurship” OR “Entrepreneur” OR “entrepreneurial”) AND (“University” OR “universities” OR “Academic” or “Group Research”) AND (“promotion” OR “Promote” OR “Support” OR “Promoting” OR “support” OR “Encourage”) AND (“best practice” or “best practices” or “good practice” or “good practices” or “review” OR “fostering” OR “Lessons”))			

**5.1.3. Selección.** Para la selección de los documentos de interés, se hizo como primer paso una selección preliminar, tomando como referencia el título del documento, resumen y las palabras clave; con el fin de seleccionar aquellos que hacían mención a emprendimientos que surgen de

ambientes académicos, de cada uno de los trabajos encontrados al usar la ecuación de búsqueda previamente definida.

El segundo paso, fue la selección detallada con base en una lectura preliminar del texto completo de los documentos referenciados en los registros bibliográficos seleccionados en el primer paso. Con el segundo paso de la selección se obtuvieron un total de 48 documentos.

**5.1.4. Calidad de los datos.** Los documentos seleccionados fueron evaluados de acuerdo con cuatro criterios para asegurar su calidad y pertinencia para la revisión documental. Los criterios de evaluación fueron los siguientes: relevancia del contenido con respecto a los temas para el apoyo de emprendimientos basados en el conocimiento, claridad en el objetivo de los procesos o estrategias implementados para el fomento del emprendimiento, descripción adecuada del contexto en el cual se desarrollaron los emprendimientos y descripción de las soluciones propuestas de emprendimientos validadas con resultados satisfactorios.

En esta parte del proceso, se revisó el texto completo de los 48 documentos y se examinaron en cada uno de ellos los criterios mencionados anteriormente. Con esto se llegó a un conjunto de 30 documentos que fue la fuente primaria de datos para la revisión documental (Ver tabla 4).

Tabla 4.

*Documentos seleccionados para la revisión final*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
1	Abou-Warda, S. H.	2016	Si	No	Si	No	No
2	Adejimola, A. S., & Olufunmilayo, T. O..	2009	Si	Si	Si	Si	Si
3	Baglieri, D., Cesaroni, F., & Orsi, L..	2014	Si	No	No	Si	No
4	Barrett, T., Pizzico, M., Levy, B. D., Nagel, R. L., Linsey, J. S., Talley, K. G., ... & Newstetter, W. C.	2015	Si	Si	Si	Si	Si
5	Belwal, R., Al Balushi, H., & Belwal, S.	2015	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 4. *Continuación*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
6	Bilán, S. G., Kisenwether, E. C., Rzasa, S. E., & Wise, J. C..	2005	Si	Si	Si	Si	Si
7	Bravo Monge, C.	2016	Si	No	Si	No	No
8	Brem, A., & Radziwon, A.)..	2017	Si	No	No	No	No
9	Cámara, C. P., Llamazares, M. C. E., Rico, M. I. L., & Cruz, T. D. L. T.	2015	Si	Si	Si	Si	Si
10	Castillo, P. V., Venegas, C. B., Leiva, Y. F., Bennett, S. O., Ortiz, E. P., & de Souza Neto, B.	2016	Si	Si	Si	Si	Si
11	Chang, Y. C., Yang, P. Y., & Chen, M. H.	2009	Si	Si	Si	Si	Si
12	Culkin, N.	2016	Si	Si	Si	No	No

Tabla 4. *Continuación*

Nº	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
13	Cunningham, J. A., & Link, A. N.	2015	Si	No	Si	Si	No
14	Davey, T., Kliewe, T., McIntyre, M.;	2008,	Si	Si	Si	Si	Si
15	De Jager, H. J., Mthembu, T. Z., Ngowi, A. B., & Chipunza, C	2017	Si	Si	Si	Si	Si
16	Ferreira, J. J., Raposo, M., Rutten, R., & Varga, A.	2013	Si	No	No	Si	No
17	Fini, R., Grimaldi, R., & Sobrero, M	2009	Si	Si	Si	Si	Si
18	Fini, R., Grimaldi, R., Santoni, S., & Sobrero, M.	2011	Si	Si	Si	Si	Si
19	Frenkel, A., Maital, S., Leck, E., & Israel, E.	2015	Si	No	Si	No	No
20	Fundación Universidad – Empresa, con el apoyo de la Consejería de Educación y Empleo de la Comunidad de Madrid.	2012	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 4. *Continuación*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
21	Gelard, P., & Saleh, K. E.	2011	Si	Si	Si	Si	Si
22	Iglesias-Sánchez, P. P., Jambrino-Maldonado, C., Velasco, A. P., & Kokash, H.	2016	Si	Si	Si	Si	Si
23	Itri, J. N., Ballard, D. H., Kantartzis, S., Sullivan, J. C., Weisman, J. A., Durand, D. J., ... & Kansagra, A. P.	2015	Si	No	Si	No	No
24	Jones, C. and English, J.,	2004	Si	Si	Si	Si	Si
25	Kailer, N.	2009	Si	Si	Si	Si	Si
26	Kangaslahti, V.,	2008	Si	Si	Si	Si	Si
27	Kautonen, T., Hatak, I., Kibler, E., & Wainwright, T.	2015	Si	No	No	Si	No

Tabla 4. *Continuación*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
28	Khorsheed, M. S., & Al-Fawzan, M. A..	2014	Si	No	No	No	No
29	Lockett, A., Wright, M., & Franklin, S..	2003	Si	Si	Si	Si	Si
30	Loi, M., & Di Guardo, M. C.. -	2015	Si	Si	No	No	No
31	Lozano, M..	2004	Si	Si	Si	Si	Si
32	Markuerkiaga L., Igartua J. I. and Errasti N. ,	2012	Si	Si	Si	Si	Si
33	Markuerkiaga, L., Caiazza, R., Igartua, J. I., & Errasti, N..	2016	Si	Si	Si	Si	Si
34	Marques, A. P., Moreira, R., & Ramos, S. P. R..	2015	No	No	No	Si	No
35	Meyer, M..	2003	Si	Si	Si	Si	Si
36	Miron-Shatz, T., Shatz, I., Becker, S., Patel, J., & Eysenbach, G..	2014	Si	No	No	Si	No

Tabla 4. *Continuación*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
37	Mok, K. H..	2005	Si	Si	Si	Si	Si
38	Nosella, A., & Grimaldi, R..	2009	Si	Si	Si	Si	Si
39	O’Kane, C., Zhang, J. A., Cunningham, J. A., & O’Reilly, P..	2017	Si	Si	Si	No	No
40	Rasmussen, E., Moen, Ø., & Gulbrandsen, M..	2006	Si	Si	Si	Si	Si
41	Rasmussen, E..	2008	Si	Si	Si	Si	Si
42	Shih, T., & Huang, Y. Y..	2017	Si	No	No	Si	No
43	Taatila, V., & Vyakarnam, S..	2008	Si	Si	Si	Si	Si
44	Trivedi, R..	2016	Si	Si	Si	No	No
45	Wijnker, M., van Kasteren, H., & Romijn, H..	2015	Si	Si	Si	Si	Si
46	Williams, N., & Vorley, T..	2014	Si	No	No	No	No

Tabla 4. *Continuación*

N°	Autores	Año	relevancia del contenido	claridad del objetivo	descripción del contexto	descripción de soluciones	¿Aceptado?
47	Wolf, G., & Wolf, G..	2017	Si	Si	Si	Si	Si
48	Zheng, P., & Callaghan, V..	2016	Si	Si	Si	Si	Si

**5.1.5. Resultados.** Los resultados obtenidos con la revisión documental de los 30 documentos seleccionados, se categorizaron en cuatro dimensiones que tienen en cuenta la formación que debe recibir un investigador para desarrollar habilidades características de los emprendedores (educativa), la generación, uso y protección del conocimiento científico (desarrollo tecnológico), las aplicaciones empresariales del conocimiento para generar emprendimientos (aplicación empresarial), y la importancia del desarrollo y mantenimiento de las conexiones o redes (social).

## 5.2 Prácticas de referencia

Un equipo de investigación es aquel donde están inmersas todas las personas que serán partes activas del proceso de investigación, es decir, los docentes formadores, la persona que guía al grupo y los estudiantes. De acuerdo al nivel de compromiso, se determinan los roles de investigador principal, coordinador e investigadores auxiliares (Ángel, 2000). Estos grupos son la forma más común de organizar la investigación dentro de las universidades (Travaille & Hendriks, 2010, págs. 423-439). Sin embargo, (Siegel & Wright, 2015, págs. 582-595) encuentran que los grupos de investigación pueden maximizar su desempeño compartiendo conocimientos y

desarrollando estrategias emprendedoras, lo cual proporciona un espacio para establecer directrices de cómo los grupos de investigación podrían incentivar a sus miembros para comenzar a participar en la transferencia de tecnología.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó una caracterización de las prácticas de referencia en entornos académicos, donde los grupos de investigación tienen la capacidad de maniobrar, y orientar sus capacidades hacia la construcción de una cultura emprendedora. Para esto se presentan las prácticas categorizadas en las cuatro dimensiones mencionadas anteriormente, como se observa en la siguiente figura:



Figura 3. Caracterización de prácticas de referencia para el fomento de emprendimiento en grupos de investigación.

A continuación, se describen cada una de las dimensiones identificadas, junto con las prácticas de referencias que se pueden implementar para fomentar el emprendimiento en grupos de investigación. (Alvarado, Guarín, & Gómez, Diciembre 2017):

**5.2.1. Dimensión Educativa.** A través de esta dimensión se busca que los estudiantes adquieran y perfeccionen sus competencias emprendedoras, tales como liderazgo, creatividad, perseverancia, habilidad para asumir riesgos calculados, flexibilidad y adaptabilidad, y respuesta positiva a los retos.

Tabla 5.

*Dimensión educativa*

N°	Práctica de referencia	Autores
1	Incluir a empresarios, ex-alumnos, profesionales de negocios y expertos en desarrollo de empresas (inversionistas ángel, abogados de propiedad intelectual y capitalistas de riesgo) para formar a los estudiantes sobre el espíritu empresarial.	(Rasmussen et al, 2006) (Castillo et al, 2016) (Markuerkiaga et al, 2016)
2	Desarrollar cursos interdisciplinarios acompañados de una formación específica sobre la creación de empresas.	(Iglesias-Sánchez et al, 2016)
3	Implementar programas de capacitación en emprendimiento a corto plazo.	(Adejimola & Olufunmilayo, 2009)
4	Educar a los estudiantes en los temas de emprendimiento, permitiendo la experimentación con los conocimientos adquiridos en situaciones reales.	(De Jage, et al, 2017)
5	Incorporar el Design Thinking <sup>5</sup> y el aprendizaje basado en problemas para desarrollar ideas.	(De Jage, et al, 2017)
6	Realizar capacitaciones sobre protección y utilización de los derechos de propiedad intelectual.	(Chang, et al, 2009)

<sup>5</sup> Design Thinking es un proceso iterativo en el que se busca comprender al usuario, cuestionar las suposiciones y redefinir los problemas para identificar estrategias y soluciones alternativas que pueden no ser fácilmente observables con un nivel inicial de comprensión.

Tabla 5. *Continuación*

N°	Práctica de referencia	Autores
7	Romper con las prácticas tradicionales de las organizaciones académicas, imprimiendo un gran componente de actividades aplicadas al sector empresarial.	(Kangaslahti, 2008)
8	Contar con especialistas que proporcionen coaching para la puesta en marcha y el desarrollo del emprendimiento, y tener la posibilidad de dirigirse al experto apropiado en el caso de cuestiones sobre créditos o financiación.	(Davey et al, 2008) (Fundación Universidad – Empresa, 2012) (Willoughby et al, 2013)
9	Organizar talleres sobre negociación y contabilidad para garantizar que todo el conocimiento necesario está disponible para los potenciales emprendimientos.	(Fundación Universidad – Empresa, 2012)
10	Crear la semana de la innovación y el emprendimiento, donde se realicen concursos de espíritu empresarial entre administrativos, profesores y estudiantes.	(De Jager et al, 2017)
11	Visitar empresas innovadoras con el fin de motivar y alentar a los estudiantes a emprender el estilo de vida observado en ellas.	(Markuerkiaga et al, 2012)
12	Incorporar por lo menos un empresario mentor para "vivir" en los equipos de investigación.	(Davey et al, 2008)
13	Realizar talleres de creatividad y emprendimiento, donde los estudiantes simulen los primeros pasos del proceso emprendedor; comenzando con la generación de la idea y terminando con el desarrollo del modelo de negocio.	(Markuerkiaga, 2012) (Jones & English, 2004)
14	Realizar por parte de los estudiantes estancias en industrias tecnológicas, prácticas profesionales, donde se cuente con una tutoría flexible que contemple la intermediación entre el conocimiento y el estudiante.	(Castillo et al, 2016) (Mok, 2005)

Tabla 5. *Continuación*

N°	Práctica de referencia	Autores
15	Proporcionar a los estudiantes múltiples experiencias en diversas presentaciones con alta presión y cuestionamientos exigentes por parte de empresarios.	(Bilán et al, 2005)

**5.2.2. Dimensión de desarrollo tecnológico.** Busca la generación de conocimiento científico, y el uso de espacios con tecnologías, que permitan el desarrollo de innovaciones. Además, está orientada a generar acciones que permitan la protección de los productos y servicios desarrollados.

Tabla 6.

*Dimensión de desarrollo tecnológico*

N°	Práctica de referencia	Autores
16	Implementar una herramienta web para publicar noticias sobre actividades de innovación.	(Wolf & Wolf, 2017)
17	Crear espacios creativos con apoyo de estudiantes capacitados y personal especializado.	(Barrett, et al, 2015)
18	Hacer uso de laboratorios de investigación, dónde se pueda acceder y producir conocimiento científico.	(Fini, et al, 2011)
19	Utilizar las instalaciones de los parques científicos y las incubadoras.	(Meyer, 2003)
20	Estimular a los profesores y estudiantes en la creación de patentes, apoyándose en las oficinas de transferencia tecnológica (OTT) o una entidad externa, si la OTT no cuenta con los servicios suficientes.	(Chang et al, 2009) (Nosella & Grimaldi, 2009)
21	Buscar acceso a servicios jurídicos de bajo coste para emprendedores en las primeras fases de la puesta en marcha.	(Fundación Universidad – Empresa, 2012)

Tabla 6. *Continuación*

N°	Práctica de referencia	Autores
22	Implementar una plataforma en línea para la comercialización y la concesión de licencias de los resultados de investigaciones.	(Rasmussen, 2008)

**5.2.3. Dimensión de aplicación empresarial.** Es indispensable buscar la aplicación práctica de los conocimientos sobre la generación de emprendimientos que adquieren los estudiantes, para lo cual se debe contar con el apoyo de académicos expertos y empresarios exitosos que validen las iniciativas empresariales que se presentan en los grupos de investigación.

Tabla 7.

*Dimensión de aplicación empresarial*

N°	Práctica de referencia	Autores
23	Realizar concursos de pitch (presentación verbal concisa de una idea) para promover la creatividad e innovación entre los estudiantes.	(Wolf & Wolf, 2017)
24	Realizar competencias de planes de negocio durante el periodo académico como concursos entre grupos de estudiantes y facultades, que se comprometan a afinar sus ideas de negocio a través de diferentes etapas.	(Lozano, 2004) (Bilán et al, 2005) (Rasmussen et al, 2006) (Taatila & Vyakarnam, 2008) (Belwal et al, 2015) (Nosella & Grimaldi, 2009) (Fini et al, 2009) (Willoughby et al, 2013)
25	Identificar empresarios exitosos y tomarlos como modelos a seguir por parte de los estudiantes.	(Gelard & Saleh, 2011)

Tabla 7. *Continuación*

Nº	Práctica de referencia	Autores
26	Identificar oportunidades en el entorno y realizar estudios de mercado en colaboración con incubadoras de negocios, Investigación y Desarrollo.	(Lozano , 2004)
27	Vincular a estudiantes investigadores con unidades de I+D de empresas ubicadas en la región.	(Cámara et al, 2015)
28	Introducir empresarios externos o suplentes para desarrollar empresas spin-off. Esto implica que un individuo (u organización) fuera de la universidad asuma el papel del emprendedor y comercialice las tecnologías generadas en la universidad.	(Lockett et al, 2003)

**5.2.4. Dimensión Social.** Las redes (también conocidas como conexiones) ofrecen ventajas que permiten aumentar la capacidad de identificación de oportunidades de los emprendedores, facilitar el acceso a los recursos y son una fuente de status y referencia. Estas conexiones con el ámbito externo permiten ser heredadas de los primeros emprendedores, y se deben implementar los mecanismos necesarios para su mantenimiento.

Tabla 8.

*Dimensión social*

Nº	Práctica de referencia	Autores
29	Intercambiar ideas, información y experiencia con estudiantes de otras facultades para impulsar las habilidades empresariales, creando una cultura de innovación abierta.	(Meyer, 2003) (Davey et al, 2008) (Chang et al, 2009) (Kailer, 2009) (Wijnker et al, 2015) (Zheng & Callaghan, 2016)

Tabla 8. *Continuación*

N°	Práctica de referencia	Autores
30	<p>Buscar apoyo en redes formales, como las agencias de consultoría empresarial, bancos, compañías de seguros y las sociedades de egresados.</p>	(Gelard & Saleh, 2011)
31	<p>Crear oportunidades para que estudiantes, educadores e investigadores de varios países trabajen juntos en proyectos, aprovechando las oportunidades de e-mobility y e-learning</p>	(De Jager et al, 2017)
32	<p>Desarrollar asociaciones a largo plazo con instituciones internacionales con perfiles y aspiraciones similares.</p>	(De Jage, et al, 2017)
33	<p>Buscar tecnologías de arranque (starter technologies) dentro de la propia institución y hacer que los equipos de estudiantes trabajen con el (los) investigador (es) para desarrollar nuevos productos y alianzas estratégicas.</p>	(Bilán, 2005)
34	<p>Estrechar la cooperación especialmente con los organismos externos para la financiación de las iniciativas empresariales.</p>	(Rasmussen et al, 2006) (Nosella & Grimaldi, 2009)
35	<p>Implementación de una base de datos de datos de personas, organizaciones y oportunidades para desarrollar emprendimientos, disponible para uso por parte de los estudiantes.</p>	(Lockett et al, 2003) (Davey et al, 2008)
36	<p>Crear grupos virtuales de colaboración y aprendizaje para el desarrollo de nuevos productos y servicios.</p>	(Zheng & Callaghan, 2016)

## 6. Diagnóstico del Grupo STI

### 6.1. Método

Este capítulo muestra el análisis del diagnóstico externo e interno del Grupo STI, describiendo los factores que pueden afectar sus actividades e influir en la formulación de estrategias, así como el nivel en el que se encuentran las capacidades tecnológicas. El análisis se extiende a dos partes esenciales: marco general e identificación de capacidades internas; donde en primera instancia se buscó entender y detectar tendencias, oportunidades y amenazas del entorno general, para luego entrar a conocer el nivel de las capacidades tecnológicas que posee el Grupo, para poder orientar en función del nivel evidenciando sus acciones y propósitos.

**6.1.1. Análisis externo.** Como propósito el análisis PEST se realiza para identificar problemas que se ajusten a dos criterios clave (Team, 2013, pág. 15):

- Están fuera del control del Grupo
- Tendrán un cierto nivel de impacto en el Grupo

Este análisis se realizó consultando información sobre el contexto del Grupo, utilizando como fuentes los informes y opiniones de observatorios, informes de organizaciones públicas y privadas reconocidas, estudios prospectivos y webs oficiales para la consulta de normas e indicadores. Con esta información se realizó un análisis en los diferentes sectores que componen el PEST, para

identificar dentro de cada uno, la existencia de factores que están fuera del manejo del Grupo y que lo pueden llegar a afectar tanto positiva como negativamente. Para esto se hizo necesario monitorear, y evaluar cada uno de los elementos que se encontraron.

La información consultada, fue controlada para mantener el foco en la identificación de problemas en lugar de tratar de resolverlos, considerando las implicaciones de cualquier factor identificado, así como la probabilidad de que ocurran, pero evitando ahondar en las posibles soluciones o estrategias.

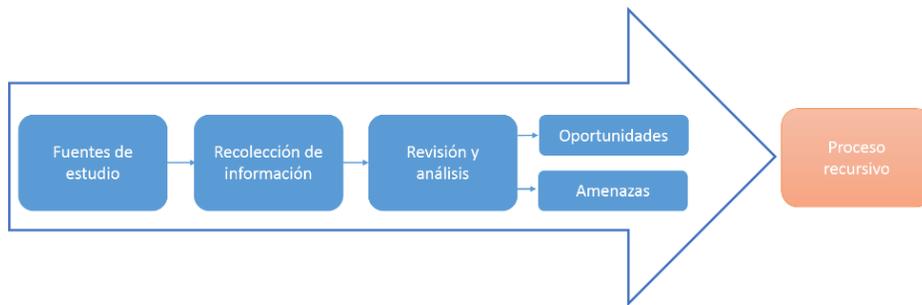


Figura 4. Proceso para el realizar en análisis PEST. Adaptado de Team, F. M. E. (2013). PESTLE Analysis. Strategy Skills. Free management ebooks, 15

**6.1.2. Análisis interno.** El modelo CIGI mide y evalúa las capacidades de innovación tecnológica en grupos de investigación universitarios. Fue elaborado a partir de componentes y aspectos presentes en los modelos de diversos autores representativos y también se incorporaron recomendaciones de expertos a los cuales se tuvo acceso mediante la aplicación de entrevistas y trabajos de campo.

**6.1.2.1. Dimensiones del modelo CIGI:** Las dimensiones del modelo CIGI están basadas en conceptos relacionados con el genoma de innovación (Galeano, 2011), donde se establecen niveles de las disciplinas del aprendizaje, entre las que están los principios (ideas y conceptos) y prácticas (que hacer). Por lo tanto, entre las características necesarias para determinar un gen como rasgo hereditario completamente desarrollado están el saber y el hacer. Esto se utiliza para identificar los rasgos hereditarios de las organizaciones que se traducen en habilidades y capacidades de innovación, que puedan ser replicadas en el futuro.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la figura 5, se muestran las dimensiones del modelo, conformadas por la dimensión del saber, la cual determina el conocimiento y aprendizaje, además de agrupar las variables distribuidas en cuatro subgrupos para evaluar las dos capacidades que se encuentran en este grupo. La dimensión del hacer trata sobre la práctica y, por último, en el modelo se crea una dimensión que impacta las dimensiones anteriores, relacionada con la gestión de información y conocimiento.

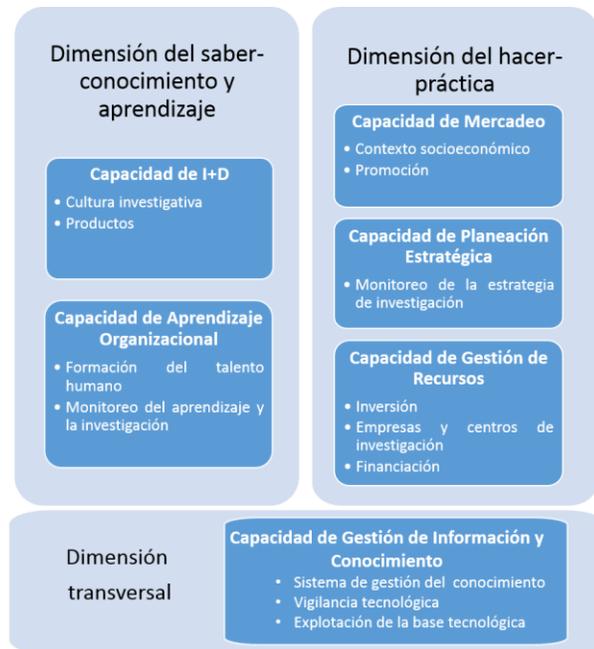
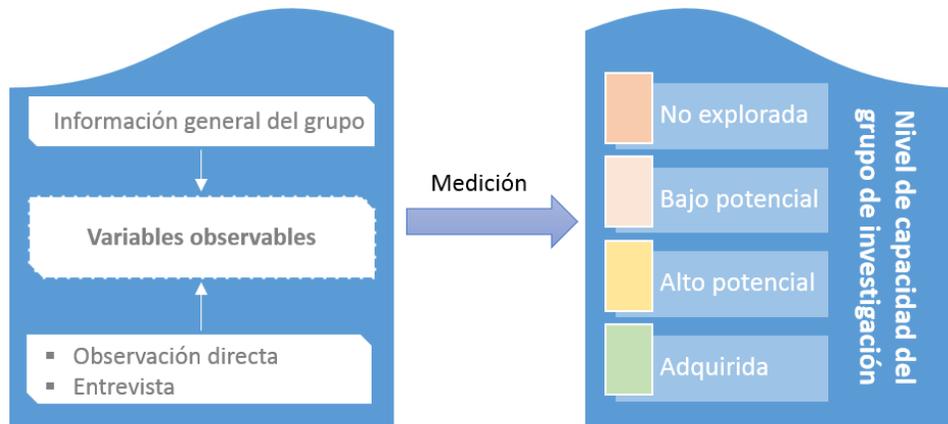


Figura 5. Dimensiones del modelo CIGI, para evaluar capacidades tecnológicas en grupos de investigación. Adaptado de Henao Moná, A. (2014). Modelo para evaluar capacidades de innovación en grupos de investigación universitarios de Antioquia basado en la metodología "Genoma de la Innovación" (Doctoral dissertation)

**6.1.2.2. Medición de las variables:** La innovación y las capacidades de innovación poseen un grado de dificultad muy alto para ser medidas puesto que son variables latentes (no observables), es decir, que no es posible medirlas directamente, sino a través de otras variables observables o manifiestas. El modelo utilizado en este trabajo de aplicación, incorpora una serie de variables distribuidas en unos subgrupos, estas variables y estos subgrupos son variables manifiestas que pueden ser medidas a través de instrumentos como las preguntas de una encuesta o las observaciones directas, que se realicen del comportamiento del Grupo de investigación. Posteriormente estas variables manifiestas contribuyen a la medición de las capacidades de innovación y de las dimensiones del modelo (Ver figura 6).



*Figura 6.* Medición de variables observables. Adaptado de Henao Moná, A. (2014). Modelo para evaluar capacidades de innovación en grupos de investigación universitarios de Antioquia basado en la metodología "Genoma de la Innovación" (Doctoral dissertation)

La capacidad de innovación tecnológica del Grupo de investigación, se muestra por medio de los niveles: no explorada, bajo potencial y alto potencial, y por último adquirida como se observa en la figura 6. Esto permite interpretar, comparar y dar una aproximación importante del nivel de las capacidades de innovación tecnológica del Grupo de investigación.

## 6.2 Resultados del análisis externo e interno

A continuación, se presentan los resultados del análisis PEST realizado al entorno del Grupo STI, y el análisis interno para identificar el estado de las capacidades tecnológicas del grupo:

## 6.2.1 Análisis PEST aplicado al Grupo STI

**6.2.1.1 Político-Jurídico:** En esta sección se encuentra el marco legal y normativo colombiano que afecta las actividades del Grupo STI y su incursión en la industria del software. Es importante tener en cuenta que el gobierno, junto con sus organismos, tiene el deber de velar por un fortalecimiento de la ciencia y tecnología en el país.

### Autonomía universitaria

La autonomía universitaria como garantía constitucional de las universidades tal como fue reconocida por la Constitución de 1991, requiere un serio análisis de los factores que la ponen en situación de vulnerabilidad, algunos factores provenientes de comportamientos de las propias Instituciones de Educación Superior; otros resultado de un mal diseño institucional desde la gobernanza pública que no logra resultados concretos en defensa de la misma, ni facilita canales de intercomunicación que permitan dialogar y construir políticas públicas de largo alcance, todos consecuencia de no entender que la autonomía universitaria “*es una forma de articulación política entre la universidad y otras instituciones del Estado*”. (Ordorika, 2010, pág. 32)

A pesar del avance legislativo tanto de la Constitución Política de 1991, como de la Ley 30 de 1992<sup>6</sup>, la Ley 1740 de 2014<sup>7</sup> marcó un retroceso en la autonomía universitaria, pues genera más tensiones que soluciones en el estamento universitario del país. Sí bien, ya estaba funcionando en una reglamentación que se inclinaba hacía la autonomía; la nueva reglamentación lleva al control,

---

<sup>6</sup> Por medio de esta Ley se organiza el servicio público de la Educación Superior

<sup>7</sup> Por medio de esta Ley se regula la inspección y vigilancia de la educación superior, modificando parcialmente la ley 30 de 1992

supervisión y regulación de componentes administrativos, educativos y de proyección social de la educación superior. (Leal Afanador, 2016)

### **Sistema Nacional de Educación Terciaria**

Atendiendo lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (PND 2014-2018) “Todos por un Nuevo País” es de interés del gobierno la creación del Sistema Nacional de Educación Terciaria, el cual suscita en las universidades diferentes tipos de tensión, entre otros aspectos, porque aún no han quedado resueltos por parte del Ministerio de Educación de Colombia (MEN) asuntos de forma e incluso de fondo en cuanto a su materialización en la Educación Superior en Colombia (Morales, 2017). Por un lado, es importante considerar la articulación de la educación postsecundaria, pero no necesariamente unificarla. Las funciones misionales de las instituciones para el trabajo y el desarrollo humano, y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), son diferentes en cuanto a su objeto y proyecto de formación, con respecto a las Universidades, atendiendo las primeras, aquellas necesidades diversas en el mundo del trabajo y de las ocupaciones técnicas. La universidad está llamada a la generación de nuevo conocimiento, a la transformación de pensamiento, a la innovación con impacto social. No pueden, ni deben equipararse los diferentes niveles que, aunque coexistan, tienen diferentes razones de ser y de formar. El cuestionamiento generalizado es sólido para pensar en inversiones por la articulación y posicionamiento de cada uno de estos niveles educativos y no para generar currículos exclusivamente por competencias para el mundo laboral y ocupacional (Ubaldo, 2017).

### **Avance legislativo**

En materia de avance legislativo se cuenta con la Ley 1014 de 2006 (Congreso de Colombia, 2006), conocida con el nombre de Ley de cultura de emprendimiento, en la que se incentiva la idea del emprendimiento para las micro, medianas y grandes empresas; una Ley que habla de incentivos y financiamiento.

En el tema de Ciencia y Tecnología en los últimos años han ocurrido avances, como lo fue la Ley 1286 de 2009, (Congreso de Colombia, 2009) la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta Ley propone unos parámetros en los que se protege y se impulsa los procesos concernientes al fortalecimiento de las políticas relacionadas a los procesos de Investigación, Ciencia y Tecnología. Puede decirse que fruto de esta Ley, existen programas como INNpulsa<sup>8</sup>, que apoyan con financiamiento a los procesos emprendedores que incluyan la innovación, como eje principal de los mismos.

El avance más significativo, lo constituye la ley 1838 de 2017 (Congreso de Colombia, 2017) por la cual se dictan normas de fomento a la ciencia, tecnología e innovación mediante la creación de empresas de base tecnológica (Spin Offs). Esta ley que habilita a las universidades, tanto públicas como privadas, para crear empresas de base tecnológica (Spin Offs), con la participación activa de los investigadores que pueden recibir incentivos por la explotación de sus creaciones intelectuales.

---

<sup>8</sup> INNpulsa es la Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial del Gobierno Nacional de Colombia, creada para promover el emprendimiento, la innovación y la productividad como ejes para el desarrollo empresarial y la competitividad del País.

### **Políticas de Investigación UIS**

En el Acuerdo 047 de 2004 (Consejo Superior Universidad Industrial de Santander, 2004), mediante el cual se aprueban las políticas de investigación de la Universidad, se describe que el Consejo Superior debe formular políticas y estrategias de investigación para la institución, buscando que los resultados sean para el servicio económico y social de la comunidad. Para ello ha formulado algunas líneas de acción, entre las cuales se encuentran: el fortalecimiento de la actividad investigativa y mejorar el vínculo entre la universidad y la empresa, mediante el fortalecimiento de la legislación interna en materia de propiedad intelectual, teniendo en cuenta la participación de los estudiantes y docentes.

Para hacer realidad y afianzar el marco de desarrollo de las políticas de investigación de la universidad, en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión a finales del año 2006 se creó la Dirección de Transferencia de Conocimiento. Su objetivo es tratar todos los temas relacionados con la transferencia y entender los mecanismos que la universidad debe usar para dicho proceso.

El acuerdo mencionado anteriormente, contempla que las metas institucionales que se fijen deberán garantizar un adecuado balance entre la investigación aplicada y básica, buscando que la financiación sea en mayor proporción privada para el caso de la aplicada y estatal para el caso de la básica, aunque si los resultados de la investigación aplicada generan beneficios directos de carácter comunitario el Estado también deberá apoyarla.

Debido a que el Grupo STI realiza proyectos que buscan generar conocimiento para aplicarlos directamente a los problemas de la sociedad o el sector productivo, cabe resaltar la importancia de buscar financiación privada para el Grupo, ésta puede ser de carácter internacional, teniendo en cuenta que los resultados de sus investigaciones pueden ser ofrecidos más allá de la industria

nacional. Por lo que resulta importante el papel que desempeñe la universidad en este proceso de consecución de financiación para el Grupo.

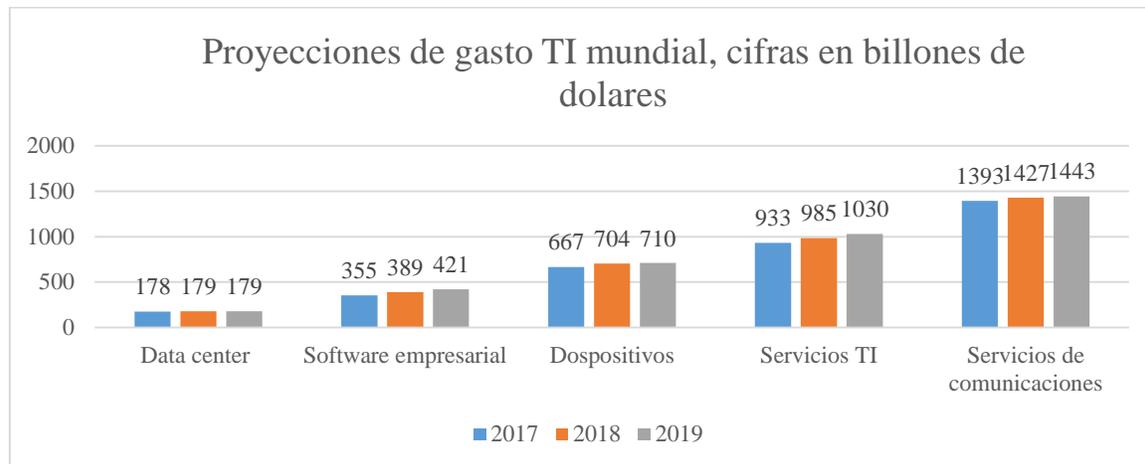
**4.2.1.2 Económico:** Esta sección presenta el análisis de la naturaleza y dirección de la economía en la que el Grupo STI participa y en la que quiere llegar a competir, teniendo en cuenta aspectos tanto nacionales como internacionales que son favorables y perjudiciales para su fortalecimiento como Grupo de Investigación, Desarrollo e innovación, como organización que presta servicios y desarrolla productos relacionados con el software.

### **Proyección Industria TI<sup>9</sup>**

Según el reporte trimestral de proyección del crecimiento del gasto mundial en TI de Gartner (Gartner, 2018), el gasto mundial en TI ascenderá a \$ 3.7 billones en 2018, aumentando el 4.5% por ciento con respecto a 2017, como se puede observar en la figura 7. La publicación también muestra la expectativa de crecimiento para el 2019, con un crecimiento del 2.7% y un gasto de \$ 3.8 billones.

---

<sup>9</sup> En varios de los informes, realizados a nivel nacional (Fedesoft), regional (CEPAL) e internacional (Gartner), donde se encuentran los datos presentados en este trabajo se utilizan los términos TI e industria del software. Para el propósito de esta parte del documento se utiliza el término TI para contemplar la representación de estas tecnologías, sin embargo, dentro de las TI también se muestra la incidencia que tiene específicamente el área del software.



*Figura 7.* Proyección de gasto TI mundial. Adaptado de Gartner (2018). Gartner Says Global IT Spending to Reach \$3.7 Trillion in 2018. Gartner.com. Recuperado de <https://www.gartner.com/newsroom/id/3845563>

El software empresarial muestra un fuerte crecimiento, con un gasto mundial que crecerá en un 9.5% en 2018, y otro aumento de 8.4% en el 2019, para un total de \$ 421 mil millones (ver Figura 7). Se espera que las organizaciones aumenten el gasto en software de aplicaciones empresariales en 2018, y que una mayor parte del presupuesto se traslade al software como servicio (SaaS). La disponibilidad de soluciones basadas en SaaS, está promoviendo nuevas adopciones y gastos, como los sistemas de gestión financiera, la gestión del talento humano y las aplicaciones analíticas.

En términos generales, el crecimiento del gasto en TI seguirá produciéndose, aunque Gartner anuncia potenciales inestabilidades para todas las formas de implementación de TI (no sólo para los servicios TI) que aparecen en la figura 7 por el impacto que tendrá el Brexit<sup>10</sup>, las fluctuaciones de las monedas y una posible recesión global.

<sup>10</sup> Brexit es una abreviatura de British exit, en español "salida británica", que se refiere a la decisión del Reino Unido en un referéndum del 23 de junio de 2016 de abandonar la Unión Europea (UE).

**Exportaciones servicios de informática**

En Colombia, las estadísticas del DANE (DANE, 2018) muestran que las exportaciones de servicios de informática del cuarto trimestre de 2017 subieron con respecto al trimestre anterior, aunque bajaron con respecto al mismo trimestre del año 2016. El nivel de exportaciones para este periodo corresponde a una caída del 2.6% aproximadamente comparado con el mismo trimestre del año 2016 (Ver Figura 8). A pesar de la caída de este valor en el último trimestre, la suma de las exportaciones es mayor del año 2017 es mayor que la del 2016. Luego de sufrir una caída desde el año 2014, esta tendencia de aumento resulta beneficiosa para las exportaciones de servicios de informática desde los años 2015 y 2016.



Figura 8. Valor exportaciones servicios de informática. Adaptado de DANE (2018). Muestra Trimestral de Comercio Exterior de Servicios -MTCES-. Dane.gov.co. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/muestra-trimestral-de-comercio-exterior-de-servicios>

Estados Unidos concentra el destino principal de estos servicios con un 37% del total exportado en el año 2017. Los otros países a donde se exportan los servicios en mayor porcentaje son: Ecuador con un 16%, España con un 13%, México con un 9% y Perú junto a Chile con un 6% (ver Figura 9).

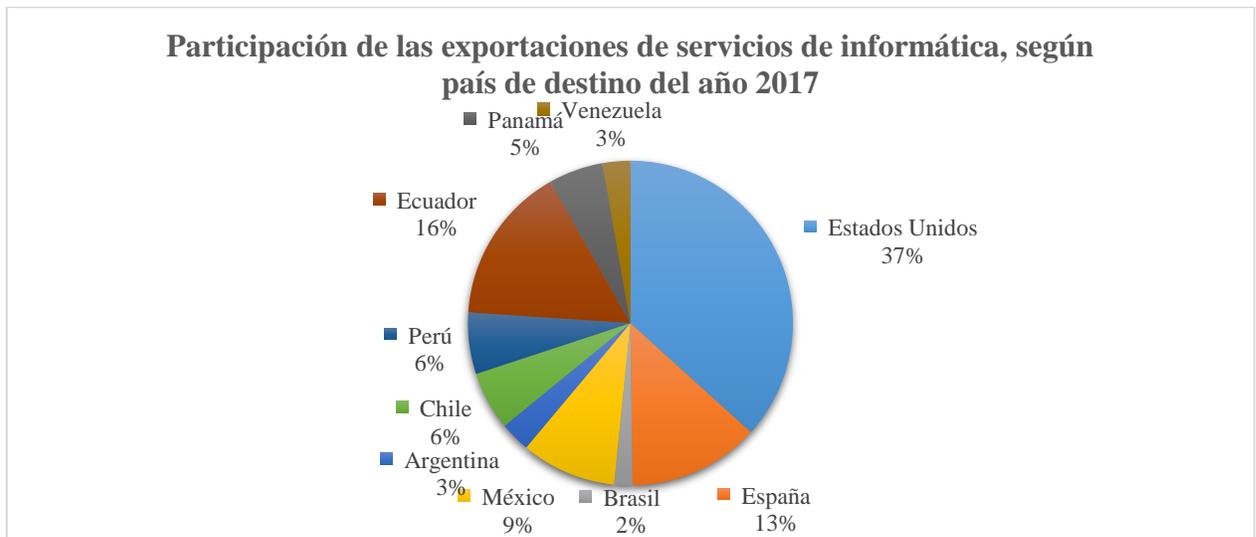


Figura 9. Participación exportaciones servicios de informática. Adaptado de DANE (2018). Muestra Trimestral de Comercio Exterior de Servicios -MTCES-. Dane.gov.co. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/muestra-trimestral-de-comercio-exterior-de-servicios>

La industria de TI es una de las más grandes en el mundo, en la que se incluyen los sistemas de información empresarial. Esto es considerado una oportunidad ya que el Grupo STI realiza desarrollos de este tipo de sistemas, y el crecimiento de este mercado, implica más campo de acción para el Grupo

**Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI)**

Publicaciones realizadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) (Departamento Nacional de Planeación, 2015) y Colciencias (Colciencias, 2016) muestran la importancia de establecer políticas que contemplen a la Ciencia Tecnología e Innovación, como la base fundamental para el incremento de la productividad y el desarrollo de la Nación. Es por esto que con el PND 2014-2018, se ha pretendido duplicar la inversión en ACTI como porcentaje del PIB del 0,5% al 1%, sin embargo, en el caso de los países desarrollados en los que el umbral está por encima del 2% con metas más ambiciosas. Por ejemplo, la Unión Europea (UE) prevé alcanzar, a 2020, una inversión del 3% del producto interior bruto (PIB) en investigación e innovación entre los sectores público y privado, con el programa Horizonte 2020 (Unión Europea, 2014); siendo este el programa de investigación e innovación más ambicioso puesto en marcha por la UE.

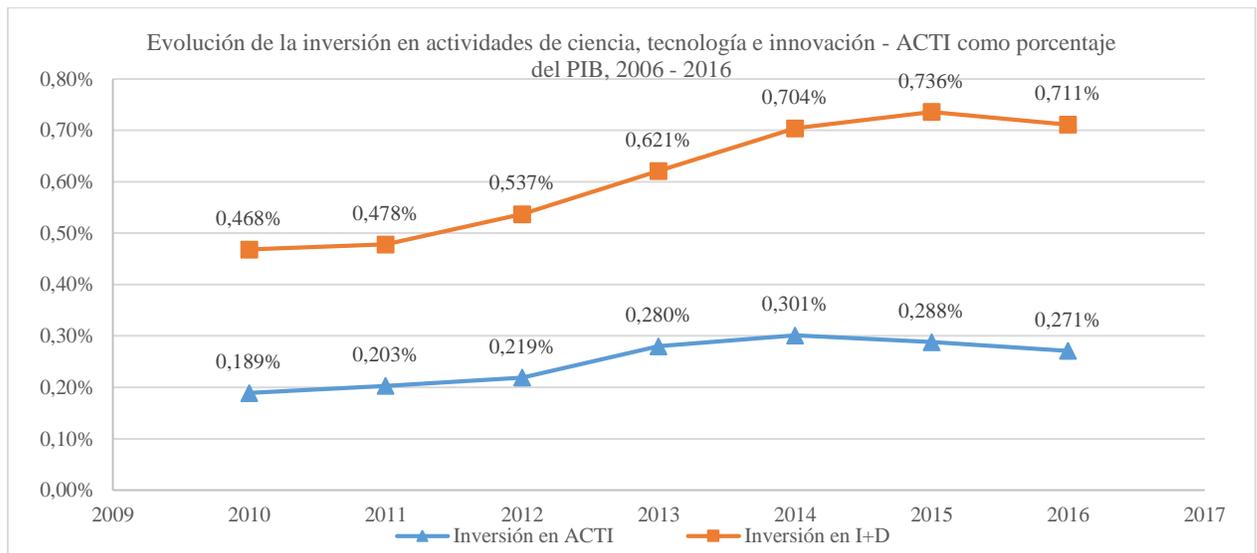


Figura 10. Evolución en ACTI como porcentaje del PIB. Adaptado de Ocyt, O. (2016). Informe anual de indicadores de Ciencia y Tecnología

Pese a las pretensiones del gobierno Nacional, la inversión total en ACTI en Colombia está aún lejos de los niveles recomendados y aceptados en el ámbito internacional. En 2016 la inversión total fue de 0.71% (ver Figura 10), participando en la financiación por parte del gobierno el 45,36% de ese porcentaje. América Latina y el Caribe invierten el 0,8% contra una media mundial del 2,2% del PIB. (Duque Escobar, sf)

Se debe hacer énfasis que en Colombia la falta de apoyo al fortalecimiento de la ciencia y tecnología para el beneficio de la sociedad, no ha generado compromiso en cuanto a la inversión necesaria para realizar este tipo de actividades por parte de los sectores público y privado, como responsables y generadores de una economía sostenible a largo plazo.

Tabla 9.

*Procedencia de recursos para ciencia, tecnología e innovación*

Tipo de recurso	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Públicos</b>	56,50%	63,02%	66,58%	54,40%	50,46%	47,43%	43,36%
<b>Privados</b>	40,45%	35,35%	31,76%	43,92%	48,23%	51,19%	53,22%
<b>Internacionales</b>	3,05%	1,63%	1,66%	1,68%	1,31%	1,38%	1,42%
<b>Total (millones de pesos de 2015)</b>	3.060.257	3.427.797	4.024.140	4.882.063	5.691.916	5.883.403	5.800.198

*Nota.* Ocyt, O. (2016). Informe anual de indicadores de Ciencia y Tecnología

La principal fuente de financiación para desarrollar proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación es Colciencias. Colciencias hace parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), y se encarga de administrar las bolsas de recursos utilizadas para gestionar proyectos con componentes de innovación en el país.

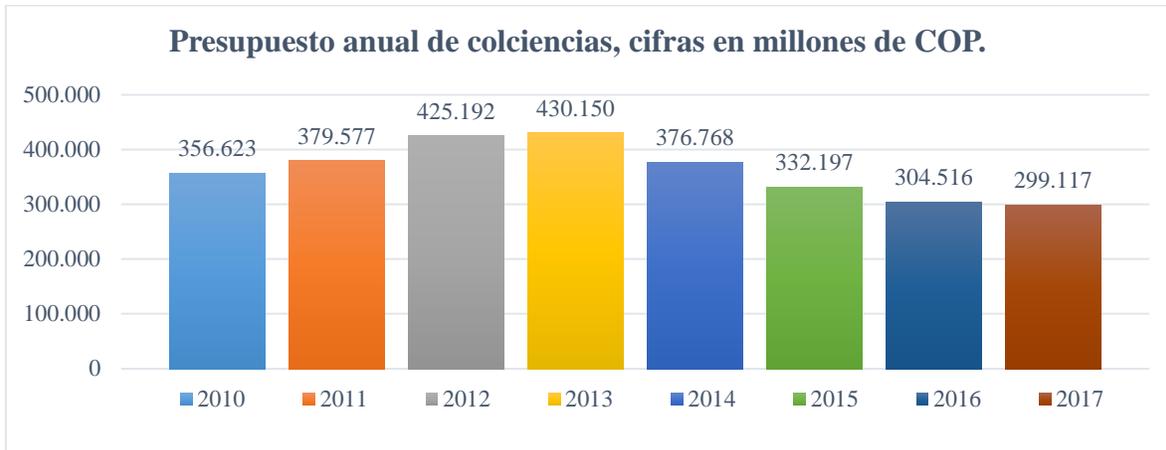


Figura 11. Presupuesto anual de Colciencias. Adaptado de Colciencias (2017). Presupuesto anual de Colciencias. <http://www.colciencias.gov.co>. Recuperado de [http://www.colciencias.gov.co/colciencias/informacion\\_financiera\\_contable/ejecucion](http://www.colciencias.gov.co/colciencias/informacion_financiera_contable/ejecucion)

Como se observa en la Figura 11, el presupuesto de Colciencias presenta un comportamiento discontinuo, y se evidencia una asignación de recursos insuficiente. El hecho de mantener atados los recursos de Ciencia, Tecnología e Innovación al ciclo fiscal del presupuesto público, hace que su asignación no sea constante y no se puedan generar iniciativas en un largo plazo.

Todo lo anterior permite concluir que el apoyo e incentivos económicos para las actividades de ciencia y tecnología en el país, no muestra un panorama favorable para los intereses del Grupo STI, dado que la principal fuente de financiación pública que es Colciencias, ha venido reduciendo su presupuesto considerablemente, y además no se ha logrado despertar el interés del sector privado para financiar productos derivados de investigaciones en las universidades.

**6.2.1.3 Social:** El análisis del aspecto social, hace referencia a las actitudes y los valores culturales de la sociedad a la que pertenece el Grupo de investigación, estos factores constituyen los pilares que impulsan las condiciones y cambios económicos, político-jurídicos y tecnológicos

que permitirán crear escenarios favorables o desfavorables para aprovechar los resultados conseguidos por el Grupo STI.

**Acceso a la educación superior**

El acceso a la educación superior ha venido aumentando a un buen ritmo, especialmente en la última década. (Melo-Becerra, Ramos-Forero, & Hernández-Santamaría, 2017, págs. 59-111) La tasa de cobertura bruta pasó del 24,0% en el año 2000 al 49,0% al final del año 2015. En este periodo, las matrículas a nivel de pregrado aumentaron de 487.448 estudiantes en 1990 a 873.079 en el año 2000 y a 2.142.443 en el 2014. Los cupos para la educación técnica y tecnológica ascendieron de 152.324 en el 2000 a 713.500 en el 2015. Lo anterior refleja la estrategia política de la educación superior en la última década, la cual ha dado prioridad a este tipo de formación. La tasa de cobertura en la educación técnica y tecnológica aumentó del 4,0% en el 2000 al 16,3% en el 2015, y para el nivel profesional aumentó del 18,7% en el primer año al 32,7% en el último (Ver tabla 10)<sup>11</sup>.

Tabla 10.

*Cobertura escolar educación superior, América Latina y el Caribe*

País	Tasa de cobertura			
	2009	2010	2011	2014
<b>Promedio América Latina y el Caribe</b>	39,6	41,2	42,3	37,7
<b>Argentina</b>	71,0	75,0	.	80,0
<b>Chile</b>	59,0	66,0	71,0	87,0

<sup>11</sup> La fuente con la que se construye esta tabla es la más reciente encontrada y a la que se tenía acceso por parte del autor. Se buscó realizar la comparación de datos para años consecutivos, pero no se encontró información del año 2012 al 2013 de la tasa de cobertura entre países de la región y a nivel mundial. El dato de Argentina para el año 2011 no se encontró especificado.

Tabla 10. *Continuación*

País	Tasa de cobertura			
	2009	2010	2011	2014
<b>Promedio América Latina y el Caribe</b>	39,6	41,2	42,3	37,7
<b>Argentina</b>	71,0	75,0	.	80,0
<b>Chile</b>	59,0	66,0	71,0	87,0
<b>Colombia</b>	35,3	37,1	40,3	47,0
<b>Cuba</b>	115,0	95,0	80,0	41,0
<b>México</b>	26,0	27,0	28,0	30,0

*Nota.* Melo-Becerra, L. A., Ramos-Forero, J. E., & Hernández-Santamaría, P. O. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (78), 59-111.

En el transcurso de la última década, la cobertura en la educación superior, registra un avance notable, especialmente por la relevancia otorgada y los esfuerzos llevados a cabo en la educación técnica y tecnológica. A pesar de lo anterior, desde el ámbito internacional, la tasa de cobertura de Colombia es relativamente baja cuando se compara con países desarrollados como Corea, Finlandia, Estados Unidos, España, Australia, Dinamarca y con un grupo de países latinoamericanos como Argentina y Chile, cuyas tasas de cobertura superan el 50% (Melo-Becerra, Ramos-Forero, & Hernández-Santamaría, 2017)

### **Actitudes hacia el Mejoramiento de la Calidad de las Investigaciones**

Teniendo en cuenta que la calidad de las investigaciones tiene relación con la calidad profesional de los investigadores, la promoción de estudios de maestría y doctorado se hace necesaria; sin embargo, la barrera de los costos que se deben incurrir no es fácil de superar. Por eso Colciencias a través del programa de formación de alto nivel, busca la formación de investigadores en las mejores universidades del mundo para realizar estudios de maestría y

doctorado con apoyo de aliados como Fullbright Colombia, Fondo Newton, Colfuturo y Entidades Territoriales (Colciencias, 2016).

Desde los inicios del programa, entre los años 1992 y 2002, se otorgaron 1.119 créditos educativos, con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo; luego se apoyaron un total de 1452 investigadores entre los años 2003 y 2008 con recursos del banco mundial. Entre los años 2009 y 2015 se han apoyado el mayor número de investigadores con estos créditos educativos (7.110 beneficiarios) con aportes del Sistema General de Regalías y del Presupuesto general de la Nación. Los costos que genera esta formación son altos, y teniendo en cuenta situaciones como el no retorno de algunos y el propósito de fortalecer la comunidad científica nacional, Colciencias ha creado programas para promover el retorno de investigadores al país, que tengan formación doctoral en universidades extranjeras y que residan en el exterior o hayan regresado al país en los últimos años, siendo uno de ellos “Es tiempo de volver” (Colciencias, 2014), con el que se buscó la Incorporación de los beneficiarios a centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y empresas vía estancias posdoctorales.

**6.2.1.4 Tecnológico:** Ante la velocidad de los cambios de las tecnologías de la Información, se hace necesario para el Grupo STI detectar tecnologías existentes en las que puedan contribuir, así como detectar tecnologías emergentes que le permitan obtener una ventaja competitiva. Primero se presentan las tendencias tecnológicas que tendrán un alto impacto en las organizaciones en el 2018 según Gartner, y luego en el ámbito específico de la ingeniería del software, se muestran las tendencias, basándose en un trabajo realizado por expertos para el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Argentina.

En el estudio de las principales tendencias tecnológicas para el 2018 de Gartner (Gartner, 2017), se encuentran que varias de estas tienen incidencia con las líneas de investigación del Grupo STI, las cuales se describen a continuación:

### **Internet of Things (IoT)**

En el sentido más amplio, el término IoT abarca todo lo relacionado con Internet, pero cada vez se usa más para definir objetos que se "comunican" entre sí. "Simplemente, el Internet de las cosas está compuesto por dispositivos, desde sencillos sensores hasta teléfonos inteligentes y dispositivos portátiles, conectados entre sí. Al combinar estos dispositivos conectados con sistemas automatizados, es posible "recopilar información, analizarla y crear una acción" para ayudar a alguien con una tarea en particular o aprender de un proceso. Esta tecnología puede ser usada en diversos ámbitos como desde buscar controlar los dispositivos electrónicos de los hogares, hasta monitorear la salud de las personas o incluso automatizar tareas de procesamientos de datos alojados en servidores que soportan la operación de sistemas de información una o distintas empresas de un sector, lo cual resulta una oportunidad de investigación para el grupo STI.

### **Big Data**

Big Data es un término que describe cualquier cantidad voluminosa de datos estructurados, semiestructurados y no estructurados que tienen el potencial de ser extraídos para obtener información. A menudo se caracterizan por las 3V<sup>12</sup>: el volumen extremo de datos, la gran variedad de tipos de datos y la velocidad a la que deben procesarse los datos. Estos voluminosos datos

---

<sup>12</sup> Empresas como Oracle incluyen en la definición una cuarta "V" que indica el valor intrínseco. Existe una gama de técnicas cuantitativas y de investigación para obtener el valor de los datos, desde descubrir una preferencia o sentimiento del consumidor hasta hacer una oferta relevante por ubicación.

pueden provenir de innumerables fuentes diferentes, como los registros de ventas comerciales, los resultados recopilados de experimentos científicos o los sensores en tiempo real utilizados en internet de las cosas. Los datos pueden estar sin procesar o reprocesados usando herramientas de software separadas antes de que se apliquen los análisis. Por ejemplo, un proyecto de análisis de datos grandes puede intentar medir el éxito de un producto y las ventas futuras al correlacionar datos de ventas anteriores, datos de devolución y datos de revisión de compradores en línea para ese producto. Este ejemplo, muestra que la línea de investigación del Grupo STI que consiste en administrar la información e incluso la gestión del conocimiento, tiene aplicabilidad por medio de esta tecnología.

### **Edge Computing**

El Grupo STI ha venido realizando investigaciones en Computación en la nube, la cual hasta antes de la aparición de la IoT no presentaba problemas relacionados con el ancho de banda. En la actualidad, la aparición de esta nueva tecnología, junto con el Big Data, han generad una explosión de datos en los límites de la red, lo cual será cubierto por la informática perimetral, la cual permite que los datos producidos por los dispositivos de IoT se procesen más cerca de donde se crean en lugar de enviarlos a través de rutas largas a centros de datos o nubes. Al hacer que esta informática esté más cerca del borde de la red, las organizaciones pueden analizar datos importantes casi en tiempo real, una necesidad de organizaciones en muchos sectores, como la fabricación, la atención médica, las telecomunicaciones y las finanzas. Normalmente se le menciona en casos de uso de IoT, donde los dispositivos de borde recopilan datos, en ocasiones cantidades masivas, y los envían a un centro de datos o a una nube para su procesamiento. Esto permite la apertura de un nuevo campo de investigación para el Grupo STI, para continuar con el estudio de tecnologías que

permitan un comportamiento escalable al momento de utilizar el internet como medio de almacenamiento y transferencia de datos.

### **Machine Learning (ML)**

El aprendizaje automático es la ciencia de hacer que las computadoras aprendan y actúen como lo hacen los humanos, y mejoren su aprendizaje a lo largo del tiempo de forma autónoma, al alimentarlos con datos e información en forma de observaciones e interacciones del mundo real.

Las posibilidades y opciones de servicios que abre este mundo de objetos conectados o IoT son muchas, sobre todo, si a esta conectividad se unen otras funcionalidades como la inclusión de sensores, la capacidad de computación, técnicas de análisis de datos o incluso técnicas de aprendizaje, también denominadas Machine Learning.

### **Digital Twins**

El concepto Digital Twin representa la convergencia del mundo físico y el mundo virtual donde cada producto industrial obtendrá una representación digital dinámica. A lo largo del ciclo de vida del desarrollo del producto, desde la fase de diseño hasta la fase de implementación, las organizaciones pueden tener una impresión digital completa de sus productos. Todo esto tendrá un mayor impacto en la entrega de una mejor experiencia del cliente en los negocios también. Digital Twins que incorpora Big Data, Inteligencia Artificial (AI), Aprendizaje Automático (ML) e Internet de las Cosas son clave en la nueva industria y se usan predominantemente en el espacio comercial de la ingeniería y fabricación.

### **Continuous Adaptive Risk and Trust**

Los expertos en seguridad deben aplicar un nuevo enfoque: el riesgo adaptativo continuo y la evaluación de la confianza (CARTA<sup>13</sup>). Esto para seguir siendo competitivo con las oportunidades comerciales emergentes. Para el interés de la línea de investigación en auditoría y control en sistemas y tecnologías de Información del grupo STI es importante el estudio de ese tipo de tecnologías, donde la clave es aplicar la filosofía en todo el negocio, desde el desarrollo e implantación a socios externos. Surge de la necesidad que tiene la seguridad de ser adaptativa en todas partes, para aprovechar la oportunidad y gestionar los riesgos, que viene con este nuevo mundo digital, ofreciendo seguridad que se mueve a la velocidad de los negocios digitales.

En cuanto al tema de la ingeniería del software, el libro blanco de la prospectiva TIC elaborado en Argentina (Baum, Artopoulos, Aguerre, Albornoz, & Robert, 2009), prevé grandes cambios en los siguientes temas:

### **Automatización de la Ingeniería de Software**

Combinaciones novedosas de técnicas de análisis de código, model checking, demostración de teoremas, data mining, y síntesis están siendo utilizadas cada vez más para potenciar las relativamente simples técnicas utilizadas hoy por la industria. El impacto de algunas de estas técnicas ya puede verse en temas de diseño y programación como refactorización automática y detección de clones. El potencial que tienen estas técnicas en la automatización de actividades de ingeniería del software tendrá un fuerte impacto en lidiar con la creciente complejidad de la disciplina.

---

<sup>13</sup> Es un enfoque para la evaluación continua y de confianza adaptativo, y su nombre se debe a al inglés: Continuous adaptive risk and trust assessment.

### **Desarrollo basado en modelos**

Cómo usar modelos de mayor nivel de abstracción para poder generar de manera automática o semiautomática distintas aplicaciones, además de lograr un análisis más oportuno sobre propiedades de lo que se está construyendo y facilitar las tareas de verificación. A lo largo de la historia de la ingeniería de software se fueron logrando avances en estos puntos, pero en muchos casos los nuevos paradigmas que fueron apareciendo (de división de un sistema en módulos, de centralización o descentralización) causaron retrocesos importantes que provocaron que los avances en productividad, a partir de la automatización, nunca se logaran.

### **Desarrollo distribuido y métodos ágiles**

Se deberá invertir en especializar procesos de desarrollo que exploten estos beneficios que no pueden ser provistos por zonas más alejadas. También esto tendrá impacto sobre las herramientas que dan soporte a esa interacción más fluida. Este tipo de metodologías seguirán teniendo un alto impacto en los procesos de desarrollo ya que por sus características se adaptan más fácilmente a los entornos dinámicos que se describen en muchos de los puntos anteriores.

**6.2.2 Diagnóstico interno Grupo STI.** A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico de las capacidades tecnológicas del Grupo STI, luego de realizar entrevistas con la dirección del Grupo y la observación directa de los resultados de actividades de investigación, desarrollo e innovación (ver Figura 12). En esta sección se relacionan algunos elementos de la herramienta de diagnóstico, se realizan observaciones generales y también particulares para cada una de las capacidades.

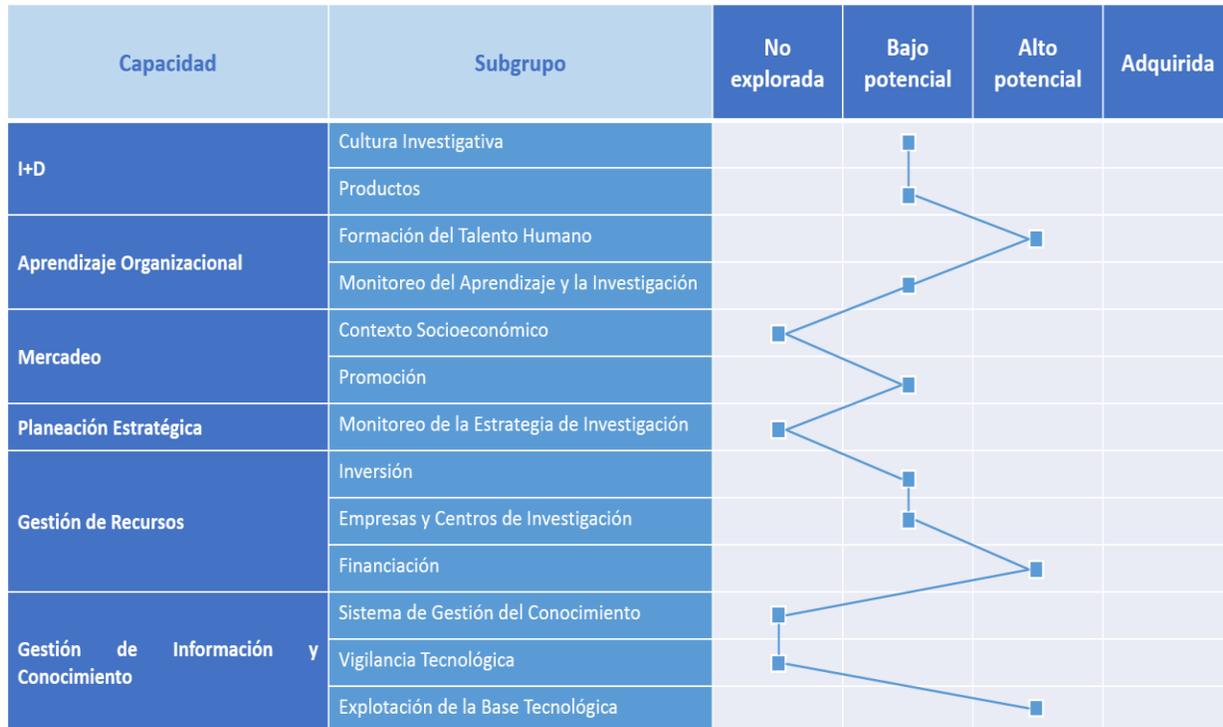


Figura 12. Diagnóstico capacidades tecnológicas Grupo STI

**6.2.2.1 Capacidad I+D:** El Grupo STI cuenta con herramientas que provee la universidad para realizar actividades para la I+D, pero no se tiene la apropiación de métodos que permitan explotar los resultados de estas actividades para la creación o mejora de tecnologías existentes. A nivel nacional en temas de investigación, se tiene relación con grupos de investigación de ingeniería de sistemas de la universidad del Magdalena y la universidad del Cauca; integrantes del Grupo han sido beneficiados por el programa de jóvenes investigadores de Colciencias, con una buena cantidad de beneficiarios en los últimos años, obtenido con esto un vínculo con este Departamento Administrativo. Se ha participado en la planeación y ejecución de proyectos de extensión con una entidad estatal, manteniendo una relación contractual en los últimos años. Dentro de la universidad se tiene relación con grupos de investigación de la escuela de ingeniería industrial y diseño

industrial. Además, se cuenta con vínculos con un centro de investigación y redes de investigación, tanto a nivel nacional como internacional.

Tabla 11.

*Medición Capacidad I+D*

<b>Información del Grupo STI</b>	<b>Variable relacionada</b>
Se cuenta con las herramientas ofrecidas por la universidad, como lo son el acceso a recursos electrónicos, y físicos para la investigación.	Herramientas para I+D
No se cuenta con apropiación de métodos de I + D	Apropiación de Métodos de I+D en el grupo
El Grupo pertenece a las redes: Red CYTED-IBERINCU: Red Iberoamericana para la Cooperación y Fortalecimiento de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica, Red Latinoamericana de Buenas prácticas de vinculación Universidad - Empresa, Red PILA - Gestión de la propiedad intelectual entre las IES de América Latina y la Red SUMA - Hacia una Gestión Financiera Sostenible de las Universidades en América Latina	Relacionamiento con otras instituciones internacionales
El Grupo tiene relación con Colciencias, las universidades de del Cauca y del Magdalena, y con el Ministerio de Justicia y del Derecho	Relacionamiento con otras instituciones nacionales
El Grupo STI tiene relación con el Grupo de Investigación de Filosofía y Enseñanza de la Filosofía (FiloEn), el Grupo de Investigación en Robótica de Servicio y Diseño Industrial (GIROD) y con el Centro para la Gestión y la Innovación Tecnológica (INNOTEC)	Relacionamiento con otros grupos o dependencias de la IE

Tabla 11. *Continuación*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
Se han generado un total de 42 de artículos indexados, 6 libros completos y 6 registros de software	Productos de generación de nuevo conocimiento
Sistema de información para control de procesos en el consultorio jurídico, Sistema de información para la gestión de recursos deportivos, Sistema de información para la administración contractual de dependencias universitarias, Sistema para la acreditación de laboratorios universitarios y sistema para la gestión de proyectos software.	Productos Resultados de Actividades de Desarrollo Tecnológico e Innovación
Se realiza comunicación del conocimiento en medios de prensa escrita universitaria y regional.	Productos de Apropiación Social y Circulación del Conocimiento
Proyectos de investigación para formación de estudiantes de maestría y jóvenes investigadores.	Productos de Formación de Recursos Humanos

Los productos de nuevo conocimiento que se generan, comprenden artículos de investigación en revistas indexadas de categoría A, B y C, además de capítulos de libros. Las actividades de desarrollo tecnológico, han permitido la generación de productos empresariales para el ámbito jurídico, deportivo, contractual, asistencia a laboratorios universitarios, consultoría tecnológica y gestión de proyectos software; lo cual no contempla productos certificados o validados, consultorías científicas e informes técnicos. El conocimiento generado con estos productos, se ha venido divulgando en medios de comunicación institucionales a nivel universitario y en medios de prensa escrita regional y nacional.

Como consecuencia de los beneficios económicos de los proyectos en los que participa el Grupo, se ha conseguido apoyar a estudiantes para formarse con estudios de maestrías y pregrado con proyectos de investigación relacionados con las líneas de investigación que tiene el Grupo.

**6.2.2.2 Capacidad de Aprendizaje Organizacional:** El nivel de formación del talento humano se evidencia por la conformación de un grupo de profesionales, especialistas, magísteres y doctores, como se observa en la tabla 12. En la mayoría de los casos, el ingreso al Grupo STI se hace desde los estudios de pregrado y posgrado. Siendo estudiante se participa en labores administrativas y de investigación por medio de auxiliaturas para apoyar los proyectos de extensión y de I+D. Es casi nula la participación de los integrantes del Grupo en actividades y proyectos de innovación. El nivel en una segunda lengua para lectura, escritura y dialogo es regular.

Tabla 12.

*Medición Capacidad de Aprendizaje Organizacional*

<b>Información del Grupo STI</b>	<b>Variable relacionada</b>
Cantidad de Doctores: 2	Cantidad de Doctores
Cantidad de Magister: 3	Cantidad de Magister
Cantidad de Especialistas: 1	Cantidad de Especialistas
Cantidad de Profesionales: 7	Cantidad de Profesionales
Integrantes dedicados a I +D: 6	Cantidad de Integrantes dedicados a actividades de I+D
Auxiliares de investigación: 6	Cantidad de auxiliares de investigación Actuales

Tabla 12. *Continuación*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
Se cuenta con un nivel medio de capacitación de las tecnologías	Nivel de capacitación tecnológica y nuevas tecnologías
El Grupo no tiene plan de aprendizaje definido.	Plan de aprendizaje para aspectos relacionados con I+D+i
Se realiza el seguimiento a los proyectos, pero no se cuenta con un proceso definido para tal fin.	Seguimiento a los proyectos
Se realiza realimentación de las lecciones aprendidas, pero no se documenta este tipo de actividades.	Documentación de las lecciones aprendidas durante los proyectos
Se tuvo presencia en el proyecto de extensión en el proyecto del Sistema de Información de la Conciliación, el Arbitraje y la Amigable Composición – SICAAC del Ministerio de Justicia y del Derecho.	Presencia en procesos de extensión en el último semestre

El monitoreo del aprendizaje y la innovación presenta un bajo potencial a pesar de que en el Grupo se realizan capacitaciones en tecnologías de punta, que se utilizan en el desarrollo de los proyectos, tanto en investigación como extensión, en estos últimos para una organización estatal. No existe un plan que permita el aprendizaje en lo relacionado con I+D+i, la documentación de las lecciones aprendidas en los proyectos no se realiza, al igual que no se lleva a cabo el seguimiento de estos.

**6.2.2.3 Capacidad de Mercadeo.** El Grupo STI no realiza análisis alguno del contexto socioeconómico donde participa como actor, por lo que no se han realizado estudios de tendencias de mercado para realizar proyectos, no se hacen esfuerzos para usar el conocimiento de normas

internacionales y ajustar las políticas de investigación, no se aprovechan las tendencias de consumo y no se realiza análisis alguno de los competidores en investigación. En la siguiente tabla se presenta la relación de lo encontrado en la observación dentro del grupo con la variable asociada del modelo CIGI:

Tabla 13.

*Medición Capacidad de Mercadeo*

<b>Información del Grupo STI</b>	<b>Variable relacionada</b>
El Grupo no realiza estudios de tendencias	Estudios realizados sobre tendencias de mercado
No se hace uso de la información sobre acuerdos internacionales para definir la estrategia del Grupo	Utilización de información de acuerdos internacionales para el ajuste de las políticas de investigación
El Grupo realiza planificación de productos o servicios, pero no se tienen presente las tendencias de consumo	Planificación de productos o servicios teniendo en cuenta las tendencias de consumo
El Grupo no realiza análisis de competidores en su sector de investigación	Análisis de competidores actuales y potenciales en investigación
El Grupo realiza acercamientos con clientes que solicita el servicio generalmente por recomendación, y con estos realiza el desarrollo de los productos y servicios	Relacionamiento con clientes para el desarrollo del producto o servicio
El último año se realizaron conferencias realizadas con SICAAC y ponencias en Valencia, España y Cúcuta de trabajos de investigación.	Participación en ponencias y conferencias
Se cuenta con dos productos en el mercado, los cuales son SICAAC y el sistema de información para apoyo al consultorio jurídico de la UIS.	Presencia de productos o servicios posicionados en el mercado

La promoción de los resultados obtenidos de las actividades de investigación desarrolladas, se ha venido llevando a cabo desde la participación en eventos académicos nacionales e internacionales. Además, se ha involucrado a los clientes en el desarrollo de productos y servicios. A pesar de lo anterior, no se ha logrado impactar con rapidez el mercado con nuevos productos o servicios en el año anterior, y se tiene sólo un producto desarrollado en el grupo con presencia en el mercado.

**6.2.2.4 Capacidad de Planeación Estratégica Orientada a la Innovación:** La estrategia de investigación que sigue el Grupo no contempla procesos de innovación, lo mismo ocurre cuando se intenta buscar la presencia de estos procesos en la cultura organizacional. El riesgo y la tolerancia al fracaso no son medidos, y por tanto no se puede apreciar el nivel de aceptación de estos factores. En cuanto a la aplicación de los métodos de planeación como la matriz DOFA o planes de acción no se encontró evidencia de que estos métodos sean aplicados bajo un proceso formal, para ser tenidos en cuenta al momento de trazar directrices en el Grupo.

La evaluación y selección de tecnologías se realiza de forma espontánea sin seguir un proceso sistemático y mucho menos se hace uso de herramientas que permitan realizar un monitoreo y seguimiento de las actividades de I+D. En la tabla 14 se presenta la observación de las variables de esta capacidad:

Tabla 14.

*Medición Capacidad de Planeación Estratégica Orientada a la Innovación*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
La estrategia del Grupo no comprende la aplicación sistemática de procesos de innovación.	Presencia de la innovación en la estrategia de investigación
No se hace valoración del riesgo	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso
No se encontró evidencia formal de la matriz DOFA	Periodicidad del mejoramiento y revisión de la matriz DOFA o plan de acción
La evaluación y selección de tecnologías y proyectos, no se realiza a través de un proceso sistemático.	Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos
No se realiza el monitorio de con un proceso definido para la I+D	Herramientas para el monitoreo de la I+D

**6.2.2.5 Capacidad de Gestión de Recursos:** La inversión del Grupo STI en capacitación de nuevas tecnologías se realiza para potenciar los beneficios de las que ya se encuentran adoptadas, pero no se asignan recursos en tecnologías que no han sido utilizadas, aun cuando se conoce que son robustas y ampliamente utilizadas en ambientes académicos y laborales. De igual manera sucede con la inversión en I+D, se encuentra focalizada en actualizar las plataformas tecnológicas existentes, pero no se asignan recursos para diversificarlas, además se debe tener en cuenta que la inversión se realiza anualmente.

Los productos de investigación y aplicación en el sector empresarial que desarrolla el Grupo son planeados y ejecutados por la mayoría de sus integrantes, a estos se les estimula con auxilias, becas, apoyo económico en la participación de eventos académicos y con vinculación contractual por medio de la asignación de actividades específicas de acuerdo al perfil requerido. A pesar de estos mecanismos para incentivar, no se cuenta con un esquema ordenado y

estructurado que permita potenciar el desarrollo de mejoras o la creación de nuevos productos de investigación y aplicación. Para los temas de innovación, el Grupo no contempla un esquema que permita incentivar y reconocer a los integrantes que logren desarrollar una idea novedosa partiendo de la investigación y llevarla al mercado con el propósito de capturar valor. Lo anterior se observa con la relación de las variables en la tabla 15.

Tabla 15.

*Medición Capacidad de Gestión de Recursos*

<b>Información del Grupo STI</b>	<b>Variable relacionada</b>
Se realiza inversión para potenciar las tecnologías existentes de forma anual.	Inversión en I+D
Se realiza capacitación sobre los avances en las tecnologías utilizadas.	Inversión en capacitación en nuevas tecnologías
No se cuenta con un esquema de incentivos	Esquemas de incentivos y reconocimiento a la innovación
Desde la dirección del Grupo, hasta las actividades desarrolladas por sus demás integrantes, se tiene la concepción de la empresa como cliente de la investigación.	Orientación a la empresa como cliente de la investigación
	Conocimiento de las necesidades de investigación de las empresas
Se cuenta con convenios desde la universidad, para las tecnologías que utiliza el Grupo.	Convenios con los proveedores de tecnología
Para proyectos de I+D, se tiene acceso a recursos internos de la Universidad y de Colciencias.	Acceso a fuentes de recursos para proyectos de I+D

Tabla 15. *Continuación*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
Semestralmente se presentan propuestas para convocatorias externas.	Frecuencia de presentación de proyectos en convocatorias externas
La libertad financiera comprende recursos propios.	libertad financiera para la financiación de proyectos y la ejecución del presupuesto
Los recursos obtenidos son destinados un parte a la universidad y otra al Grupo para apalancar nuevos proyectos, ayudar en la formación de estudiantes de pregrado y posgrado, y para su infraestructura.	Los recursos obtenidos por proyectos, patentes, publicaciones o servicios tienen una destinación fija
La contratación para proyectos de investigación, se realiza a sólo integrantes del Grupo.	Realiza subcontrataciones en proyectos de investigación

Desde la dirección del Grupo STI, se tiene clara la orientación hacia la empresa como cliente de investigación y desarrollo, esto se evidencia sobre todo en los contratos celebrados en los últimos años con una organización estatal, donde se han realizado investigaciones y se ha venido desarrollando un complejo sistema de información que se utiliza a nivel nacional por entidades que apoyan el acceso a la justicia y a la descongestión de la justicia ordinaria. Sin embargo, es limitado el número de organizaciones empresariales con las que se tiene relaciones estables y no se tiene conocimiento de las necesidades de investigación de otras empresas. No se cuenta con convenios con los proveedores de tecnologías, ni con centros de desarrollo tecnológico. Se tiene acceso a fuentes de recursos internos y de Colciencias para proyectos de I+D, y la frecuencia de presentación de proyectos a convocatorias externas es semestral.

En cuanto a la financiación, los recursos obtenidos por los proyectos y servicios realizados por el Grupo tienen una destinación fija hacia la Universidad y hacia el mismo Grupo. Además, se

cuenta con alguna autonomía para administrar recursos propios y desde la Universidad, se obtienen recursos que en su mayor parte se debe concursar para acceder a ellos, para el apoyo financiero con becas o mejoramiento de la infraestructura. Por otra parte, el grupo subcontrata a estudiantes de posgrado para realizar labores de investigación, donde estos prestan sus servicios en función de su experiencia para el desarrollo de los proyectos.

**6.2.2.6 Capacidad de Gestión de Información y Conocimiento:** El Grupo no cuenta con procesos involucrados dentro de un sistema de gestión del conocimiento, sin embargo cuenta con herramientas tecnológicas que permiten la documentación en medios físicos y digitales de mejores prácticas, y lecciones aprendidas, pero no se tienen definidos los controles y las políticas para su uso adecuado y posterior adopción dentro de la cultura organizacional; se han realizado esfuerzos para que el conocimiento (especialmente el explícito) quede consignado en alguna de las herramientas, lo cual es apenas un punto de partida para el propósito de establecer un sistema de gestión del conocimiento. El nivel de protección de la información es bajo, a pesar de que se cuenta con equipos que pueden brindar disponibilidad, integridad, confidencialidad y autenticación que pueden mitigar el riesgo de que sea mal utilizada, borrada, divulgada o robada. En la tabla 16 se observa el detalle de las variables que aplican a esta capacidad:

Tabla 16.

*Medición Capacidad de Gestión de Información y Conocimiento*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
No se cuenta con un proceso definido para la protección de la información. La información que se protege, se realiza por iniciativa propia del integrante que lo considere necesario.	Protección de la información
No se sistematiza las mejores prácticas y lecciones aprendidas	Sistematiza las mejores prácticas y lecciones aprendidas
Se cuenta con herramientas para la codificación del conocimiento, pero se usan de forma esporádica.	El conocimiento del personal queda consignado en algún sistema
Los integrantes del Grupo no tienen apropiados los beneficios de un sistema de gestión del conocimiento y por ende sólo existen herramientas poco usadas.	Posee un sistema de gestión del conocimiento
El Grupo no realiza vigilancia tecnológica	Procesos internos de Vigilancia Tecnológica
	Cada cuánto se realiza el proceso de Vigilancia Tecnológica
	Personas asignadas al proceso de Vigilancia Tecnológica
Se cuenta con un sitio Web para la exposición de los servicios ofrecidos y los resultados de las investigaciones	Procedimientos para identificar y evaluar las amenazas y oportunidades tecnológicas provenientes del entorno
No se dispone de mecanismos para identificar y sustituir tecnologías obsoletas	Sitio Web donde muestre la información del grupo
	Dispone de mecanismos para identificar y sustituir tecnologías obsoletas

Tabla 16. *Continuación*

Información del Grupo STI	Variable relacionada
Teniendo en cuenta las líneas de investigación del Grupo, para poder realizar investigación de cualquier tipo, es indispensable el uso de las TIC	Empleo de las TIC como soporte a las actividades de investigación
Se cuenta con equipos que permiten la realización de todo el proceso del desarrollo de software, es decir, desde el análisis hasta la implantación de los sistemas.	La Infraestructura tecnológica y equipos es adecuada en su cantidad y tipo

La vigilancia tecnología no ha sido un procedimiento utilizado por el Grupo para identificar y evaluar las amenazadas, y aprovechar las oportunidades tecnológicas que se presentan en el entorno. Hacen falta personas dedicadas a esta labor y que se convierta este, en un proceso interno de la organización, para que se puedan aprovechar sus beneficios e influir en las investigaciones.

La explotación de la base tecnológica del Grupo comprende una infraestructura tecnológica y equipos apropiados para la realización de actividades dentro del marco de temas de interés en los que se especializa el Grupo. También se dispone de una página web donde se expone información de proyectos, publicaciones, distinciones, portafolio y noticias. La actualización tecnológica se realiza de forma periódica, pero no se dispone de mecanismos estructurados para identificar y sustituir las tecnologías obsoletas.

## 7. Decisión Estratégica y Plan de acción

### 7.1. Decisión estratégica

A pesar que los factores económicos, tecnológicos, sociales y políticos, en ese orden, de mayor a menor grado de favorabilidad, en general no muestran un panorama favorable para el propósito que tiene el Grupo STI de incursionar en el desarrollo de emprendimientos que participen en la industria del software, esto más que una opción, se convierte en una necesidad, teniendo en cuenta el valor que se puede captar con el uso del conocimiento y la poca disposición por parte del gobierno en asignar recursos considerables a las instituciones que fomentan la I+D.

Dentro de los aspectos favorables más destacados, se presenta en el ámbito político-legal, una gran oportunidad con la Ley spin-off referenciada anteriormente en la sección 4.2.1.1, la cual incentiva a los investigadores a participar en la creación de empresas de base tecnológica, haciendo uso del resultado de sus investigaciones. Esto permite pensar, que, desde los grupos y centros de investigación universitarios, es posible la transferencia del conocimiento a la sociedad, y en lo posible la generación de innovaciones.

Por su parte, el análisis de capacidades tecnológicas del Grupo, permite evidenciar las brechas que deben superarse para lograr hacer realidad las intenciones de la dirección, en lo que se refiere a llevar a cabo emprendimientos con uso intensivo del conocimiento, con los que se puedan generar y capturar valor.

Continuando con la aplicación de la metodología de desarrollo del trabajo, se realizó una clasificación de las capacidades tecnológicas de acuerdo con las prácticas que pueden aplicarse

para su fortalecimiento, y de esta forma aprovechar las oportunidades de mejora para ser tenidas en cuenta al momento de realizar los planes de acción, dando como resultado la clasificación que se observa en la tabla 17.

Tabla 17.

*Clasificación de prácticas y capacidades tecnológicas*

<b>Capacidad</b>	<b>Número de la práctica</b>
<b>I+D</b>	17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29
<b>Aprendizaje organizacional</b>	1,2,3,4,5,6,7, 9, 10, 11, 12,13,14,15, 17, 23, 24, 25, 29
<b>Mercadeo</b>	16, 22, 28
<b>Planeación estratégica</b>	26
<b>Gestión de recursos</b>	8, 17, 18, 19, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

La capacidad de gestión del conocimiento, por ser una capacidad planteada como transversal en el modelo de diagnóstico aplicado CIGI, y por ser la aplicación intensiva de conocimiento un eje central al momento de identificar y elegir las prácticas de referencia, se considera que todas estas prácticas contribuyen con el fortalecimiento de esta capacidad.

Teniendo en cuenta el análisis externo e interno realizado al Grupo STI, y el propósito de la dirección para generar emprendimientos de base tecnológica, se ha encontrado que dentro de las capacidades donde se requiere atención inmediata son: Investigación y Desarrollo, Mercadeo, Planeación estratégica y Gestión de información y conocimiento.

Por consiguiente, se ha propuesto el siguiente esquema que orienta el diseño de una estrategia enfocada a implementar planes de acción que permitan impulsar el desarrollo de capacidades que promuevan, de manera inicial, el emprendimiento en las capacidades ya mencionadas. Este esquema parte del concepto que se brinda de la misma, así como el objetivo estratégico que persigue, y los factores que la soportan con base en el diagnóstico y los resultados obtenidos mediante el desarrollo del trabajo de aplicación.

**7.1.1. Esquema de la estrategia.** Es importante resaltar, que este esquema es replicable con respecto a las demás capacidades analizadas en el diagnóstico, sin embargo, para este trabajo de aplicación, se han tomado como caso de estudio sólo aquellas donde se identifica que debe existir atención inmediata.

El diseño del esquema está dividido en dos partes, (i) Parte 1, donde se presentan los aspectos generales del esquema que guía la propuesta de la estrategia (Ver figura 13), (ii) Parte 2, donde se muestra la estructura de formulación de los proyectos relacionados con los factores que soportan el objetivo estratégico de la estrategia general, en este caso se está hablando de un plan de acción para cada capacidad seleccionada (Ver figura 14).

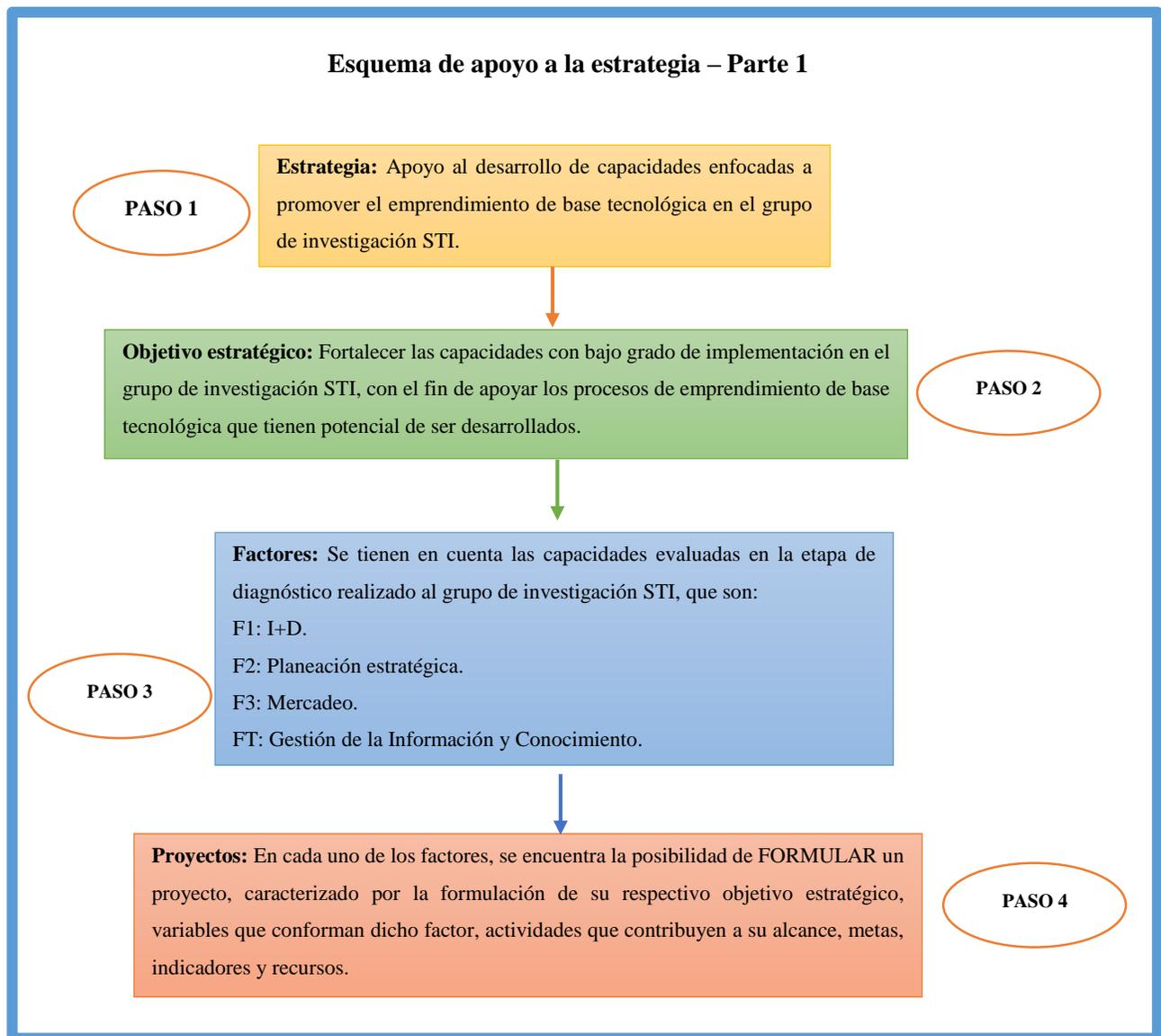


Figura 13. Aspectos generales del esquema que guía la propuesta de la estrategia

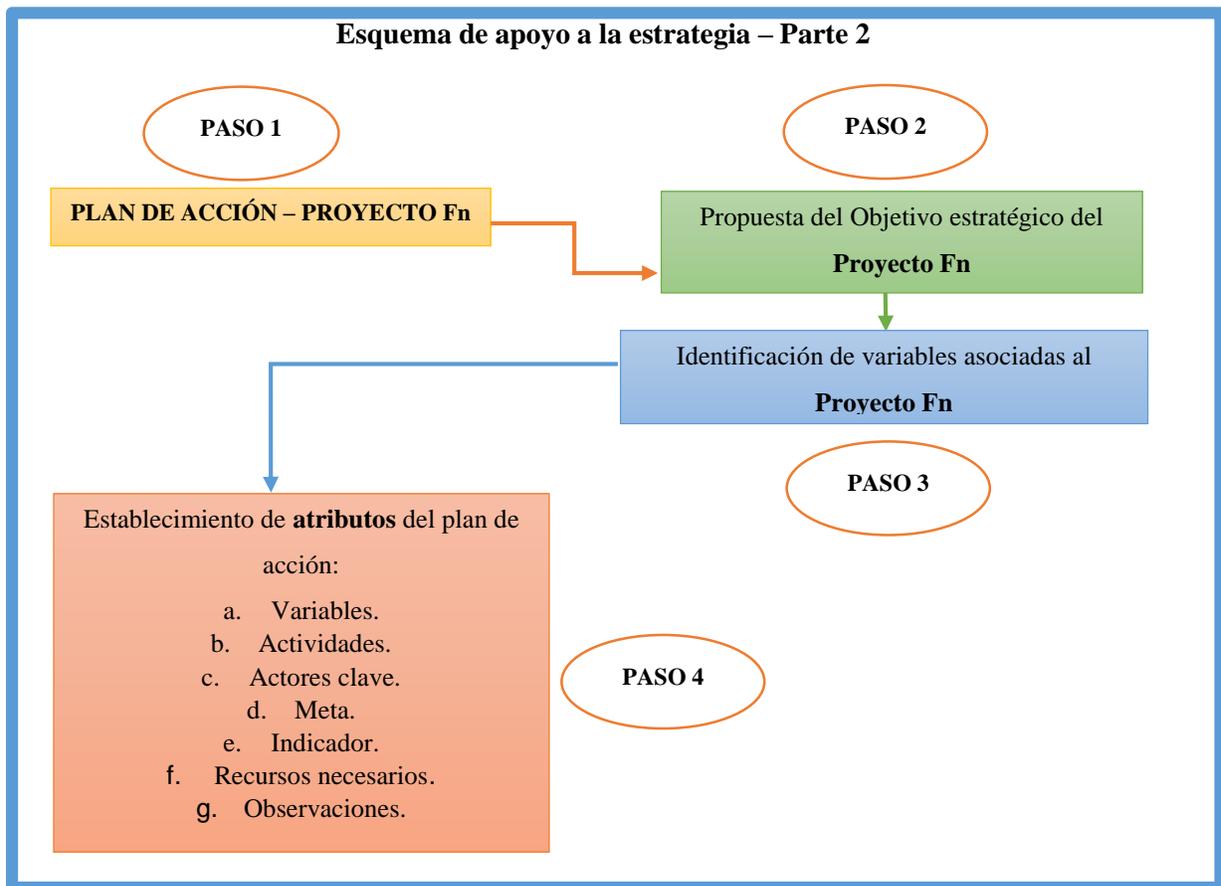


Figura 14. Estructura de formulación de proyectos relacionados con los factores que soportan el objetivo estratégico de la estrategia general

### 7.2. Planes de acción

Como consecuencia de la identificación de las prácticas de referencia que promueven el emprendimiento en equipos de investigación, el análisis del contexto e interno para la identificación de las capacidades del Grupo STI, y la estrategia establecida desde la dirección que busca el desarrollo de emprendimientos de base tecnológica, se presenta a continuación la formulación de cada uno de los planes de acción asociados con las áreas o factores (ver Figura 15), ya mencionados en el esquema:

<b>Plan de acción – FI</b>	
<b>Factor que soporta el plan de acción:</b>	<p style="text-align: center;"><b>Capacidad de I+D</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Concepto del factor:</b></p>
<p>Es la habilidad de una organización para realizar proyectos, administrar el portafolio de proyectos y conseguir experiencia en I+D con la integración de una estrategia establecida para tal fin (Guan &amp; Ma, 2003; Yam et al., 2004; Cheng et al., 2006). Con esta capacidad, se aumentan las posibilidades para mejorar y expandir las tecnologías existentes, y generar nuevas tecnologías o mejorar la función de I+D. Se ve reflejada en el porcentaje de investigadores empleados, la tasa de éxito de los productos resultado de I+D, la generación de productos innovadores, el número de patentes y la intensidad de I+D (Wan, Lu &amp; Chen, 2008).</p>	
<b>Nombre del proyecto:</b>	Fortalecimiento del talento humano, la cultura de investigación y desarrollo de productos software para incentivar la generación de ideas de emprendimiento de base tecnológica, sostenibles en el tiempo.
<b>Objetivo estratégico del proyecto:</b>	Promover la implementación de prácticas enfocadas al fortalecimiento del talento humano, la cultura de investigación y desarrollo de productos software, que permitan la generación de ideas de emprendimiento de base tecnológica sostenibles en el tiempo.

Plan de acción – FI	
Variables asociadas al factor principal del proyecto	
Variable:	<p>Formación del Talento Humano</p> <p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de Doctores</li> <li>• Cantidad de doctores en los 5 años anteriores</li> <li>• Cantidad de Magister</li> <li>• Cantidad de Especialistas</li> <li>• Cantidad de Profesionales</li> <li>• Cantidad de auxiliares de investigación Actuales</li> <li>• Cantidad de auxiliares de investigación Anteriores</li> <li>• Dominio del inglés</li> <li>• Cantidad de Integrantes dedicados a actividades de I+D</li> <li>• Cantidad de Integrantes dedicados a actividades de innovación</li> </ul>
Variable:	<p>Cultura Investigativa</p> <p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en I+D</li> <li>• Herramientas para I+D</li> <li>• Utiliza método o modelo de almacenamiento para la I+D</li> <li>• Apropiación de Métodos de I+D en el grupo</li> <li>• Relacionamiento con otras instituciones internacionales</li> <li>• Relacionamiento con otras instituciones nacionales</li> <li>• Relacionamiento con otros grupos o dependencias de la IE</li> </ul>
Variable:	<p>Productos</p> <p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patentes</li> <li>• Productos (Artículos que impacten en el mercado)</li> <li>• Publicaciones</li> <li>• Servicios o asesorías a empresas</li> </ul>

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
			A corto plazo, entendido en un periodo no superior a 1 año, se espera la <b>creación de un espacio que promueva el desarrollo de capacidades de innovación</b> , incluso interactuando con otras áreas del saber, como diseño industrial, ingeniería industrial, trabajo social, entre otros.	Cantidad de espacios creativos creados (mínimo 1, a corto plazo).	De adecuación en infraestructura.  De recurso humano; estudiantes y profesionales en temas de innovación.	Es importante resaltar la necesidad de generar acercamientos y alianzas con otros grupos de investigación, que tengan enfoques hacia desarrollar productos o servicios que terminen en innovación, y manejen áreas que complementen las líneas de investigación del grupo STI.
Cultura investigativa	Crear espacios creativos con apoyo de estudiantes capacitados y personal especializado.	Directores de grupos de investigación. Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado.	A mediano y largo plazo, se espera la creación de este tipo de espacios, no sólo en el contexto del grupo, sino en otros grupos de investigación.			

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
Cultura investigativa y Productos	Hacer uso de laboratorios de investigación, donde se pueda acceder y producir conocimiento científico.	Director del grupo de investigación. Líderes de grupos de estudiantes. Jefes o responsables de laboratorios de investigación dedicados.	Hacer uso de al menos 1 laboratorio adecuado para investigación en sistemas de información, así como para el desarrollo de los mismos.	Cantidad de laboratorios usados en un periodo de tiempo determinado y para un grupo de proyectos definidos.	De adecuación de infraestructura. De bases de datos. De software especializado, tanto en temas de investigación como desarrollo de sistemas de información.	Actualmente el grupo de investigación STI, cuenta con la infraestructura requerida en la meta propuesta, sólo se hace necesaria una adecuación en temas de software especializado y capacitación en su uso.
	Utilizar las instalaciones de los parques científicos y las incubadoras.	Directores de grupos de investigación. Administrativos, y jefes o responsables de las instalaciones. Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado.	Generar la oportunidad de uso de instalaciones en el parque tecnológico de Guatiguará, tanto para realizar investigaciones en determinadas áreas (por ejemplo, de súper cómputo), como para establecer espacios de tipo empresarial donde se promuevan las ideas de proyectos que se generan en el grupo de investigación STI.	Espacios físicos utilizados en el parque tecnológico de Guatiguará.	Recursos suministrados por el parque tecnológico de Guatiguará.	Se toma al parque tecnológico de Guatiguará, en vista de que tiene relación con la Universidad Industrial de Santander, a la cual pertenece el grupo de investigación STI y los demás grupos de investigación con los cuáles inicialmente se podría aliar.

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
	Estimular a los profesores y estudiantes en la creación de patentes, apoyándose en las oficinas de transferencia tecnológica (OTT) o una entidad externa, si la OTT no cuenta con los servicios suficientes.	Unidades Académico Administrativas de la Universidad, encargadas de esta temática – Oficina de Transferencia de Tecnología. Directores de grupos de investigación. Líderes de grupos de estudiantes.	<b>Generar solicitudes de patentes, en productos que resulten de procesos de investigación desarrollados en proyectos donde el grupo de investigación STI, tiene participación.</b>	Cantidad de solicitudes de patentes.	Recurso humano; investigador, profesores, estudiantes, profesionales asesores, entre otros.	Es importante tener en cuenta las alianzas con otros grupos de investigación, dedicados a áreas específicas del saber, de tal forma que desde los sistemas de información se apoye la generación de productos que puedan ser patentables.

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
	Buscar acceso a servicios jurídicos de bajo coste para emprendedores en las primeras fases de la puesta en marcha de sus resultados de investigación e implementación software.	Consultorio Jurídico de la Universidad. Líderes de grupos de Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación. Empresarios aliados.	Formalización jurídica de al menos dos (2) ideas de emprendimiento, que provengan de proyectos de investigación y desarrollo software, esto en un tiempo de corto plazo, de 1 año.	Cantidad de ideas de emprendimiento formalizadas	Recurso humano; profesionales con conocimiento en los temas jurídicos, y emprendedores.	Se debe considerar la participación de las asociaciones de egresados, incluso si estas no se encuentren establecidas formalmente

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
Productos	Implementar una plataforma en línea para la comercialización y la concesión de licencias de los resultados de investigación.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y Directores de grupos de investigación.	<b>Desarrollo de plataforma e-commerce.</b>	Plataforma desarrollada, y en funcionamiento.	Recursos relacionados con la implementación de software. Recurso humano encargado de realizar el análisis, diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento de la plataforma.	Aprovechar las ventajas que ofrece el desarrollo de sistemas de información en la nube, que contemplan la arquitectura de software ofrecido como un servicio
	Identificar oportunidades en el entorno y realizar estudios de mercado en colaboración con Incubadoras de negocios, Investigación y desarrollo.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y Directores de grupos de investigación. Empresarios aliados.	Realizar al menos <b>dos (2) estudios de mercado</b> en colaboración con otros grupos de investigación, e incubadoras, en un periodo de tiempo de 1 año.	Dos (2) informes de estudio de mercado, realizados.	Recurso humano; profesionales y estudiantes, de las áreas relacionadas con los proyectos a los que se les realizará el estudio de mercado. Herramientas software, de tipo ofimáticas.	Es importante tener en cuenta las alianzas con otros grupos de investigación, dedicados a áreas específicas del saber, de tal forma que desde los sistemas de información se apoye la generación de proyectos, y en este caso, de estudios de mercado.

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
Cultura Investigativa y Formación de talento humano	Vincular a estudiantes investigadores con unidades de I+D de empresas ubicadas en región.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación.	Realizar al menos una <b>alianza con una empresa ubicada en la región</b> , en un término de tiempo no superior a un (1) año, con miras a vincular estudiantes investigadores, en actividades de investigación y desarrollo.	Formalización de la vinculación de estudiantes investigadores en empresas de la región, que cuentan con unidades de I+D.	Relacionamiento de directivos de grupos de investigación y empresarios.	En este sentido se puede establecer contactos con ex integrantes del grupo que se encuentren vinculadas empresas con unidades de I+D, y que por medio de los mismos se puedan establecer relaciones
Cultura Investigativa	Intercambiar ideas, información y experiencia con estudiantes de otras facultades para impulsar las habilidades empresariales, creando una cultura innovación abierta.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación. Directores de escuela. Empresarios aliados.	Realizar <b>encuentros</b> entre diferentes estudiantes de las facultades que conforman la universidad, con el objeto de impulsar iniciativas de emprendimiento y compartir conocimientos.	Cantidad de eventos realizados (mínimo dos anuales).	Recurso humano; para organizar los eventos. Recurso de infraestructura; para realizar los eventos.	En este sentido, integrantes de diferentes grupos de investigación, interesados en promover el emprendimiento de base tecnológica, podrán unir esfuerzos, como primer paso a generar actitudes de innovación abierta.

**PLAN DE ACCIÓN – F2**

<p><b>Factor que soporta el plan de acción:</b></p>	<p>Capacidad de planeación estratégica</p>	<p><b>Concepto del factor:</b></p> <p>Se refiere a la capacidad de una organización para realizar un diagnóstico interno y externo, para identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que luego contribuyan a la formulación de planes empresariales alineados con su misión y visión. Esta capacidad se ve reflejada en el conocimiento que tiene la dirección de cuáles son sus competencias básicas y sus propósitos tecnológicos, la relación entre las estrategia del negocio y la tecnológica, la toma de decisiones basada en sistemas avanzados, la apropiación de la importancia que tiene el fomento del espíritu emprendedor e innovador, la comprensión del riesgo, el entendimiento de la posición de la competencia, las tendencias de la industria tecnológica, y el compromiso en profundizar en lo relevante que es el conocimiento (Guan &amp; Ma, 2003; Yam et al., 2004; Cheng et al, 2006).</p>
---	--	---

**Nombre del proyecto:** Prácticas enfocadas al fortalecimiento de las capacidades organizativas que intervienen en los procesos de planeación y toma de decisiones, a fin de apoyar la generación de ideas de emprendimiento de base tecnológica, sostenibles en el tiempo.

**Objetivo estratégico del proyecto:** Promover la implementación de prácticas enfocadas al fortalecimiento de las capacidades organizativas que intervienen en los procesos de planeación y toma de decisiones, a fin de apoyar la generación de ideas de emprendimiento de base tecnológica, sostenibles en el tiempo.

<p><b>Variables asociadas al factor principal del proyecto</b></p>		
<p><b>Variable:</b></p>	<p>Satisfacción de los Integrantes</p>	<p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima de investigación como factor de satisfacción en las personas</li> <li>• Esquemas de incentivos y reconocimiento a la innovación</li> </ul>
<p><b>Variable:</b></p>	<p>Monitoreo de la Estrategia de Investigación</p>	<p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de la innovación en la estrategia de investigación</li> <li>• Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso</li> <li>• Periodicidad de la matriz DOFA o plan de acción</li> <li>• Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos</li> <li>• Herramientas para el monitoreo de la I+D</li> </ul>

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
	Identificar oportunidades en el entorno y realizar estudios de mercado en colaboración con Incubadoras de negocios, Investigación y desarrollo.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación. Empresarios aliados.	Realizar al menos dos (2) estudios de mercadeo en colaboración con otros grupos de estudio de investigación, e incubadoras, en un periodo de tiempo de 1 año.	Dos informes de estudio de mercado, e un realizados.	Recurso humano; profesionales y estudiantes, otros grupos de las áreas relacionadas con los proyectos a los que se les realizará el estudio de mercadeo. Herramientas software, de tipo ofimáticas.	Es importante tener en cuenta las alianzas con otros grupos de investigación, dedicados a áreas específicas del saber, de tal forma que desde los sistemas de información se apoye la generación de proyectos, y en este caso, de estudios de mercadeo.

Plan de acción – F3	
<b>Factor que soporta el plan de acción:</b>	<p>Capacidad de mercado</p> <p><b>Concepto del factor:</b></p> <p>Es la habilidad de las empresas para ofrecer sus productos, comprendiendo las necesidades de sus clientes, la importancia de la competencia, los costos y beneficios, y el conocimiento que resulta de la aplicación de los procesos de innovación. Esta se asocia con el entendimiento de los segmentos del mercado y el seguimiento del mismo, la administración de las redes de distribución, el servicio posventa y asistencia tecnológica, la entrega segura y a tiempo, la mejora en el posicionamiento de la marca y el reconocimiento de la empresa (Guan &amp; Ma, 2003; Yam et al., 2004).</p>
<b>Nombre del proyecto:</b>	<p>Prácticas enfocadas al fortalecimiento de actividades relacionadas con el mercadeo de los productos y servicios que se desarrollan a partir de los proyectos de investigación, de tal forma que se conviertan en ideas de emprendimiento de base tecnológica, sostenibles en el tiempo.</p>
<b>Objetivo estratégico del proyecto:</b>	<p>Promover la implementación de prácticas enfocadas al fortalecimiento de actividades relacionadas con el mercadeo de los productos y servicios que se desarrollan a partir de los proyectos de investigación, de tal forma que converjan en la generación de ideas de emprendimiento de base tecnológica sostenibles en el tiempo.</p>
Variables asociadas al factor principal del proyecto	
<b>Variable:</b>	<p>Contexto Socioeconómico</p> <p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de tendencias de mercadeo</li> <li>• Utilización de información de acuerdos internacionales para el ajuste de las políticas de investigación</li> <li>• Conocimiento de las tendencias de consumo</li> <li>• Planificación de productos o servicios en grupos de investigación teniendo en cuenta las tendencias de consumo</li> <li>• Análisis de competidores actuales y potenciales en investigación</li> </ul>
<b>Variable:</b>	<p>Promoción</p> <p><b>Atributos de la variable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamiento con clientes para el desarrollo del producto o servicio</li> <li>• Salidas a congresos y eventos para promocionar al grupo</li> <li>• Rapidez para satisfacer el mercado con nuevos mercados o productos</li> <li>• Presencia de productos o servicios posicionados en el mercado</li> <li>• Cantidad de productos o servicios utilizados por empresas o entorno</li> </ul>

Atributos del plan de acción						
Variable relacionada	Actividad a desarrollar	Actores clave para su desarrollo	Meta	Indicador	Recursos	Observaciones
		Líderes de grupos de estudiantes.			Recursos relacionados con la implementación software.	
Contexto Socioeconómico	Implementar una herramienta web para publicar noticias sobre actividades de innovación.	Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación.	<b>Desarrollo de herramienta Web.</b>	Herramienta Web desarrollada, y en funcionamiento.	Recurso humano encargado de realizar el análisis, diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento de la herramienta Web.	Es posible que se opte por la adecuación de herramientas tecnológicas de uso libre
Promoción	Implementar una plataforma en línea para la comercialización y concesión de licencias de los resultados de investigaciones.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación.	<b>Desarrollo de plataforma e-commerce.</b>	Plataforma desarrollada, y en funcionamiento.	Recursos relacionados con la implementación software. Recurso humano encargado de realizar el análisis, diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento de la plataforma.	Es indispensable el uso de las TIC para la promoción y comercialización de los productos y servicios desarrollados, más cuando la computación en la nube permite una alta difusión de servicios informáticos.
Promoción	Introducir empresarios externos o suplentes para desarrollar empresas spin-off. Esto implica que un individuo (u organización) fuera de la universidad asuma el papel de emprendedor y comercialice las tecnologías generadas en la universidad.	Líderes de grupos de estudiantes. Estudiantes de pregrado y posgrado. Directores de grupos de investigación. Directores de escuela. Empresarios aliados.	<b>Creación de al menos una (1) spin-off, en un término de dos (2) a tres (3) años.</b>	Cantidad de Spin-off creadas, y en funcionamiento.	Recurso humano encargado de realizar los convenios y trámites necesarios para formalizar la Spin-off. Es posible que recursos financieros se requieran en la medida en que se formalice la Spin-off.	Esta actividad depende de las disposiciones y regulaciones que enmarcan la creación de la Spin-off, así como las que se profieren desde la universidad.

Figura 15. Plan de acción

## 8. Conclusiones

Para dar inicio al desarrollo del presente trabajo de aplicación, se investigaron prácticas de referencia utilizadas para promover emprendimientos de base tecnológica en equipos de investigación, que permitieron evidenciar diferentes formas de despertar el espíritu emprendedor en los investigadores. Dentro de la revisión documental, se encontraron prácticas que tienen un componente de transferencia de conocimiento desde el sector empresarial al entorno académico, la aplicación de este conocimiento por parte de los investigadores en situaciones empresariales reales, la importancia que tiene el conocimiento sobre los emprendimientos que deben surgir de las universidades para realizar desarrollos tecnológicos y el compromiso que debe existir para expandir el capital social más allá del cerrado ambiente académico ,

El éxito de la aplicación de las prácticas de referencia debe basarse en la identificación de oportunidades, la búsqueda proactiva de potenciales emprendedores, un proceso integrado para guiarlos a través de las etapas de creación de nuevas empresas y focalizar los esfuerzos en su consolidación. Estas necesidades varían según el perfil del emprendedor y la etapa de desarrollo de su proyecto. Es importante encausar las acciones hacia un servicio personalizado que se acople a la oportunidad inicial del negocio y se adapte a las necesidades del mercado.

El análisis del marco general que rodea al Grupo STI, proporcionó información para conocer a nivel internacional y nacional el comportamiento de la industria informática, las posibilidades de la sociedad en general para acceder a la educación superior; así como, las tendencias futuras del sector TI y la ingeniería del software; y el marco de referencia legal que regula las acciones de investigación, desarrollo e innovación del Grupo.

El proceso de diagnóstico de capacidades interno es fundamental para identificar las brechas que tienen los elementos intangibles que permiten el desarrollo de los productos, procesos y métodos de producción, convirtiéndose en punto de partida para llegar a implementar procesos innovación y mejoramiento continuo. Para tal fin, la utilización del modelo CIGI resulta trascendental, dado que se miden las capacidades de innovación tecnológica y se produce una oportunidad para generar un aprendizaje organizacional sistemático que motiva la consecución de desarrollos innovadores.

El plan de acción para el Grupo STI, es una guía de trabajo y de acciones que deben establecerse como elementos que favorecen las expectativas para generar una cultura emprendedora, de tal forma que se pueda mantener hacia el futuro, por lo tanto, la ejecución y puesta en marcha de los proyectos que constituyen dicho plan, dependen no sólo de la decisión de las directivas del Grupo, sino también de la participación activa de todos los actores clave. Es necesario que el plan de acción se convierta en un instrumento permanente para el Grupo, se requiere actualizarlo, y si es necesario ajustarlo para que este tenga un horizonte definido de trabajo y de planeación.

Finalmente se considera que una estrategia de transferencia de conocimiento y hacia la consolidación de emprendimientos de base tecnológica, tendrá mayor impacto si parte de programas de motivación y formación de investigadores en el terreno práctico, es decir se hace necesario facilitar procesos y crear espacios para la socialización de la innovación conceptual y prácticamente basado en ejercicios de emprendimientos tanto exitosos, como no exitosos, llevados a cabo al interior del Grupo.

## 9. Recomendaciones

Realizar constantemente un diagnóstico organizacional, utilizando las herramientas aplicadas en el presente trabajo, recopilando información de los factores políticos, económicos sociales y tecnológicos, además de los proveedores y posibles competidores en el ámbito investigativo que concierne al Grupo. Además, se debe realizar periódicamente el diagnóstico interno que sirva de punto de referencia para medir la asimetría con la estrategia establecida por la dirección.

El plan de acción debe ser divulgado, leído, discutido y socializado entre todos los integrantes del Grupo, para que tenga aceptación y surja un compromiso para su puesta en marcha y el desarrollo de los proyectos y acciones planteadas.

El plan de acción propuesto debe ser ejecutado en la medida que los recursos y los medios así lo permitan, y no es necesario que todas las acciones se desarrollen simultáneamente, pero es recomendable que todas y cada una de ellas se lleven a cabo porque responden a necesidades concretas del Grupo y comprende las acciones que le permiten satisfacer dichas necesidades.

La Universidad Industrial de Santander debe participar activamente en proyectos de investigación y estudios para el desarrollo que impliquen la transferencia de conocimiento. A pesar de los pasos adelantados en este aspecto, es necesario que se analice el gran avance que otros países tienen frente al tema, de esta forma se puede contemplar las diferencias existentes entre nuestras instituciones de educación superior y las extranjeras; para generar estrategias que permitan enfrentar esas diferencias.

### Referencias bibliográficas

- Adejimola, A. S., & Olufunmilayo, T. O. (2009). Spinning off an entrepreneurship culture among Nigerian University Students: Prospects and challenges. *African Journal of Business Management*, 3(3), 80.
- Aguilar, J., Cortés Mancha, M.,... & Toledo Pallarés, J. (2003). Plan Nacional de Prevención y control del tabaquismo. *Revista española de salud pública*, 77(4), 441-473.
- Alfonso, I. M. (1994). Técnicas de investigación bibliográfica. Contexto editores.
- Alvarado, C. D., Guarín, L. D., & Gómez, L. C. (2017). Congreso Internacional de Ingeniería Industrial, Segunda Versión, ISSN 2422 - 0647. Cucuta: Universidad Francisco De Paula Santander, Diciembre 2017.
- Álvarez Quintero, C., & Mogollón Parada, L. (2016). Apoyo al emprendimiento en la UIS: Una mirada desde la creación de empresas a partir de un trabajo de grado. Trabajo de grado ingeniería industrial, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Bucaramanga.
- Ángel, J. B. (2000). La investigación-acción: un reto para el profesorado: guía práctica para grupos de trabajo, seminarios y equipos de investigación (Vol. 12).
- Antoncic, B., & Hisrich, R. D. (2000). Intrapreneurship modeling in transition economies: A comparison of Slovenia and the United States. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 5(1), 21.
- Barrett, T., Pizzico, M., Levy, B. D., Nagel, R. L., Linsey, J. S., Talley, K. G., ... & Newstetter, W. C. (2015). A review of university maker spaces. Georgia Institute of Technology.

- Baum, G., Artopoulos, A., Aguerre, C., Albornoz, I., & Robert, V. (2009). Libro Blanco de la prospectiva TIC, Proyecto 2020. Ministry of Science, Technology and Production Innovation, Argentina.
- Baum, G., Artopoulos, A., Aguerre, C., Albornoz, I., & Robert, V. (2009). Libro Blanco de la prospectiva TIC, Proyecto 2020. Ministry of Science, Technology and Production Innovation, Argentina.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. Trade, technology and international competitiveness, 22(4831), 69-101.
- Belwal, R., Al Balushi, H., & Belwal, S. (2015). Students' perception of entrepreneurship and enterprise education in Oman. *Education+ Training*, 57(8/9), 924-947.
- Benavides Espinosa, M. D. M., Sánchez García, M. I., & Luna Arocas, R. (2004). El proceso de aprendizaje para los emprendedores en la situación actual: un análisis cualitativo en el ámbito universitario. *Dirección y organización*, (30), 34-48.
- Bilán, S. G., Kisenwether, E. C., Rzasa, S. E., & Wise, J. C. (2005). Developing and Assessing Students' Entrepreneurial Skills and Mind- Set. *Journal of Engineering Education*, 94(2), 233-243.
- Bourgeois, A. (2011). *Entrepreneurship Education at School in Europe: National Strategies, Curricula and Learning Outcomes*. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission. Available from EU Bookshop.
- Bratianu, C., & Stanciu, S. (2010). An overview of present research related to entrepreneurial university. *Management & Marketing*, 5(2), 117.
- Buller, P. F., & Finkle, T. A. (2013). The Hogan entrepreneurial leadership program: an innovative model of entrepreneurship education. *Journal of Entrepreneurship Education*, 16, 113.

- Cámara, C. P., Llamazares, M. C. E., Rico, M. I. L., & Cruz, T. D. L. T. (2015). Colaboración estratégica y formativa entre empresas y Universidad de Burgos. Anatomía de una buena práctica. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (19), 43-54.
- Carrión, J. (2007). *Estrategia: de la visión a la acción*. Madrid: Esic.
- Casson, M., & Godley, A. (2005). Entrepreneurship and historical explanation. *Entrepreneurship in theory and history*, 1(1), 25-60.
- Castillo, P. V., Venegas, C. B., Leiva, Y. F., Bennett, S. O., Ortiz, E. P., & de Souza Neto, B. (2016). Una innovación pedagógica para la formación de universitarios emprendedores. *Revista da FAE*, 11(2).
- Chamorro, E. T., Ceballos, H. O., & Hernández, R. P. (2012). Burton Clark y su concepción acerca de la universidad emprendedora. *Tendencias*, 13(2), 103-118.
- Chang, Y. C., Yang, P. Y., & Chen, M. H. (2009). The determinants of academic research commercial performance: Towards an organizational ambidexterity perspective. *Research Policy*, 38(6), 936-946.
- Cheng, G. J., Yam, R.C.M., Mok, C.K. & Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research* 170, 971–986.
- Clark, B. R. (1998). The entrepreneurial university: Demand and response 1. *Tertiary Education & Management*, 4(1), 5-16.
- Clark, B. R. (2004). Delineating the character of the entrepreneurial university. *Higher Education Policy*, 17(4), 355-370.
- Colciencias. (2016). ¿Qué es un grupo de investigación? Recuperado el 22 de diciembre de 2016, de <http://www.colciencias.gov.co/faq>

- Congreso de Colombia. (26 de enero de 2006). Ley 01014,( Enero 26 de 2006). De fomento a la cultura de emprendimiento. Recuperado el 19 de diciembre de 2016, de <http://actualicese.com/normatividad/2006/03/15/ley-1014-de-26012006/>
- Davey, T., Kliewe, T., McIntyre, M.; (2008), 'Fostering Entrepreneurial Spirit and Extracting Entrepreneurial Value – Comparing Successful Approaches Taken by a Large Private Organisation with that of a Highly Regarded University', Promoting Entrepreneurship by Universities Conference Proceedings, Hämeenlinna, Finland; ISBN: 978-951-827-096-9, pp. 213-222. (Refereed conference article).
- De Jager, H. J., Mthembu, T. Z., Ngowi, A. B., & Chipunza, C. (2017). Towards an Innovation and Entrepreneurship Ecosystem: A Case Study of the Central University of Technology, Free State. *Science, Technology and Society*, 0971721817702292.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and entrepreneurship practices and principles*. Amacon.
- Etzkowitz, H. (2003) 'Research groups as "quasi-firms": the invention of the entrepreneurial university', *Research Policy*, Vol. 32 No. 1, pp. 109-121.
- Fini, R., Grimaldi, R., & Sobrero, M. (2009). Factors fostering academics to start up new ventures: an assessment of Italian founders' incentives. *The Journal of Technology Transfer*, 34(4), 380-402.
- Fini, R., Grimaldi, R., Santoni, S., & Sobrero, M. (2011). Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs. *Research Policy*, 40(8), 1113-1127.
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management, and location matter?. *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17-30.

- Fundación Universidad – Empresa, con el apoyo de la Consejería de Educación y Empleo de la Comunidad de Madrid. (2012) Educación Emprendedora: Buenas Prácticas Internacionales. Madrid.
- Galeano Montoya, D. F. (2013). Genoma de la innovación (Bachelor's thesis, Escuela de Ingenierías).
- Gelard, P., & Saleh, K. E. (2011). Impact of some contextual factors on entrepreneurial intention of university students. *African Journal of Business Management*, 5(26), 10707.
- Gibb, A. (2006). Entrepreneurship/Enterprise Education in Schools and Colleges: Are we really building the onion or peeling it away?. National Council for Graduate Entrepreneurship, working paper, 39, 2006.
- Gómez, H. S. (2003). Gerencia estratégica: teoría, metodología, alineamiento, implementación y mapas estratégicos índices de gestión. 3R Editores.
- Gómez, M., & Robledo, J. (2011). Evolución de las capacidades de innovación en la industria colombiana: Un análisis comparativo de los resultados de las encuestas de innovación de 1996 y 2005. Universidad Nacional de Colombia. 58p.
- gov, U. (s.f.). U.S. Government Services and Information | USAGov. Recuperado el 30 de Agosto de 2016, de <https://www.usa.gov>
- Guan, J. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research* Vol No.170 pp.971-986.
- Guan, J. M., M. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23, 737-747.

- Gunning, J. (2000). The idea of entrepreneur Role as Distinctly Human Action: A history of progress.
- Guzmán, A., & Trujillo, M. A. (2008). Intraemprendimiento: una revisión al constructo teórico, sus implicaciones y agenda de investigación futura. Bogotá: Universidad de los Andes, Curso doctorado empresariado e innovación, 21, N35\_02.
- Harper, M. (1991). The role of enterprise in poor countries. *Entrepreneurship, Theory and Practice*, 15(4), 7-11.
- Henaó Moná, A. (2014). Modelo para evaluar capacidades de innovación en grupos de investigación universitarios de Antioquia basado en la metodología "Genoma de la Innovación" (Doctoral dissertation).
- Husain, I. (2005). Education, Employment and Economic Development in Pakistan. *Education Reform in Pakistan: Building for the Future*, 33-45.
- Iglesias-Sánchez, P. P., Jambrino-Maldonado, C., Velasco, A. P., & Kokash, H. (2016). Impact of entrepreneurship programmes on university students. *Education+ Training*, 58(2), 209-228.
- Jones, C. and English, J. (2004), "A contemporary approach to entrepreneurship education", *Education+ Training*, Vol. 46 Nos 8/9, pp. 416-23
- Jurado, J. M. V., de Lucio, I. F., & López, R. H. (2007). La relación universidad-empresa en América Latina: ¿apropiación incorrecta de modelos foráneos? *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(3), 97-107.
- Kailer, N. (2009). Entrepreneurship education: empirical findings and proposals for the design of entrepreneurship education concepts at universities in German-speaking countries. *Journal of Enterprising Culture*, 17(02), 201-231.

- Kangaslahti, V. (2008), "Reflections on the Singapore experiment in entrepreneurship education", in Ingle, S. and Neuvonen-Rauhala, M. (Eds), *Promoting Entrepreneurship by Universities. The Proceedings of the 2nd International FINPIN 2008 Conference*, Ha`meenlinna, Finland, April 20-22, pp. 307-12.
- Kitchenham, B. A., Mendes, E., & Travassos, G. H. (2007). Cross versus within-company cost estimation studies: A systematic review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33(5).
- Lazzeroni, M. and Piccaluga, A. (2003) 'Towards the Entrepreneurial University', *Local Economy*, Vol. 18 No. 1, pp. 38-48.
- Leal Afanador, J. A. (2016). "La autonomía universitaria en Colombia y algunas razones que limitan su ejercicio", en *La autonomía universitaria en Colombia. Precisiones sobre su concepto*. Bogotá: Ascún; UNAD.
- Lekang, B., Nain, M. S., & Singh, R. (2017). Comprehensiveness of Experiential Learning Programme of Indian Council of Agricultural Research (ICAR) implemented in Indian Agricultural Universities. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(6), 785-791.
- Leslie, D. W. (1996). " Strategic governance:" the wrong questions?. *The Review of Higher Education*, 20(1), 101-112.
- Lockett, A., Wright, M., & Franklin, S. (2003). Technology transfer and universities' spin-out strategies. *Small Business Economics*, 20(2), 185-200.
- Lozano, M. (2004). *El nuevo rostro empresarial: indagación sobre el empresariado juvenil en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Bogotá: Alfaomega.
- Markuerkiaga L., Igartua J. I. and Errasti N. (2012), "Fostering entrepreneurial universities' support activities", *Promoting Entrepreneurship by Universities, The Proceedings of the 4th International FINPIN Conference and the 11th International Conference on Science-to-*

- Business Marketing and Successful Research Commercialisation, Münster, April 25-27, pp. 149-157.
- Markuerkiaga, L., Caiazza, R., Igartua, J. I., & Errasti, N. (2016). Factors fostering students' spin-off firm formation: an empirical comparative study of universities from North and South Europe. *Journal of Management Development*, 35(6), 814-846.
- Maya-Carrillo, A. M., Cevallos-Recalde, C. P., Raura-Ruiz, J. G., & Cejas-Martínez, M. F. (2016). Emprendimiento por oportunidad en el contexto del cambio de la matriz productiva: una estrategia innovadora-Ecuador. *Visión Gerencial*, (2), 305-328.
- Melo-Becerra, L. A., Ramos-Forero, J. E., & Hernández-Santamaría, P. O. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (78), 59-111.
- Meyer, M. (2003). Academic entrepreneurs or entrepreneurial academics? Research-based ventures and public support mechanisms. *R&D Management*, 33(2), 107-115.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Asociación Colombiana de Universidades – ASCUN. (2014). Estado del arte sobre emprendimiento universitario. Bogotá.
- Mok, K. H. (2005). Fostering entrepreneurship: Changing role of government and higher education governance in Hong Kong. *Research Policy*, 34(4), 537-554.
- Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., & Duran, X. (2002). Measuring third stream activities. Final report to the Russell Group of Universities. Brighton: SPRU, University of Sussex
- Morales, C (2017). Educación terciaria: entre Sisifo y la incertidumbre. Tomado de <http://bit.ly/2pgDljO>

- Niño Perez, E., & Díaz Mateus, C. (2016). Evaluación del programa de emprendimiento de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado ingeniería industrial, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Bucaramanga .
- Nosella, A., & Grimaldi, R. (2009). University-level mechanisms supporting the creation of new companies: an analysis of Italian academic spin-offs. *Technology Analysis & Strategic Management*, 21(6), 679-698.
- Ocyt, O. (2016). Informe anual de indicadores de Ciencia y Tecnología. *Entornos*, 29(1).
- Ordorika, I. (2010). La autonomía universitaria. Una perspectiva política. *Revista Perfiles Educativos*, 32.
- Peter, D. (1987). *La innovación y el empresario innovador*. Norma, Bogotá.
- Petticrew, M., & Roberts, H. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Cebma.Org. 2006.
- Philpott, K., Dooley, L., O'reilly, C. and Lupton, G. (2011) 'The entrepreneurial university: Examining the underlying academic tensions', *Technovation*, Vol. 31 No. 4, pp. 161-170.
- Powers, J. B., & McDougall, P. P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of business venturing*, 20(3), 291-311.
- Prodan, I., & Drnovsek, M. (2010). Conceptualizing academic-entrepreneurial intentions: An empirical test. *Technovation*, 30(5), 332-347.
- Rasmussen, E. (2008). Government instruments to support the commercialization of university research: Lessons from Canada. *Technovation*, 28(8), 506-517.
- Rasmussen, E., Moen, Ø., & Gulbrandsen, M. (2006). Initiatives to promote commercialization of university knowledge. *Technovation*, 26(4), 518-533.

- Reporte GEM. (2013). Reporte GEM Bucaramanga 2012-2013. (2013), Recuperado el 26 de Enero de 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/271361290\\_Reporte\\_GEM\\_Bucaramanga\\_2012-2013](https://www.researchgate.net/publication/271361290_Reporte_GEM_Bucaramanga_2012-2013)
- Ruta Medellin. (2016). Emprendimiento de Base Tecnológica. Recuperado el 28 de diciembre de 2016, de <http://www.rutanmedellin.org/es/recursos/abc-de-la-innovaci%C3%B3n/item/emprendimiento-de-base-tecnologica>
- Saiz Martínez-Acitores, I., Rubio Colavida, J., Espiga López, I., Alonso de la Iglesia, B., Blanco Salamzadeh, A., Salamzadeh, Y., & Daraei, M. (2011). Toward a systematic framework for an entrepreneurial university: a study in Iranian context with an IPOO model.
- Shane, S. (2004). Encouraging university entrepreneurship? The effect of the Bayh-Dole Act on university patenting in the United States. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 127-151.
- Shull, F., Singer, J., & Sjøberg, D. I. (Eds.). (2008). *Guide to advanced empirical software engineering* (Vol. 93). Germany: Springer.
- Siegel, D. S., & Wright, M. (2015). Academic entrepreneurship: time for a rethink?. *British Journal of Management*, 26(4), 582-595.
- Singh, J. (2006). The Rise and Decline of Organizations: Can 'Intrapreneurs' Play a Saviour's Role?. *Vikalpa*, 31(1), 123-128.
- Siqueira, A. C. O., & Bruton, G. D. (2010). High-technology entrepreneurship in emerging economies: Firm informality and contextualization of resource-based theory. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 57(1), 39-50.
- Taatila, V., & Vyakarnam, S. (2008). *Laurea@ Cambridge—from innovations to entrepreneurship. Higher Education Institutions and Innovation in the Knowledge Society*, 163-173.

- Team, F. M. E. (2013). PESTLE Analysis. Strategy Skills. Free management ebooks, 15.
- Travaille, A. M., & Hendriks, P. H. (2010). What keeps science spiralling? Unravelling the critical success factors of knowledge creation in university research. *Higher Education*, 59(4), 423-439.
- Trimi S., S. H. (2008). Emerging trends in M-government. *Communications of the ACM*, 51(5), 53-58.
- Wang, C., Lu, I.Y. & Chen, C.B. (2008). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 1-15.
- Wijnker, M., van Kasteren, H., & Romijn, H. (2015). Fostering sustainable energy entrepreneurship among students: the Business Oriented Technological System Analysis (BOTSA) program at Eindhoven University of Technology. *Sustainability*, 7(7), 8205-8222.
- Willoughby, M., Talon-Renuncio, J., Millet-Roig, J., & Ayats-Salt, C. (2013). University services for fostering creativity in high-technology firms. *The Service Industries Journal*, 33(11), 1103-1116.
- Wolf, G., & Wolf, G. (2017). Entrepreneurial university: a case study at Stony Brook University. *Journal of Management Development*, 36(2), 286-294.
- Yam, R. C. M., Guan, J.C., Pun, K.F. & Tang, E.P.Y. (2004). An audit of technological innovation capabilities in chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy* 33, 1123–1140.
- Zheng, P., & Callaghan, V. (2016). A cooperative approach to academic entrepreneurial initiatives. *International Journal of Innovation*, 4(1), 13.