



Carlos Lugo Silva

LOS TÉCNICOS DE LA INNOVACIÓN

**La participación de la formación profesional en los sistemas
de innovación. Estudio de caso del servicio nacional de
aprendizaje - SENA de Colombia**

**Edición producida en Colaboración con el Centro de
Innovación y Desarrollo -CID- del municipio de Envigado**



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**Libro a partir de Tesis Doctoral
“Los técnicos de la innovación”**

(La Participación de la Formación Profesional en los Sistemas de Innovación:
Estudio de caso del Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- de Colombia)

Autor: Carlos Lugo Silva

Director: Santiago M. López García

Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología.

Programa de Doctorado en Estudios sociales de Ciencia y Tecnología

Universidad de Salamanca

Año 2017

A mi abuela Celia, quien me ha inspirado en la vida, a mi madre, a mi familia por haber comprendido mis prioridades en el mundo, a todos quienes me apoyaron, al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), a Cesar Marín y la “Chozza” lugar de incubación de ideas.

Un especial agradecimiento a todo el grupo que hizo posible la creación de SENNOVA en el SENA: Gina Parody, Natalia Ariza, Mike Silva, Miguel Ángel, Melissa, Jesús Alberto, Kelly, Gustavo, Ángela, María Pao, y todo el maravilloso Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA.

Finalmente una dedicatoria especial a los miembros del Instituto de Estudios de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Salamanca, y la Agencia Dicyt, en especial a Santiago M. López y a Esther Palacios, quienes hicieron inolvidable estos años de trabajo. A mi creador.

“Yo creo que todavía no es demasiado tarde para
construir una utopía que nos permita
compartir la tierra”

Gabriel García Márquez

Prologo

El ecosistema de la innovación en Colombia presenta una dinámica de desarrollo que se ajusta a múltiples variables, esta condición imprime para todos los actores diversos escenarios, que hacen complejos tanto los análisis que se requieren para estructurar planes, líneas, estrategias y políticas, como la apropiación y la transferencia de buenas prácticas y en lo posible, la articulación de diversos sectores que de una u otra manera posibilitan una apropiación más eficiente y coherente, de cara a los desafíos que se plantean desde una economía globalizada que se transforma digitalmente y que enfatiza en la importancia de desarrollar nuevas lógicas de crecimiento que aporten a la ciencia, la tecnología y la innovación.

El autor, encarna la naturaleza de este momento socio económico, su formación como abogado y Doctor en Estudios de la Ciencia y la Tecnología, le confiere la estructura necesaria para trazar nuevas rutas desde lo legal, hacia el establecimiento de la bases y lógicas requeridas para integrar los sistemas de Innovación, investigación, desarrollo desde el sector real y su conexión eficiente con el sector educativo, tanto en la base como en la formación superior.

Este libro nos abre un panorama desde la rigurosidad académica, que tan a buen juicio el autor imprime a toda su producción intelectual, en un cuidadoso desglose permite hacer una lectura integral que establece puentes posibles entre los procesos de investigación y los requerimientos del sector productivo.

El Estado del arte que se propone en sus páginas, abre líneas de avance para validar tesis e iniciativas, tanto desde lo público, como de lo privado. La bibliografía y experiencia que le han aportado su paso por el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia, SENA, la gestión al frente de la Oficina de Innovación Educativa, su gestión eficiente en el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación MINTIC, y ahora en su rol como Comisionado de regulación de las comunicaciones a nivel nacional, se ponen en escena para articular con creatividad diversas lecturas de los procesos de creatividad e innovación.

La estructura de este libro posibilita un acercamiento ameno, desde los principios rectores provenientes de las políticas públicas, pasando por un rastreo juicioso de experiencias en diferentes países, para llegar así a la decantación de un modelo de

competencias que deja ver una manera de articular armónicamente los diferentes estadios de la formación en lo que respecta a la creatividad y la innovación requerida por nuestra región.

El Libro Los Técnicos de la Innovación, Llega en un momento propicio, en el marco de las propuestas de economías creativas, la digitalización, los desafíos de sostenibilidad planetaria, la necesidad de generar trabajos decentes, de cara al avance tecnológico y el crecimiento de diversos sectores. Esto le da especial valor a la experiencia de la empresa Integra, momento en que el modelo propuesto tiene una aplicación real, así se establece un lugar de privilegio, donde la teoría toma forma y genera resultados.

Agradezco a Carlos el permitirme acceder, con el privilegio que conceden las primicias, a su libro, más allá de la calidad del mismo, es inspirador descubrir en sus páginas la condición humana que le he visto desplegar en diferentes roles, como Asesor, Maestro, Director y especialmente, amigo. Su generosidad ha de traducirse en mejores posibilidades para profesionales en formación, trabajadores y obreros del conocimiento, funcionarios que asumen con responsabilidad la estructuración de la institucionalidad, los ciudadanos curiosos y especialmente, los empresarios que ven en la Innovación, el siguiente escenario de crecimiento y supervivencia empresarial.

Javier Vargas Pmp

***Director
Centro de Innovación y Desarrollo
Envigado – Colombia.***

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	12
1.1	JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.2	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.4	ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5	METODOLOGÍA	22
2.	MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL	26
2.1	SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN Y SISTEMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL	26
2.2	DEFINICIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS	34
2.3	MODELOS DE INNOVACIÓN Y EL CAPITAL HUMANO	36
3.	INTRODUCCIÓN A LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES Y NACIONALES EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL	40
4.	EL PAPEL DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA- EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE COLOMBIA	53
4.1	INTRODUCCIÓN: ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS	53
4.2	DESCRIPCIÓN DEL CASO	57
4.3	ANÁLISIS NORMATIVO Y DE PROGRAMAS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN EL SISTEMA DE INNOVACIÓN	66
4.3.1	Ley 29 de 1990	67
4.3.2	Decreto – Ley 585 de 1991	67
4.3.3	Ley 119 de 1994	68
4.3.4	Ley 344 de 1996	69
4.3.5	Ley 812 de 2003	69
4.3.6	Ley 1151 de 2007	70
4.3.7	Acuerdo 8 de 2005 del Consejo Directivo Nacional del SENA	70
4.4	ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS DIRECTAS DEL SENA A COLCIENCIAS	82
4.5	PROGRAMAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EJECUTADOS DIRECTAMENTE POR EL SENA	86
4.6	ANÁLISIS DE SECTORES DEL GOBIERNO EN INVERSIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	89
4.7	GESTIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN EL SENA	92
4.8	EL SENA COMO PIEZA CLAVE DEL CAMBIO EN EL SISTEMA COLOMBIANO DE INNOVACIÓN	93

	CAPÍTULO 5. EL DESARROLLO DEL MODELO COLOMBIANO DE ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN A TRAVÉS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	96
5.1	LAS NOCIONES DE COMPETENCIAS Y CUALIFICACIONES DESARROLLADAS EN EL SENA	96
5.2	LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA PRESENTES EN LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA	106
5.3	EL SENA Y SU RELACIÓN CON LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR- UNIVERSIDADES.	116
5.3.1	Investigación aplicada en los centros de formación del SENA	118
5.3.2	Formulación de la formación profesional o formación para el trabajo	118
5.3.3	Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo	120
5.3.4	Corredores Tecnológicos	122
5.3.5	Red Tecnoparque	123
	CAPÍTULO 6. ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DEL ENTORNO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN DE LA FORMACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA DEL SENA EN COLOMBIA	125
6.1	LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN SU ENTORNO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN	130
6.1.1	Resultados de la observación de los modelos alemán y mexicano de la formación profesional	133
6.1.2	Resultados de la observación del sistema mexicano de formación profesional en los colegios profesionales de CONALEP.	136
6.2	ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA (BASES DE DATOS Y ENCUESTAS)	138
6.3	RESULTADOS ANÁLISIS DE DATOS DE LOS PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LOS AÑOS 2010, 2011 Y 2012	140
6.3.1	Resultados referidos a la red de conocimiento.	140
6.3.2	Resultados por regionales beneficiadas	141
6.3.3	Resultados por aprendices e instructores de la formación profesional vinculados en la transferencia.	143
6.3.4	Proyectos de Innovación de las empresas en alianza con los centros de formación por tipo de innovación.	145
6.4	RESULTADOS ENCUESTA A CENTROS DE FORMACIÓN DEL SENA SOBRE CAPACIDADES INSTALADAS PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA, EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN 2014	146
6.5	PROGRAMAS DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS DEL SENA	148
6.6	REFLEXIONES FINALES	150
	CAPÍTULO 7: CALIDAD DE LOS RESULTADOS Y PERCEPCIÓN DEL	151

	FENÓMENO DE 2013 A 2015	
7.1	ANÁLISIS DE LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A EMPRESARIOS Y GREMIOS EMPRESARIALES	154
7.1.1	Sobre la encuesta	154
7.1.2	Análisis de los resultados	156
7.2	ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS A EMPRESARIOS, GREMIOS Y DIRECTIVOS DE CENTROS DE CTI	163
7.2.1	Resultados de las entrevistas	163
7.3	CODIFICACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE EMPRESARIOS Y DIRECTORES DE CENTROS DE I+D DEL ROL DE LA FORMACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN	174
7.4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE ENTREVISTA Y PANEL DE EXPERTOS EN FORMACIÓN PROFESIONAL E INNOVACIÓN EMPRESARIAL	177
7.4.1	WorldSkills Latinoamerica 2014	179
7.5	ESTADÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y EVOLUCIÓN EN LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA Y CON EMPRESAS	183
7.5.1	Sectores focalizados por proyectos de los Centros de Formación Profesional 2014-2015	187
7.5.2	Análisis de proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico en alianza SENA- Empresas	189
8.	INTEGRA, EL MODELO APLICADO A UNA EMPRESA	191
9.	CONCLUSIONES	195
	BIBLIOGRAFÍA	203

Índice de figuras

Figura 1	Porcentajes de Inversión programas de desarrollo tecnológico e innovación	61
Figura 2	Gráfico de inversión 2010	90
Figura 3	Gráfico de inversión 2011	91
Figura 4	Gráfico de inversión 2012	91
Figura 5	Competencias de I+D en la formación	105
Figura 6	Número de grupos de investigación por regional	113
Figura 7	Porcentaje de grupos por regional	113
Figura 8	Proyectos por redes de conocimiento 2010-2012	140
Figura 9	Regiones con mayor número de proyectos	142
Figura 10	Instructores y aprendices de la formación profesional en proyectos	143
Figura 11	Proyectos por tipo de innovación (vigencia 2010-2012)	145
Figura 12	Número de proyectos según redes temáticas en 2014	146
Figura 13	Sector económico	156
Figura 14	Tamaño de la empresa	157
Figura 15	Porcentaje de técnicos y tecnólogos en la empresa	157
Figura 16	Participación en los procesos de producción	158
Figura 17	Porcentaje de participación en proceso de producción	159
Figura 18	Formación Continua	159
Figura 19	Temática de la formación continua	160
Figura 20	Habilidades y destrezas adicionales	161
Figura 21	Habilidades y destrezas	162
Figura 22	Relación de empresarios con el SENA	168
Figura 23	Porcentajes de proyectos por región	186
Figura 24	Proyectos por sectores	188
Figura 25	Proyectos en alianza por sector 2014-2015	190

Índice de tablas

Tabla 1 Modelos de formación profesional	29
Tabla 2 Proyectos de Comunidad Autónoma de Navarra	51
Tabla 3 Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación- (ACTI) y del SENA (2003-2012)	59
Tabla 4 Programas ejecutados con recursos SENA	60
Tabla 5 Programas desarrollados con los recursos transferidos por el SENA a Colciencias 2005-2012	63
Tabla 6 Legislación nacional, desarrollos internos y tareas que establecen el rol del SENA en el Sistema Nacional de Innovación en Colombia	77
Tabla 7 Programas y porcentajes de inversión	81
Tabla 8 Número de proyectos	83
Tabla 9 Programas de COLCIENCIAS financiados con recursos del SENA	84
Tabla 10 Programas ejecutados por el SENA según objetivos y líneas de acción	87
Tabla 11 Esquema de las competencias en tecnología, adquiridas por estudiantes	101
Tabla 12 grupos de investigación del SENA	111
Tabla 13 Número total de proyectos financiados con recursos Ley 344 vs Número de proyectos que cuentan con vinculación de universidades	121
Tabla 14 Comparativo sistemas alemán, mexicano y colombiano	137
Tabla 15 Regiones con proyectos	142
Tabla 16 Codificación de roles de técnicos según percepción	174
Tabla 17 Codificación de los roles de los técnicos en entidades de conocimiento	176
Tabla 18 Recomendaciones para fortalecer la integración de los sistemas	177
Tabla 19 Circulo virtuoso de competencias	182
Tabla 20 Regionales del SENA y número de proyectos 2014-2015	184
Tabla 21 Sectores de proyectos de Investigación, desarrollo e innovación 2014-2015	187
Tabla 22 Proyectos de innovación empresarial 2014-2015	189

1. INTRODUCCIÓN

La percepción sobre la importancia de la formación profesional del sistema educativo en Colombia no ha sido la mejor, lo cual ha llevado a los jóvenes a optar por carreras universitarias (OECD, 2016). No obstante lo anterior, muchos profesionales universitarios asumen funciones y actividades laborales de nivel técnico, generando una perversa incoherencia en el sistema educativo colombiano. Por consiguiente, por un lado se deprecia a los egresados universitarios y, por otra, se menosprecia a los titulados de la formación profesional.¹

Esta situación ha llevado al Gobierno de Colombia a generar cambios estructurales en la política educativa y la formación para el trabajo, trabajando un marco nacional de cualificaciones que llegue a permitir pasarelas entre los diferentes sistemas y pensándose un Sistema Nacional de Educación Terciaria. Esta política conforma un caso digno de ser analizado desde la perspectiva de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Se trata de investigar cómo es la ordenación educativa y de formación en Colombia, en comparación con otros países de la región y de Europa, que nos lleva a analizar qué es lo que pasa con los sistemas nacionales de innovación cuando se enfrentan a un cambio estructural de esta naturaleza en sus sistemas educativos, pero más allá, cuando la tradición y las políticas dispersas han llevado al sistema de formación técnica a adquirir un rol importante en el sistema de innovación. Todo ello aunado a un proceso de transformación de la economía, creando nuevos conceptos en torno a la economía digital que requiere respuestas inmediatas por parte del sistema educativo.

Lo acaecido en Colombia no ha sido solo un intento de dignificar un nivel educativo, y un ensayo para igualar en parte a los profesionales universitarios y a los técnicos, sino también ha entrañado la decisión política de aprovechar las capacidades de la educación profesional para generar competitividad y productividad empresarial y para conseguir desarrollo económico. Esto se ha llevado a cabo a través de dos procedimientos:

1 La formación profesional suele denominarse como VET, por sus siglas en inglés (Vocational education and training).

a. Generando políticas de fomento, tanto en la educación superior universitaria como en la formación profesional técnica con el objetivo de equiparar unas a las otras

b. Organizando las competencias y habilidades requeridas para impactar en el sistema de ciencia, tecnología e innovación.

La política puesta en práctica en Colombia ha tenido el objetivo de dignificar, valorar e identificar el rol de los técnicos en el desarrollo económico. Para lograr los objetivos que se fijaron fueron:

- 1.** Potenciar las competencias
- 2.** Estructurar adecuadamente las cualificaciones requeridas y la metodología a poner en práctica
- 3.** Visualizar las experiencias de los proyectos desarrollados en Centros de Formación Profesional, tanto por los técnicos instructores como por los aprendices
- 4.** Identificar las líneas de cooperación con la Universidad y con las empresas.

Esto ha generado un nuevo entorno, no solo de universidad-empresa-Estado, sino entre universidad-centro de formación técnica-empresa-Estado.

Finalmente, este estudio tiene un interés político mayor, pues pretende que con él se pueda elevar el rol de los técnicos de la innovación. Con ello se habrá logrado visibilizar el gran aporte que hacen. Desde el lado académico, lo que se pretende es describir el rol de la formación profesional técnica en los sistemas de innovación, haciendo así visible un caso nuevo sobre el peso de los técnicos en la innovación.

1.1. Justificación y relevancia de la investigación

La innovación entendida como la concepción e implantación de cambios significativos en productos, procesos, métodos de comercialización, organización, implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes (UNESCO, 2005, pág. 58). El sector empresarial y la sociedad en general cada vez más se han implicado en los procesos innovadores. Dos de los nuevos conceptos son la Innovación Abierta y la Innovación en Red, en los que se combina el conocimiento interno de las empresas con el conocimiento externo para sacar adelante los proyectos de I+D (Chesbrough, 2006). Así mismo, la conjunción Universidad-Empresa-Estado aúna esfuerzos para lograr proyectos comunes de investigación que generen desarrollo tecnológico y, como fin último, la innovación. En Colombia la Ley 344 de 1996 (Congreso de la República de Colombia, 1996) ordena al Servicio Nacional de Aprendizaje, entidad rectora de la Formación Profesional en este país, a invertir el 20% de los ingresos percibidos por Aportes Parafiscales de las empresas en proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación.

La pregunta de investigación que planteamos es ¿cómo y por qué la formación profesional ha entrado en el ámbito de los sistemas y políticas de innovación en el Sistema de Innovación colombiano? En este sentido, es necesario investigar el impacto y resultados de estos programas de innovación ligados a la formación profesional y a los procesos de innovación.

Tradicionalmente, la formación profesional no ha sido un actor fundamental de los sistemas de innovación, sin embargo, esto está cambiando, lo que hace necesario estudiar, las causas y las consecuencias, así como el nuevo orden y el rol que este sector desempeña. La investigación desarrolla un modelo para estudiar cómo es la participación de la Formación Profesional en los Sistemas de Innovación, a partir de una metodología denominada la “Teoría Fundamentada”, que mezcla métodos cualitativos y cuantitativos de investigación. Para llevar a cabo la investigación se ha escogido el sistema educativo colombiano, en que ha sido evidente la incorporación paulatina, así como la evolución en la participación del Sistema de Formación Profesional en el Sistema de Innovación. Esta evolución a la que se hace referencia en la investigación, se centra en los siguientes aspectos:

a. En primer lugar las dinámicas productivas de los sectores como el agropecuario, el agroindustrial, las tecnologías de la información y las comunicaciones y la industria manufacturera han marcado la pauta de la integración de los niveles técnicos de la formación en el desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. Estos sectores básicamente encabezados por las micro, pequeñas y medianas empresas, han encontrado en los Centros de Formación Profesional, en los técnicos de dicha formación y en sus propios trabajadores del nivel técnico, una oportunidad de innovar y llevar al mercado nuevos productos, servicios y procesos, en contraposición al papel que deberían haber jugado precisamente las OTRIS (Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación) de las Universidades.

b. En segundo lugar, las herramientas de fomento que han existido a lo largo de los años, han estado enfocadas a destinar recursos del sistema de formación profesional, provenientes del pago de parafiscales o impuestos de los salarios de los trabajadores, a las empresas por dos vías:

- 1.** las actualizaciones de las profesiones y oficios del sistema de formación profesional
- 2.** vía proyectos de actualización tecnológica, innovación y desarrollo tecnológico, los cuales se han basado en buena medida en la transferencia de tecnología.

c. En tercer lugar, el nivel de Tecnólogo de la formación profesional del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se ha enmarcado en el nivel de Educación Superior Universitaria, lo que supone que los entornos de la academia y de la extensión e investigación propios de la educación universitaria, se han aplicado los niveles de tecnólogos de la formación profesional y esto ha permeado también otros niveles técnicos de la educación superior. Por ello, en Colombia el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, incluyó una reforma estructural del sistema de educación superior colombiano, que creó el Sistema de Educación Terciaria, el cual buscaba precisamente impulsar la formación de los ciudadanos en los niveles técnicos y tecnológicos generando caminos de desarrollo profesional a lo largo de la vida. Este sistema se encuentra en proceso de reglamentación y definición.

d. En último lugar, la capacidad instalada de la infraestructura tecnológica en los Centros de Formación Profesional y en los mismos Centros de Capacitación para los trabajadores ha desarrollado competencias e instalaciones superiores a las de muchas universidades a la hora de poder investigar, lo que ha generado que las empresas, sobre todo las micro, pequeñas y medianas, demanden la prestación de servicios tecnológicos por parte de los Centros de Formación Profesional y no en las Universidades. Este fenómeno también ha generado mayor eficiencia y estandarización de estos procesos, que conllevan actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Estos elementos han permitido un tránsito entre el perfil técnico, que desarrollaba aprendizajes de tipo repetitivo, a un perfil de competencias propositivas, con habilidades y destrezas para la innovación y el desarrollo tecnológico, lo cual, sin duda alguna ha cambiado la percepción que se tenía en Colombia sobre las teorías de la formación profesional, validando, por el contrario, las teorías sobre los sistemas nacionales de innovación que engloban cualquier fuente de formación del capital humano como factor a tener presente en los procesos de innovación.

1.2 Objetivos de la investigación

Esta investigación se ha planteado como objetivo principal estudiar la formación profesional del sistema educativo, que incluye la formación técnica y tecnológica de la educación, y la formación para el trabajo, en aras de determinar de forma clara su rol en los Sistemas Nacionales de Innovación. A partir de reconocer el modelo de participación de la formación profesional en los sistemas de innovación. Resolver este objetivo, conlleva definir el cómo y por qué funciona la participación del sistema de formación profesional en los sistemas de innovación, cuáles son las características de esta participación en el sistema de innovación y averiguar los elementos o componentes que tienen impactos positivos. Todo ello resaltando sectores como los de Tecnologías de información y comunicaciones que ha sido acelerador de estos cambios educativos por la nueva economía digital.

Por consiguiente, cumplir con el objetivo general de investigación implica de forma específica:

- a.** Definir el rol de la formación profesional, que incluye la formación técnica y tecnológica y la formación para el trabajo en los sistemas nacionales de innovación, a partir de la experiencia colombiana y su comparación con otros sistemas.
- b.** Analizar la legislación (legislación) y políticas públicas colombianas y compararlas con las de otros países.
- c.** Analizar los procesos de transferencia de conocimientos y tecnologías, ligados a la generación de innovaciones en el sector productivo a partir del análisis de los sistemas de formación profesional y del caso colombiano.
- d.** Estudiar el impacto de la investigación aplicada realizada en los Centros de Formación Profesional de Colombia, teniendo en cuenta la transferencia de los resultados de la misma al sector productivo y los indicadores de nuevos productos y procesos generados.
- e.** Analizar la calidad de los resultados de los productos, servicios y procesos generados con la participación de la formación profesional en los Sistemas de Innovación.

f. Conocer la percepción de los empresarios, Gobierno, academia y demás stakeholders de los sistemas de innovación.

g. Analizar el proceso de formación, así como las competencias, habilidades y destrezas desarrolladas por los profesionales del nivel técnico, tanto en su formación inicial como en la formación continua y su relación con los procesos de innovación empresarial, para conocer el peso que su participación en el sistema de formación profesional tiene en los procesos de innovación.

1.3 Hipótesis de la investigación

Partimos de la constatación empírica de que la formación profesional del sistema educativo se ha posicionado en algunos países como Colombia como uno de los referentes del sistema de innovación. Los Sistemas de Formación Profesional, que incluye la formación técnica y tecnológica y la educación para el trabajo, se han transformado, creando un nuevo entorno tecnológico y de innovación propicio en el sistema nacional de innovación colombiano para propiciar la participación de los técnicos de la formación profesional.

Por consiguiente, se quiere probar:

a. Primero, si la vinculación entre los sistemas de innovación y de formación profesional logra acelerar la innovación empresarial a partir de procesos de transferencia de conocimiento, la actualización tecnológica y participación de la fuerza laboral de los trabajadores en los procesos de innovación y desarrollo tecnológico.

b. En segundo lugar, se quiere comprobar si el perfil de los técnicos de la formación profesional, al transitar de las competencias repetitivas al desarrollo de habilidades y destrezas en su periodo de formación, ha sido la causa principal que ha permitido a los trabajadores procedentes del sistema de formación profesional participar de forma activa y propositiva en las actividades de ciencia, tecnología e innovación de las empresas y del resto de instituciones del Sistema de Innovación.

1.4 Estructura de la investigación

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron cuatro estudios de campo a lo largo de la investigación doctoral. Con estos cuatro estudios, conectados con el marco conceptual de la investigación, se ha buscado responder las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos trazados. En principio, se plantea una pregunta sobre la necesidad de la participación del sistema de formación profesional, (formación técnica en algunos países), en los sistemas nacionales de innovación. Luego surge otra pregunta: ¿por qué es relevante el estudio del SENA de Colombia? La respuesta viene dada por el tamaño del sistema, dado que es uno de los sistemas de formación profesional más grandes en términos relativos comparados con países de similar nivel de desarrollo y uno de los pocos enfocados hacia la investigación y, por otra parte, por el grado de integración de este sistema de formación con todos los demás stakeholders del sistema de innovación colombiano, hecho que resulta novedoso en el contexto internacional y clave para entender la capacidad de incorporarse a las tareas de innovación e investigación que el sistema colombiano de formación profesional proporciona a sus estudiantes.

Como elemento de análisis es preciso señalar que el SENA representa un alto porcentaje de la cobertura en la formación profesional de Colombia. El Servicio Nacional de Aprendizaje cuenta, primero, con una red de 116 Centros de Formación Profesional en 367 sedes propias situadas en todos los departamentos del país, segundo, con una red de 15 Tecnoparques (Centros de Innovación y Prototipado, incubación de proyectos, y emprendimientos de base tecnológica), tercero, con 9 tecnoacademias y, por último, dos Centros de Desarrollo Tecnológico, siendo el referente de la formación profesional en Colombia debido a que ofrece el 70% de toda la oferta de educación técnica tecnológica del país (OECD, 2016).

En la primera parte del estudio se plantea una reflexión teórica (capítulo 2) que será probada de forma empírica en la segunda parte de la misma. Allí también se plantean dos preguntas:

- ¿Por qué se han mejorado las competencias de los técnicos de la formación profesional enfocándolas hacia la investigación?

- ¿Por qué en un país como Colombia, las competencias científicas y tecnológicas están presentes en los currícula de la Formación Profesional y en otros países no?

Responder a estas dos preguntas explicará los fenómenos que determinan el nuevo rol de la formación profesional en los sistemas de innovación.

En el marco conceptual se definen los sistemas de Formación Profesional y los Sistemas de Innovación utilizando el sistema de análisis denominado Teoría Fundamentada. A su vez, se vinculan este tipo de análisis con las teorías del capital humano y las del crecimiento económico, así como con los llamados modelos interactivos de innovación.

En la segunda parte del estudio (capítulos del 3 al 8) se presenta de forma organizada la información, datos y estadísticas que dan cuenta de la reflexión teórica planteada. Se responde a la principal pregunta de investigación, en el sentido de conocer las razones e implicaciones del hecho de que la Formación Profesional participe en el sistema de innovación (capítulo 4). ¿Cómo se fundamenta la entrada de un sistema, el de formación, en el otro sistema, el de innovación? y, ¿cómo es que el sistema de formación ha pasado a ser un agente decisorio en el de innovación? En esta segunda parte se da una respuesta basada en las respuestas de las empresas y de sus asociaciones (gremios en Colombia), a la hora de analizar el fenómeno y dilucidar sobre los elementos planteados en el modelo de participación de la formación profesional en los sistemas de innovación.

También es importante conocer por qué la política pública y sus normativas definen reglas de participación de la formación profesional en el sistema de innovación, en especial las referidas a la distribución de la inversión económica (capítulo 4). Esto conlleva un análisis para averiguar las razones por las que los representantes de los Centros de investigación y desarrollo tecnológico, coordinados por el sistema universitario, toman y justifican sus acciones. Con este objetivo fueron entrevistados una decena de representantes de estos centros.

En el capítulo 5 se realiza un análisis de las competencias laborales del nivel técnico de la formación profesional, se repasa la vinculación en los proyectos, las competencias que se desarrollan, el reporte de las competencias que debe

aprender el estudiante y las que deben desarrollar los trabajadores vinculados. Con esta información se realiza un examen de las competencias con la intención de averiguar por qué surgen las capacidades de investigación, desarrollo e innovación en ese sistema de formación, cuando en el inmediato pasado no estaba entre sus cometidos y es poco habitual en los sistemas de ciencia y tecnología del mundo.

Dentro del análisis del caso del SENA se reflexiona sobre el proceso de evolución del sistema de formación profesional y se explica cómo dicho sistema ganó importancia en los sistemas de innovación (capítulos 6 y 7). Es importante la reflexión sobre el impulso que las micro, pequeñas y medianas empresas han dado al modelo, pues ellas son las que han soportado los procesos de innovación a partir del capital humano de nivel técnico con que han contado. Esto ha cambiado el paradigma existente, donde sólo las instituciones universitarias contribuían de manera activa en los procesos de investigación y desarrollo. El sistema ha evolucionado, la realidad del sector productivo lo ha definido y ha creado nuevas posibilidades. Podemos decir que la formación profesional se ha hecho más compleja para responder a las demandas del sistema de innovación. Todo ello ha generado dudas sobre los alcances de ese tipo de investigación, incluso acerca de si la misma existe, o si sólo se trata de una participación en el desarrollo tecnológico y la innovación de manera auxiliar por parte de los técnicos. Para dar cumplida respuesta a estas cuestiones se comprueba la calidad y la percepción que los actores tiene del fenómeno por medio de una encuesta realizada a un centenar de las empresas y entrevistas en profundidad a representantes de las asociaciones (gremios) empresariales y a los directores de centros de Innovación y Desarrollo Tecnológico (capítulo 7). Todo ello se contrasta con las estadísticas de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación de 2015 que cierran el capítulo séptimo.

Un pequeño estudio de caso de una empresa (capítulo 8) concluye la parte expositiva de la tesis. Posteriormente, en las conclusiones se expone el tipo de sistema de innovación que se está generando, como viene marcado por las nuevas dinámicas productivas, como se benefician y participan activamente las micro, pequeñas y medianas empresas y como se pueden ver los impactos en el sistema. A partir de esa información se expone el modelo al que se ha llegado, que está caracterizado por el rol de actor del sistema de innovación que juega la formación profesional.

1.5. Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se decidió utilizar una metodología de análisis cualitativo, con apoyo de la metodología de la Teoría Fundamentada de Anselm Strauss y Juliet Corbin. Se considera pertinente el análisis cualitativo para fundamentar el proceso que se ha dado de la participación de la formación profesional en los sistemas de innovación. La Teoría Fundamentada utiliza los datos recopilados de manera sistemática y permite su ordenación y análisis por medio de un proceso de estudio de los componentes presentes.² En este método la recolección de datos, el análisis y la explicación que surgirá de ellos guardan estrecha relación entre sí, sirviendo de esta manera como un marco conceptual en el que ir engranando la información cuantitativa y cualitativa que se tiene del sistema a estudiar (Strauss & Corbin, 1998, pág. 13). De este modo, la investigación se ha desarrollado a partir de técnicas y procedimientos que permiten desplegar la Teoría Fundamentada en el estudio del rol de la formación profesional en los sistemas de innovación.

La metodología denominada Teoría Fundamentada fue planteada por Anselm Strauss y Juliet Corbin. Se considera pertinente para los análisis cualitativos que permiten explicar el modelo que se genera en un sistema cuando se ve sometido a un entorno que cambia. En el presente caso el sistema a estudiar es el sistema de formación y el cambio es el nuevo entorno en su rol que le conduce a tener que ocuparse de tareas de innovación e investigación. En este sentido, la presente investigación presenta los resultados del trabajo de campo realizado entre octubre de 2013 y febrero de 2014, para la recolección de datos de los 116 Centros de Formación Profesional del SENA, donde se revisa el enfoque de los proyectos formativos de los aprendices de la formación con componentes de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

2 La documentación que sirve de base para esta investigación contiene las siguientes informaciones: normas legislativas, documentos de política pública, documentación sobre los centros de formación profesional, las empresas con proyectos de innovación, los grupos de investigación, los proyectos y programas de innovación públicos y empresariales, los proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico y las transferencia de conocimientos y tecnologías. El método de análisis de la llamada Teoría Fundamentada implica una ordenación del material y la búsqueda de las relaciones que van apareciendo.

Para ello se desarrolló una encuesta nacional para los 32 departamentos de Colombia y Distrito Capital, dirigida a los Directores de los 116 Centros de Formación Profesional de Colombia. El objetivo de esta encuesta fue conocer las capacidades desarrolladas por los aprendices de las carreras técnicas y tecnológicas del SENA en el marco de sus procesos de formación. Asimismo, la presente investigación analiza los resultados de la transferencia de tecnología y conocimientos generados en los proyectos desarrollados entre empresas colombianas en alianza con Centros de Formación Profesional del SENA. Este último título se lleva a cabo a través de análisis estadístico. Finalmente se cruzan la información sobre los datos e informaciones de las actuales capacidades de desarrollo tecnológico e innovación de los Centros de Formación Profesional del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia con la información acerca de las necesidades de las empresas que han sido seleccionadas en la Convocatoria Nacional de Fomento a la Innovación Empresarial en alianza con los Centros de Formación profesional.

Para poder desarrollar una explicación basándose en la metodología de la Teoría Fundamentada se debe explorar en todos los entornos del tema de estudio y llegar a todas las implicaciones que el método indica que se han de explorar (Strauss & Corbin, 1998, pág. 24) . La Teoría Fundamentada establece que el concepto de “teoría” denota la utilización de un conjunto de categorías interrelacionadas de manera sistemática. El procedimiento se realiza por medio de oraciones que indican relaciones para formar un marco que explica el fenómeno social, psicológico, educativo, etc, que se quiere estudiar. Esta teoría establece también que no existe un conjunto estándar de métodos únicos, y que, por tanto, los acercamientos y análisis pueden ser múltiples y útiles según cada investigación. Se combinan diferentes técnicas y se usan formas tanto cualitativas como cuantitativas para poder llegar a un modelo explicativo. Así mismo, en la investigación siguiendo la metodología de la Teoría Fundamentada se hace un análisis curricular y de competencias relacionadas con la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación y su incorporación en los procesos de formación profesional, entendida como la formación del nivel técnico del sistema educativo.

Por otra parte, a través de herramienta de encuestas y entrevistas a empresarios, asociaciones empresariales, académicos directivos de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico adscritos a Universidades, se completa el trabajo

empírico de la investigación y se logra determinar la hipótesis relacionada con la calidad de los productos generados bajo el sistema de innovación donde la formación profesional juega un papel importante.

En general, el modelo explicativo desarrollado en la presente investigación se fundamenta en análisis cualitativo y cuantitativo, a través de las técnicas de comparación, análisis estadístico, encuesta, entrevistas, y observación a través de pasantías y visitas a las instituciones de educación profesional de los diferentes países. A tal fin se han seleccionado los sistemas alemán, francés, inglés, mexicano y brasileño.

La presente investigación se basa tanto en las información documental como en la derivada de las visitas de campo. Documentalmente se han revisado los escritos legales, de política y de resultados de la implementación de Programas de Innovación en la Formación Profesional en Colombia. Todo ello se presenta con un análisis estadístico. Con respecto a la investigación de campo, buena parte de la investigación parte del estudio de caso aplicado al Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo del SENA y en las políticas de Colombia en sus programas de apoyo a la innovación. También se ha tenido acceso, a través de encuestas y entrevistas, a datos e información relevante de los diferentes stakeholders, tanto del Sistema de Formación Profesional colombiano como del Sistema de Innovación.

Nuestro estudio cuenta, además, con la comparación con otros sistemas, especialmente el alemán, cuna de la formación profesional, pero también se ha realizado la revisión de sistemas como el mexicano, muy brevemente, y el español. Todos ellos basados en visitas de campo en dichos países.

Las tareas de recopilación y organización de la información ha permitido establecer una primera aproximación al estado del arte de las políticas de innovación en el mundo en relación al papel de la formación profesional en este ámbito. Se revisaron libros, monografías, revistas, tesis y otras fuentes secundarias de información, incluyendo información de base procedente del Sistema de Información para la Gestión de Proyectos en Colombia (SIGP).

De igual forma, se utilizó la técnica de campo para observar de manera directa los resultados de los programas de innovación objeto de este proyecto. Para este

estudio de campo se realizaron encuestas, entrevistas y se realizó una observación directa sistematizada. En resumen, tal como permite la metodología de la Teoría Fundamentada se emplearon técnicas combinadas, pero siempre buscando las relaciones y cambios ocurridos en el sistema que se ha estudiado (Strauss y Corbin, 1998, pág. 30)

Se ha realizado el pertinente análisis histórico de las normas/legislación, que ha enriquecido la información proveniente de las entrevistas y encuestas. En muchos momentos el “uso de preguntas”, planteado por Strauss, ha sido el método de avance y ha permitido analizar los resultados de las entrevistas. Así mismo, se ha llevado a cabo el “análisis de frases”, que de forma concreta manifestaron los entrevistados en el marco de esta investigación. Para ello se utilizó el software Atlas TI.

Al final de la investigación se presenta un ejemplo de empresa donde la innovación ha procedido en parte de su implicación en el sistema de formación profesional.

2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1. Sistema nacional de innovación y sistema de formación profesional

La innovación se puede generar por especialización, pero también cuando intervienen dos o más disciplinas y sectores de naturaleza distinta (Johansson, 2005, págs. 9-10). En este último caso se precisa una situación en la que se cree un diferencial y una complementariedad. Por esa razón la suma de conocimiento de índole más teórico con el técnico es un buen caldo de cultivo para la innovación. Por otra parte, en los procesos de innovación son vitales los mecanismos de transmisión de la información.

La formación profesional-ocupacional se suele denostar como vía para los procesos de innovación por ser baja su especialización, estar basada en la repetición de un conocimiento establecido y no crear situaciones de utilización de diferentes conocimientos. Pero al tratarse de un mecanismo de transmisión de la técnica y del conocimiento basado en la relación maestro - aprendiz, se asemeja al círculo virtuoso planteado por Castells, (Castells, 2010) para la creación de nuevo conocimiento, según la cual las nuevas tecnologías y la autonomía de los individuos permite generar redes entre ellos, con otros individuos de similares ideas, y de esta forma generar nuevos conocimientos, tal como sucede entre la relación maestro-aprendiz, en la que el aprendiz continúa generando redes, agregando valor a su conocimiento y habilidades y luego transfiriéndolo a un nuevo aprendiz, ya en calidad de maestro.

Esta reflexión de partida nos abre el camino para entender el fenómeno de la participación de la formación profesional en los procesos de innovación empresarial y de desarrollo tecnológico. Para ello hay que ahondar en el análisis de la transmisión de conocimiento del maestro al aprendiz, e introducir un cambio en la argumentación tradicional que se tiene de esa relación introduciendo que en ella se agrega valor al conocimiento y se crean nuevos.

La revisión teórica del concepto de innovación como tema de estudio en este trabajo parte de la definición de los Sistemas de Innovación propuestos por Freeman (1994), Lundvall (1992) y Nelson (1993). Nos centramos en la concepción de Sistema Nacional de Innovación definido como la red de

instituciones público y privadas cuyas actividades e interacción inician, importan, modifican y difunden las nuevas tecnologías (Freeman, 1995, pág. 19)

Con esta definición de los sistema nacional de innovación cobra importancia el concepto de “institución”, como factor determinante en la organización del proceso (Edquist, 1997, pág. 14) . Este concepto es común para los dos sistemas en estudio, el de la formación profesional y el del sistema de innovación, ambos organizados a través de instituciones y centros con características administrativas y organizativas similares.

Los inicios del concepto de Sistemas Nacionales propuestos se remontan a las ideas de List, quien se centró en la necesidad de generar una adaptación de la tecnología a partir del entrenamiento de los ciudadanos, (List, 1841, págs. 102-150) lo cual pone toda la atención en la formación del capital humano, del que una parte esencial es la Formación Profesional.

Si resumimos los elementos principales que componen un Sistema de Innovación, nos encontraremos con que en se trata de un sistema de interrelación entre los diferentes actores (proveedores, clientes y autoridades políticas y educativas (Lundvall, 1992). En consecuencia es una red de distintas instituciones, empresas y Gobierno que conforman el aparato científico y tecnológico y la manera en que cada uno se estos agentes interactúa para la consecución de la creación, difusión y utilización de conocimiento, (Patel & Pavitt, 1994).

Todas las definiciones de Sistemas de Innovación en sus diferentes escalas, nacionales, locales, sectoriales, nos llevan a concluir, que las Instituciones de la formación profesional forman parte de dichos sistemas, y que constituyen en última instancia un subsistema dentro del sistema de innovación.

Tampoco podemos perder de vista la tradicional definición de Schumpeter sobre innovación, como aquella perturbación de las estructuras existentes a partir de la novedad y el cambio (Schumpeter, 1942, pág. 74). Esta es importante, toda vez que cualquier cambio, novedad, o como él definía “destrucción creadora”, trae consigo la necesidad de un nuevo y oportuno capital humano, mano de obra calificada que absorba esa novedad, pero también que pueda generar esa “destrucción” de manera rápida y oportuna. Es ahí donde cobra fuerza la

hipótesis planteada en este trabajo. Y es que a veces la potencia de un sistema de innovación reside en el equilibrio entre el número de ingenieros y científicos por el número de técnicos y trabajadores cualificados. De hecho, un sistema puede tener una carencia absoluta de ingenieros y científicos, pero presentar una “capacidad ociosa” debido a que la carencia de personal técnico y trabajadores cualificados es aún mayor.

Los sistemas de Formación Profesional, tanto en Europa como en Latinoamérica surgen de las necesidades de la industria en el periodo de entreguerras del Siglo XX. Desde el principio se han identificado tres modelos de formación profesional, tal y como señala Greinert, (2004) y recopila Homs (2008). Son el modelo liberal de mercado, propio de los sistemas anglosajones, el modelo francés de regulación por parte del Estado y el modelo corporativo y dual alemán. Estos han sido la base para los diferentes modelos en América Latina y del resto del mundo. Para hacer más comprensible los fundamentos de los diferentes modelos hemos utilizado el cuadro comparativo propuesto por Homs, el cual se volverá a utilizar posteriormente (Homs, 2008, pág. 18), haciendo una síntesis de los aspectos más relevantes para efectos prácticos.

En el análisis comparativo de HOMS, se presentan los tres modelos más importantes de formación profesional en el mundo, el modelo liberal de mercado de Gran Bretaña, el modelo regulado de Francia y el modelo corporativo dual de Alemania. Plantea el autor citado que en el modelo inglés la organización de la formación profesional se negocia en el mercado, entre representantes de los trabajadores, los directivos empresariales y los proveedores de la formación, mientras que en el modelo francés es determinado por el Estado, en el caso alemán, existe una estructura más compleja, donde convergen las cámaras de oficios, de artesanos y comercio y existe una regulación estatal organizada por sectores profesionales.

En relación en el lugar donde se realiza la formación profesional plantea Homs, que en el modelo inglés existen muchas opciones: las escuelas, las empresas, o virtuales, en el francés existen escuelas especiales denominadas escuelas profesionales, esto muy parecido al modelo Colombiano con el SENA y en parte a los centros supranacionales alemanes. Por su parte en el modelo alemán, la formación se alterna entre las empresas y las escuelas profesionales y supraempresariales.

En el aspecto de los contenidos o currículo de la formación profesional en el modelo inglés se plantean los mismos por parte del mercado, o bien las empresas individuales en función de las necesidades, los contenidos no están preestablecidos en un currículo. En el modelo francés el Estado con los agentes sociales definen los contenidos se priorizan los conocimientos generales y teóricos. En el caso alemán, la decisión de los contenidos corresponde en conjunto a empresarios, sindicatos y el Estado, en cuanto a ello el SENA de Colombia tomó en consideración esta composición tripartita para conformar el consejo directivo del SENA.

Un aspecto importante es el relacionado con la financiación de la formación profesional, la cual en el caso del modelo inglés por regla general corresponde a quien recibe la formación profesional, solo en algunos casos concretos las empresas financian algunos cursos. En el sistema francés el Estado recauda una tasa de las empresas- algo parecido al parafiscal con que se financiaba el SENA- y con ello la formación profesional. En el caso alemán las empresas financian la formación que se imparte dentro de la empresa en virtud del sistema dual y pueden desgravar sus costes, hay que tener en consideración que existe la figura de contrato de formación por el cual el aprendiz recibe un pago, muy similar al contrato de aprendizaje contemplado en Colombia y en relación con las escuelas profesionales como las supraempresariales están financiadas por el Estado.

Finalmente un aspecto muy relevante en los sistemas de formación profesional es el proceso evaluativo y de certificación, en el caso inglés, no hay supervisión de la formación ni exámenes finales acreditados por el Estado, en el caso del sistema francés la formación produce certificados estatales que capacitan a los mejores titulados para acceder a cursos superiores, y en el caso alemán las calificaciones acreditan a escala nacional a quienes se titulan para trabajar en la profesión u oficio correspondiente y para acceder a cursos superiores a través de pasarelas establecidas con el sistema universitario y dentro del mismo de formación profesional.

Tabla 1. Modelos de formación profesional



Fuente: Homs (2008, pág. 18).

Todos los sistemas de formación profesional se centran en el conocimiento teórico en combinación con la práctica, lo cual permite desarrollar en los trabajadores las competencias necesarias para experimentar en el lugar de trabajo y poder contribuir al desarrollo tecnológico y la innovación, sin pretender hacer “ciencia”, toda vez que esta viene dada normalmente por el sistema universitario de investigación. Estamos entonces frente a una investigación aplicada y de desarrollo generadas en el proceso mismo de producción en el puesto de trabajo. Por tanto, su participación es relevante en la mejora de los procesos de producción y, en consecuencia, afecta a la fiabilidad de los productos³.

De igual forma, en tabla 1 se observa como el otro elemento común es la participación en la empresa en el sistema de formación profesional. Es la empresa la que demanda la mano de obra y el perfil profesional, y así lo determina. Aunque esto es menos notorio, o al menos más indirecto, en el caso de Francia y sistemas similares de educación profesional muy centralizada.

Esa participación empresarial se presenta también en el sistema de innovación, bien por la absorción de tecnologías, o por la generación de valor agregado en ellas, lo cual es posible por la participación de las personas, es decir, de sus trabajadores dedicados a ello. (Milbergs, 2005).

3 Los productos innovadores lo son en función de las prestaciones que presentan, las cuales tienen una relación directa con la innovación de producto proveniente de la labor de ingeniería y la de ciencia aplicada, y la de fiabilidad, que tiene relación directa con la calidad en los procesos de producción, donde los técnicos son los responsables de mantener los estándares de calidad en la producción y de realizar las innovaciones incrementales en el proceso de producción.

El fin último de este esquema es potenciar el desarrollo económico y la competitividad empresarial (Vargas, 2012, págs. 2-5). Para ello, se debe contar con los incentivos adecuados que fomenten la coordinación y convergencia entre los agentes para el logro de propósitos comunes, y la necesidad de analizar y evaluar periódicamente para tomar decisiones de política pública.

Aquellas teorías económica que ponen el énfasis en el capital humano a la hora de explicar el crecimiento y la innovación son un marco adecuado para entender el peso de la formación profesional. La relación entre la Formación Profesional del Sistema Educativo con la innovación está directamente relacionada con las teorías endógenas de crecimiento económico desarrolladas por Romer y Lucas. Por una parte, Romer consideró el conocimiento como un factor de producción determinante que incrementa la productividad marginal de las empresas (Romer, 1986), al plantear que el crecimiento económico es un resultado endógeno del sistema económico y no el resultado de fuerzas externas. A su vez Robert Lucas señalaba la importancia de la experiencia y el capital humano como factores que permiten entender los procesos de desarrollo acelerado de la economía. (Lucas, 1988) . En la teoría del crecimiento endógeno el concepto de Learning by Doing, desarrollado en su día por Kenneth Arrow⁴, es fundamental para entender el rol de la innovación incremental por parte del capital humano con formación técnica. Desde esta perspectiva una formación profesional orientada al Learning by Doing en la empresa es un factor clave para la generación de innovaciones incrementales y de proceso de producción en un Sistema Nacional de Innovación.⁵

Más allá de la escuela del crecimiento endógeno los economista de corte evolutivo, como Nelson y Phleps, han profundizado en la idea de que el avance de un sistema de ciencia, tecnología e innovación se articula directamente con el capital humano que lo permite, por lo que su formación pasa a ser un

⁴ Arrow, (1962).

⁵ El concepto de *Kaizen* (mejora continua) en el sistema de producción japonés pone el centro de atención en las mejoras que introducen los empleados. Desde una perspectiva teórica tiene una clara conexión con la concepción del *learning by doing*.

componente fundamental (Nelson & Phelps, 1966, págs. 69-75)⁶. Al respecto se argumenta que el capital humano tiene dos efectos la invención que hace referencia a innovaciones radicales (más ligadas a los productos) y la adaptación que implica la innovación de aumento selectivo o incremental (más ligada a las mejoras en los procesos), la cual permite la disminución de las brechas tecnológicas al resolver los típicos problemas que operan como “cuellos de botella” en los sistemas y procesos de producción.

Una de las repercusiones de implementar sistemas de producción basados en el learning by doing es el aumento de la competitividad. Pues bien, comparando los sistemas españoles y colombianos encontramos que estos sistemas tienen por objetivo mejorar la competitividad empresarial, y de ello da cuenta el énfasis que en el modelo curricular de formación tienen en ambos países la parte asignada a la formación práctica y a la formación por proyectos la cual oscila entre un treinta y cuarenta por ciento del plan curricular⁷. Este enfoque se repite en otros países, como Alemania y México.

Revisando las teorías de la competitividad, las cuales se relacionan directamente con los conceptos de sistemas nacionales y regionales de innovación, es importante destacar la importancia que en ellas se da a la necesidad de infraestructuras que permitan la transferencia y transmisión de conocimientos y resultados de investigación, a sumar a las actividades propias de la innovación y el desarrollo experimental intramuros de la empresa. Por esta razón los sistemas de formación profesional necesitan estar no sólo enfocados hacia la empresa y la

6 La dotación de capital humano ayuda a los países a acelerar sus progresos tecnológicos (Nelson y Phelps 1966, pag. 75):

For, according to the models presented here, the rate of return to education is greater the more technologically progressive is the economy. This suggests that the progressiveness of the technology has implications for the optimal capital structure in the broad sense. In particular, it may be that society should build more human capital relative to tangible capital the more dynamic is the technology.

7 Los sistemas español y colombiano tienen en común que existen tres subsistemas de formación de capital humano en la formación profesional: uno de formación inicial, otro de formación ocupacional y finalmente la formación continua.

competitividad, sino imbricados en los procesos de transmisión mutua (centro de formación – empresa) de los conocimientos. En este sentido dos líneas de trabajo conjunto son claves: la investigación compartida de carácter aplicado y la preocupación por el desarrollo local (competitividad territorial).

La investigación aplicada aparece en las programaciones de los centros, pues se ha ido haciendo habitual que los técnicos entren en los proyectos de investigación. De hecho, el indicador de número de técnicos implicados en proyectos empresariales o universitarios se hace palpable, así mismo. Por otra parte, nuevos ecosistemas territoriales plantean un nuevo marco de la competitividad territorial. (Ondategui Rubio y Belinchon, 2005, págs. 2-5). Este nuevo esquema incluye la medición de estructuras que identifiquen tanto a investigadores como a técnicos, que se especialicen los procesos de transferencia los tipos de enseñanza y la existencia de laboratorios de investigación aplicada, de desarrollo tecnológico y conexión con la industria. En relación con las infraestructuras requeridas para los nuevos sistemas de competitividad cada vez se resalta más por los actores del sistema la necesidad de parques científicos, parques tecnológicos (que presten servicios técnicos y tecnológicos requeridos por las empresas), Centros Tecnológicos y de Innovación Centros de Acreditación y Certificación. La proliferación de estos centros, que operan como espacios/infraestructuras de interrelación, muestra la evolución que ha tenido en la competitividad la vinculación de las escuelas técnicas y entre estas y el tejido productivo de un área de desarrollo.

Tanto desde una perspectiva teórica como de acción política estamos ante un cambio en los modelos y paradigmas establecidos en los sistemas de innovación. La formación profesional ha evolucionado y adquirido un nuevo rol de mayor relevancia al interior de los procesos de innovación. Esto lo logra valiéndose de su propia naturaleza y estructura, ello es, la tradición de transferencia de conocimiento maestro- aprendiz, pero con mayor sofisticación y con inclusión de valores agregados a dicho conocimiento y técnicas, de esta forma, se sofistican el capital humano y se incrementa su producción y competitividad al interior de las empresas, las cuales, debido a las nuevas dinámicas de competitividad, han impulsado este cambio valiéndose de la formación del capital humano a todo nivel.

Estamos frente a un nuevo técnico que es capaz de innovar detectando mejoras en los procesos productivos, de proponer cambios a las técnicas y las tecnologías,

por ello adquiere un perfil competitivo al interior de las empresas. Esto impacta también institucionalmente, por lo que los Centros de Formación Profesional adquieren nuevas características, mayor compromiso con el avance tecnológico y modelos de formación que incluyen, no solo actividades repetitivas sino creadoras. De esta forma, se altera el sistema nacional de innovación y se crean nuevas políticas de Estado que visibilizan al sector de la formación profesional creando un subsistema nuevo que requiere reorganizar un modelo educativo. Al final, se cuenta con un nuevo subsistema dentro de los sistemas de innovación, que generan impactos en los indicadores de ciencia, tecnología e innovación y que confirman las teorías de los sistemas nacionales de innovación, del crecimiento económico a partir del capital humano y, por supuesto, de los modelos interactivos de innovación.

2.2. Definición de formación profesional en las políticas públicas

El marco teórico de esta investigación resalta los conceptos de formación profesional, desde la perspectiva conceptual, pero también define a la misma desde la óptica de las políticas públicas establecidas a nivel mundial. En la Convención sobre la Enseñanza Técnica y Profesional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) de 1989 se define la enseñanza técnica y profesional como todas las formas y niveles del proceso de educación que incluye además de los conocimientos generales, el estudio de las técnicas y disciplinas afines la adquisición de habilidades prácticas y de actitudes, y la comprensión de los diferentes oficios en los diversos sectores de la vida económica y social. (UNESCO, 2017).

Este concepto de formación profesional ha evolucionado y ya no diferencia entre educación e instrucción, ni divide la formación humana de la formación para el trabajo sino que se concibe como un proceso educativo que comprende el estudio tanto tecnologías, ciencias conexas, conocimientos teóricos y prácticos, para el ejercicio de determinadas ocupaciones (SENATI , 2013).

El nuevo orden económico mundial y la organización empresarial rica en conocimiento y tecnología aplicada han llevado a cambiar los conceptos tradicionales de instrucción para aprender un oficio particular. En la actualidad el acento se pone en las competencias necesarias para enfrentar los cambios tecnológicos y las innovaciones en el mundo laboral. En este sentido, la

Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha ordenado las ocupaciones a través de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO), de la siguiente manera: miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos así como personal directivo de la administración pública y de empresas, profesionales, científicos e intelectuales, técnicos y profesionales de nivel medio, empleados de oficina, trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados, agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros, oficiales, operarios y artesanos de arte mecánicas y de otros oficios, operadores de instalaciones y máquinas y de otros oficios y trabajadores no calificados. (OIT, Organización Internacional del Trabajo, 2005)

Al revisar los niveles formación técnica dentro de los países de América Latina, principalmente en Colombia, Brasil, Perú y México, encontramos que existen tres tipos de técnicos:

- Técnico superior: también conocido como tecnólogo en países como Colombia, dedicado a tareas de investigación aplicada y aplicación de conceptos, principios y otros conocimientos científicos.
- Técnico medio: dedicado a aplicar conocimientos de forma práctica en una rama ocupacional específica , también aplica métodos y normas y tiene responsabilidades de coordinación.
- Operarios: finalmente los operarios dedicados a aplicar de forma práctica los conocimientos tecnológicos propios de una respectiva ocupación.

En todo caso, revisadas las definiciones que los servicios nacionales de aprendizaje de los países: SENA en Colombia, SENATI en Perú, SENAI en Brasil y Conalep en México, se encuentran similitudes en las definiciones y además se concluye que en cualquiera de estos niveles se pueden desarrollar las habilidades ligadas a la innovación empresarial y por ende contribuir al sistema nacional de innovación respectivo. Esto, acorde con la integralidad de la formación profesional de hoy que incluye la integración del entorno en el currículo y la globalización (Inciarte González y Canquiz Rincón, 2009, págs. 43-46).

2. 3 Modelos de innovación y el capital humano

La academia ha dedicado décadas a organizar conceptualmente los modelos de innovación y de gestión de la innovación, generando teorías, definiciones, y acuñando nuevas denominaciones teóricas y mejorando las versiones anteriores de las mismas. Destacan las definiciones del modelo lineal en el que se delimitan los conceptos de investigación científica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico y la llegada al mercado. Así lo definió el modelo lineal de tirón de la demanda (Rothwell, 1994) y el modelo de impulso o empuje de la tecnología, que plantean un proceso que inicia con la investigación científica, pasa por el desarrollo tecnológico y culmina con la innovación a partir de un producto puesto en el mercado (Sánchez, 1996).

Se toma como punto de partida el modelo lineal que establece etapas que se siguen de forma continua para generar innovación en el mercado, generalmente representado en las ventas. No obstante, estas etapas en secuencia pueden no necesariamente ser continuas, lo que genera un nuevo modelo conocido como interactivo o mixto. Este modelo interactivo se divide en etapas interactivas o interdependientes en las que se produce una comunicación tanto dentro como fuera de la empresa, alineando capacidades tecnológicas, con las necesidades del mercado y el potencial de la empresa (Rothwell, 1994, págs. 7-31). Modelo muy similar al que anteriormente había planteado Marquis, donde se parte de unos conocimientos técnicos existentes y en el que se conjugan las diferentes etapas para satisfacer la demanda (Marquis, 1969).

Los principios definidos en el modelo interactivo o mixto confirman la hipótesis que se justifica en esta tesis, toda vez que permite resaltar el aporte de la formación profesional, o formación técnica en el sistema de innovación empresarial. En esta misma línea, el modelo de Kline, o modelo de enlaces en cadena, establece varias trayectorias posibles para completar el proceso de innovación tecnológica, lo que refuerza la teoría del rol protagónico que en Colombia ha adquirido la formación profesional y técnica profesional, fundamentalmente por la necesidad de acudir al conocimiento existente previamente, lo cual sucede en los proyectos que vinculan la formación profesional. El modelo de Kline es enfático en deducir que la ciencia se utiliza siempre que surge el problema tecnológico, generando así una innovación, y en caso de no existir dicha solución en la ciencia, se deben iniciar nuevas

investigaciones (Kline y Rosenberg, 1986).

El desarrollo de los procesos de innovación a lo largo de la historia han integrado diferentes actores del proceso productivo y así lo ha organizado la teoría, luego de los modelos interactivos o mixtos, fueron surgiendo modelos mucho menos secuenciales, como los modelos integrados mucho más disruptivos, que no necesariamente generan dependencia de etapas previas como la investigación, y que de igual forma generan innovaciones (Rothwell, 1994). De allí se evolucionó a los modelos de redes tecnológicas, un proceso con múltiples convenios y alianzas entre empresas y entre ellas y los gobiernos, a través de programas de fomento, (EUROPEAN COMMISSION, 2004, págs. 37-49). Esta evolución de modelos interactivos, a modelos integrados y a modelos en red, han llevado también implícito la inclusión de los trabajadores en todo el proceso, por ende la incorporación de habilidades y competencias como la creatividad (López, Blanco y Guerra, 2009, pág. 263), el trabajo en equipo y la gestión de proyectos, las cuales se deben considerar también desde la formación inicial de trabajadores, incluido la formación técnica y tecnológica y formación profesional, (OCDE, 2013).

Del análisis de los diferentes modelos de innovación, podemos concluir que los modelos lineales no daban cabida clara a nuevas formas de lograr la innovación, como lo es a través de la intervención de los instructores, técnicos de la formación profesional, los trabajadores mismos en el proceso de innovación dentro de la empresa, sin embargo, en los años noventa tomaron fuerza los nuevos modelos interactivos o mixtos que contemplan la innovación como un fenómeno de interacciones no lineales.

En Colombia, el Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación desarrollaron una metodología de medición de las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) con base en referentes internacionales y otras metodologías que se han venido aplicando en el país (RICYT, OEA, OCYT, COLCIENCIAS , 2001). Pues bien, este análisis fue tomado por el SENA, ente rector de la Formación Profesional en Colombia, para definir sus políticas de innovación y desarrollo tecnológico. Los indicadores por parte del SENA se organizaron a partir de ese documento de la siguiente manera, (Vargas, 2012):

Actividades de ciencia y tecnología (ACT):

Comprenden las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como la investigación científica y el desarrollo experimental (I+D), la enseñanza y la formación científica y técnica y los servicios científicos y tecnológicos.

Investigación y desarrollo experimental (I+D):

Comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos humanos, culturales y sociales y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones.

Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica:

Gastos en educación formal a nivel de maestría y doctorado y la formación permanente de científicos e ingenieros (postdoctorados y cursos de entrenamiento especializados).

Servicios científicos y tecnológicos:

Lo constituyen las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos, que incluye: recolección de datos científicos, servicios de información, estudios para planeación de políticas públicas, estudios de factibilidad o viabilidad, administración del sistema nacional de propiedad intelectual, ensayos, normalización, metrología y control de calidad.

Administración y otras actividades de apoyo:

Son actividades que aportan al apoyo de I+D, adelantadas por entidades como ministerios, organismos de investigación, fundaciones y otros organismos sin ánimo de lucro para reunir, administrar y distribuir fondos de I+D a los ejecutores.

Actividades de innovación:

Se incluyen todas aquellas acciones llevadas a cabo tendientes a poner en práctica conceptos, ideas y métodos necesarios para la adquisición, asimilación e incorporación de nuevos conocimientos. El producto de estas acciones tiene

como resultado un cambio técnico en la empresa, sin que ésta sea necesariamente una innovación tecnológica en el sentido estricto, lo cual se debe reflejar en el desempeño de la empresa. A continuación se incluyen las definiciones de las distintas actividades de innovación: diseño, instalación de maquinarias nuevas, ingeniería industrial y puesta en marcha de la producción, adquisición de tecnología incorporada al capital, adquisición de tecnología no incorporada al capital, modernización organizacional, comercialización y capacitación.

En estas directrices se identifica el papel de los Centros de Formación Profesional del SENA y de su comunidad de estudiantes, así como los trabajadores especializados de la entidad, tanto en la prestación de los servicios tecnológicos, que se da a partir de los laboratorios e infraestructura de los centros de formación, así como el desarrollo de actividades ligadas a la innovación. Esta experiencia se enmarca en un modelo interactivo o mixto de innovación, pero también toman características de la innovación en red, dándole una estructura participativa con los demás actores del sistema nacional de innovación en Colombia. Así mismo, el desarrollo de ensayos, actividades de metrología y otras complementarias, demuestran el aporte directo al sistema de innovación, en un primer momento, a partir de actividades de ciencia, tecnología e innovación aplicadas en los Centros de Formación Profesional.

Otra estrategia que se desarrolló en el SENA para el tratamiento de las competencias, habilidades y destrezas relacionadas con los procesos de innovación en los centros de formación profesional fue la metodología de formación por proyectos que se desenvuelven a través de semilleros de investigación. En Colombia los semilleros de investigación se iniciaron en 1996 en la Universidad de Antioquia y hoy en día se extienden en todo el territorio, trabajándose desde la formación secundaria y media (Penagos-Cruz, 2015), y se han constituido como una estrategia de formación por proyectos, que incentiva las competencias psicológicas transversales necesarias para aportar a los sistemas de ciencia, tecnología e innovación.

En el caso del presente estudio del SENA se pudo evidenciar en el Proyecto Educativo Institucional la existencia del componente de investigación aplicada, desarrollo tecnológico, a través de los semilleros de investigación y de la estrategia didáctica activa de aprendizaje por proyectos (SENA, 2013, pág. 5), que permite desplegar de una forma práctica y bajo los preceptos de Learning by Doing el

enfoque de aprendizaje por competencias, esto es, aprender haciendo, donde la práctica del aprendiz y del trabajador es fundamental para generar conocimiento y aprendizaje generando, así, un posible crecimiento económico vía crecimiento de la productividad del trabajo y versatilidad del capital humano (Arrow, 1962).

3. INTRODUCCIÓN A LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES Y NACIONALES EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL

Para analizar a fondo el rol de la formación profesional del sistema educativo hemos planteado la revisión de políticas nacionales e internacionales en la materia, examinando las legislaciones española, colombiana, europea y su comparación con los estándares internacionales marcados en los compromisos de estos países y región con la OIT, la OECD y Naciones Unidas. De esa forma, se logra definir el nivel de importancia que la formación profesional tiene en la política pública.

En España la formación profesional en las empresas industriales estaba históricamente más desarrollada en el País Vasco y Cataluña. La Ley General de Educación de 1970 renueva el modelo de formación profesional, incorporando los conceptos en boga en Europa para la época. Por aquel entonces, la formación profesional debía constituir las pasarelas necesarias con el fin de preparar a los jóvenes que salían en diferentes niveles del sistema educativo para incorporarse al mercado de trabajo con una formación especializada y adaptada a las necesidades de la empresa (Homs, 2008, pág. 21).

Por otra parte, la formación ocupacional se crea como la formación dirigida a los desempleados. Esta formación la brindaba el INEM; en el caso colombiano el SENA con el Servicio Público de Empleo de Colombia en su momento. La formación profesional en España, por ejemplo, cuenta con módulos profesionales teórico- prácticos, destinados a desarrollar una serie de competencias profesionales que se han definido en relación con unos puestos de trabajo determinados y unos módulos formativos prácticos, que se realizan en un centro productivo externo al centro educativo, generalmente mediante prácticas en una empresa. (Homs, 2008, pág. 30).

La legislación española define la formación profesional estableciendo dos subsistemas uno de formación técnica inicial normado en la Ley de Cualificaciones y Formación Profesional vigente, la cual se asemeja a la formación reglada técnica y tecnológica ofrecida por el SENA de Colombia, y un segundo subsistema de formación ocupacional, que se aplica para la actualización tecnológica de los trabajadores y para la reconversión laboral, la cual en Colombia se conoce como Formación Complementaria. Estos subsistemas están dispuestos para el desarrollo de competencias y cualificaciones en los trabajadores.

Para la OIT la formación profesional es la encargada de satisfacer la demanda de las competencias laborales en el mercado del trabajo y en la sociedad en general (OIT CINTERFOR, 2006, pág. 35). Así mismo, la decisión 195 de la OIT estableció parámetros para el desarrollo de los recursos humanos, la educación, formación y aprendizaje permanente (OIT , 1994). La OIT considera que toda realidad productiva y laboral está asociada una dimensión tecnológica, tecnologías tradicionales y modernas, simples y complejas, genéricas y transversales, atraviesan la realidad productiva de nuestras sociedades. y considera imposible que se logre un desarrollo del conocimiento y las capacidades relativos al trabajo sin una referencia directa o cercada a las técnicas, (OIT , 1994). Finalmente, el estudio de la OIT sobre los entornos de la formación profesional, se concluye que la formación profesional es un componente central y estratégico dentro de los procesos de innovación, desarrollo y transferencia de tecnología. En el estudio realizado en las Instituciones de formación profesional de Latinoamérica se encontró la tendencia de evolución de los Centros de Formación Profesional a centros con servicios complementarios, (OIT CINTERFOR, 2006).

Por su parte, la OCDE en su estudio de la política de la innovación en Colombia de diciembre de 2013, evaluó el Sistema Nacional de Innovación de Colombia, recomendando uno de ellos:

prestar más atención a las carreras técnicas profesionales, por ejemplo en áreas como el diseño, la logística y la gerencia. Esto implicará cambios en las prioridades de financiación dentro de la educación superior, (OCDE, 2013 , pág. 3).

Según estadísticas de Eurostat (2013), en la Unión Europea, el 48,9% de los estudiantes de educación secundaria alta continúan en carreras de la formación

profesional. Este porcentaje es más alto en países como Alemania, con el 61% de los estudiantes estudiando la formación profesional, tanto en centros de formación como en la formación dual dentro de las empresas. El informe de Eurostat señala también que, en países como República Checa y Austria existen algunas regiones donde el porcentaje llega a cerca del 75%. Estos datos contrastan con la visión de Europa 2020 en educación terciaria, desarrollada por la Comisión Europea contra el desempleo y como herramienta de desarrollo, (COMISIÓN EUROPEA- EUROSTAT, 2013), en donde no se da tanta relevancia a la formación profesional.

Las políticas en materia de Formación Profesional en Colombia se han visto influidas por estos criterios europeos, de la OIT y de la OECD. De hecho, son varios los estudios de la OECD sobre Innovación y Educación Superior se hacen recomendaciones relacionadas con el fortalecimiento del sistema nacional de educación terciaria con especial énfasis en la formación profesional y técnica presentando los sistemas europeos como ejemplos (OCDE, 2012 y 2013).

Todas estas recomendaciones llevaron a la creación del Sistema Nacional de Educación Terciaria en Colombia, partiendo de la ley del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, donde específicamente se enuncia para Colombia:

- Establecer el Sistema Nacional de Educación Terciaria (SNET) para reestructurar toda la educación y formación posterior a la educación media con base en dos pilares; el pilar de la universidad y el pilar de la educación y formación técnica superior.
- Completar e implementar el Marco Nacional de Cualificaciones MNC para clasificar y estructurar los conocimientos, competencias y actitudes por niveles. El MNC también les permitirá a todos los graduados demostrar sus competencias y habilidades a sus futuros empleadores.
- Establecer un Sistema Nacional de Acumulación y Transferencia de Créditos (SNATC), con lineamientos definidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), junto con el MNC, este sistema busca facilitar la movilidad entre instituciones educativas, niveles de formación y programas.

En España, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa LOMCE 2013, también acoge las recomendaciones generadas por la OCDE en 2012,

buscando contribuir a la disminución de la crisis económica del país, principalmente en los niveles de paro que afectan a tramos de edad particularmente que podrían cursar la formación profesional (Gomendio, 2015). Las recomendaciones específicas que se fijaron fueron:

- Incentivar el aprendizaje basado en el trabajo.
- Desarrollar los ciclos cortos en la educación postobligatoria de nivel superior.
- Facilitar el acceso a la formación profesional mediante ofertas compatibles con otras obligaciones.
- Potenciar la orientación profesional.
- Promover la internacionalización de la formación profesional superior.

En América Latina y en Europa la formación profesional ocupa un lugar trascendental en la estructura socioeconómica de los países, y por ello, es pertinente revisar su rol en los sistemas nacionales de innovación. En particular, en el estudio de perspectivas económicas para América Latina 2015, la OECD hace una revisión exhaustiva de las políticas tendientes a satisfacer la demanda de competencias en las empresas. Se señala que un 35,9% de las empresas declara tener dificultades para encontrar una fuerza laboral adecuadamente formada. Principalmente se encontró que las empresas de automoción y maquinaria, son las que mayores obstáculos presentan a la hora de contar con trabajadores con las competencias necesarias. Si analizamos a fondo, encontramos que estos sectores son también los más intensivos en innovación, por lo cual, cobra importancia para dichas empresas contar con trabajadores con destrezas y habilidades que les permitan innovar de forma permanente, (OCDE, CAF, CEPAL, 2014, págs. 69-75).

La OECD señala en su informe que estas empresas de alto grado de sofisticación, son las que tienen mayor dificultad a la hora de cubrir sus necesidades de capital humano, pero también indica que este capital humano carece de habilidades sociales (softskills) que hoy en día requieren las empresas como lo son: trabajo en grupo, capacidad de resolver situaciones complejas y hasta la comunicación oral y escrita, (OCDE, CAF, CEPAL, 2014, págs. 73-75). Finalmente, este mismo estudio de la OEDE señala que la formación técnica y profesional (EFTP) son fundamentales para mejorar las competencias requeridas por los empresarios y para conectar con el mercado laboral. No obstante, continúan con un nivel bajo de prestigio y reconocimiento (OCDE, CAF, CEPAL, 2014, págs. 77-79).

Del análisis de este estudio, podemos deducir que las empresas hoy demandan un nuevo trabajador con competencias y habilidades que generen valor agregado a sus procesos, inclusive a los procesos de innovación, esto contrasta con el estudio empírico que se realizó en el marco de esta investigación en el cual los empresarios colombianos confirman la demanda de nuevas competencias y de nuevos trabajadores.

En el estudio de 2016 de la OCDE nuevamente se analiza las perspectivas económicas de América Latina, esta vez frente a China, encontrando grandes posibilidades en los servicios intensivos en conocimiento y tecnología como las TIC (Tecnologías para la información y las comunicaciones) por ejemplo. Así mismo, se señala que la inversión en innovación, competencias, integración regional e infraestructura se requieren para que cualquier país pueda competir con China. En este estudio nuevamente se señala la importancia de la formación profesional para mejorar el desempeño educativo y la productividad laboral, (OCDE, CAF, CEPAL, 2015, pág. 10).

Finalmente en la revisión de políticas nacional de educación en Colombia por parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), se recomienda la mejora de las instituciones técnicas y tecnológicas del país, actualizándose para el Sistema Nacional de Educación Terciaria y creando un sistema de aseguramiento a la calidad muy alto, que seguramente tendrá que revisar las competencias sociales requeridas por los técnicos y su aporte a la innovación en las empresas. (OECD, 2016, págs. 310-320).

La Organización Internacional del Trabajo- OIT- ha definido en diversos documentos a la Formación Profesional. Al respecto ha manifestado:

... la expresión formación profesional designa todos los modos de formación que permitan adquirir o desarrollar conocimientos técnicos y profesionales, ya se proporcione esta formación en la escuela o en el lugar de trabajo" (OIT, Organización Internacional del Trabajo, 1939).

Así mismo consideró:

... la formación no es un fin en sí misma, sino un medio de desarrollar las aptitudes profesionales de una persona teniendo en cuenta las posibilidades de empleo y de permitirle hacer uso de sus capacidades como mejor convenga a sus intereses y a los de la comunidad; la formación debería tender a desarrollar la personalidad, sobre todo cuando se trata de adolescentes". (OIT, Organización Internacional del Trabajo, 1939)

Finalmente, en la Recomendación sobre el desarrollo de recursos humanos indicó:

... la orientación y la formación profesional tienen por objeto descubrir y desarrollar las aptitudes humanas para una vida activa, productiva y satisfactoria y, en unión con las diferentes formas de educación, mejorar las aptitudes individuales para comprender individual o colectivamente cuanto concierne a las condiciones de trabajo y al medio social, e influir sobre ellos (OIT, Organización Internacional del Trabajo, 1939).

En España se desarrolló un importante sistema de formación profesional desde 1955 con la primera ley de formación profesional industrial, en esa época España requería contar con un sistema de formación profesional, un sistema con diferentes niveles de aprendizajes y maestrías. En ese momento la FPI se centraba a las disciplinas industriales, en tres niveles; el de pre aprendizaje, aprendizaje y maestría industrial. Obreros calificados, que con el paso del tiempo han ido ampliando sus conocimientos y aportando cada vez más al desarrollo de la industria, precisamente a través de la aplicación de conocimientos lo cual genera innovaciones perceptibles (Martinez Usarralde, 2002, págs. 19-20).

La Ley 5ª de 1992, o conocida como Ley General de Cualificaciones y Formación Profesional de España, define la FP como:

Artículo 9. La formación profesional: La formación profesional comprende el conjunto de acciones formativas que capacitan para el desempeño cualificado de las diversas profesiones, el acceso al empleo y la participación activa en la vida social, cultural y económica. Incluye las enseñanzas propias de la formación profesional inicial, las acciones de inserción y reinserción laboral de los trabajadores, así como las orientadas a la formación continua en las empresas, que permitan la adquisición y actualización permanente de las competencias profesionales.

A su vez, el artículo 11 de la citada Ley Orgánica establece las reglas para llevar a cabo innovación y experimentación en los Centros de Formación Profesional, lo cual, en la lógica planteada en este trabajo trasciende el campo de lo pedagógico a la investigación aplicada sectorial. Al respecto señala:

Artículo 11. Centros de Formación Profesional. 7. La innovación y experimentación en materia de formación profesional se desarrollará a través de una red de centros de referencia nacional, con implantación en todas las Comunidades Autónomas, especializados en los distintos sectores productivos. A tales efectos, dichos centros podrán incluir acciones formativas dirigidas a

estudiantes, trabajadores ocupados y desempleados, así como a empresarios y formadores. La programación y ejecución de las correspondientes actuaciones de carácter innovador, experimental y formativo se llevará a cabo, en el marco de lo establecido en esta Ley, mediante convenios de colaboración entre la Administración del Estado y las Comunidades Autónomas, ateniéndose en todo caso al ámbito de sus respectivas competencias.

Todo ello con el fin de adelantar acciones para la innovación y experimentación de nuevos productos, técnicas y/o herramientas que al final mejorarán la formación profesional. En Colombia no se ha promulgado una Ley específica de Formación Profesional, aunque en el marco de la política de formación de capital humano se ha expedido el documento CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) 3674 de 2010 en el cual se ha priorizado la construcción de una marco nacional de cualificaciones, así como se tiene previsto en el Gobierno la expedición de la primera Ley de Formación Profesional para el país. No obstante lo anterior, existe desde 1957 el Servicio Nacional de Aprendizaje como el principal establecimiento público responsable de brindar la Formación Profesional Integral que le corresponde al Estado, (CONPES , 2010).

La vigente Ley 119 de 1994 de Colombia por la cual se estructura el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia, establece:

ARTÍCULO 2°. MISIÓN. El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, está encargado de cumplir la función que corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos; ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

Así mismo, en sus funciones se establecen algunas ligadas directamente al desarrollo tecnológico y la innovación establece por ejemplo:

ARTÍCULO 3°. OBJETIVOS. El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, tendrá los siguientes objetivos: Dar formación profesional integral a los trabajadores de todas las actividades económicas, y a quienes sin serlo, requieran dicha formación, para aumentar por ese medio la productividad nacional y promover la expansión y el desarrollo económico y social armónico del país, bajo el concepto de equidad social redistributiva.

En segundo lugar la ley fija el objetivo de:

Fortalecer los procesos de formación profesional integral que contribuyan al desarrollo comunitario a nivel urbano y rural, para su vinculación o promoción en actividades productivas de interés social y económico.

Así mismo, este objetivo está sujeto a:

Apropiar métodos, medios y estrategias dirigidos a la maximización de la cobertura y la calidad de la formación profesional integral, [y una muy importante a resaltar:] “Participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral. (Congreso de Colombia, 1996)

Por otra parte, el SENA cuenta con otros objetivos establecidos en la ley como:

Propiciar las relaciones internacionales tendientes a la conformación y operación de un sistema regional de formación profesional integral dentro de las iniciativas de integración de los países de América Latina y El Caribe ..., [también:] Actualizar, en forma permanente, los procesos y la infraestructura pedagógica, tecnológica y administrativa para responder con eficiencia y calidad a los cambios y exigencias de la demanda de formación profesional integral. (Congreso de la República de Colombia, 1996)

A falta de una legislación especial para la Formación Profesional en Colombia, la Ley 115 de 1994 contempla dentro de la Educación Superior la formación Técnica y Tecnológica, la cual es ofertada de forma reglada por el Servicio Nacional de Aprendizaje, sin reglar la formación ocupacional, de reconversión laboral, actualización y formación continua en las empresas. En Colombia la formación se ofrece bajo la metodología de formación proyectos, lo cual facilitaría la implementación de políticas que incluyan el aprendizaje de competencias relevantes para el sistema de ciencia, tecnología e innovación.

Por otra parte, el documento de política de Ciencia, Tecnología e Innovación de 2009 (CONPES 2010) en su análisis presentaba el déficit en la formación del capital humano requerido para lograr un avance tecnológico, un déficit que se

concretó en la formulación de la política de 2016, que se encuentra en proceso de aprobación en el Consejo de Política Económica y Social de Colombia. En ese sentido, se formula también una política específica de Capital Humano en 2010, que deja ver la necesidad de reformas estructurales en el sistema de capital humano que permita balancear la oferta y demanda de oficios y profesiones requeridos por el sector productivo. Esto implica la necesidad de equilibrar la cobertura de formación técnica y tecnológica con la formación universitaria.

Con este antecedente, en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia en 2015-2018, se crea el Sistema de Educación Terciaria con el objetivo de crear un marco nacional de cualificaciones para el país y dos estructuras paralelas en la formación profesional y la formación universitaria, resolviendo el problema de pirámide invertida que existía en Colombia. Esta nueva creación se encuentra en proceso de consolidación y reglamentación.

En Colombia existen más personas con formación universitaria que con formación profesional (entiéndase técnica y tecnológica), así mismo, existe una preferencia por acceder a formación universitaria frente a la formación profesional, debido a la percepción que se tiene de la calidad y al nivel de ingresos que se puede generar accediendo a la formación universitaria, el cual es superior al que se obtiene con la formación técnica. En estudio adelantado por el SENA se identificaron algunas necesidades de mejoramiento en la política pública en el sistema de formación profesional, relacionado con las competencias laborales de los nuevos egresados de la formación técnica y tecnológica para que su apreciación y capacidades se elevaran:

- Mejorar los sistemas de información que posibilite la oferta con la demanda laboral.**
- Mejorar el sistema que permita evaluar el nivel de cualificaciones y de competencias.**
- Mejorar la política de acreditación de instituciones y programas.**
- Mejorar el sistema de equivalencia de los programas con un enfoque de formación por competencias.**

- **Mejorar el sistema de alertas tempranas que dé cuenta de las necesidades y tendencias empresariales.**
- **Mejorar la política que posibilite la educación dual para el trabajo donde no solo el entrenamiento práctico se realiza en el aula, sino que necesariamente debe pasar por la empresa.**
- **Crear una estrategia de formación laboral que responda al sector productivo relacionado con una mayor exigencia por innovación, de nuevas tecnologías y de valor agregado, (CONPES, 2010).**

En este sentido, el SENA también implementó políticas de fomento a la innovación y de desarrollo tecnológico empresarial desde 1996, lo cual debía contribuir a la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo de Colombia. (Villamil, 2012). Aquí se evidencia la estrategia de transferencia de tecnología y conocimiento para el mejoramiento de la formación para el trabajo. Esto fue ratificado en 2013 por la OECD, al publicar una evaluación sobre las políticas de innovación en Colombia resaltó la importancia que se le otorgaba a la innovación en el sistema de formación profesional en Colombia a través del Servicio Nacional de Aprendizaje:

... el SENA se encuentra vinculado con el Ministerio de Trabajo. Además de su papel en la educación vocacional y la formación profesional, el SENA cuenta con 15 parques tecnológicos, dos centros dedicados al Desarrollo tecnológico y un pequeño servicio de extensión industrial. También financia proyectos de I+D relacionados con la capacitación (OCDE, 2013 , pág. 11).

Lo más relevante de la evaluación de políticas que hizo la OECD para Colombia se concentraba en la necesidad de mejoramiento de las competencias y cualificaciones de la fuerza laboral, tanto del nivel medio y alto, de modo que el informe recomendaba:

Garantizar la capacidad de absorción y otras capacidades del sector empresarial para alcanzar este objetivo requiere el fortalecimiento y la ampliación de la gama de mecanismos para el desarrollo de mayores niveles de competencias y cualificaciones de la fuerza laboral (habilidades de nivel medio y alto (OCDE, 2013).

También se identificaba la necesidad de personal con habilidades de nivel medio:

... sin embargo, hay una oferta escasa de habilidades de nivel medio (a menudo conocidas como “blandas”). El equilibrio entre la educación técnica y la educación superior también es problemático, ya que la educación superior es más popular. “ (OCDE, 2013)

El documento continuaba recomendando:

Esto significará una expansión sustancial de las principales vías convencionales para la creación de estos recursos (se refieren a recursos humanos: i) el sistema de educación superior, que abarca la formación tecnológica y técnica, así como la educación universitaria. ii) la gran inversión de Colciencias en el desarrollo de capacidades de investigación a nivel de doctorado y iii) las amplias actividades de formación del SENA.

Pero lo más importante del estudio de la OECD se concentraba en la necesidad de capital humano técnico y tecnológico para equilibrar el sistema:

... el capital humano relacionado con la innovación de Colombia revela desequilibrios y brechas. Tal vez la más llamativa ha sido la “pirámide invertida”; niveles relativamente bajos de educación tecnológica y técnica profesional frente a un volumen mayor de educación universitaria (OCDE, 2013).

Después de analizar la legislación y políticas públicas formuladas por OIT, OECD, la Comisión Europea, España y Colombia, se considera pertinente ahondar en la investigación de la puesta en práctica de estas políticas. Esta investigación se centrará en los capítulos siguientes en los resultados de políticas que integran la formación profesional y los sistemas de innovación en Colombia, sin embargo, a continuación se dejarán esbozados dos ejemplos de implementación de las políticas antes estudiadas.

En primer lugar podemos ver el caso español. En 2011 se lanzó una convocatoria de proyectos de innovación dirigidos a los Centros de Formación Profesional del Sistema Educativo en alianza con el sector empresarial (BOE, 2011). De aquellas iniciativas destaca la denominada Ayudas a Proyectos de Innovación en la Formación Profesional del Sistema Educativo, que contenía las siguientes líneas temáticas:

- Innovación tecnológica, medioambiental, de productos o servicios, de procesos de producción o de prestación de servicios, todos ellos realizados en colaboración

con otros centros, empresas, instituciones o administraciones.

- Innovación organizativa y de gestión de los centros que impartan formación profesional integrada y desarrollen diferentes proyectos con empresas.
- Transferencia de conocimiento entre centros que imparten formación profesional del sistema educativo y empresas o entidades, mediante el intercambio de experiencias innovadoras o de I+D+i, a nivel nacional, autonómico o local.
- Promoción de actitudes investigadoras e innovadoras entre el profesorado y el alumnado, con el fin de iniciar cambios ligados a los procesos de enseñanza-aprendizaje y al desarrollo de tecnologías emergentes y nuevos sistemas que den respuesta a diferentes situaciones susceptibles de cambio o mejora.
- Fomento de experiencias en centros que imparten formación profesional del sistema educativo para la creación de empresas, o que estimulen los valores emprendedores en las personas, aportando el marco, las normas, el soporte y el acompañamiento necesarios.

En ese sentido, se guarda total relación con las convocatorias y programas que en Colombia se fomentan desde la promulgación de la Ley 344 de 1996 de innovación y desarrollo tecnológico productivo. Dentro de la Comunidades Autónomas la Comunidad Foral de Navarra es la mayor preocupación presenta en su planificación de proyectos de investigación (ver tabla 2) por el desarrollo de innovaciones conectando éstas con la formación profesional.

Tabla 2. Proyectos de Comunidad Autónoma de Navarra

- Análisis en color de defectos en pliegos de cartas de 1 m2 con visión artificial.
- Atención al paciente con insuficiencia respiratoria.
- Automatización y domotización del aula tecnológica.
- Contaje de cartas por visión artificial.

- Detección de mamitis mediante la medición de la conductividad eléctrica (CE) de la leche.
- Entrenadores de instalaciones solares térmicas.
- Entrenador personal del alumno.
- Fitness y fuerza muscular.
- Implantación de nuevos sistemas telemáticos en la gestión y control del aula tecnológica.
- Incorporación de tecnologías avanzadas en el diseño y fabricación de productos industriales.
- Integración de energía geotérmica en instalaciones térmicas del CIP Virgen del Camino.
- Integración de los procesos de diseño, mecanizado y control metrológico en una célula de fabricación flexible.
- Laboratorio remoto de telecomunicaciones.
- Limpieza de polímeros por ultrasonidos.
- NNTT en estudios de radio y televisión.
- Planta de abastecimiento y potabilización de agua con energías renovables.
- Proyectos de sonorización.
- Refrigeración y calefacción por techo radiante.
- Sistemas de buses de comunicación.
- Sistema digital integrado.
- Telemando y telemantenimiento de procesos automáticos.
- Vehículo híbrido.

*Fuente: Página web de la comunidad foral de Navarra,
<https://www.navarra.es/> [consultada enero de 2017].*

La investigación en formación profesional desde la perspectiva de la legislación colombiana y una breve comparación con la internacional depara un panorama en el que Colombia presenta singularidades y una cierta posición adelantada atestiguada por los informes de las organizaciones internacionales, resaltando el costo beneficio de la financiación de la formación profesional y el aporte directo al desarrollo tecnológico, al desarrollo organizacional y a las actividades como el prototipaje. (Rauner & Maclean, 2008).

4. EL PAPEL DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA- EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE COLOMBIA

4.1. Introducción: Análisis de las políticas públicas

En Colombia la formación profesional se inició con la creación del Colegio de Artes y Oficios de la comunidad de Padres Salesianos en 1890, luego vino la creación de doce escuelas técnicas y varios institutos agrícolas (fecha si lo sabes). En 1954 se crea el Instituto Nacional de Capacitación Obrera como primer antecedente del Servicio Nacional de Aprendizaje que finalmente es creado por el doctor Rodolfo Martínez Tono en 1957, quien se había desempeñado como primer Director del Instituto de Capacitación Obrera. Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño y Valle. Posteriormente se crean 30 centros de formación más y en 1969 ya eran 50. De los primeros sectores en ser fortalecidos a finales de los años 70 y principios de los 80 fueron los sectores de industria manufacturera, agricultura industrial, comercio y servicios.

Otro hecho importante de destacar en los años 90 fue la creación de la agencia pública de empleo conocida como “servicio público de empleo” hasta 2015 y desde 2016 nuevamente como “agencia pública de empleo”, donde se ha liderado el proceso de reconversión laboral de trabajadores. (Organización Iberoamericana de Seguridad Social , 2017).

El Decreto de creación de la entidad fue el 164 del 6 de agosto de 1957, cuya función principal era brindar formación profesional a los trabajadores, jóvenes y

adultos de la industria, el comercio, la agricultura, la minería y la ganadería. Fue creada como entidad tripartita, en la cual participarían trabajadores, empleadores y Gobierno. En 1957 empezó a sesionar el Consejo Directivo Nacional de la Entidad.

En 1958 se realizó una investigación en cinco mil empresas del país acerca de las necesidades de la formación profesional. El estudio abarcó todos los sectores de la industria y reveló que al menos 210 mil trabajadores requerían complementar su educación y urgía la formación de 25 mil trabajadores adicionales. Con base en esos resultados se fijó el plan quinquenal 1959-1963. En 1960 la OIT y las Naciones Unidas empezaron a asesorar técnica y administrativamente a la que se ha convertido en la entidad más importante de formación profesional en Colombia y un referente en Iberoamérica: el SENA. (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL , 2017). Fue así como desde sus inicios se le otorgó al SENA un papel preponderante en el desarrollo de investigaciones además de la formación en diferentes oficios, así dan cuenta los documentos de creación del SENA, que son referenciados en el Proyecto Educativo Institucional PEI, (SENA, 2013).

En el informe publicado por la OECD y el Banco Mundial en 2012, se señala que el SENA brinda el 55% de la cobertura de la Formación Profesional en Colombia, tanto en formación Técnica y Tecnológica, como en los programas de capacitación complementaria para la inserción laboral y formación continua en las empresas. Cerca de 6 millones de colombianos son formados por el SENA al año, 600 mil de ellos en formación técnica y tecnológica y el resto en los demás niveles de formación. (OCDE, 2012). Estas cifras le dan el valor investigativo al caso de estudio y su representatividad en el país.

El perfil del aprendiz y posterior egresado del SENA ha sido influenciado por el avance científico y tecnológico del país. El plan estratégico del SENA 2011- 2014, con visión 2020, establecía entre otras herramientas de la visión: la incorporación de las últimas tecnologías en las empresas y en la formación profesional integral, el aporte de fuerza laboral innovadora a las empresas y regiones. Así mismo, la misión del SENA ha contemplado la incorporación y desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país, por lo que el Decreto 249 de 2004, establece en sus objetivos participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y

social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional. Todo ello a través de la formación en competencias laborales, específicas y transversales y la estrategia pedagógica activa de formación por proyectos, lo cual también incluye la participación en semilleros de investigación aplicada, la participación en proyectos de innovación empresarial y el emprendimiento. (SENA , 2013).

Como ya se ha indicado el SENA es una institución pública, adscrita al Ministerio de Trabajo, cuenta con 116 Centros de Formación, en 264 sedes propias, 15 Tecnoparques, 2 Tecnoacadémias, y formación virtual, que le permite cubrir el 55% de la Formación Técnica y Tecnológica de Colombia y brindar formación para el trabajo a millones de colombianos. Desde 1996 hasta 2012, el SENA, destinó el 20% de los ingresos recibidos por aportes parafiscales correspondientes al 2% de la nómina de los trabajadores colombianos, al desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. Este trabajo centra el rol del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA de Colombia, como institución rectora de la formación profesional del país en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Como hemos señalado, los procesos de innovación abierta y de innovación en red se han incentivado a través de los Centros de Formación Profesional de países como Colombia y España a través del Fomento a Proyectos de Investigación Aplicada, concepto colombiano, o de Innovación Aplicada para el caso español. La ley 344 de 1996 ordena al Servicio Nacional de Aprendizaje, entidad rectora de la Formación Profesional en este país, invertir el 20% de los ingresos percibidos por Aportes Parafiscales de las empresas en proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación.

Desde la expedición en Colombia de la ley de Ciencia y Tecnología de 1990, se han involucrado los 116 centros de formación profesional, del SENA, como actores importantes para el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial. El Decreto de Gobierno 585 de 1991 estableció que los Centros de Formación del SENA desarrollarán proyectos de investigación aplicada que permitan la transferencia tecnológica directa a las empresas. Así mismo, la Ley 119 de 1994 establece para el SENA la misión de contribuir al desarrollo tecnológico y la de orientar la creatividad de los trabajadores colombianos.

Por último, la ley 344 de 1996 estableció la aportación del 20% de los ingresos por aportes parafiscales que recibe el SENA en Colombia provenientes de las nóminas de las empresas colombianas. Este porcentaje debía destinarse al desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo, lo cual, durante los últimos 17 años ha permitido la financiación de varios programas de fomento a la innovación empresarial, la formación continua especializada en las empresas, la incubación de empresas, la creación de unidades de investigación y desarrollo tecnológico en las empresas, la aceleración de proyectos de base tecnológica a través de tecnoparques, la modernización tecnológica y, de forma muy deficiente, la investigación aplicada al interior de los Centros de Formación del SENA.

Este estudio de caso se centrará en el marco general del rol del SENA de Colombia, como institución rectora de la Formación Profesional del país en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para efectos de este estudio se revisaron los datos de inversión de 2003 a 2012 del presupuesto general del SENA y el destino final que se le ha dado al 20% de los ingresos por aportes parafiscales de las empresas en programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.

Para la OIT–Cinterfor (2006) la pertinencia de estos servicios formativos y tecnológicos han acumulado experiencias que los ponen como referencia inclusive para el Sistema Universitario. Este análisis ha encontrado eco en las recomendaciones hechas por la OCDE en su estudio de la política de la innovación en Colombia de diciembre de 2013, publicado en 2014, en el cual se evalúa el Sistema Nacional de Innovación de Colombia, indicando recomendaciones y objetivos claves para el país.

Es importante resaltar la recomendación de “prestar más atención a las carreras técnicas profesionales, por ejemplo, en áreas como el diseño, la logística y la gerencia. Esto implicará cambios en las prioridades de financiación dentro de la educación superior.” (OECD, 2014, pág 3).

Así mismo, al analizar el rol del Servicio Nacional de Aprendizaje del país, reconoce sus fortalezas y muestra la necesidad de que la formación técnica y tecnológica esté por encima de la educación superior (las carreras tecnológicas del SENA forman parte del Sistema de Educación Superior colombiano). Como

debilidad y necesidad de fortalecimiento en la educación técnica se resaltan las competencias en diseño, gestión de proyectos, la logística y la gerencia. Continúa diciendo la OECD como recomendación:

Esto significará una expansión sustancial de las principales vías convencionales para la creación de estos recursos [se refieren a recursos humanos]: i) el sistema de educación superior, que abarca la formación tecnológica y técnica, así como la educación universitaria, ii) la gran inversión de Colciencias en el desarrollo de capacidades de investigación a nivel de doctorado y iii) las amplias actividades de formación del SENA. (OECD, 2014, pág 30).

Por lo anterior se requiere un análisis profundo del desarrollo del sistema de formación profesional en Colombia y encontrar su posición y rol en el Sistema Nacional de Innovación colombiano, con ello se convierte en un caso de estudio relevante para los Estudios de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

4.2. Descripción del caso

Colombia se ubica como la cuarta economía de América Latina, según datos del Banco Mundial, es el quinto país en extensión y el tercero en población (46.5 millones de habitantes). Cuenta con 32 departamentos y 1 distrito capital, el idioma oficial es el español, 90% de población católica, mayoría de la población mestiza provenientes de mezcla de españoles, italianos, franceses, en general europeos, personas procedentes de Oriente Medio, africanos e indígenas, (OCDE, 2012).

En los indicadores económicos, lo más importante ha sido su crecimiento económico promedio del 5% anual, durante los años 2010 y 2011, su no afectación con la crisis de los últimos cinco años y su ubicación como mayor productor de oro, plata, esmeralda, platino y carbón, así como sus reservas de petróleo (OCDE, 2012). Lo anterior, califica al país con un gran potencial de crecimiento económico, lo cual podría estar ligado a una eficiente política de fomento a la investigación, el desarrollo y la innovación. En este panorama aparece una Institución de carácter de establecimiento público, adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia, responsable de brindar de forma gratuita la Formación Profesional Integral a los colombianos, se trata del SENA, entidad, que juega un rol transcendental en el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial en el país.

El rol del SENA de Colombia en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación lo dan las cifras globales de inversión en el Sistema de los últimos 10 años. Para efectos de esta investigación se revisaron los datos de inversión de 2003 a 2012 del presupuesto general del SENA y se ha analizado el destino específico del 20% de los ingresos por aportes parafiscales de las empresas, establecido en el artículo 16 de la ley 344 de 1996, en programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo, encontrando como principal hallazgo que el SENA fue la entidad que más recursos invirtió para innovación, en cifras globales, siendo necesario revisar al detalle de estas cifras y la específica dedicada a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.

El primer dato relevante se refiere a la ejecución efectiva que hizo el SENA en los últimos 10 años (2003-2012) a los programas relacionados con la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo, la cual fue del orden de los 2 billones de pesos, según información de la Dirección de Planeación y Direccionamiento Corporativo del SENA. Para entender esta magnitud podemos indicar que corresponde al 100% del presupuesto de la Formación Profesional pública de Colombia en 1 año y para 6 millones estudiantes, lo cual representa un poco más del 60% del gasto público en educación superior en Colombia. Para aclarar estas cifras, es preciso indicar que, en 2015, la inversión en universidades públicas de Colombia fue de 3,2 billones de pesos por parte del Estado, y la inversión en formación profesional a través del SENA fue de 2 billones. (Ministerio de Educación Nacional , 2015)

A continuación, se presentan los datos de inversión en innovación y desarrollo tecnológica del SENA en cifras completas.

Tabla 3. Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación- (ACTI) y del SENA (2003-2012)

Año	Inflación variación anual (%)	Inversión en ACTI del SENA en pesos a precios corrientes	Cálculo de la inversión en ACTI del SENA en pesos a precios constantes. (Inflación acumulada)	Índice de crecimiento de la inversión del SENA. Año base 2003 (referenciado a precios constantes)	Inversión total en ACTI en Colombia en precios corrientes	% que representa la inversión en ACTI del SENA con respecto a la nacional
2003	6,49	82.640.817.755	82.640.817.755	100,00	1.145.297.000.000	7,215%
2004	5,5	113.219.198.330	106.992.142.422	129,47	1.378.432.000.000	8,213%
2005	4,85	140.483.362.085	125.943.334.109	152,40	2.125.155.000.000	6,610%
2006	4,48	157.929.331.382	134.508.411.538	162,76	1.877.275.000.000	8,412%
2007	5,69	181.446.729.987	144.213.860.994	174,51	2.508.975.000.000	7,231%
2008	7,67	209.207.462.492	150.231.878.816	181,79	2.777.631.000.000	7,531%
2009	2	241.846.189.492	168.832.824.884	204,30	2.655.595.000.000	9,107%
2010	3,17	319.151.168.867	212.682.338.933	257,36	2.867.337.000.000	11,130%
2011	3,73	292.592.252.148	184.069.785.826	222,73	3.211.013.000.000	9,11%
2012	2,44	314.569.125.211	190.219.950.015	230,18	3.768.857.000.000	8,344%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos para la inversión en ACTI del SENA proporcionados por el SENA, el Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia OCYT y para la inflación cifras provenientes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (www.dane.gov.co) (Columna 2).

Se puede observar en la tabla que el SENA ha invertido en actividades de ciencia, tecnología e innovación entre un 6,6% y un 11,1% como máximo aporte al sistema durante el periodo evaluado. Cabe destacar que, durante la década analizada, el sector gubernamental al que pertenece el SENA representó el 38,8% del total de inversión en ACTI, (Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia, 2012, pág. 23) (página del informe de OCYT), así mismo, el SENA es la tercera entidad de Gobierno Central con mayor inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, según el informe del Banco Mundial sobre gasto en CTI en Colombia, (Banco Mundial, 2015, pág. 9) aunque lo ubica detrás de COLCIENCIAS y el Ministerio de Agricultura, sin tener en cuenta los aportes hechos por el SENA a COLCIENCIAS durante este periodo, los cuales solo le son contados al aporte de COLCIENCIAS. Por estas razones el SENA, como principal entidad de formación profesional de Colombia, ha sido un actor fundamental y relevante en el sistema de ciencia, tecnología e innovación colombiano a partir de las inversiones hechas.

Así mismo, podríamos desagregar la inversión específica en los diferentes programas para establecer los porcentajes efectivos dirigidos a programas de

innovación empresarial y desarrollo tecnológico en alianzas con los diferentes agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

El siguiente cuadro contiene la inversión específica de los últimos 10 años destinada a los programas de innovación empresarial, a la infraestructura tecnológica para la innovación, a la adquisición de tecnología y lo invertido en otros programas de competitividad, pero que no pueden ser considerados directamente como Innovación y Desarrollo Tecnológico de conformidad con el Manual de Oslo y el Manual de Bogotá ya que se expresa en nombre de programas.

Tabla 4. Programas ejecutados con recursos SENA

PROGRAMA	PRESUPUESTO EJECUTADO 2003-2012 ⁸
Modernización de la oferta de formación profesional en los centros- actualización tecnológica de los centros de formación	567.499.652.177
Parques tecnológicos - Red Tecnoparque Colombia	51.960.025.073
Programa nacional de formación especializada del recurso humano vinculado a las empresas	321.160.779.852
Creación y fortalecimiento de unidades de investigación aplicada en las empresas colombianas ⁹	10.139.826.970
Programas de innovación productividad y desarrollo tecnológico (proyectos de innovación empresarial)	128.321.000.000
Convenio SENA – COLCIENCIAS	486.999.063.488 ¹⁰
Internacionalización (actualización y transferencia tecnología internacional para programas del SENA) ¹¹	20.008.837.577
Plataforma TIC's del SENA, y otros programas y gastos operación, logística interventoría ¹²	413.000.000.000

Fuente: elaboración propia a partir de información suministrada por el SENA

El primer dato relevante se refiere a la ejecución efectiva que hizo el SENA entre los años del 2003 al 2012 en los programas relacionados con la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo, que fue del orden de los 2 billones de pesos. (Algo así como el 100% del presupuesto de la Formación Profesional pública de Colombia en un año), cifra significativa teniendo en cuenta que la inversión pública en educación superior pública en Colombia era cercana a 3,5 billones de pesos al año, para las fechas en estudio, por lo que esta inversión es alta. De igual forma se trata de una inversión significativa, considerando que esta inversión del SENA en un año en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación corresponde al presupuesto completo anual de COLCIENCIAS, institución rectora de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

En la figura 1 se presenta la inversión según la Ley 344/96, de 2003-2012, en los programas de innovación empresarial y desarrollo tecnológico en alianzas con los diferentes agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

Figura 1 Porcentajes de Inversión programas de desarrollo tecnológico e innovación

En figura 1 podemos destacar los siguientes aspectos:

- El **48%** de los recursos invertidos en concepto de competitividad y desarrollo tecnológico productivo se destinó para la adquisición de infraestructura tecnológica y para la plataforma informática de la entidad.

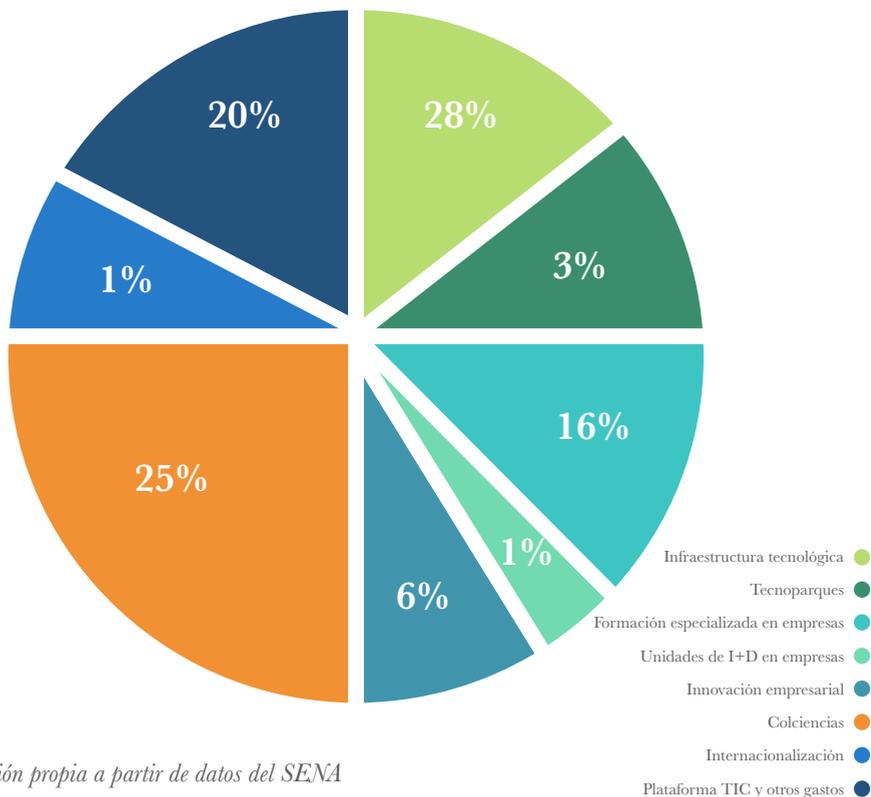
8 Cifra expresada en pesos corrientes colombianos.

9 Este programa tuvo vigencia entre 2009-2012, según Acuerdo 16 de 2012 del Consejo Directivo Nacional del SENA se cancelan nuevas convocatorias, quedando vigentes solo los proyectos en ejecución.

10 Por mandato del Plan Nacional de Desarrollo 2003 y posteriormente por la ley de presupuesto 2011, el SENA destinó durante 10 años el 5% de los ingresos por aportes parafiscales del SENA a los diferentes programas del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, ejecutados por COLCIENCIAS (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia).

11 Este programa no contó con financiación en 2010 y 2012.

12 Otros programas se refieren específicamente a: SENA Digital (plataforma de TICS), Colombia Certifica (certificación de competencias laborales de los trabajadores),



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SENA

• **El 52% se destinó así:**

25% a los programas de Colciencias,
 16 % a los programas de formación Especializada en las empresas,
 1% en Unidades de Investigación Aplicada en las Empresas
 3% en los Tecnoparques del SENA.

7% a proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico coordinados directamente por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, con beneficio directo a los Centros de Formación Profesional. Aunque los Centros de Formación Profesional participaron en el desarrollo del proyecto, estos se realizaron en su totalidad en alianza con Centros de Desarrollo Tecnológico, unidades de investigación y desarrollo de empresas y con Universidades.

A través de la transferencia de casi medio billón de pesos del SENA al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de

Colombia - COLCIENCIAS, para la cofinanciación de proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, se financiaron 1.797 proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta cifra no representó una transferencia clara de conocimiento o tecnologías a la Formación Profesional, aunque sí supuso poder sostener el presupuesto de los diferentes programas de Colciencias. En la tabla 5 se presentan los programas desarrollados por COLCIENCIAS con los recursos transferidos por el SENA en el periodo comprendido entre el 2005 y 2012. En la misma se marca con una x la vigencia de los programas según el año de ejecución.

Tabla 5 Programas desarrollados con los recursos transferidos por el SENA a Colciencias 2005-2012

	2005	2006	2007
Fortalecimiento institucional del Sistema.	X		
Desarrollo de capacidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico en el sector.	X	X	X
Desarrollo de capacidades de investigación aplicada.	X	X	X
Fortalecimiento a la capacidad regional en innovación y desarrollo tecnológico.	X	X	
Fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).		X	X
Apropiación pública y difusión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI).			X
Formación y entrenamiento de recursos humanos.			X
Fortalecimiento institucional del Sistema de CTI.			

	2008	2009	2010	2011
Incrementar la Generación de Conocimiento.	X			
Fomentar la Innovación y el Desarrollo Productivo.	X			
Fomentar la Apropiación de la CTI en la Sociedad Colombiana.	X			
Incrementar y Fortalecer las capacidades Humanas para I+D+I.	X			
Consolidar la Institucionalidad del SNCTI.	X			
Consolidar la Infraestructura y los Sistemas de Información para I+D+I.	X			
Consolidar la proyección Internacional de la CTI.	X			
Apoyo a la Política de Competitividad (Total)		X	X	
• Sectores de Talla Mundial				
• Salto en la productividad y el empleo				
• Formalización empresarial y laboral				
Capacidades de infraestructura regional y sectorial para CTI		X	X	
Actividades soporte a la ejecución de la política de CTI		X	X	
Gestión de la innovación y desarrollo regional en alianza con Cámaras de Comercio				X
Apoyo a proyectos de empresa con centros de investigación, centros de desarrollo Tecnológico y Universidades				X

	2011	2012
Estandarización y acreditación de pruebas de laboratorio.	X	
Atracción de inversión privada para centros de I+D.	X	
Proyectos de pre-inversión para sectores de clase mundial	X	
Apoyo a la relación.		
Universidad Empresa y Estado - UEE.	X	
Fortalecimiento del capital humano en las empresas.	X	
Apoyo al fortalecimiento de la institucionalidad del SNCTI.	X	
Apoyo al sector productivo colombiano.		X
Piloto Sistema de Transferencia y Propiedad Intelectual (Oficina de Transferencia de Tecnología y de Resultados de Investigación.		X
Alianzas regionales para la Innovación.		X
Innovación inclusiva e Incluyente.		X
Evaluación, supervisión y seguimiento.		X

Fuente: Elaboración propia a partir de los informe de gestión internos de Colciencias-SENA,

Según los informes de gestión de los diferentes convenios suscritos entre el SENA y Colciencias los cuales fueron analizados en virtud de esta investigación, se deduce que los recursos trasladados por el SENA a la entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, apalancaron diferentes programas

de investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, innovación empresarial y servicios tecnológicos, además de financiar también el funcionamiento de COLCIENCIAS. Se encontraron también programas relacionados con propiedad intelectual, fomento de alianzas de Universidad-Empresa-Estado, y fortalecimiento de recurso humano de universidades. De gran parte de estos programas no existió transferencia de tecnología ni conocimientos al SENA, por lo cual se analizará los resultados más adelante.

4.3. ANÁLISIS NORMATIVO Y DE PROGRAMAS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

La Ley 119 de 1994, y el Decreto 585 de 1991 establecieron para el SENA la función de: adelantar las actividades de formación profesional dirigida a transferir tecnologías de utilización inmediata en el sector productivo; realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos. En la ejecución de esta legislación el SENA cuenta con: 116 Centros de Formación en 33 regionales (incluido el distrito capital) y una red de 15 Tecnoparques en los cuales desarrolla su estrategia de desarrollo tecnológico e innovación de nuevas tecnologías en productos, procesos y servicios. Por otra, a través de programas de fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico productivo, dirigido al sector empresarial colombiano y a los demás agentes del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, se actúa como entidad de fomento con un rol protagónico en la escena del desarrollo tecnológico y la competitividad del país.

La estrategia de Gestión del Conocimiento implementada en el SENA a partir de 2012 ha identificado sus roles institucionales a partir de las teorías señaladas en este trabajo, un diagnóstico realizado en los 116 Centros de Formación Profesional del SENA, y la revisión normativa histórica del Sistema Nacional de Innovación de Colombia y los diferentes marcos de política pública, así como una evaluación de resultados realizada de los diferentes programas financiados por la entidad, que permiten impulsar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en Colombia. La ley 119 de 1994 le asigna al SENA el objetivo de participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y

social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral. Así mismo, el Decreto 585 de 1991 dispuso para el SENA la función de adelantar actividades de formación profesional con reglas vigentes, dirigida a transferir tecnologías de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos.

El SENA a través de programas de fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico productivo, dirigido al sector empresarial colombiano y a los demás agentes del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, actúa como entidad de fomento con un rol protagónico en la escena del desarrollo tecnológico y la competitividad del país. Los resultados de la investigación aplicada, tanto la desarrollada internamente en los Centros de Formación del SENA como la cofinanciada al sector productivo a través de los diferentes programas de fomento, generan un conocimiento que según indica los documentos de política pública que definen los programas del SENA está dirigido a ser absorbido por los currículos de la formación profesional. Es así como el objetivo político de potenciar la investigación aplicada en una institución de formación profesional tuvo como finalidad actualizar permanentemente los programas de formación profesional. Para determinar el rol del SENA en el Sistema Nacional de Innovación Colombia, se debe revisar la legislación nacional y los diferentes desarrollos internos del SENA, así como las tareas que se le ha asignado en los diferentes documentos:

4.3.1. Ley 29 de 1990

En ella se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. La norma establece acciones del Estado colombiano en materia de financiación, estímulos y divulgación, entre otras, para fomentar la ciencia, tecnología en innovación. Esta ley se constituyó en la primera gran Ley de Ciencia y Tecnología en Colombia, la cual tendría posteriormente un desarrollo normativo que incluiría al SENA señalado sus tareas específicas. (Congreso de la República de Colombia , 1990)

4.3.2. Decreto – Ley 585 de 1991

Con esta ley el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganizó el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología –

COLCIENCIAS y se dictaron las disposiciones que hacían referencia al papel de la investigación en el SENA:

Artículo 28. Corresponde a las entidades oficiales cumplir las funciones relacionadas con la ciencia y la tecnología de conformidad con las normas establecidas en el presente Decreto. Las siguientes entidades cumplirán además las que a continuación se señalan: //...// 3. Al Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, corresponde: a) Adelantar actividades de formación profesional de conformidad con las normas vigentes, dirigida a transferir tecnología de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos. El Consejo Directivo Nacional del SENA podrá crear y organizar centros de servicios tecnológicos e investigación aplicada y reorientar los existentes. // Estos centros manejarán separadamente tanto los recursos de que trata el ordinal 6 del Artículo 21 del Decreto 3123 de 1968, como todos aquellos que se les asignen en virtud de sus programas y proyectos de Investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y tendrán autonomía para unirse, para aplicarlos a la ejecución de los mismos y a los contratos de fomento previstos en la Ley 29 de 1990, en los términos de la delegación que el Director General del SENA les confiera.

Este Decreto otorgó al SENA la misión de desarrollar proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico enmarcados en los programas de formación profesional, así como la capacidad para prestar servicios tecnológicos y la misión formativa principal. (Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, Ministerio de Educación, 1991)

4.3.3. Ley 119 de 1994

Con esta Ley se reestructuró el SENA, derogándose el Decreto 2149 de 1992 y se dictaron otras disposiciones para el desarrollo social, económico y tecnológico del país y se reforzó el papel investigador del SENA:

Artículo 3. Objetivos. El Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, tendrá los siguientes objetivos: //...// 4. Participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral. (Congreso de la República de Colombia , 1994)

4.3.4. Ley 344 de 1996

Los recursos destinados por el Estado al propósito de la investigación tienen su origen en la Ley 344 de 1996, que en su artículo 16, literalmente expresaba que...

De los ingresos correspondientes a los aportes sobre las nóminas de que trata el numeral cuarto del artículo 30 de la Ley 119 de 1994, el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, destinará un 20% de dichos ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. // El SENA ejecutará directamente estos programas a través de sus centros de formación profesional o podrá realizar convenios en aquellos casos en que se requiera la participación de otras entidades o centros de desarrollo tecnológico. // Parágrafo. El Director del SENA hará parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Director de COLCIENCIAS formará parte del Consejo Directivo del SENA.

Esta Ley estableció la destinación específica de los recursos que darían lógica a la misión otorgada en la legislación anterior para la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo. Esta ley es la fuente del presupuesto que hasta 2012 manejó el SENA. (Congreso de la República de Colombia , 1996)

4.3.5. Ley 812 de 2003

Esta ley supuso la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006, hacia un Estado Comunitario.

Artículo 75. Convenios Colciencias-Sena. Colciencias y el Sena, a través de convenios especiales de cooperación que celebren entre sí, promoverán y fomentarán la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia, tecnología e innovación y en general la construcción de capacidades regionales de ciencia, tecnología e innovación, para lo cual el SENA destinará, en cada vigencia, la cuarta parte de los recursos provenientes del veinte por ciento (20%) de los aportes sobre las nóminas de que trata el artículo 16 de la Ley 344 de 1996.

Esta es la primera Ley que establece la alianza entre el SENA y Colciencias para el desarrollo de proyectos conjuntos. La Ley suponía la financiación de una entidad que no contaba con el presupuesto requerido para alentar el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia. (Congreso de la República de Colombia , 2003)

4.3.6. Ley 1151 de 2007

Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010.

En este artículo se mantienen vigentes varias de las normas de ciencia, tecnología e innovación que a su vez resaltan el rol del SENA en el sistema de innovación colombiano. Por lo cual se mantiene en el plan nacional de desarrollo del nuevo Gobierno lo respectivo a inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación con recursos provenientes de los aportes parafiscales de las empresas y por ende del SENA. (Congreso de la República de Colombia , 2007)

4.3.7 Acuerdo 8 de 2005 del Consejo Directivo Nacional del SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje, a través de su máximo órgano directivo el Consejo Directivo Nacional, en desarrollo del Mandato de la Ley 344 de 1996 adoptó el Acuerdo No. 8 de 2005, a través del cual, además de otras disposiciones, preceptuó las siguientes funciones al reestructurar la Comisión Nacional de Proyectos de Competitividad y Desarrollo Tecnológico Productivo:

- 5.** Emitir concepto técnico de viabilidad, sobre los proyectos que se presenten a su consideración para acceder a los recursos de que trata la Ley 344 de 1996.
- 6.** Garantizar la coherencia de los proyectos presentados con la política de competitividad y desarrollo tecnológico productivo aprobada por el Consejo Directivo Nacional del SENA y con los planes de desarrollo local, departamental y nacional.
- 7.** Hacer seguimiento permanente a la articulación de los proyectos ejecutados con recursos de la ley 344 de 1996 con la formación profesional

A partir de estas normas el SENA desde 1997 se ha organizado internamente, a través de Acuerdos del Consejo Directivo Nacional de la entidad, que está conformado por los diferentes Gremios Empresariales, Sindicatos, Entidades de Gobierno y presidido por el Ministro de Trabajo, los diferentes programas de inversión en competitividad y desarrollo tecnológico productivo. Los programas que se han ejecutado son los siguientes (Vargas Yara, Correa, & Lugo, 2012).

En virtud del desarrollo normativo antes citado, el SENA ejecutó los siguientes programas de formación desde el año 2005:

a. Colombia Certifica

Desde este programa se fortalece el Programa de Formación – Evaluación y Certificación de Competencias Laborales para reconocer los aprendizajes adquiridos a lo largo de la vida por los trabajadores, para el mejoramiento de su productividad y de sus posibilidades de empleabilidad y de generación de unidades productivas. Se identifica que este programa si bien contribuye a la competitividad del país (fin de la ley 344 de 1996), no corresponde a temas de Innovación y Desarrollo tecnológico productivo.

b. Programa Nacional de Formación Especializada y Actualización Tecnológica del Recurso Humano

Este programa busca el desarrollo de competencias laborales para la adaptación de los trabajadores a nuevas tecnologías, así como atender las necesidades de capacitación del sector productivo a la medida de sus necesidades (se parte del diagnóstico realizado por el propio sector productivo), el diseño de los programas y la contratación de los expertos más idóneos a nivel nacional o internacional. El programa se desarrolla a través de las siguientes líneas:

- (i) formación de líderes para la innovación empresarial y la creación de empresas;
- (ii) la formación para la alta gerencia;
- (iii) la formación SENA – Empresa.

Se identifica que este programa contribuye a la competitividad de los trabajadores colombiano con el objetivo de generar competencias básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico productivo, pero no constituyen acciones directas de innovación.

c. Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo

Mediante el cofinanciamiento y acompañamiento de proyectos realizados en las empresas, en alianza con entidades vinculadas al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación, el SENA contribuye al desarrollo tecnológico del país y

a la implementación de procesos de innovación en el sector productivo. A través del programa la Entidad se convierte en un agente multiplicador de la apropiación tecnológica, social y colectiva, al transferir el conocimiento generado en los proyectos con el sector productivo a los procesos de formación profesional, por lo tanto, la comunidad, particularmente aprendices, instructores y demás actores del sector productivo, se beneficia de los resultados obtenidos con los empresarios, contribuyendo a la disminución de las brechas tecnológicas en el país. En este caso se trata de una iniciativa totalmente destinada a generar Innovación y Desarrollo Tecnológico en las empresas y basada en la relación de transferencia a través de la Formación Profesional.

d. Apoyo y Fortalecimiento de Unidades de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Empresas

El Acuerdo 04 de 2008 del Consejo Directivo Nacional del SENA estableció como objetivo de este programa apoyar la creación o el fortalecimiento de Unidades de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico en las empresas, a través del desarrollo del talento humano al más alto nivel de estudios (maestría y doctorados) en la ejecución de un proyecto de investigación aplicada en temas de relevancia para la competitividad de la empresa.

El programa se realiza en dos fases. En una primera etapa se lleva a cabo un proceso de asistencia técnica por parte de empresas operadoras especialistas en la gestión de la innovación y la tecnología para las empresas seleccionadas mediante convocatoria pública. El propósito principal es la identificación de necesidades en innovación, gestión de tecnología, investigación, desarrollo, y transferencia de conocimiento a las empresas, los cuales conforman los insumos que se apoyan para orientar y formular el proyecto de cada empresa.

Posteriormente, en una segunda fase las empresas desarrollan el proyecto que conlleva la implementación o fortalecimiento de una Unidad de I+D, incluyendo la formación de alto nivel (maestría o doctorado) del personal vinculado a la empresa, con el objetivo de desarrollar capacidades de investigación. Para acceder a esta segunda fase, las empresas deben presentar un proyecto que busque solucionar un problema concreto de investigación aplicada que incentive la competitividad de la empresa y que esté en línea con las necesidades en materia de tecnología identificadas en la primera fase.

Este programa fue desarrollado entre los años 2009 al 2012. Tuvo en una primera fase un promedio de 104 empresas diagnosticadas. La segunda fase en 2010 presentó 29 proyectos en ejecución, sin embargo, para 2011 los resultados descendieron a siete (7) y en 2012 a tres (3) proyectos. Estos resultados, demuestran la falta de adecuación del programa a los objetivos del SENA, así como la dificultad de ejecutar en el SENA un programa que, debido a la especialidad de la formación de alto nivel (maestría y doctorado), sería más lógico que hubiera estado liderado por Colciencias o entre ambas instituciones.

e. Convenio SENA – COLCIENCIAS

Con este convenio se financian las actividades que promueven y fomentan la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación técnica de la Ciencia, la Tecnología y en general, la construcción de capacidades regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este convenio se realiza conforme a lo establecido en la ley del Plan Nacional de Desarrollo, así como en las leyes anuales de distribución del presupuesto, según las cuales:

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA transferirá a COLCIENCIAS la cuarta parte de los recursos provenientes del veinte por ciento (20%) de los aportes sobre las nóminas de que trata el artículo 16 de la Ley 344 de 1996. COLCIENCIAS apoya proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, fortaleciendo a empresas, grupos de investigación y al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país. (Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, Ministerio de Educación, 1991)

Durante 10 años (2003-2012) el SENA aportó medio billón de pesos colombianos a la financiación de los programas de Colciencias contribuyendo de forma directa a la financiación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.

f. Innovación de la formación profesional integral

Con este programa se realiza la modernización y actualización de los Centros de Formación Profesional mediante la adaptación de las nuevas tecnologías. El objetivo es ofrecer la formación profesional por competencias laborales en los diferentes sectores productivos y con la estrategia de ambientes móviles¹³.

13 En el marco del Programa de Modernización Tecnológica de las Comunicaciones de los centros de Formación, el SENA, –con el propósito de llevar capacitación y formación a las poblaciones más apartadas del país, que por razones de tiempo y espacio no pueden acceder a los programas regulares que se imparten–, amplió su cobertura a través de Aulas Móviles en diferentes regiones y sectores económicos. A través de camiones dotados con ambientes de formación y de desarrollo tecnológico.

Este programa se divide en:

- a. Plataforma Virtual y Bilingüismo;**
- b. Actualización y modernización tecnológica de los centros de formación;**
- c. Nueva Oferta de formación profesional;**
- d. Proyectos formativos de innovación formulados por aprendices.**

g. Parques tecnológicos- Tecnoparques

Mediante este programa se busca consolidar la red de los denominados tecnoparques que lidera el SENA y promover el talento hacia el desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento. En los diferentes tecnoparques del país se dispone de herramientas, infraestructura y asesoría de expertos en un ambiente que permite la apropiación tecnológica para el desarrollo de nuevas iniciativas de productos y servicios. El fin último de estas acciones es la consolidación de empresas o nuevas líneas de negocio.

Las líneas principales de trabajo en proceso de consolidación fueron la biotecnología, agroindustria, nanotecnología aplicada a tecnologías limpias, materiales y electrónica, electrónica y telecomunicaciones, tecnologías virtuales y diseño e ingeniería.

h. SENA Digital

A través de la ejecución de este programa se fortalecen e implementan nuevos servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el SENA a nivel nacional, para contribuir a la provisión de información adecuada para la gestión de la entidad y para garantizar el acceso de la población colombiana en general a las diferentes fuentes de conocimiento, los ambientes virtuales de formación y las plataformas colaborativas como elementos claves en la formación para el trabajo, la innovación y el emprendimiento.

i. Internacionalización

Se trata de un programa destinado a apoyar el desarrollo de proyectos de cooperación internacional que permitan la transferencia de conocimientos y tecnologías al SENA. Para este proyecto las autoridades del SENA desarrollaron la aplicación de un prototipo de política de fomento de la innovación y desarrollo

tecnológico con el objetivo de transformar el programa del SENA de “innovación y desarrollo tecnológico”, integrando los demás programas existentes en una sola plataforma de gestión del conocimiento. A partir de esta identificación de programas y con el fin de establecer un modelo que permita desarrollar de manera eficiente un sistema institucional de innovación, se plantea la intervención para el mejoramiento del programa público de innovación y desarrollo tecnológico productivo del SENA. La consecución de esta iniciativa se basa en la actualización permanente de los programas de formación profesional, así como en el fomento de la innovación de producto, procesos y servicios en las empresas colombianas. Para lograrlo se parte de un Prototipo de Programa denominado “Programa Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA”. El objetivo final de las autoridades del SENA es que a partir de este modelo se consolide un nuevo Modelo de Sistema Institucional de Innovación desde la Formación Profesional.

Los programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo y los específicos en innovación empresarial que acabamos de citar representan la muestra específica a revisar en este trabajo que permite comprobar las hipótesis planteadas y desarrollar los objetivos propuestos.

El cuadro de programas desarrollados en los últimos años por el SENA da cuenta del protagonismo institucional que la formación profesional del sistema educativo tiene en el sistema de innovación colombiano. El principal hallazgo que se encontró en esta investigación fue la financiación que desde el SENA se hizo para todo el sistema de ciencia, tecnología e innovación, en especial al órgano rector del sistema, es decir, al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación “COLCIENCIAS”, cuyo análisis amerita un capítulo especial más adelante.

El análisis detallado de cada uno de los programas nos permite detectar que en Colombia surgió el rol determinante de la formación profesional en el sistema de innovación por dos vías:

- 1.** A través de la implementación de manera consciente de los programas desplegados, ya que éstos fomentaron la generación de nuevas tecnologías e innovaciones en el sector empresarial, que generaron transferencias directas a los programas de formación profesional, sofisticando las competencias laborales de los trabajadores y de los estudiantes o aprendices de la Formación Profesional. Ese

es el caso de los proyectos de fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas, el programa de actualización tecnológica de los centros de formación profesional, los parques tecnológicos “Tecnoparques” y los programas relacionados con la implementación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como tecnología transversal para la innovación empresarial y la internacionalización de la formación profesional.

2. Esta segunda vía de participación hizo parte de una estrategia política activa en cuanto a políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación, pero también influenciado por la carencia de fuentes directas de financiamiento de los programas de COLCIENCIAS, máximo órgano rector del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia¹⁴.

De esta forma el SENA se constituyó en el gran financiador de Colciencias durante varios años, a partir de la ley 344 de 1996, pero con poca participación en los programas de Colciencias, sin una articulación ni transferencia directa de los resultados de los procesos, y sin planeación estratégica que diera un rol claro al SENA en estas inversiones. Es decir, la inversión que se hizo a través de la transferencia de recursos del SENA, con destino a financiar programas de COLCIENCIAS, no tuvieron una relación directa y clara con los procesos de Formación Profesional y fortalecimiento del talento humano técnico y tecnológico.

Aparentemente este flujo de recursos avalaría la hipótesis de que el sistema de formación profesional en Colombia se integró con el sistema nacional de innovación e impulsó el desarrollo de la innovación empresarial en las empresas colombianas, sin embargo, esto se había conseguido ya desde 1997 por la vía de la participación directa en los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación empresarial, así como en la actualización de competencias laborales de los programas. Sin embargo, a través de la transferencia de recursos o financiamiento de los programas de COLCIENCIAS, el SENA carecía de capacidad alguna de negociación.

14 El legislador de la ley 344 de 1996 tomó una decisión de política pública orientada por la relación directa entre los nuevos desarrollos tecnológicos y la innovación como fuente de desarrollo del sistema de formación profesional, sin embargo, las leyes de presupuestos optaron por trasladar gran parte de esos recursos a COLCIENCIAS como Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación, dejando al SENA en un segundo plano en la ejecución de los mismos, y sin una supervisión directa que garantizara los procesos de transferencia de tecnología y conocimiento como fue previsto por el legislador.

Los resultados de esta investigación permiten evidenciar que programas, como han sido los de fortalecimiento institucional de la CTI, la apropiación pública y difusión de la CTI, la apropiación de CTI en la población colombiana, innovación inclusiva e incluyente, las acciones de apoyo a las infraestructura y sistemas de información del sector y de COLCIENCIAS, y los aportes a la política de competitividad entre otras, no generaron ningún impacto en la formación profesional de Colombia, ni en los programas del SENA, ya que no hubo una transferencia directa de dichos resultados. La única evidencia que se encontró fue la participación en algunas actividades de cursos o talleres por parte de funcionarios administrativos del SENA y algunos instructores, pero sin la existencia de un protocolo de implementación de resultados de proyectos en los procesos de la formación profesional.

Para organizar normativamente el rol del SENA en el Sistema Nacional de Innovación en Colombia en la tabla 2 se presenta la legislación nacional, los desarrollos internos y las tareas que le han asignado. Este es el resultado de la revisión detallada de toda la legislación existente en el país desde el año 1996 y que vincula al SENA en el sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia.

Tabla 6 Legislación nacional, desarrollos internos y tareas que establecen el rol del SENA en el Sistema Nacional de Innovación en Colombia

Norma	Objetivo de la norma	Tareas
<p>Ley 29 de 1990</p>	<p>Por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - COLCIENCIAS y se dictan otras disposiciones. Dentro de las normas específicas para el SENA se establecen: las acciones del Estado colombiano en materia de financiación, estímulos y divulgación, entre otros, para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación.</p>	<p>Esta se constituye en la primera gran Ley de Ciencia y Tecnología en Colombia, la cual tendrá posteriormente un desarrollo normativo que incluye al SENA con sus tareas específicas.</p>

**Decreto
Ley 585
de 1991**

Otorga al SENA la misión de desarrollar proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico enmarcados en los programas de formación profesional, así como prestar servicios tecnológicos y la misión formativa principal

Al SENA, corresponde adelantar actividades de formación profesional de conformidad con las normas vigentes, dirigida a transferir tecnología de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos.

El Consejo Directivo Nacional del SENA podrá crear y organizar centros de servicios tecnológicos e investigación aplicada y reorientar los existentes.

**Ley 119
de 1994**

Por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones

El SENA, tendrá los siguientes objetivos: participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral.

**Ley 344
de 1996**

Por la que se financias el presupuesto del SENA (vigente hasta 2012)

En su artículo 16, literalmente expresa que “De los ingresos correspondientes a los aportes sobre las nóminas de que trata el numeral cuarto del artículo 30 de la Ley 119 de 1994, SENA, destinará un 20% de dichos ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.

El SENA ejecutará directamente estos programas a través de sus centros de formación profesional o podrá realizar convenios en aquellos casos en que se requiera la participación de otras entidades o centros de desarrollo tecnológico

**Ley 812
de 2003**

Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006, hacia un Estado Comunitario

“Artículo 75. Convenios Colciencias-Sena. Colciencias y el Sena, a través de convenios especiales de cooperación que celebren entre sí, promoverán y fomentarán la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia, tecnología e innovación y en general la construcción de capacidades regionales de ciencia, tecnología e innovación, para lo cual el SENA destinará, en cada vigencia, la cuarta parte de los recursos provenientes del veinte por ciento (20%) de los aportes sobre las nóminas de que trata el artículo 16 de la Ley 344 de 1996.”

**Ley 1151
de 2007**

Por la cual se publica el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010

Artículo 160. deja vigente el artículo 75 de la ley 812 de 2003, dejando vigente la alianza SENA- Colciencias

**Acuerdo 8
de 2005 del
Consejo
Directivo
Nacional
del SENA**

El Servicio Nacional de Aprendizaje, en desarrollo del Mandato de la Ley 344 de 1996 y demás normas concordantes y pertinentes, adoptó el Acuerdo No. 8 de 2005, a través del cual, además de otras disposiciones preceptuó lo siguiente al reestructurar la Comisión Nacional de Proyectos de Competitividad y Desarrollo Tecnológico Productivo

Artículo 4°. Funciones de la Comisión Nacional de Proyectos: Son funciones de la Comisión Nacional de Proyectos:

- Emitir concepto técnico de viabilidad, sobre los proyectos que se presenten a su consideración para acceder a los recursos de que trata la Ley 344 de 1996.
- Garantizar la coherencia de los proyectos presentados con la política de competitividad y desarrollo tecnológico productivo aprobada por el Consejo Directivo Nacional del SENA y con los planes de desarrollo local, departamental y nacional.

		<p>- Hacer seguimiento permanente a la articulación de los proyectos ejecutados con recursos de la Ley 344 de 1996 con la formación profesional.”</p> <p>Y en relación con las funciones del Grupo de Apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos, dispuso:</p> <p>“Artículo 5°. Funciones del grupo de apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos. Son funciones del grupo de apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos:</p> <p>- Convocar las sesiones de la Comisión y preparar la logística necesaria para su cabal realización.”</p>
<p>Acuerdo 16 de 2012</p>	<p>Por medio del cual se regula el programa de investigación, desarrollo tecnológico e innovación del SENA</p>	<p>Crea la política de inversión del SENA en programas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y sus programas y líneas programáticas así: fomento a la innovación y desarrollo tecnológico en empresas, fomento a la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en el SENA, fomento a la cultura y divulgación, e investigación para la formación profesional.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la normativa legal sobre el Sistema Colombiano de Innovación entre 1990 y 2012.

La legislación colombiana facilita la participación en el sistema de innovación a la formación profesional a través del SENA desde 1990. Lo hace dando un enfoque conceptual claro sobre la transferencia de las innovaciones empresariales y los desarrollos tecnológicos hacia la formación profesional y los impactos que ello genera en los programas de formación y las competencias de los trabajadores. Sin embargo, la legislación también encierra algunas acciones de simple transferencia de recursos para financiar el sector de ciencia, tecnología e innovación, lo cual se evidencia en las normas por las que se aprueban los Planes Nacionales de

Desarrollo, en cuya legislación se establece de forma clara el traspaso de recursos de un sistema a otro. En este sentido, hay que contemplar a los tecnoparques como instituciones dedicadas a la innovación y parcialmente a la formación profesional, toda vez que no necesariamente los servicios de asesoría, prototipaje, modelado, ensayos, van dirigidos a proyectos generados en los programas de formación, sino también a emprendedores de cualquier nivel de formación.

En relación con los programas ejecutados directamente por el SENA, es decir, con planeación directa del sistema de formación profesional, se encontraron los siguientes porcentajes de inversión en los últimos 10 años:

Tabla 7 Programas y porcentajes de inversión

PROGRAMA	PORCENTAJES DE INVERSIÓN
1. Modernización de la oferta de formación profesional en los centros- actualización tecnológica de los centros de formación	28,3%
2. Parques tecnológicos - Red Tecnoparques Colombia ^a	2,7%
3. Programa nacional de formación especializada del recurso humano vinculado a las empresas	16%
4. Creación y fortalecimiento de unidades de investigación aplicada en las empresas colombianas ^b	0,5%
5. Programas de innovación productividad y desarrollo tecnológico (proyectos de innovación empresarial)	6.5%
6. Convenio SENA – COLCIENCIAS	25%
7. Internacionalización (actualización y transferencia tecnología internacional para programas del SENA) ^c	1%
8. Plataforma TIC's del SENA, y otros programas y gastos operación, logística interventoría ^d	20%

Fuente: (LUGO SILVA, Análisis del entorno tecnológico y de innovación de la formación técnica y tecnológica en Colombia: un estudio cualitativo para fundamentar la teoría del nuevo entorno tecnológico y de innovación de la formación profesional, 2013)

Como se observa en la tabla 8, casi la mitad de los recursos invertidos en concepto de competitividad y desarrollo tecnológico productivo se han destinado a la adquisición de infraestructura tecnológica para los Centros de Formación Profesional (programas 1 y 2), la plataforma informática de la entidad (programa 8) y los demás gastos de operación de los programas (programas 4 y 7). El otro 50% se ha dividido así: 25 puntos porcentuales a los programas de COLCIENCIAS, que se explicarán a continuación (programa 6), 16 puntos porcentuales al programa de formación continua en las empresas (programa 3), y de los puntos porcentuales restantes llama la atención del 6,5% que se destinaron a proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico coordinados directamente por el SENA en beneficio de sus Centros de Formación Profesional (programa 5). Una conclusión que se desprende de la estructura de gasto que se muestra en la tabla 8 es que, aunque los Centros de Formación Profesional participan en el desarrollo de los proyectos, sin embargo, estos se realizaron en su totalidad en alianza con Centros de Desarrollo Tecnológico, las unidades de investigación y desarrollo de las empresas y/o con las Universidades. Por consiguiente, se puede decir que la formación profesional oficial en Colombia no es un ente que funcione aislado de la actividad en innovación, sino que es un eje esencial y vertebrador presente en las otras instituciones. La segunda conclusión, ya enunciada anteriormente, es que el SENA no tiene esa condición de agente vertebrador en lo que se refiere los fondos que cede a COLCIENCIAS, asunto este del que nos ocupamos en el siguiente apartado.

4.4. ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS DIRECTAS DEL SENA A COLCIENCIAS

En virtud de la Ley 812 a partir de 2003 se celebraron entre las dos instituciones convenios especiales de cooperación en el marco de la ley 29 de 1990 y los Decretos reglamentarios que la desarrollaron. Para los años 2003 y 2004 se

a El Programa Tecnoparque ofrece la asesoría y la infraestructura necesaria para el desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, tanto a las empresas como a aprendices de la Formación Profesional y el sector académico en general. Se financian las asesorías y algunos materiales para proyectos.

b Este programa tuvo vigencia entre 2009-2012, según Acuerdo 16 de 2012 del Consejo Directivo Nacional del SENA se cancelan nuevas convocatorias, quedando vigentes solo los proyectos en ejecución.

c Este programa no contó con financiación en 2010 y 2012.

d Otros programas se refiere específicamente a: SENA Digital (plataforma de TICS), Colombia Certifica (certificación de competencias laborales de los trabajadores)

efectuaron dos convenios respectivamente. A partir del año 2005 se suscribió un convenio, - 055 / 2005 para el SENA, equivalente al 030 / 2005 para COLCIENCIAS, el cual previó una adición anual en tiempo y recursos, con el fin de darle continuidad a las líneas de acción del Plan de acción del Convenio SENA-COLCIENCIAS, enmarcados en los lineamientos de la política de ciencia, tecnología e innovación; la cual se ejecuta mediante los instrumentos y procedimientos legales establecidos por COLCIENCIAS para la asignación de los recursos y acorde a la Ley 29 de 1990. Así, en esencia nos encontramos con que COLCIENCIAS es el agente decisorio principal en la política de ciencia, tecnología e innovación y que el Plan es el instrumento del que se sirve para la implementación de dicha política.

Como se ha señalado, el SENA ha sido uno de los financiadores del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia, vía transferencias directas de recursos a COLCIENCIAS, ente rector del sistema nacional de innovación. A continuación, se muestran los valores de las transferencias, los proyectos financiados con dichos recursos y el tipo de proyectos subvencionados. A través de convenios especiales de cooperación, entre 2005 y 2012 se transfirieron a Colciencias un total de 486.999.063.488 pesos para la financiación de 1.797 proyectos, cuya distribución anual se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 8 Número de proyectos

Vigencia	Número de Proyectos	Monto
2003	325	15.000.000.000
2004	170	21.828.322.428
2005	238	36.481.100.000
2006	191	40.122.927.300
2007	131	46.025.393.000
2008	223	54.545.250.000
2009	125	61.495.189.650
2010	207	70.366.570.800
2011	99	80.154.750.000
2012	88	60.979.560.310
TOTAL	1.797	486.999.063.488

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por COLCIENCIAS y Departamento Nacional de Planeación.

El principal dato a destacar de esta tabla son los 1.797 proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación financiados por el SENA a través de esta transferencia hecha a COLCIENCIAS, los cuales no representaron una transferencia clara de conocimiento o tecnologías a la Formación Profesional, aunque sí un sostenimiento presupuestal a los diferentes programas de COLCIENCIAS que se detallan a continuación¹⁵:

Tabla 9 Programas de COLCIENCIAS financiados con recursos del SENA

2005	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). - Desarrollo de capacidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico. - Desarrollo de capacidades de investigación aplicada. - Fortalecimiento a la capacidad regional en innovación y desarrollo tecnológico
2006	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico en el sector productivo - Desarrollo de capacidades de investigación aplicada. - Fortalecimiento de la capacidad regional de Innovación y Desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos. - Fortalecimiento institucional del SNCTI.
2007	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de capacidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico en el sector productivo - Desarrollo de capacidades de investigación aplicada. - Apropiación pública y difusión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI). - Fortalecimiento institucional del SNCTI. - Formación y entrenamiento de recursos humanos.

15 Información de 2005-2012.

2008	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar la Generación de Conocimiento - Fomentar la Innovación y el Desarrollo Productivo - Fomentar la Apropiación de la CTI en la Sociedad Colombiana - Incrementar y Fortalecer las capacidades Humanas para I+I - Consolidar la Institucionalidad del SNCTI - Consolidar la Infraestructura y los Sistemas de Información para I+I - Consolidar la proyección Internacional de la CTI
2009	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la Política de Competitividad (Total): Sectores de Talla Mundial, Salto en la productividad y el empleo, Formalización empresarial y laboral - Capacidades de infraestructura regional y sectorial para CTI - Actividades soporte a la ejecución de la política de CTI
2010	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la Política de Competitividad (Total) Sectores de Talla Mundial, Salto en la productividad y el empleo, Formalización empresarial y laboral - Capacidades de infraestructura regional y sectorial para CTI - Actividades soporte a la ejecución de la política de CTI
2011	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de la innovación y desarrollo regional en alianza con Cámaras de Comercio - Apoyo a proyectos de empresa con centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades - Estandarización y acreditación de pruebas de laboratorio - Atracción de inversión privada para centros de I+D - Proyectos de pre-inversión para sectores de clase mundial - Apoyo a la relación Universidad Empresa y Estado - UEE - Fortalecimiento del capital humano en las empresas - Apoyo al fortalecimiento de la institucionalidad del SNCTI

2012

- Apoyo al sector productivo colombiano
- Piloto Sistema de Transferencia y Propiedad Intelectual (Oficina de Transferencia de Tecnología y de Resultados de Investigación: alianzas regionales para la Innovación, innovación inclusiva e Incluyente, evaluación, supervisión y seguimiento)

Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de los documentos de los convenios suscritos entre SENA – COLCIENCIAS

Esta recopilación histórica de los programas se ha elaborado a partir de la revisión física documental de los archivos de SENA y nos lleva a concluir que durante cerca de 10 años el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA financió actividades de ciencia tecnología e innovación, sin embargo a partir del año 2013, la transferencia directa terminó, y se dio paso a una transformación del sistema, basada en un ajuste del modelo de financiación del sector y a una potenciación de las actividades de CTI adelantadas directamente por el SENA y con impacto directo en la formación profesional, según se presentará en los apartados siguientes.

4.5. PROGRAMAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EJECUTADOS DIRECTAMENTE POR EL SENA

Como se ha manifestado anteriormente según el informe publicado por la OECD y el Banco Mundial en 2012 (OCDE, 2012) el SENA brinda el 55% de la cobertura de la Formación Profesional en Colombia, tanto en formación Técnica y Tecnológica, como en los programas de capacitación complementaria para la inserción laboral y formación continua en las empresas, (OCDE, 2012), constituyéndose en la más grande institución prestadora del servicio de educación técnica y tecnológica y educación para el trabajo y el desarrollo humano, o lo que es conocido como formación profesional en Colombia, con presencia en los 32 departamentos de Colombia y el distrito capital. Cerca de 6 millones de colombianos son formados por el SENA al año, 600 mil de ellos en formación técnica y tecnológica y el resto en los demás niveles de formación. A partir de la legislación del SENA, presentada anteriormente, a través de acuerdo el Consejo Directivo Nacional del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, desde 1997 ha desarrollado diferentes programas que se resumen en la siguiente:

Tabla 10 Programas ejecutados por el SENA según objetivos y líneas de acción

Programa	Objetivos	Líneas de Acción
<p>Programa Nacional de Formación Especializada y Actualización Tecnológica del Recurso Humano</p>	<p>Busca el desarrollo de competencias laborales para la adaptación de los trabajadores a nuevas tecnologías, así como atender las necesidades de capacitación del sector productivo a la medida de sus necesidades, con base en el diagnóstico por ellos realizado, el diseño de los programas y la contratación de los expertos más idóneos a nivel nacional o internacional</p>	<p>El programa se desarrolla a través de las siguientes líneas: (i) formación de líderes para la innovación empresarial y la creación de empresas; (ii) la formación para la alta gerencia; (iii) la formación SENA – Empresa. Se identifica que este programa contribuye a la competitividad de los trabajadores colombianos y podría generar competencias básicas para la innovación y el desarrollo tecnológico productivo</p>
<p>Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo</p>	<p>Mediante el cofinanciamiento y acompañamiento de proyectos realizados en las empresas, en alianza con entidades vinculadas al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación el SENA contribuye al desarrollo tecnológico del país y a la implementación de procesos innovativos en el sector productivo</p>	<p>A través del programa, la Entidad se convierte en un agente multiplicador de la apropiación tecnológica, social y colectiva, al transferir el conocimiento generado en los proyectos con el sector productivo a los procesos de formación profesional, por lo ...tanto, la comunidad particularmente aprendices, instructores y demás actores del sector productivo beneficiándose de los resultados obtenidos con los empresarios, contribuyendo con la disminución de brechas tecnológicas en el país</p>

Programa	Objetivos	Líneas de Acción
<p>Apoyo y Fortalecimiento de Unidades de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Empresas</p>	<p>El Acuerdo 04 de 2008 del Consejo Directivo Nacional del SENA, estableció como objetivo de este programa, apoyar la creación o el fortalecimiento de Unidades de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico en empresas, a través del desarrollo del talento humano al más alto nivel de estudios (maestría, doctorados) en la ejecución de un proyecto de investigación aplicada en temas de relevancia para la competitividad de la empresa</p>	<p>Este programa fue desarrollado entre los años 2009 al 2012, con una primera fase con un promedio de 104 empresas diagnosticadas. La segunda fase en 2010 presentó 29 proyectos en ejecución, sin embargo, para 2011 los resultados descendieron a siete (7) y en 2012 a tres (3) proyectos</p>
<p>Innovación de la formación profesional integral</p>	<p>Realiza la modernización y actualización de los Centros de Formación Profesional mediante la adaptación de las nuevas tecnologías, para ofrecer la formación profesional por competencias laborales en los diferentes sectores productivos y con la estrategia de ambientes móviles</p>	<p>Este programa se divide en a) Plataforma Virtual y Bilingüismo; b) Actualización y modernización tecnológica de los centros de formación; c) Nueva Oferta de formación profesional; d) proyectos formativos de innovación formulados por aprendices. Fuente: Dirección de Formación Profesional</p>
<p>Tecnoparques</p>	<p>Busca consolidar una red que lidera el SENA promover talento hacia el desarrollo tecnológico la innovación y el emprendimiento. En los diferentes nodos del país se dispone de herramientas, infraestructura y asesoría de expertos en un ambiente que permite la apropiación tecnológica para el desarrollo de nuevas iniciativas de productos y servicios. El fin último de estas acciones es la consolidación de empresas o nuevas líneas de negocio</p>	<p>Líneas de trabajo en proceso de consolidación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotecnología y Nanotecnología • Electrónica y telecomunicaciones • Tecnologías Virtuales • Diseño e Ingeniería.

Programa	Objetivos	Líneas de Acción
SENA Digital	A través de la ejecución de este programa se fortalecen e implementan nuevos servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC en el SENA a nivel nacional	Para contribuir a la provisión de información adecuada para la gestión de la entidad y para garantizar el acceso de la población colombiana en general a las diferentes fuentes de conocimiento, los ambientes virtuales de formación y las plataformas colaborativas como elemento clave en la formación para el trabajo, la innovación y el emprendimiento
Internacionalización	Destinado a apoyar el desarrollo de proyectos de cooperación internacional	Que permitan la transferencia de conocimientos y tecnologías al SENA.

Fuente: Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENA

La inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación definida por el SENA se ha enfocado en líneas que impactan directamente el currículo y la transferencia de tecnología a nivel nacional e internacional, por lo que se puede observar que la inversión se ha destinado en gran parte en adquirir tecnología, cooperar internacionalmente para transferir conocimiento y tecnologías, pero también se puede apreciar que se han definido programas cuyo propósito planteado implica actividades de desarrollo tecnológico e innovación con nuevos productos, procesos, servicios. En ese sentido es de interés investigativo ahondar en los resultados de estos programas, los sectores en los que se ha invertido, el tipo de desarrollos tecnológicos e innovaciones y la participación de los aprendices e instructores (maestros) en este proceso.

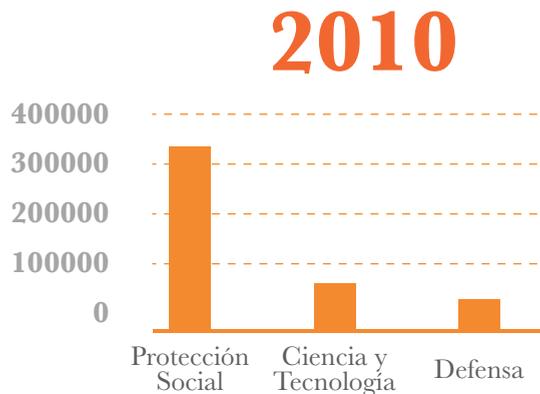
4.6. ANÁLISIS DE SECTORES DEL GOBIERNO EN INVERSIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.

Para la realización de este análisis se solicitó información al Departamento Nacional de Planeación sobre las inversiones hechas desde 2010 a 2012, basadas

en los Proyectos de Inversión Ficha EBI 2010 -2012, realizados por las diferentes entidades del Estado en todas las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para el análisis se seleccionó la información correspondiente a la inversión directa en actividades de innovación (conforme al Manual de Oslo), de las tres primeras Instituciones con mayor inversión, encontrando las siguientes cifras globales por sector:

En 2010 el Gobierno Nacional invirtió a través del SENA, que hace parte del sector de la protección social, trescientos treinta mil millones novecientos treinta y seis mil pesos correspondiente al 20% de los aportes parafiscales de las empresas colombianas. A través de COLCIENCIAS invirtió setenta mil millones setecientos treinta y siete mil pesos y a través de Defensa, treinta y cinco mil millones de pesos.

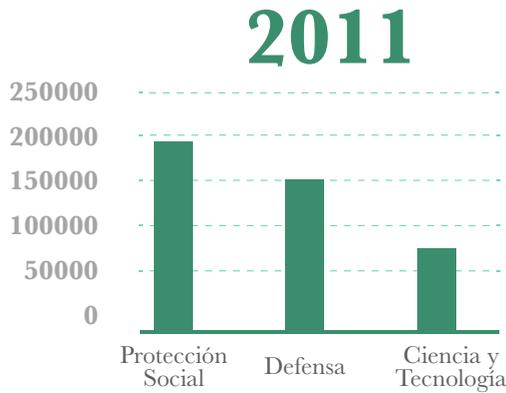
Figura 2 Gráfico de inversión 2010



Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el SENA

En 2011 la inversión fue de ciento noventa y tres mil millones doscientos ochenta y dos mil pesos a través del SENA, correspondiente al 10% de los ingresos totales del SENA y el 20% de los aportes parafiscales de las empresas colombianas, que hace parte del sector de la protección social (hoy dentro del Ministerio de Trabajo), ciento cuarenta y ocho mil millones trescientos un mil pesos, para el sector defensa, y setenta y seis mil millones ochocientos diez mil pesos a través del sector de ciencia y tecnología representado en COLCIENCIAS.

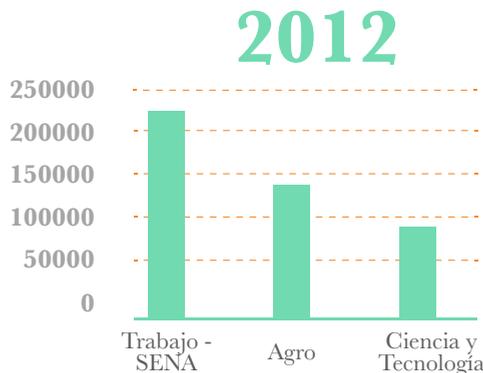
Figura 3 Gráfico de inversión 2011



Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el SENA y el Departamento Nacional de Planeación.

En 2012, la inversión del sector protección social, hoy trabajo, representado en el SENA fue de doscientos diecinueve mil millones ciento cuarenta y un mil millones de pesos, frente a ciento treinta y dos mil millones cuatrocientos veinticinco mil millones de pesos de agricultura y agroindustria y noventa mil millones ciento cuarenta y ocho mil millones de pesos del sector de Ciencia y Tecnología representado en Colciencias. Esto quiere decir que en este año, nuevamente el SENA fue relevante en la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación en Colombia, por encima de los otros sectores con alta inversión, como lo son defensa y el mismo COLCIENCIAS (sector de Ciencia y Tecnología).

Figura 4 Gráfico de inversión 2012



Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el SENA y el Departamento Nacional de Planeación.

Se puede observar en las cifras y en las gráficas la importancia de la inversión del SENA, en representación del sector Trabajo en el Sistema de Innovación de Colombia, siendo la entidad con mayor inversión en el periodo analizado en actividades de innovación. Esto nos lleva a analizar si los propósitos planteados en los diferentes programas de ejecución directa por el SENA y que fueron presentados en el epígrafe anterior, tuvieron los resultados planteados en relación con la gestión y transferencia de conocimiento y tecnología en los programas de formación profesional, en virtud de los fines planteados en las diferentes leyes y decretos también relacionados anteriormente.

4.7. GESTIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN EL SENA

En el caso del SENA resulta relevante establecer el proceso de transferencia de conocimiento resultado de la ejecución de los proyectos de innovación empresarial de desarrollo tecnológico e investigación aplicada, toda vez que en dicho proceso se concreta el rol de participación de la formación profesional en el SNI (sistema nacional de innovación), pero, además, con ello se articula de forma clara el avance de ambos sistemas. Según la OEA (2006), este proceso de gestión del conocimiento articula todos los procesos de innovación con la orientación misional del SENA, dando participación a la formación profesional en la sociedad del conocimiento y utilizando dicho sistema como herramienta para lograr el acceso al conocimiento en todos los niveles de la sociedad de forma equitativa. (OEA, 2006).

Revisando la legislación, así como los documentos orientadores de la política de formación profesional en el SENA, nos encontramos con varios procesos que hacen posible la incorporación de las innovaciones desarrolladas al sistema de formación profesional. El primero se hace vía actualización de las cualificaciones, a través de las mesas sectoriales del SENA, donde tienen cabida los avances tecnológicos generados en el interior de la entidad, o por fuera de ella, a través de la redacción e implementación de las normas de competencia laboral que se aplican a los programas del SENA. Otros canales para la incorporación de las innovaciones son vía participación directa de los aprendices e instructores en los proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de los programas de formación de los Centros de Formación Profesional, la participación de aprendices e instructores en proyectos desarrollados en alianza con empresas que

generen innovación y desarrollo tecnológico a través de la prestación de los servicios tecnológicos y, también, a través del fortalecimiento a la base tecnológica y de ingeniería de la Mi pymes y la formación continua y actualización tecnológica de los trabajadores.

En el estudio realizado por el Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA, coordinado por Carlos Lugo, y realizado por Jesús Villamil (2012), se definieron las interrelaciones del SENA, tanto con respecto a las áreas misionales del SENA, como con los otros stakeholders del sistema educativo y del sistema de ciencia, tecnología e innovación (Villamil, 2012). Este estudio definió las líneas estratégicas para consolidar el sistema de gestión de conocimiento del SENA a partir de la investigación en formación profesional, la definición de las líneas de investigación aplicada en las redes de conocimiento del SENA, la estructura organizativa necesaria para incorporar estos procesos al quehacer del SENA, la continuidad de los procesos de Innovación y desarrollo tecnológico en las empresas y la actualización tecnológica de las Pymes y de los centros de formación profesional.

De los procesos de transferencia de conocimiento y tecnologías en el SENA, se puede deducir que el sistema de formación profesional de Colombia ha generado resultados directos en la generación de desarrollos tecnológicos e innovaciones y por ende se encuentra totalmente articulado con su sistema nacional de innovación. Sin duda, el SENA ha sido un jugador clave en el desarrollo tecnológico y la innovación del país.

4.8. EL SENA COMO PIEZA CLAVE DEL CAMBIO EN EL SISTEMA COLOMBIANO DE INNOVACIÓN

La formación profesional en el sistema educativo combina el conocimiento y la práctica, generando competencias y cualificaciones del trabajador-aprendiz que posteriormente llegan a la empresa donde continúa su formación. Es así como las competencias desarrolladas en la formación profesional permiten que la persona aplique el conocimiento que se ha generado previamente por los científicos y tecnólogos de del sistema de educación superior universitario, en los procesos de innovación empresarial. Pero para que exista esa aplicación es necesaria una transferencia de conocimientos desde los puntos donde se genera el conocimiento y las innovaciones a las instituciones de formación. Es decir, desde las empresas y

los centros de investigación hacia la educación. En este sentido, el SENA juega un papel clave en el SNI de Colombia.

Desde el inicio de los años noventa del siglo pasado se ha ido conformando como un agente capaz de recibir los conocimientos de la actividad de I+D, pero, y esto es lo esencial, ha entrado a participar en esas tareas. Lo ha hecho de tres maneras. La primera financiando programas de investigación, incluso llegando a ceder sus propios presupuestos a COLCIENCIAS. La segunda, asegurándose la participación de sus formadores y estudiantes en las tareas de innovación de las empresas. La tercera ha sido generando él mismo proyectos de innovación propios, que ha liderado buscando la participación empresarial. Desde la perspectiva de los estudiantes el SENA ha pasado a ser un sistema de formación profesional a lo largo de la vida, que combina la formación inicial con la formación continua en el interior de la empresa, generando en el aprendiz primero, y en el trabajador después, las competencias necesarias para participar en la generación de innovaciones o él mismo llevarlas a cabo. Son muy pocos los sistemas educativos en el mundo que dan a la formación profesional esta relevancia y a sus estudiantes la capacidad de innovar. La estrategia de Colombia en este sentido es coherente con su estructura educativa.

En un país donde la mayoría de la población es muy joven, con una rápida incorporación al mundo laboral, la posibilidad de que esa población tenga una capacidad de innovación permite que la producción industrial se modernice rápidamente. El otro modelo, el basado en una fuerte inversión en universidades politécnicas para generar un gran número de ingenieros, posiblemente habría tenido un coste relativo mucho mayor y unos resultados en la mejora de los productos y procesos productivos menor.

En el estudio de la legislación y la legislación que se ha realizado, se han mostrado las iniciativas políticas que resaltan el rol de la formación profesional en el sistema de ciencia, tecnología e innovación y la necesidad de financiar dicho sistema en Colombia. Ahora lo que cabe plantearse es si este modelo ha generado buenos, permanentes y sistemáticos resultados en los indicadores de innovación. Esta cuestión es el objeto de una siguiente fase de este estudio, donde nos centraremos en el análisis de la transferencia de conocimiento y tecnología incorporada. En este sentido, la primera constatación es que resulta evidente, tras la información presentada en este capítulo, que en Colombia el Sistema de Innovación fue

financiado en parte por el SENA, en los últimos 10 años, no solo por la inversión hecha directamente desde la entidad, tanto en innovación empresarial, formación especializada, infraestructura tecnológica, sino por el 25% del total de la inversión que fue transferido a COLCIENCIAS como rectora de la institución del Sistema Nacional de Innovación, de conformidad con la ley 29 de 1991, reformada por la ley 1286 de 2009. Así mismo, quedó demostrada la inversión entre 2010 y 2012 que sitúa al SENA en el primer lugar de las entidades del Estado que invierten en Ciencia, Tecnología e Innovación.

El momento clave fue cuando la infraestructura tecnológica de los Centros de Formación del SENA se vio fortalecida con la inversión hecha con los recursos destinados por Ley 344 de 1996, que fue la norma que abrió la oportunidad de fortalecimiento de los procesos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación desde el SENA a través del trabajo los Grupos de Investigación y Semilleros de sus Centros de Formación. En este sentido, y antes de iniciar el capítulo 6 es importante recordar el siguiente texto de dicha Ley:

De los ingresos correspondientes a los aportes sobre las nóminas de que trata el numeral cuarto del artículo 30 de la Ley 119 de 1994, el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, destinará un 20% de dichos ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. El SENA ejecutará directamente estos programas a través de sus centros de formación profesional o podrá realizar convenios en aquellos casos en que se requiera la participación de otras entidades o centros de desarrollo tecnológico (Congreso de la República de Colombia , 1996).

CAPÍTULO 5. EL DESARROLLO DEL MODELO COLOMBIANO DE ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN A TRAVÉS DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL

En el estudio sobre políticas de innovación en Colombia realizado por la OCDE (2013), se señala la importancia del SENA en el sistema de innovación de Colombia como entidad vinculada al Ministerio de Trabajo, además de su papel en la formación profesional se resalta sus infraestructuras en parques tecnológicos, centros de desarrollo tecnológico y los servicios de extensión (OCDE, 2013). Es este mismo estudio se recomienda a las autoridades educativas garantizar la capacidad de absorción del sector empresarial fortaleciendo las competencias y cualificaciones de nivel medio y alto. También se señalan dos necesidades: fortalecer la formación técnica y equilibrar la pirámide de formación, ya que consideran que los niveles de educación técnica profesional y tecnológica del país son menores que los de la educación universitaria. En consecuencia, la OCDE apunta a un problema de macroeconómico típico de “sobrecualificación” en el que hay una falta relativa de formación en unos niveles junto a una “excesiva” cualificación de una parte de la población que, o bien admite salarios inferiores a su formación, o bien ha de emigrar (Freeman, 1976). Así mismo, la OCDE siempre ha destacado la necesidad de fortalecer competencias relacionadas con el modelo de educación y trabajo por proyectos y la gestión en los niveles medios de la educación. (OCDE, 2013), (OCDE, 2012, pág. 64).

Por su parte la CEPAL (1996) siempre ha indicado que dentro de las competencias claves de la formación profesional está la combinación del conocimiento con la práctica, lo cual permite conseguir, no solo la habilidad técnica del oficio, sino poder proponer soluciones a problemas e la empresa que genera innovaciones. Así mismo, la formación profesional continua en el sitio de trabajo ha de basarse en el aprendizaje a lo largo de la vida y autónomo del trabajador para desarrollar en la propia empresa las rutinas/capacidades de análisis del entorno económico y de los competidores (CEPAL, 1996).

5.1. LAS NOCIONES DE COMPETENCIAS Y CUALIFICACIONES DESARROLLADAS EN EL SENA

Según los informes y presentaciones del propio SENA su misión es definir los procesos de normalización de las competencias laborales y las cualificaciones

requeridas en los diferentes programas de formación y sectores productivos en aras de promover las capacidades, habilidades y destrezas de la población, mediante el diseño y ejecución de estrategias que vinculen la educación para el trabajo con las necesidades del aparato productivo nacional (SENA, 2017a). En segundo lugar, el SENA pone en marcha las políticas que buscan aumentar la capacidad y fortalecimiento del capital humano en Colombia, teniendo en cuenta las tendencias del desarrollo tecnológico. En 2010 se crea el Sistema de Formación de Capital Humano cuyas bases y políticas se encuentran contempladas en el documento de política (CONPES , 2010) CONPES 3674 de 2010 que aúna la misión (definición de procesos de normalización de competencias) con la política de aumento de la capacidad del capital humano por el lado del desarrollo tecnológico.

En dicho documento de política pública se plantea la necesidad de diseñar e implementar una Estrategia Nacional para la Gestión del Recurso Humano por Competencias, procurando el aumento del nivel de productividad de los recursos humanos a través de una formación pertinente y articulada con las necesidades del sector productivo, que además valore de manera sistémica todos los aprendizajes, conocimientos, habilidades y desempeños adquiridos por una persona a lo largo de la vida. Se indica que esta estrategia se llevará a cabo a través de un Marco Nacional de Cualificaciones, para facilitar la formación y el aprendizaje permanente; aportando al sector productivo un referente de enfoque y metodología que contribuya a la gestión del talento humano por competencias laborales; orientando a las personas en sus opciones de formación, y facilitando el reconocimiento de la formación y sus competencias laborales (CONPES , 2010). Si se sintetiza esta estrategia se puede decir que los procesos planteados por la misma son los de normalización, evaluación, certificación y gestión del talento humano utilizando para ello el modelo de clasificación por competencias laborales.

En virtud de esta política existe en el SENA un proceso de creación de normas de fijación de las competencias laborales para las diferentes áreas del sector productivo. Este proceso es orientado por un experto (metodólogo) del SENA, pero además cuenta con la participación de representantes del sector productivo quienes participan en una mesa sectorial donde se define cada una de las competencias de cada oficio. Estas normas describen de manera estandarizada los desempeños competentes de una determinada función productiva, y constituyen

un estándar o patrón de comparación válido para las instituciones educativas, los trabajadores y los empleadores (SENA , 2013).

Adicionalmente a las normas, se definen las acciones, los mapas funcionales y se desarrollan los estudios de caracterización de las ocupaciones por sectores. Con este procedimiento se logra contar con los insumos precisos para el diseño de los programas de formación profesional basados en las competencias laborales que se hayan definido. En ese sentido, el SENA coordina con otras instancias de normalización las competencias requeridas para los procesos, e integra la norma relacionada con los procesos de investigación, desarrollo e innovación que se encuentra a cargo del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. De esta manera implementa dicha norma para el desarrollo de las actividades de I+D en el marco de sus procesos investigativos internos y en los programas de formación profesional, (ICONTEC, 2008).

De esta manera, en el SENA se implementan las normas relacionadas con los procesos de I+D fundamentalmente en los proyectos de investigación generados en los centros de formación de acuerdo a las redes de conocimiento (institucional y sectorial) con el fin de desarrollar procesos de aprendizaje referidos a los procesos de organización, los cuales permitan asegurar la actualización permanente y la innovación de las acciones de formación integral, así como establecer y afianzar relaciones con actores relevantes en la producción del conocimiento, tanto de índoles nacional como internacional y generar conocimientos que permitan comprender mejor la realidad de las empresas y de las comunidades¹⁶.

Las competencias establecidas en la norma técnica 5801 de ICONTEC para procesos de investigación, desarrollo e innovación que se han de aplicar, están relacionadas con la capacidad de transferencia de la tecnología, la protección de la propiedad intelectual, la potenciación de la creatividad, la sistematización de información y las metodologías para incrementar la comercialización de los resultados. En este sentido, la norma técnica del ICONTEC define las características que ha de tener la investigación aplicada para que ésta se pueda

16 Tomado del resumen ejecutivo, Validación De Los Criterios De Selección, Estructuración Y Operación De Las Redes De Conocimiento Del –Sena–, Con Base En El Paradigma De La Gestión Del Conocimiento, elaborado por Abello y Ramos. Universidad de Norte.

relacionar directamente con las actividades y la misión de la formación profesional, en términos de la potenciación de la indagación y la búsqueda del mejoramiento de la docencia en el ámbito de la educación profesional. Desde esta perspectiva la consecución de las actividades de I+D e innovación ligadas a la formación profesional está siendo objeto de una especial atención y examen como consecuencia de su importancia en el progreso económico y social (ICONTEC, 2008, pág. 1).

Para el desarrollo de las competencias destinadas a lograr que se lleven a cabo procesos de investigación, desarrollo e innovación en la formación profesional, es necesario contar en los Centros de formación con la tecnología de punta, vigente en el sector productivo, laboratorios, materiales de experimentación y espacios de creación y creatividad. Para comprobar el nivel de los centros en este sentido se han realizado visitas a la práctica totalidad de los centros. Tras esta tarea de observación, se puede concluir que la institución colombiana con mayor capacidad tecnológica capaz de proporcionar espacios de experimentación y el desarrollo tecnológico, es el SENA.

El SENA cuenta con 364 sedes propias distribuidas a lo largo y ancho del territorio, en los 32 departamentos, con laboratorios tecnológicos para todas las redes de conocimiento, en todos los sectores de la economía, ambientes de aprendizaje y de investigación, desarrollados directamente o a través de alianzas con empresas como es el caso del Centro de la Industria Petroquímica de Cartagena, ambiente desarrollado por el mismo sector productivo, y donde se encuentra ubicado un grupo de investigación aplicada en temas de hidrocarburos. Los Centros simulan ambientes empresariales que ofrecen a los estudiantes la formación por proyectos y, por ende, estimulan el trabajo enfocado a la resolución de problemas específicos del sector productivo que han elegido los estudiantes para su formación, lo que al final se ha visto que propicia la innovación desde la formación inicial.

El sistema colombiano ha intentado asimilar la filosofía y el ambiente de formación dual que se da en los Centros de Formación de los Estados y en los Centros Supraempresariales de Alemania. Sin embargo, el SENA de Colombia es único en cuanto a los Tecnoparques y las Tecnoacademias donde se desarrollan proyectos con participación de Mipymes. Para entender esta excepcionalidad hay que partir de dos hechos que diferencia las empresas alemanas de las colombianas. El primero es la estructura de tamaños de las empresas. Colombia presenta un

tejido dominado por las microempresas en las que un estudiante que hiciera sólo en ella su proceso de formación vería muy pocos aspectos de las tecnologías y proceso productivos del sector. El segundo, que en parte se deriva del primero, es la falta de departamentos de I+D en las empresas, pues sólo las de gran tamaño cuentan con ellos. Estos dos hándicaps hacen que los estudiantes tengan muy complicado conocer y menos acceder a las labores de innovación en las empresas al ser pocas las que las tienen sistematizadas. Los Tecnoparques y Tecno academias aparecen como ámbitos donde las empresas y los estudiantes conviven en un ambiente de investigación. Por consiguiente, se vuelven ambientes propicios para que el espíritu innovador de los estudiantes se active y las Mipymes puedan dedicar tiempo a innovar. Es en este entorno en el que se generan con facilidad las validaciones tecnológicas, los prototipaje, la realización de servicios tecnológicos, las actividades relacionadas con la cultura de la innovación y el desarrollo de competencias investigativas y tecnológicas con los estudiantes.

Este tipo de prácticas ha conducido a la participación de la formación profesional, fundamentalmente los niveles técnicos y tecnológicos en el sistema de innovación colombiano. Esto se ha logrado a partir de la generación espontánea de semilleros y grupos de investigación aplicada al interior del SENA, la implementación de normas estandarizadas ICONTEC para los procesos de innovación y desarrollo y, fundamentalmente, a través de la participación del SENA en los proyectos de innovación empresarial. En estos proyectos, al estar inmersos en un sistema de formación y aprendizaje, los avances técnicos terminan siendo conocidos y utilizados por los estudiantes. Esta es la esencia del sistema colombiano, que se basa en la transferencia de avances técnicos a los contenidos de los programas de formación y, por ende, a las competencias de los trabajadores. Este análisis nos permite comparar las competencias desarrolladas en la formación profesional con las del sistema universitario.

Ahora cabe preguntarse de donde procede esta estrategia de incluir la innovación en el proceso de formación en la educación profesional. Revisada la legislación y las competencias definidas en los programas de formación del SENA, encontramos una iniciativa, el Proyecto Educativo Institucional (PEI), como el elemento clave. El PEI establece como estrategia pedagógica las “experiencias investigativas” para los aprendices (SENA, 2013), sin embargo, no es explícito en definir cuáles son esas “experiencias”, o cuales son las competencias desarrollar en ellas. Como se comprobó en la encuesta realizada a los responsables de los centros de formación profesional, en cada programa se desarrolla parte de la etapa

práctica a través de la formación por proyectos, lo que conlleva una situación idónea para que las competencias sociales o de creatividad, trabajo colaborativo y gestión de proyectos sean utilizadas. Aunque pudiera pensarse que el proceso ha sido espontáneo, lo cierto es que hasta llegar al PEI y a la plena sintonía de todos los centros ha habido un largo trecho de apuestas en la gestión política y coordinación de los agentes gestores (directores de centros, técno-parques, coordinadores de equipos, etc.).

Ya se ha señalado que las bases del modelo se pusieron a principios de los años noventa del pasado siglo, pero el momento crítico fue cuando el Ministerio de Educación de Colombia definió las orientaciones generales para que un estudiante fuese competente en los conocimientos y prácticas de índole tecnológica al terminar sus estudios básicos y medios. La denominada Guía 30 estableció los parámetros para poner en práctica desde la educación básica primaria y secundaria y la educación media las competencias para la capacitación en tecnología. Estas competencias fueron organizadas en cuatro componentes básicos interconectados para facilitar la aproximación al conocimiento tecnológico por parte de los estudiantes y brindar herramientas a los docentes (Ministerio de Educación Nacional, 2008, pág. 14). A continuación se muestra el modelo de competencias puesto en práctica por el Ministerio de Educación Colombiano para ser competente en tecnología tras los estudios en educación básica y media:

Tabla 11 Esquema de las competencias en tecnología, adquiridas por estudiantes

En relación a la naturaleza y evolución de la tecnología	Con respecto a la apropiación y uso de la tecnología	En referencia a la solución de problemas basándose en la aplicación de la tecnología	Desde el ámbito de la percepción social de la tecnología
Comprender las características y objetivos de la tecnología, sus conceptos fundamentales (sistema, componentes,	Tomar conciencia de la utilización adecuada, pertinente y crítica de la tecnología (artefactos, productos, procesos y	Se refiere al manejo de estrategias en y para la identificación, formulación y solución de problemas con el uso de la tecnología, así	Trata tres aspectos: 1) las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología, en términos de sensibilización social y ambiental, curiosidad, cooperación, trabajo en equipo, apertura intelectual, búsqueda y manejo de información y deseo de

estructura, función, recursos, optimización y procesos), las relaciones con otras disciplinas y reconocer su evolución a través de la historia y la cultura

sistemas) con el fin de ser capaz de optimizar, aumentar la productividad, facilitar la realización de diferentes tareas y potenciar los procesos de aprendizaje de las tecnologías.

como para la jerarquización y comunicación de ideas. Comprende estrategias que van desde la detección de errores y necesidades, hasta llegar al diseño y a su evaluación. Utiliza niveles crecientes de complejidad según el grados/nivel de que se trate.

informarse. 2) la valoración social que se hace de la tecnología para reconocer el potencial de los recursos, realizar la evaluación de los procesos y analizar sus impactos (sociales, ambientales y culturales), así como sus causas y consecuencias; y 3) la participación social que involucra temas como la ética y responsabilidad social, la comunicación, la interacción social, las propuestas de soluciones y la participación ciudadana.

Fuente: Ministerio de Educación de Colombia (2008).

Esta categorización hecha por el Ministerio de Educación colombiano, precisa una reflexión sobre las competencias tecnológicas desde la formación básica de los estudiantes. La primera cuestión es que debe articular la formación técnica y tecnológica, dándole una coherencia al proceso formativo de los estudiantes. La legislación que reglamenta la formación técnica profesional de la educación superior arroja algo de luz sobre las competencias, habilidades y destrezas que deberían tener los técnicos y que tendrían que ser incluidas en los currículos de formación. La Ley 749 de 2002 estableció la necesidad de desarrollar las competencias necesarias que permitieran la interrelación entre lo experimental y lo intelectual. Así mismo, el Consejo Nacional de Acreditación, máximo órgano del sistema de certificación de la calidad en Colombia y responsable de la acreditación de programas de educación superior, definió los criterios para la evaluación de condiciones de acreditación de los programas que involucraron la valoración de las competencias de comunicación y aplicación del ingenio en los programas (CNA, 2006, pág. 76)

Para la expedición del Plan Decenal de Educación 2006- 2015, máximo documento de política pública en educación en Colombia, que define los derroteros para el sistema educativo durante un decenio, se consideró importante el fortalecimiento de la educación técnica y la necesidad de trascender las competencias de los técnicos del sistema educativo hacia la actividad económica (Ministerio de Educación de Colombia, 2006).

En este plan se considera que las innovaciones generadas en el sector empresarial, principalmente en la industria, impactan directamente y de una manera rápida en las competencias que sus trabajadores adquieren al tenerse que poner en marcha nuevas rutinas; es lógico que las nuevas tecnologías deban ser aprendidas principalmente por los técnicos que deban operarlas, es allí donde el desarrollo de competencias ligadas con la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la misma innovación empresarial cobran sentido en el proceso de formación de los técnicos.

Al observar estos procesos en las empresas, autores como Donoso y Corvalan aprecian que generan la formación de un capital intelectual, que a su vez trasciende las competencias individuales del saber hacer de los trabajadores y los lleva al terreno de la toma de decisiones y la resolución de problemas (Donoso y Corvalán, 2012, págs. 612-639). Partiendo de esta reflexión, y una vez que hemos expuesto el proceso por el cual el SNI colombiano optó por un modelo de competencias con la inclusión de la investigación y la innovación para los estudios de la formación profesional, ahora no proponemos reflexionar sobre los siguientes aspectos:

- a.** las competencias a desarrollar por los técnicos en su formación inicial que implica el modelo colombiano,
- b.** la forma de desarrollar dichas competencias y
- c.** el perfil de salida de dichos técnicos para lograr incrementar los aportes del mismo a los procesos de innovación en las empresas.

La política de puesta en práctica de la nueva formación profesional intentó desarrollar las estrategias didácticas para que los estudiantes – aprendices de la formación profesional y técnica alcanzasen un modelo curricular de formación en competencias relativas a la investigación y el desarrollo tecnológico. Para alcanzar este modelo lo primero que se hubiera necesita era una mejor definición de los conceptos de investigación básica y aplicada, desarrollo experimental, desarrollo tecnológico e innovación al modo que se presentan en los manuales de Frascati y de Oslo, así como la utilización del concepto de investigación formativa, la cual implica al conjunto de prácticas que generan los conocimientos descriptivo, explicativo y predictivo para alcanzar y desarrollar la competencia

investigadora en y generar conocimiento (Madonado, 2008, págs. 166-167). Parte de estas ideas estuvieron presentes en la puesta en marcha del sistema colombiano, pero nunca se hicieron explícitas.

El modelo propuesto en la reforma de la formación profesional en Colombia no partió del hecho de considerar que el estudiante-aprendiz pudiera desarrollar las competencias investigadoras a través de la investigación formativa. Sin embargo, durante el proceso formativo que se puso en marcha es inevitable que se desarrollaran competencias en investigación desde el momento que había tareas como el análisis de datos, la indagación y la aplicación del método científico que permitían la resolución de problemas técnicos. Estas capacidades surgieron en las prácticas de los estudiantes, pero no se apoyaron en estructuras específicas, como pudieran ser los semilleros de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico, en los cuales el estudiante pudiera desarrollar sus competencias apoyando proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Por esta razón no se alcanzó plenamente la articulación con la educación universitaria, las empresas más innovadoras o con otros centros de desarrollo tecnológico. Para ello, hubiera sido clave una plena participación del estudiante en los proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico y haber desarrollado las competencias transversales propias de la formación profesional, como son la capacidad de diseñar prototipos, el trabajo colaborativo, el diseño del producto y la interpretación de los protocolos, estándares y procedimientos que se han de cumplir en cualquier futura fabricación.

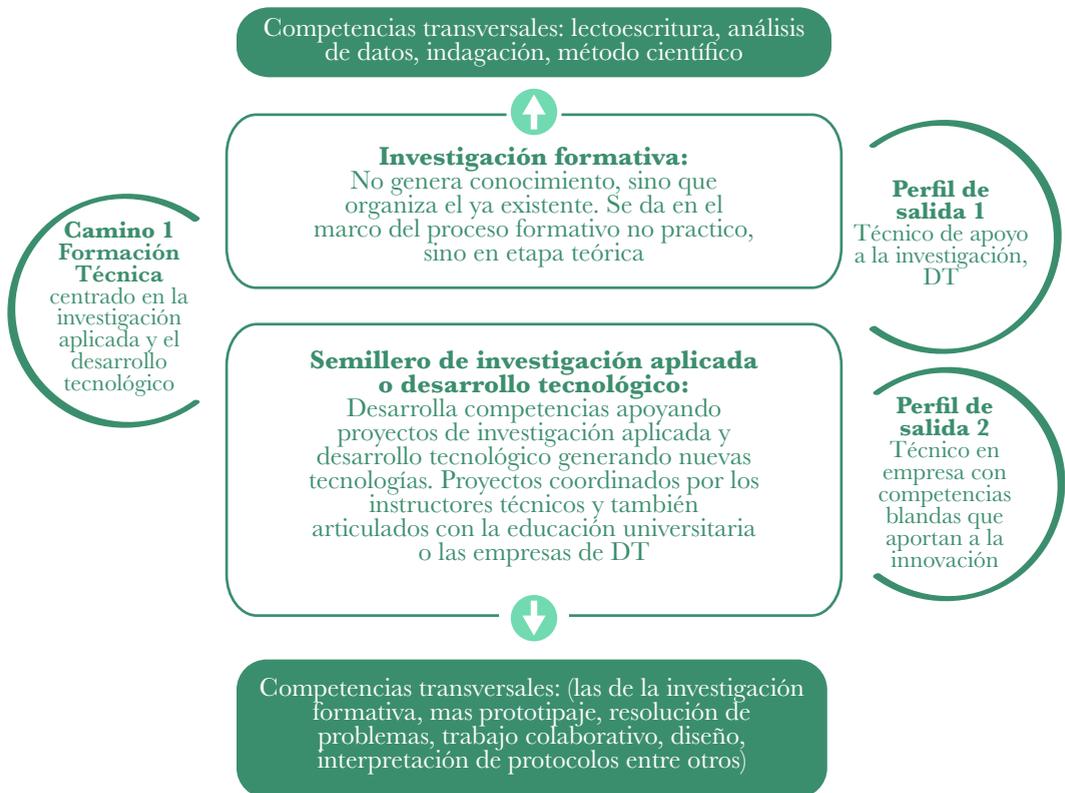
Tampoco se definió un perfil de salida productiva o laboral de la formación técnica asociada al apoyo a la investigación, el desarrollo y la innovación, o como técnico de una empresa con competencias relacionadas con la colaboración y la organización del trabajo en equipo que son fundamentales en la innovación.

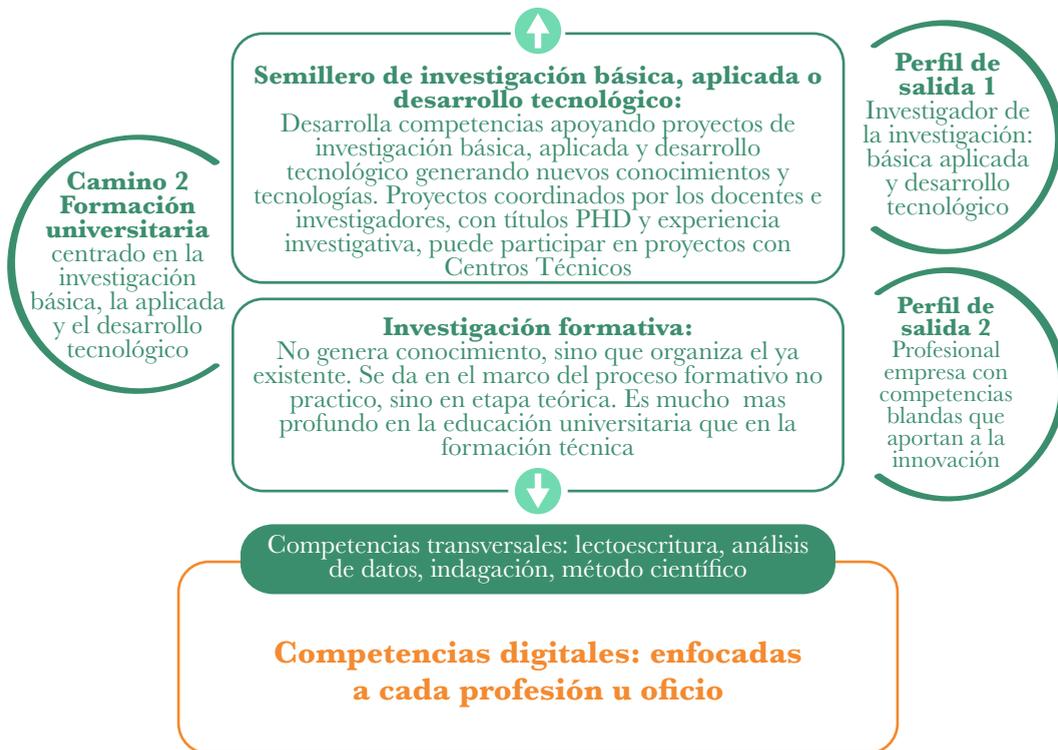
Un ejercicio factible para contrastar hasta donde se podría haber llegado en el modelo colombiano de la formación profesional, en relación a dar capacitación para la investigación a sus estudiantes, es contrastar ese modelo con el universitario (tomando este como el máximo posible) y estimar hasta donde pudiera llegar el de la formación profesional. Si hacemos esa comparación (ver figura 5) encontramos que las principales diferencias con la propuesta para educación universitaria radica en principio en la posibilidad de los estudiantes universitarios de participar en procesos de investigación básica, propios de la Universidad, como asistentes de semilleros de investigación liderados por

doctores en grupos de investigación que son multidisciplinares, con vocación de duración y tendientes a un perfil de salida como investigador, lo cual no sucede con el técnico. Sin embargo, por lo demás se comparten características los unos con los otros, según se puede apreciar en el modelo propuesto.

Figura 5 Competencias de I+D en la formación

Desarrollo de competencias ligadas a los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación





Se aprecia que el desarrollo creciente de actividades de ciencia, tecnología e innovación, con sus consecuentes habilidades y destrezas, así como competencias laborales permiten la coexistencia en el mercado laboral, tanto de profesionales expertos, como de técnicos enfocados a complementar actividades de ciencia y a liderar algunas directas relacionadas con el desarrollo tecnológico y la innovación. Así mismo dentro de este esquema propuesto debe desarrollarse de manera transversal las competencias digitales específicas a la profesión u oficio, esto en aras de hacer frente al proceso de transformación digital que viven todos los sectores.

5.2. LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA PRESENTES EN LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA

Para averiguar hasta dónde había dado lugar a capacidades de investigación la transformación sufrida en la orientación de la formación profesional se desarrolló en 2012 en el marco de la presente investigación doctoral y bajo la supervisión del

Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA, coordinado por el investigador principal Carlos Lugo y con trabajo de campo liderado por el Investigador Mike Silva, el estudio de las capacidades de los Centros de Formación Profesional. El objetivo del estudio fue determinar el estado de la investigación aplicada y de los demás procesos relacionados con la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en los Centros de Formación Profesional, así como averiguar el grado de participación de los aprendices e instructores en dichos procesos.

Para poder realizar el diagnóstico de la investigación aplicada en los Centros de Formación Profesional del SENA en Colombia se confeccionó y realizó una encuesta dirigida a los subdirectores de los Centros de formación¹⁷.

Durante los meses de octubre, noviembre y principios de diciembre de 2012 se realizaron las entrevistas basadas en la encuesta. Aquellas encuestas fueron tanto escritas, como telefónicas y electrónicas, llevándose a cabo en los Centros de Formación Profesional del SENA donde los subdirectores de los centros fueron el grupo seleccionado para responderlas¹⁸.

En octubre de 2012 se diseñó una encuesta con cinco preguntas. Posteriormente fue distribuida a través del correo electrónico a los Subdirectores de los Centros de Formación Profesional para que fuera diligenciada y remitida por ese mismo medio. El formulario indagaba sobre grupos de investigación y las publicaciones de carácter técnico, el objetivo de realizar estas preguntas eran los siguientes:

- Revisar los productos generados en los Centros de Formación Profesional a partir de la participación en los diferentes proyectos de innovación y desarrollo tecnológico productivo cofinanciados por el SENA y que obligatoriamente, por mandato de los Acuerdos internos de la entidad, debían tener una participación activa de los Centros de Formación del SENA con los demás actores del Sistema.
- Indagar sobre las competencias básicas en investigación de los instructores y profesionales de los Centros de Formación del SENA como soporte de la Innovación desde el sistema de la formación profesional.

17 Encuesta elaborada por el doctorando y trabajo de campo realizado por el Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, liderado por el Investigador Mike Silva Ferro, de cuyo informe se extracta el acápite.

18 El informe completo de la encuesta se encuentra en informe presentando al SENA- Dirección General, (Lugo Silva y Silva Ferro, 2012).

- Revisar la consolidación interna de los Grupos de Investigación Aplicada en el SENA, como resultado del ejercicio sistemático de investigación en la formación profesional. El objetivo de la encuesta era detectar todos los grupos de investigación aplicada que se habían formado en el Sistema de Formación Profesional del SENA, y conocer su capacidad de generar competencias de investigación e innovación con la participación los estudiantes:¹⁹

En primer lugar se indagó acerca de la existencia de los diferentes tipos de publicaciones de distinta naturaleza en cada uno de los Centros de Formación Profesional. El objetivo de esta pregunta era conocer el volumen de producción en cuanto a artículos, libros, revistas u otro tipo de publicación. Igualmente, se pretendía conocer a qué nivel de excelencia apuntaba la producción de esos textos. Por ello se planteó la pregunta número uno de la siguiente manera:

¿Podría decirnos, por favor, si en su Centro hay algún tipo de publicación?

En caso de que la respuesta fuera afirmativa, se procedía a proyectar otra serie de preguntas que complementaban la respuesta de una manera más precisa:

¿De qué tipo?: ¿libro, revista, artículo, reseña, otro?

¿Se encuentra indexada ante Colciencias?

¿Qué categoría?

En segundo lugar, se tenía como finalidad conocer si en cada Centro existía una política editorial que facilitara la producción textual. Con esta pregunta se partía del supuesto de que al tener adoptadas o establecidas una serie de políticas para las publicaciones se hacía mucho más fácil el trabajo de la publicación. Al igual que en caso anterior, si la respuesta era positiva se hacían dos más específicas.

¿Su Centro cuenta con un criterio de políticas editoriales?

19 A partir de este trabajo de campo se actualizó el programa de innovación y desarrollo tecnológico del SENA para convertirlo en Programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, desarrollando el Sistema de Gestión del Conocimiento institucional.

¿Son propias o adoptadas?

¿Son nacionales o internacionales?

Para el tercer caso, se preguntó a cada Centro acerca de un posible manual de publicaciones. El alcance de esta pregunta era semejante al de la pregunta número dos. En algunos casos este interrogante no tenía en la respuesta una respuesta diferente de la segunda.

¿Dispone en su Centro de Formación de un Manual de Publicaciones?

¿Qué tipo de Manual?

¿Son propias o adoptadas?

¿Son nacionales o internacionales?

La cuarta pregunta remitía directamente a la existencia, creación o registro de grupos de investigación al interior de cada Centro de Formación Profesional. En este apartado se podía comprobar el estado en el que se encontraban los grupos de investigación en cada Regional y cada Centro. En los casos de las respuestas afirmativas se tenían previstas dos planteamientos adicionales:

¿El Centro tiene grupos de investigación registrados ante Colciencias?

¿Cuáles? (Nombre completo del grupo)

¿A qué categoría pertenece?

Para el quinto y último caso, se solicitó a cada Centro que respondiera acerca de la intención de crear o generar grupos de investigación. Si manifestaban tener el propósito de conformar al menos un grupo se procedía a indagar la especialidad o la temática en la que se especializaría. Las preguntas fueron:

¿El Centro tiene proyectada la conformación de grupos de investigación para 2013?

¿Cuáles o en qué especialidad?”

Después de difundir la encuesta sobre grupos de investigación y políticas editoriales a la totalidad de las Regionales se logró que el 76,7 % de los Centros de Formación Profesional atendieron el llamado de la oficina de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. De los 89 Centros de Formación Profesional en los cuales se obtuvo respuesta, el 19,8 % afirmó tener disponible al menos una publicación de sus grupos. Desafortunadamente no se especificaba el tipo de publicación ni su categoría

Para el caso de las políticas editoriales las cifras descendían notablemente. Únicamente cinco de los Centros encuestados manifestaron tener unas políticas editoriales claras. Las respuestas afirmativas fueron sólo un 6,9 %.

Ante el bajo reporte de los Centros para informar a propósito de las políticas editoriales se puede decir que la mayoría referenció una falta de fijación de parámetros para la publicación de resultados. Sólo en contados casos se informó de que utilizan parámetros de publicación basados en los estándares internacionales. Por otra parte, la gran mayoría de los encuestados respondió no seguir, adoptar o tener un documento guía para realizar divulgación científica. Tanto para el manual de publicaciones como para las políticas editoriales las cifras coincidieron. El 94 % de los Centros respondió negativamente a la pregunta sobre si contaban con manuales de publicación.

La conclusión era clara, los centros no seguían estrategias de publicación. Ello carecía de sentido en un mundo que trabaja directamente con las empresas y cuya mayor recompensa está en la consecución de una innovación, no en una publicación que, además puede poner en riesgo la confianza entre los diferentes agente, en especial con las empresas.

Si en las publicaciones las iniciativas habían sido escasas, no pasaba lo mismo con la formación de los grupos de investigación. El porcentaje de grupos de investigación rastreados en los 116 Centros de Formación Profesional corresponde llegó al diecinueve por ciento, y en trámites de conformación había numerosas iniciativas. De hecho, se consiguió rastrear 28 grupos que se encuentran conformados y funcionando actualmente. No obstante, solo seis de ellos afirmaron contar con el registro ante Colciencias y dos estar en proceso para el mismo. Únicamente dos de ellos manifestaron no tener el registro, mientras que en los 18 restantes no se obtuvo una respuesta concreta acerca de su estado de oficialización. Solo uno de los grupos manifestó tener una categorización (D) es

decir una de las categorías inferiores, pero que representa un gran avance, teniendo como referencia A+ como nivel más alto de categorización por producción, de acuerdo con la escala propuesta por COLCIENCIAS. La Tabla 12 organiza la conformación de grupos de investigación por regionales.

Tabla 12 grupos de investigación del SENA

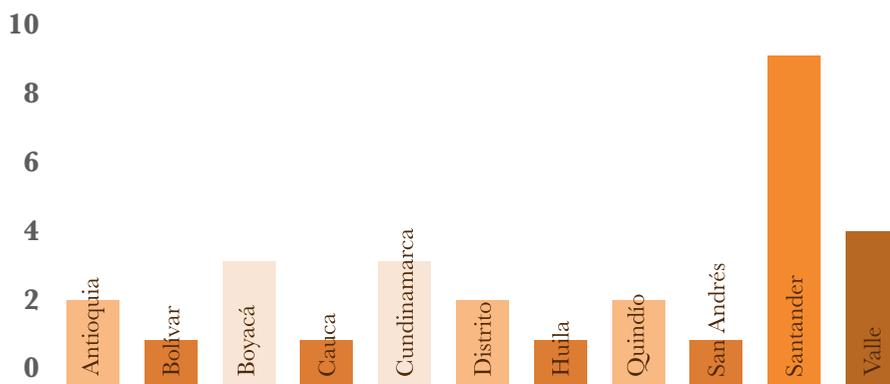
N°	Región	Centro	Grupo	Registrado	Categoría
1	Antioquia	Centro de Diseño y Manufactura del Cuero	BIOMAC Grupo de investigación en Biomecánica aplicada al Diseño de Calzado	No	No
2	Antioquia	Centro de Comercio	Gestión Tecnológica en Biotecnología y Medio Ambiente	Sí	No
3	Bolívar	Centro para la Industria Petroquímica	GIPIQ Grupo de investigación en Procesos Petroquímicos, plásticos	N/S	N/S
3	Boyacá	Centro Minero (formación cafetera)	Grupo de Investigación en seguridad alimentaria y nutricional	N/S	N/S
4	Boyacá	Centro Minero (formación cafetera)	Grupo de Investigación en Desarrollos Educativos y Tecnológicos	N/S	N/S
5	Boyacá	Centro Minero (formación cafetera)	Grupo de Investigación en Bioprospección y Biotecnología y Recursos Naturales	N/S	N/S
6	Cauca	Centro de Teleinformática y Producción Industrial	SENA H.A.	N/S	N/S
7	Cundinamarca	Centro de Desarrollo Agroindustrial y Empresarial	Agroindustria en temas paneleros	En proceso	No
8	Cundinamarca	Centro de Biotecnología Agropecuaria	Grupo de investigación en área de pedagogía	N/S	N/S
9	Cundinamarca	Centro de Biotecnología Agropecuaria	Grupo de investigación proyecto de Silvopastoreo	N/S	N/S
10	Distrito Capital	Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones	GICS Grupo de Investigación y Desarrollo del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del SENA	N/S	N/S
11	Distrito Capital	Centro de Gestión y Fortalecimiento Socioempresarial	Grupo de investigación en actividad física y entrenamiento deportivo	En proceso	N/S
12	Huila	Centro Agro empresarial y Desarrollo Pecuário del Huila	YAMBORÓ Grupo de Investigación en Desarrollo Sustentable	Sí	N/S
13	Quindío	Centro Agroindustrial	SENAVIDA Producción agrícola, pecuaria-ecológica	N/S	N/S
14	Quindío	Centro Agroindustrial	SENAGROQUIN transformación y procesamiento de alimentos	N/S	N/S

15	San Andrés	Centro de Formación Turística, Gente de Mar y de Servicios	Grupo en automatización industrial y electrónica y telecomunicaciones	No	No
16	Santander	Centro Industrial de Mantenimiento Integral	GRINDESOFTE Grupo de investigación de desarrollo de software	Sí	N/S
17	Santander	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura	ENREDATE Grupo de investigación en ciencias de la computación	N/S	N/S
18	Santander	Centro de Servicios Empresariales y Turísticos	BOCOREE Grupo de investigación en salud	N/S	N/S
19	Santander	Centro de Servicios Empresariales y Turísticos	GICSETE Grupo de investigación en Informática, Diseño y Desarrollo de Software	N/S	N/S
20	Santander	Centro de Servicios Empresariales y Turísticos	GESADHUMANA Grupo de investigación en Gestión Administrativa	N/S	N/S
21	Santander	Centro de Servicios Empresariales y Turísticos	EINSTEIN Grupo de investigación en Red, Comercio y Ventas	N/S	N/S
22	Santander	Centro Agroturístico	MANUELA BELTRÁN Grupo de investigación para la innovación pedagógica	N/S	N/S
23	Santander	Centro Agroempresarial y Turístico de los Andes	Grupo de Ciencias Agroambientales	N/S	N/S
24	Santander	Centro de Gestión Agroempresarial del Oriente	Grupo en Innovación Tecnológica	N/S	N/S
25	Valle	Centro Agropecuario de Buga	Grupo en Desarrollo Agroindustrial con Proyección Social	N/S	N/S
26	Valle	Centro de Electricidad y Automatización Industrial	Unidad de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico	Sí	N/S
27	Valle	Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – Astin	GIDEMP	Sí	D
28	Valle	Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – Astin	INGETEC	Sí	No

Fuente: Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA, (Lugo Silva y Silva Ferro, 2012).

En la Tabla 12 se puede observar que la mayor participación y generación de grupos se encuentra en la Regional Santander, con nueve en total. En segundo lugar, se ubica la Regional Valle con cuatro grupos, mientras que el tercero es compartido entre la Regional de Boyacá y la de Cundinamarca, cada una con tres grupos. En la cuarta posición hay tres Regionales con dos grupos cada una, estas son: Antioquia, Distrito Capital y Quindío. El quinto lugar es compartido entre Bolívar, Cauca, Huila y San Andrés con un grupo de investigación cada una.

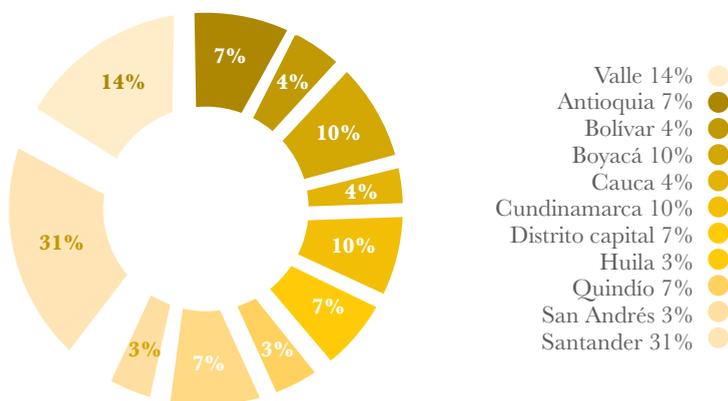
Figura 6 Número de grupos de investigación por regional



Fuente: Grupo de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA, (Lugo Silva y Silva Ferro, 2012).

Llama la atención el hecho de que regiones con numerosos Centros de Formación, tales como Antioquia, Cundinamarca, Distrito Capital o Valle no tengan una participación significativa o mayor. Cobra mucha importancia el caso del Centro de Servicios Empresariales y Turísticos de la región de Santander que registra cuatro grupos. Lo anterior es el resultado de políticas regionales diferenciadas, dada la autonomía de cada uno de los centros de formación profesional del SENA, lo cual ha marcado los desarrollos particulares en los procesos de investigación, desarrollo e innovación.

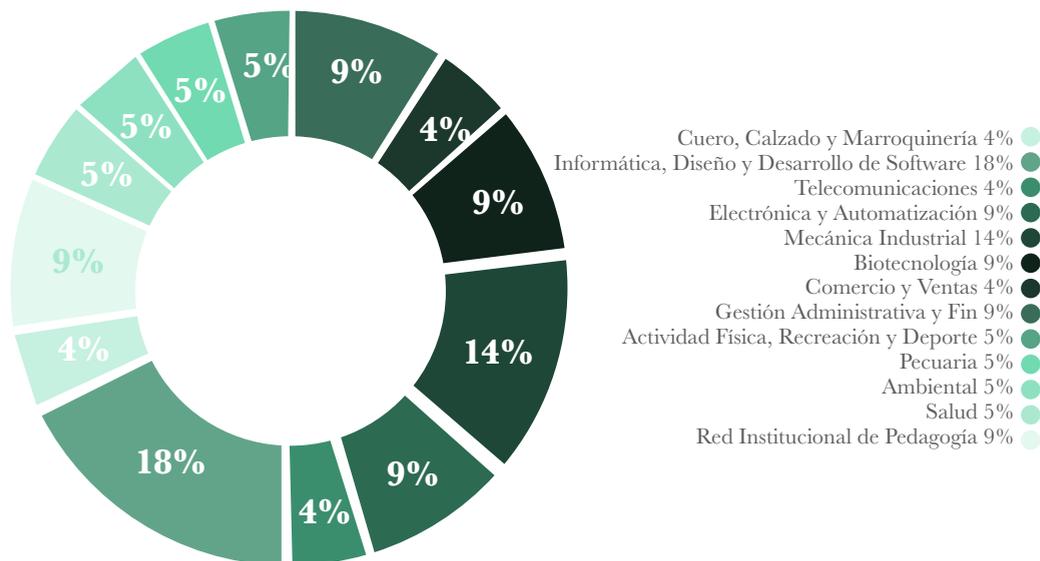
Figura 7 Porcentaje de grupos por regional



Fuente: Grupo de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA- Investigador: Mike Silva Ferro (Lugo Silva y Silva Ferro, 2012).

Con respecto a las temáticas de investigación desarrolladas en los Centros de Formación son diversas y tienen relación con las diferentes políticas regionales para el fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico, así como las vocaciones productivas de los diferentes departamentos del país. Antioquia y el Distrito Capital han sido pioneros en los procesos de I+D a través del tiempo.

Figura 8. Grupos de investigación por red de conocimiento



Fuente: Grupo de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA- Investigador: Mike Silva Ferro, (Lugo Silva y Silva Ferro, 2012).

Creación de Grupos de Investigación

En el caso de la quinta y última pregunta del cuestionario que se difundió entre los Centros de Formación Profesional se obtuvo un número considerable de respuestas afirmativas (65) que corresponden al 56% del total. Cifra que proyecta una alta intención de generar, estructurar o establecer nuevos grupos de investigación. En algunos casos se especificó la línea de investigación a desarrollar. Una proporción menor logró indicar quiénes serían los integrantes del grupo y el registro de sus hojas de vida ante la plataforma dispuesta por COLCIENCIAS para tal fin. Aunque la cifra no resulta significativa, de alguna manera esa iniciativa confirma que se están adelantando procesos en cuanto a la creación de

grupos. Solo dieciséis de los encuestados respondieron que aún no habían iniciado tareas de investigación, lo que vendría a representar el 13,8 %.

Como conclusión del trabajo de campo se pueden enumerar las siguientes:

- Se cuenta con 28 grupos de investigación conformados
- 6 grupos se encuentran registrados en COLCIENCIAS, 2 en proceso de registro y 1 en la categoría D.
- 19 % de los centros de formación tienen Grupos de Investigación.
- El 93,1% de los Centros no poseen guía establecida para publicaciones
- 6,9% dice tener políticas editoriales claras
- 1 centro de formación sigue las políticas de la Dirección General del SENA en materia de publicaciones
- 94% de los Centros de formación no utiliza un manual de publicaciones
- 1 centro de formación sostiene utilizar normas de citación y referencia internacional
- 19,8% de los Centros tienen publicaciones
- 1 sola revista indexada y publicada en web.

La infraestructura tecnológica de los Centros de Formación del SENA se vio fortalecida con la inversión hecha con los recursos destinados por Ley 344 de 1996, no obstante, la generación de conocimiento protegible por los derechos de propiedad intelectual no se vio incentivado, esto es evidente en las respuestas a la encuesta, que manifiestan muy baja proclividad a utilizar las publicaciones como método para proteger sus conocimientos, incluso por aquellos que están reconocidos por COLCIENCIAS. Además, los incentivos hasta el momento han sido mínimos a la hora de dar prioridad a la publicación y la divulgación. En el análisis de las respuestas generadas en los Centros de Formación encontramos que, para instructores investigadores, el concepto de publicaciones se utiliza sin distinción entre artículos en revistas, periódicos y libros físicos, como a través de herramientas virtuales como Blogs y revistas en línea.

Aunque el SENA cuenta con un manual de publicaciones, se detectó que la falta de divulgación y desconocimiento del mismo influye negativamente en la producción de publicaciones. Asimismo, en lo que se refiere a las políticas editoriales, un muy bajo número de Centros reportaron seguir, haber construido, adoptar o tener establecido un documento que orientase los procesos de publicación para sus investigadores.

También se puede concluir de la encuesta que hay muchas delegaciones regionales con temáticas bien definidas y líneas de trabajo consolidándose para desarrollar un trabajo de investigación. No obstante, cada regional contaba con su propia política de investigación, sin un direccionamiento a nivel nacional, pero sí siguiendo las reglas establecidas en las normas y estándares internacionales.

A través de las entrevistas telefónicas, en las que se tuvo la oportunidad de preguntar por los proyectos que desarrollan muchos de los Centros, se hizo evidente la proliferación de iniciativas para formar grupos oficiales. En este sentido se encontró que más de la mitad de los Centros encuestados manifestaron la intención de crear, conformar o consolidar un nuevo grupo de investigación. Pero, ¿a qué es debida esta tendencia si los estímulos por parte de la organización del SENA no son muy potentes? En la relación del SENA con las universidades está parte de la explicación.

5.3. EL SENA Y SU RELACIÓN CON LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR-UNIVERSIDADES.

El SENA, como agente del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación participa en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral. Así mismo le corresponde actualizar, en forma permanente los procesos y la infraestructura pedagógica, tecnológica y administrativa, para responder con eficiencia y calidad a los cambios y exigencias de la demanda de formación profesional integral. También le corresponde al SENA.

Le corresponde al SENA desarrollar investigaciones que se relacionen con la organización del trabajo y el avance tecnológico del país, en función de los programas de formación profesional, asesorar al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social en la realización de investigaciones sobre recursos humanos y en la elaboración y permanente actualización de la clasificación nacional de ocupaciones.

Con lo anterior genera insumos para la planeación y elaboración de planes y programas de formación profesional integral, según se establece en los artículos 3

y 4 de la ley 119 de 1994, y también le compete adelantar actividades de formación profesional de conformidad con las normas vigentes, dirigida a transferir tecnología de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos, de conformidad con el decreto 585 de 1991.

Por lo anterior, el SENA tiene la responsabilidad de desarrollar actividades de investigación que le permitan contar con una oferta pertinente y de calidad de programas, productos y servicios hacia el sector empresarial que, además, garanticen el incremento de la productividad y competitividad del mismo. Para el cumplimiento de esta tarea el SENA interactúa y se asocia con los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Uno de ellos es las universidades. El presente aparte tiene por objetivo presentar, de manera general, los diferentes programas que permiten la articulación del SENA con la academia.

El SENA, según lo presentado en su Plan Estratégico Institucional 2010-2014, tiene la directriz de fortalecer al sistema de gestión del conocimiento. Este vector cuenta con cinco componentes que lo integran, a saber: las cualificaciones, la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico, las redes de conocimiento y los observatorios laborales. Para el desarrollo de estos componentes en el Plan Estratégico se expone que las universidades son los aliados estratégicos. De esta forma, el SENA pretende cumplir con su misión de generar mayor competitividad e inclusión social, a partir de la producción, el almacenamiento, el uso y la divulgación del conocimiento, actividades que concreta en cinco instituciones e iniciativas:

- a.** Promoción de la investigación aplicada en los centros del SENA,
- b.** Formulación de la política en formación profesional
- c.** Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo
- d.** Corredores Tecnológicos
- e.** Red Tecnoparques

Estas actividades se realizan a través de convocatorias públicas que, como se puede observar en los resultados de los proyectos y en términos generales, vienen acompañadas de universidades a la hora de su ejecución. En total cerca de

veinticinco universidades colombianas participaron en los proyectos del SENA en los diez años analizados en el presente trabajo. Pasamos a hora a detallar las cinco iniciativas

5.3.1. Investigación aplicada en los centros de formación del SENA

Los Centros de Formación Profesional Integral (CFPI) son los responsables de la prestación de los servicios de formación profesional integral, los servicios tecnológicos, la promoción y el desarrollo del emprendimiento, la normalización y evaluación de competencias laborales, todo ello en interacción con entes públicos y privados y en articulación con las cadenas productivas y los sectores económicos. Los CFPI operarán en sedes fijas, con un área de jurisdicción determinada, para dar respuesta a las necesidades de su entorno con los objetivos fijados en sus estatutos de flexibilidad, oportunidad, calidad y pertinencia.

Con el fin de fortalecer las actividades y rol de los Centros la Dirección de formación profesional del SENA lanzó en el año 2012 la primera convocatoria interna de proyectos de desarrollo del conocimiento. Con esta convocatoria se pretendía una rápida modernización de los ambientes de formación, constituir laboratorios especializados, fortalecer capacidades para lograr una formación integral con más calidad, cobertura, pertinencia e internacionalización y lograr la articulación entre los Centros SENA y los diferentes agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, entre ellos las universidades. En la revisión hecha en 2015 se encontró que en esta convocatoria de 2012 cerca de 15 Instituciones de Educación Superior habían colaborado en los proyectos de investigación aplicada desarrollados en los grupos de investigación del SENA.

5.3.2. Formulación de la formación profesional o formación para el trabajo

A partir del año 2011, y con base en el rol del SENA en la ejecución de la política pública nacional del Gobierno del Presidente Juan Manuel Santos, se evidenció la necesidad de crear un mecanismo que permitiera el desarrollo e implementación de la estrategia del Sistema de Gestión del Conocimiento del SENA en el marco de la Política Nacional de Competitividad e Innovación del Sistema de Gestión Integral del Recurso Humano (CONPES , 2010) y del Sistema Nacional de

Ciencia, Tecnología e Innovación para el mejoramiento de la competitividad y el logro de una mayor inclusión social.

Es así como en el año 2012 desde el SENA y en asociación con el Instituto Federal de Formación y Educación Profesional (BIBB por sus siglas en alemán) de Alemania se consolidó la iniciativa de creación del Centro de Investigación de Formación Profesional o Formación para el Trabajo del SENA, el cual tiene por objetivo brindar recomendaciones para formular la política de formación profesional o formación para el trabajo en Colombia. La misión de este Centro es contribuir a que la formación profesional sea de calidad, basándose en el análisis de la información y elaboración de estudios e investigaciones para responder efectivamente a la demanda de fuerza laboral que realiza el sector productivo colombiano.

Con el fin de mejorar las condiciones de formación para el trabajo a partir de procesos de gestión del conocimiento y la investigación, necesarios para contribuir a la pertinencia y calidad, y en coherencia con las tareas que debe realizar el SENA, para 2012, el Centro de investigación contemplaba el desarrollo de actividades de investigación en Formación Profesional conjunta con universidades colombianas en las siguientes temáticas:

- Diagnóstico de las capacidades tecnológicas e implementación del sistema de propiedad intelectual institucional
- Formación de gestores en innovación y conocimiento
- Cooperación internacional para la formación profesional
- Investigación para identificar características y tendencias de crecimiento tecnológico, ocupacional y las oportunidades de innovación y desarrollo tecnológico para macro sectores
- Investigación para la identificación temprana de las necesidades de formación profesional para el diseño del marco nacional de cualificaciones
- Investigación para la consolidación del proceso de un modelo de seguimiento de las condiciones de empleabilidad y del desempeño del egresado en la empresa

- Investigación para el diseño de modelos de aglomeración para la gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico del SENA (Tecnoparques, clústeres de innovación, redes de innovación sectorial y distritos tecnológicos, corredores tecnológicos)

Este proceso se realizó con el BIBB, que es considerado como centro de investigación de alto nivel en Alemania.

5.3.3. Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo

El SENA, como agente del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, tiene la responsabilidad de desarrollar programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo con los recursos que el Estado le ha asignado según la Ley 344 de 1996. Además, debe propiciar los espacios para la articulación entre el sector productivo y otros agentes, la transferencia de tecnología y el flujo de recursos dentro del sistema. En este sentido, el Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo del SENA es el mecanismo de la política de inversión para la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo²⁰.

Este programa quería elevar los niveles de productividad de las empresas y fortalecer sus capacidades tecnológicas. Se marcó como objetivo

contribuir al desarrollo tecnológico del país, y a la implantación de procesos innovadores en el sector productivo en general, mediante el aporte de recursos a proyectos de las unidades productivas que estén conformadas o involucren grupos o encadenamientos de empresas productoras de bienes y/o servicios. (Ministerio de la Protección Social, 2004)

Para el SENA siempre ha sido estratégica la vinculación de las Universidades en los diferentes programas y proyectos de innovación y desarrollo tecnológico. En esta estrategia resultaba esencial el desarrollo de alianzas con las Universidades. La asignación de los recursos de Ley 344 mencionados anteriormente, se realizó

²⁰ Esta política quedó plasmada en los Acuerdos del Consejo Directivo Nacional del SENA números 003 de 2012 y 007 de 2006. Estos acuerdos desarrollan el Decreto 249 de 2004 de ejecución de la política de contribución del SENA al desarrollo tecnológico y la competitividad de la economía colombiana.

a través de convocatorias públicas anuales. Estas, con base en lo establecido en el Acuerdo 0007 de 2006 del Consejo Directivo del SENA y el Acuerdo 0003 de 2012, establecen la cofinanciación de proyectos de investigación aplicada para la resolución de problemas en el sector productivo en los que sea estratégico la participación de las empresas, la academia, los centros de desarrollo tecnológico y el SENA. Estas instituciones son denominadas como “entidades ejecutoras” según el Acuerdo 007 de 2006 en su artículo cuarto:

Se denominarán ENTIDADES EJECUTORAS las personas jurídicas, organizaciones o unidades especializadas en la generación y difusión del conocimiento y la prestación de servicios tecnológicos al sector productivo responsables de la ejecución, desarrollo y resultados del programa o proyecto de innovación y desarrollo tecnológico productivo apoyado con recursos provenientes del programa. Dichas entidades ejecutoras deberán estar entre las adscritas al Sistema Nacional de Innovación, tales como: Universidades, Institutos de Investigación, centros de desarrollo productivo, centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresas de base tecnológica, centros de desarrollo empresarial....

De igual forma, el Acuerdo 003 de 2012 del Consejo Directivo Nacional del SENA, menciona específicamente en su artículo séptimo párrafo segundo:

El sector productivo podrá presentar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en alianza con las Universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico, Centros de formación SENA, u otros actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En estos proyectos se reconocerá como rubro de gasto los correspondientes al valor de los servicios prestados por dichas entidades y requeridos para la ejecución y desarrollo de los proyectos.

Como resultado de la cofinanciación de proyectos del programa se evidencia que el sector productivo se asoció principalmente con Universidades para la presentación de propuestas a las convocatorias. 32 de los 250 proyectos financiados entre 2006 y 2011 fueron desarrollados en asociación con universidades públicas y privadas.

Tabla 13 Número total de proyectos financiados con recursos Ley 344 vs Número de proyectos que cuentan con vinculación de universidades

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Total proyectos vigencia	28*	54	66*	10	43	49	250
Participación Universidades	8	7	12	-	5	-	32

**Incluye proyectos de los Corredores tecnológicos
Fuente, Base de datos del Programa (SENA, 2017b)*

Adicional a lo anterior, en todos los proyectos de desarrollo tecnológico y competitividad- recursos Ley 344 de 1996, se ha incentivado la transferencia de conocimiento y tecnologías a través de los contratos de aprendizaje, que son financiados con recursos provenientes de las partidas fijadas por la ley 344 de 1996, en total concordancia con lo establecido en el artículo 168 de la ley del Plan Nacional de Desarrollo. De esta forma, 113 profesionales y 34 estudiantes universitarios fueron beneficiados con esta forma de contratación.

5.3.4. Corredores Tecnológicos

Los Corredores Tecnológicos son un mecanismo de articulación de actores regionales en torno a la ejecución de la política de desarrollo productivo regional de los planes regionales de competitividad y del impulso a sectores estratégicos para el desarrollo local. El objetivo de los corredores tecnológicos es mejorar las capacidades tecnológicas y competitivas para atender las demandas y oportunidades del sector productivo, mediante la cofinanciación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico productivo.

En el desarrollo de esta estrategia, en alianza del SENA con la academia y sector productivo, se han creado tres corredores de énfasis agroindustrial:

- Corredor Tecnológico Agroindustrial de la Sabana. El Proyecto involucró en su ejecución a la Universidad Nacional de Colombia, como administrador de los recursos de todo el convenio y ejecutor técnico de los proyectos derivados del mismo, Corpoica, a través de su Centro de Investigación en Tibaitatá, y el SENA a través del Centro de Formación en Biotecnología Agropecuaria de Mosquera.

- Corredor Tecnológico del Tolima. Este corredor involucró en su ejecución a CORPOICA como administrador de los recursos de todo el convenio y ejecutor técnico de los proyectos derivados del mismo. Al Corredor de Tolima se unieron el SENA, a través del Centro de Formación Agropecuario La Granja, y el Centro de Productividad del Tolima, en el cual participa activamente la Universidad de Ibagué.

- Corredor Tecnológico del Huila. El Convenio involucró en su ejecución al Instituto para el Desarrollo Financiero del Huila INFIHUILA, como administrador de los recursos de todo el convenio, al SENA a través del Centro de Formación Agroindustrial, como receptor de la transferencia de los proyectos derivados del mismo, a la Universidad Sur Colombiana y a la Corporación Centro de Investigación para la gestión tecnológica de la Passiflora (CEPASS) como ejecutores técnicos de los proyectos/convenios derivados.

Actualmente el SENA, a través del eje estratégico de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, se encuentra en el proceso de formulación de la segunda fase de los corredores tecnológicos enunciados, y para tal fin ha intentado involucrar a las universidades como aliadas en la ejecución de los proyectos de investigación cofinanciados a nivel regional.

En el año 2013 se planificó la creación de varios corredores tecnológicos con la implicación de las universidades allí radicadas: corredor de la región de Vichada y Meta, corredor de la Orinoquía, corredor de Bolívar y corredor del Eje Cafetero²¹.

5.3.5. Red Tecnoparque

La Red Tecnoparque es un programa de innovación tecnológica del SENA que cuenta con catorce sedes nacionales y está abierto a todos los colombianos. La Red Tecnoparque cuenta con un equipo interdisciplinario de profesionales con

21 El SENA en el desarrollo de sus programas requiere de los servicios de interventoría. Inicialmente se recurrió a la utilización de las interventorías de las universidades para este fin. Por ejemplo, en la ejecución de los proyectos financiados con recursos de Ley 344, que pertenecen al programa de innovación y a la estrategia de corredores tecnológicos, se contó con una interventoría administrativa, financiera y técnica de la Universidad Nacional de Colombia. Mediante el convenio 107 de 2007 esta universidad prestó el servicio de interventoría hasta el año 2011. Con posterioridad el SENA pasó a contar con dos de sus interventorías: las del programa de formación continua especializada y la del programa de innovación y desarrollo tecnológico.

experiencia y formación académica para el análisis, planeación, diseño, desarrollo, pruebas y simulación de proyectos y prototipos. El objetivo es que dé respuesta a necesidades del sector productivo generando la apropiación de conocimiento y generando la aplicación de nuevas tecnologías. En este sentido promueve el intercambio de conocimiento entre el Estado, la empresa, la academia y el Gobierno a través de eventos de divulgación tecnológica; cuenta con ambientes dotados con la infraestructura tecnológica y operativa de acuerdo con las líneas de desarrollo que soportan la prestación de los servicios de la Red; y da acompañamiento en la formulación de modelos de negocios y presentación a fuentes de financiación.

La Red tecnoparque actúa como acelerador de proyectos y proveedor de servicios de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) en cuatro líneas tecnológicas:

- **Biotecnología**
- **Tecnologías Virtuales**
- **Diseño e Ingeniería**
- **Electricidad y Telecomunicaciones**

Los servicios que ofrece son los siguientes:

- **Asesoría técnica personalizada para el desarrollo de proyectos:**
- **Transferencia de Tecnología**
- **Generación y apropiación social del conocimiento**
- **Laboratorios especializados**
- **Unidad de emprendimiento especializada**

Las universidades son aliados importantes para el fortalecimiento de la generación y apropiación social del conocimiento, y usuarios de todos los servicios de la Red Tecnoparques.

Una vez especificadas estas cinco iniciativas podemos concluir que en Colombia existe una estrecha relación entre las Universidades y el SENA la cual es fehaciente no solo en la financiación que este último ha hecho a las investigaciones universitarias, y su posterior transferencia a los programas de formación profesional, sino también por las alianzas generadas que vinculan aprendices de la formación profesional con actividades directas en las universidades de acuerdo a sus destrezas, habilidades y competencias técnicas.

Tras lo señalado en los capítulos cinco y seis sobre la actividad investigadora en la formación profesional cabe hacer un análisis comparativo entre Colombia y sistemas como Alemania y México en cuanto a esta estructura del sistema de formación, también analizar a profundidad los proyectos específicos en los que ha participado el SENA con empresas, universidades y centros de investigación, desarrollo tecnológico e innovación,

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DEL ENTORNO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN DE LA FORMACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA DEL SENA EN COLOMBIA

Este trabajo presenta los primeros resultados de la aplicación de la metodología de la Teoría Fundamentada de Anselm Strauss basada en análisis cualitativo mediante encuestas, entrevistas y observación. En nuestro caso se va a utilizar para comparar y contrastar el modelo colombiano de la formación profesional con los modelos alemán y mexicano. El análisis se enfoca en los modelos de aprendizaje en su entorno de competencias y habilidades para la innovación y el desarrollo tecnológico, en el nivel técnico de la formación y su relación con la innovación en las empresas para el caso de Colombia.

En el apartado 1 del capítulo II dedicado a presentar desde un punto teórico lo que es el sistema nacional de innovación (SNI) y el rol que juega en él el sistema de formación profesional hicimos una breve introducción teórica partiendo de los presupuestos teóricos de Freeman (1994), Lundvall, (1992) y Nelson (1993). La clave de esta relación es entender el SNI como la red de instituciones público y privadas, cuyas actividades e interacción inician, importan, modifican y difunden las nuevas tecnologías, (Freeman, 1995).

Los inicios del concepto de Sistemas Nacionales propuestos se remontan a las ideas de List, quien se centró en la necesidad de generar una adaptación de tecnología a partir del entrenamiento y en las políticas de apoyo a las industrias nacientes para que pudieran llegar a ser competitivas (List, 1841). Este enfoque ocupa toda la atención de este proyecto de investigación al estudiar el caso de la educación técnica y tecnológica de la educación superior para un caso como el colombiano.

Si resumimos los conceptos principales de un Sistema de Innovación, o en sentido amplio un Sistema Nacional de Innovación, nos encontraremos con una interrelación de actores, o una interacción virtuosa de proveedores y clientes, (Lundvall, 1992). También se debe revisar esa red de distintas instituciones, empresas y gobierno que conforman el aparato científico y tecnológico y la manera en que cada uno de estos agentes interactúan para la creación, difusión y utilización del conocimiento, (Patel y Pavitt, 1994).

Todas las definiciones de Sistemas de Innovación en sus diferentes escalas, nacionales, locales, sectoriales, nos llevan a establecer la necesidad de definir un Sistema Institucional de Innovación, o un Subsistema ligado al Sistema Nacional de Innovación de un país a partir del rol que cumple la formación del capital humano. Como es lógico, en el presente estudio la atención se pone en la formación profesional.

Tampoco podemos perder de vista la tradicional definición de Schumpeter (1983) sobre Innovación, como aquella perturbación de las estructuras existentes a partir de la novedad y el cambio. Esta es importante toda vez que cualquier cambio, novedad, o como él definía “destrucción creadora”, trae consigo la necesidad de un nuevo y oportuno capital humano, mano de obra calificada que pueda producir y mejorar esa novedad, pero también que pueda generar esa destrucción de manera rápida y al difundirse innovaciones de proceso productivo en los lugares de trabajo (Schumpeter, 1942). Es allí, donde cobra fuerza la hipótesis planteada en este trabajo y sobre si el sistema de innovación en Colombia se ha visto fortalecido por las características peculiares de la formación profesional en lo referente a la investigación.

El documento de análisis publicado por el SENA de Colombia para sustentar las políticas internas de fomento a la innovación empresarial desde los centros de formación profesional concluyó que el fin último de este esquema era potenciar el desarrollo económico y la competitividad empresarial. Para ello, la estratégica política ha sido poner incentivos adecuados que fomenten la coordinación y convergencia entre los agentes para el logro de propósitos comunes y la necesidad de analizar y evaluar periódicamente, a modo de sistema de calidad, para tomar las decisiones de política pública.

Esta posición institucional en Colombia, al ligar la Formación Profesional del Sistema Educativo con la innovación puede ser estudiada desde la perspectiva de

las teorías endógenas de crecimiento económico desarrolladas por Romer (1986) y Lucas (1988). Por una parte, Romer consideró el conocimiento como un factor de producción determinante que incrementa la productividad marginal de las empresas.

While exogenous technological change is ruled out, the model here can be viewed as an equilibrium model of endogenous technological change in which long-run growth is driven primarily by the accumulation of knowledge by forward-looking, profit maximizing agents. (Romer, 1986, pág. 103)

A su vez Robert Lucas señalaba que la experiencia y el capital humano son clave para entender los procesos de desarrollo acelerado de la economía, refiriéndose al desarrollo de los países asiáticos. El concepto de Learning by Doing es fundamental para entender el rol de la Formación Profesional con su contenido teórico y práctico y la generación de innovaciones en un Sistema Nacional de Innovación. (Lucas, 1988).

Introducing human capital into the model, then, involves spelling out both the way human capital levels affect current production and the way the current time allocation affects the accumulation of human capital. Depending on one's objectives, there are many ways to formulate both these aspects of the "technology". Let us begin with the following, simple assumptions (Lucas, 1988, pág. 17).

Retomando las características comunes de los sistemas de formación profesional europeos, que fueron descritos en el segundo capítulo de la presente investigación, se puede decir que se centran en el conocimiento teórico y la combinación con la práctica, lo cual permite desarrollar en los trabajadores las competencias básicas necesarias para experimentar en el lugar de trabajo y poder contribuir al desarrollo tecnológico y la innovación, sin pretender hacer "ciencia", toda vez que esta viene dada por el sistema de investigación universitaria o de los centros de I+D públicos o privados. Estamos entonces frente a una investigación aplicada y de forma más simple, ante las innovaciones generadas en el proceso mismo de producción en el puesto de trabajo.

Revisando los sistemas de formación profesional debemos diferenciar la formación técnica inicial en el caso de España, tal como lo explica la Ley de Cualificaciones y Formación Profesional vigente, lo cual es comparable con la

formación reglada técnica y tecnológica ofrecida por el SENA de Colombia, las cuales se complementan con el subsistema de formación ocupacional, tanto para actualización, como para reconversión laboral, denominada en Colombia como Formación Complementaria, y la formación continua en las empresas. Todos estos subsistemas permiten la generación de competencias y cualificaciones para que el trabajador pueda desarrollar en esquemas de colaboración tanto con los centros de la Universidad como con otras instituciones de desarrollo tecnológico y organismos propios de la formación profesional e, incluso, con, proyectos de innovación empresarial a partir del desarrollo tecnológico.

El proceso desarrollado para definir el rol de la formación profesional en los sistemas nacionales de innovación parte de la conceptualización de los diferentes sistemas de formación profesional en el mundo. Se han seleccionado los sistemas alemán, francés, inglés y se ha observado en detalle tres modelos adaptados en Latinoamérica: el Colombiano (estudio de caso), el mexicano (mediante observación), y el Brasileño (descriptivo).

Asimismo, mediante la observación se analizó el modelo de formación profesional alemán, considerando el funcionamiento de los denominados Beruf College.

Por otra parte, este capítulo presenta los resultados del trabajo de campo realizado entre octubre de 2013 y febrero de 2014 y que supuso la toma de datos de los 116 Centros de Formación Profesional del SENA. El objetivo era revisar si existía un enfoque en los proyectos formativos de los aprendices de la formación, que contemplase los componentes de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Para ello se desarrolló una encuesta dirigida a los directores de los 116 Centros de Formación Profesional de Colombia. El objetivo de esta encuesta fue conocer las capacidades desarrolladas por los aprendices de las carreras técnicas y tecnológicas del SENA en el marco de los procesos de formación.

Asimismo, este trabajo presenta un análisis de los resultados de la transferencia de tecnología y conocimientos generados en los proyectos desarrollados entre empresas colombianas en alianza con Centros de Formación Profesional del SENA. Este último título se lleva a cabo a través de análisis estadístico.

Finalmente se cruzan las actuales capacidades de desarrollo tecnológico e innovación de los Centros de Formación Profesional del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia con las necesidades de las empresas que han sido seleccionadas en la Convocatoria Nacional de Fomento a la Innovación Empresarial en alianza con los Centros de Formación profesional.

Retomemos ahora el aspecto teórico. Para poder probar nuestra hipótesis basándose en la metodología de la teoría fundamentada se debe explorar en todos los entornos el tema de estudio, y preguntarse por todas las implicaciones de los planteamientos del mismo (Strauss-Corbain 1998). Siguiendo esta pauta se puede decir que la Teoría fundamentada establece que el concepto de “teoría” denota un conjunto de categorías interrelacionadas de manera sistemática por medio de oraciones, que indican relaciones para formar un marco teórico que explica el fenómeno social, psicológico, educativo, etc. Una vez este marco es ordenado de manera conceptual se convierte en teoría fundamentada. En consecuencia, se trata de una ordenación lógica o como de un mapa mental que se acerca más al concepto que hoy utilizamos de “modelo explicativo” de carácter verbal.

Esta teoría establece también que no existe un conjunto estándar de métodos igualmente útil para cada investigación, se combinan las diferentes técnicas y se usan formas tanto cualitativas como cuantitativas para poder llegar a la formulación de un modelo explicativo.

Este trabajo plantea un problema de investigación que se centra en detectar si hay mejoras en los procesos de innovación de las empresas a partir de la entrada la fuerza laboral del nivel técnico y tecnológico en sus actividades de investigación o de producción. Esto abarca tratar en la presente investigación desde los procesos formativos, hasta las competencias, habilidades y destrezas desarrolladas por los trabajadores y su posible o no interacción con el sistema universitario de la educación superior. A su vez, esta perspectiva no es ajena a las nuevas teorías sobre innovación abierta y trabajo colaborativo. Esto es así porque la irrupción de la formación profesional en el ámbito de la investigación es mucho más fácil de conseguirse si antes ha habido una concienciación sobre la implicación de toda la sociedad en la actividad científica (public engagement)²².

22 <https://www.aaas.org/pes/what-public-engagement> [consultada en mayo de 2017]

En general el modelo conceptual a desarrollar en esta tesis doctoral se fundamenta en análisis cualitativo y cuantitativo, a través de las técnicas de comparación, análisis estadístico, encuesta, entrevistas, y observación por medio entrevista y periodos de estancias en las instituciones dedicadas a las políticas de formación profesional en los países que se ha indicado. Posteriormente, luego de comparar algunos de los sistemas de formación profesional entraremos a revisar los proyectos específicos de investigación aplicada y las innovaciones generadas en Colombia a partir de la participación del SENA en estos procesos, con ello lograremos demostrar en definitiva nuestra hipótesis de existencia de un modelo colombiano de inserción de la formación profesional en el Sistema Nacional de Innovación.

6.1. LA FORMACIÓN PROFESIONAL EN SU ENTORNO TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN

Los modelos planteados en el capítulo dos de esta investigación nos permitió referenciar como ha sido el funcionamiento a través de la historia de la formación profesional en diferentes países. Uno de los modelos más importantes ha sido el sistema Alemán en el que la formación ocurre la mayoría de las veces en las mismas empresas, conocido como modelo dual de formación profesional. Lo anterior nos permite plantearnos la hipótesis de investigación, relacionada con la participación de estos mismos trabajadores en los procesos de innovación. La innovación puede generarse por procesos de especialización, pero también tiene lugar cuando intervienen dos o más disciplinas, sectores de actividad diferentes o perspectivas conceptuales alternativas (Johansson 2005). Es en estas situaciones cuando se suelen dar innovaciones de mayor calado.

La interacción que se plantea entre el conocimiento científico y la praxis técnica es una situación propicia para lograr innovar, siempre que no se plantee una jerarquía exclusivista por parte de la acción del científico. Para el presente estudio esta forma de interacción, propia de la formación profesional-ocupacional, supone un campo propicio para que surja la innovación. Ahora bien, en los sistemas de formación profesional es muy corriente que se den los contenidos teóricos aplicándolos a casos concretos de carácter técnico, pero no se suelen dar situaciones en las que el técnico se forme en actividades de apoyo a la investigación. La transmisión tanto de la técnica y como del conocimiento a través del binomio maestro-aprendiz es clave (Johansson, 2005), pero el binomio

entre científico y técnico aprendiz es inhabitual y suele denostarse.

Egils Milbergs (2005) conceptualizó que la tecnología desempeña un papel significativo en la innovación, pero también indicó que no era el único factor crítico. Aquellas tecnologías que en su momento fueron disruptivas, ahora son básicas y si eso es así ha sido porque fueron asimiladas por miles de trabajadores y técnicos en su día a día laboral. La ciencia y la tecnología puede ser fuentes de innovación, pero las personas, trabajadores y ciudadanos, son las que la impulsan y difunden (Milbergs, 2005). La Organización Internacional del Trabajo (OIT) indica que la formación profesional juega un papel esencial en la innovación, pero sigue definiendo a la formación profesional como la encargada de satisfacer la demanda de las competencias laborales en el mercado del trabajo y en la sociedad en general (OIT, 2006 pg. 31). Así que en la definición relega la capacidad innovadora que pueda derivarse de la actividad de los técnicos. Siguiendo razonamientos similares en casi todos los países se han desarrollado sistemas de aprendizaje por niveles con diferentes denominaciones, pero no suelen incluir ni tan siquiera nociones y menos habilidades que conduzcan a la tarea de investigar. En todo caso, se plantean la necesidad de cambio en las actitudes de los trabajadores en los programas de perfeccionando a lo largo de la vida y sólo en algunos modelos se contempla poder enlazar con la educación superior, pero muy raramente interactuar con ella durante el periodo formativo.

La decisión 195 de la OIT estableció los parámetros, orientaciones y recomendaciones para el desarrollo de los recursos humanos, la educación, la formación y el aprendizaje permanente. A partir de ahí el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento de la Formación Profesional de la Organización Internacional del Trabajo: OIT-Cinterfor, desarrolló varias investigaciones descriptivas encaminadas a definir los diferentes entornos de la formación. Es relevante la conclusión de OIT sobre que toda realidad productiva y laboral está asociada o bien a una dimensión tecnológica, o a tecnologías tradicionales y modernas, simples y complejas, o a tecnologías “duras y blandas”, o a tecnologías que atraviesan la realidad productiva de nuestras sociedades. Para la OIT es imposible que se dé un desarrollo del conocimiento y las capacidades relativas al trabajo sin una referencia directa o cercana a las técnicas, pero siempre parece establecerse un límite en la relación con la investigación. Al analizar la posición de OIT se advierte que su planteamiento se fija especialmente en la necesidad de desarrollar en la formación profesional unas competencias

para adoptar tecnologías por parte de los trabajadores y futuros trabajadores. Ahora bien, en un somero análisis de esas competencias se puede concluir que para ese tipo de aprendizaje permanente se requieren:

- Competencias para participar en el desarrollo y actualización de las tecnologías.
- Competencias para adaptarse a los cambios en la organización del trabajo.
- Competencias para adoptar cambios en la organización del trabajo y en las relaciones laborales.
- Competencias para adaptar las técnicas ligadas al mundo del trabajo a partir de la adopción de tecnologías.

Todas estas competencias implican una actitud investigadora, entendida ésta como la capacidad para plantear, por medio de la aplicación del método científico, un procedimiento para adaptar un cambio en el sistema de producción. Por tanto, no es de extrañar que en el Estudio sobre los entornos de la Formación Profesional, publicado por la OIT (2006) se llegue a la conclusión de que la formación profesional es un componente central y estratégico dentro de los procesos de innovación, desarrollo y transferencia de tecnología. En este sentido, en el presente estudio, realizado a partir de la información in situ de las instituciones de formación profesional de Latinoamérica se encontró un cambio de tendencia, pasando los centros de formación profesional a ser centros con servicios complementarios, tales como:

- Prestación de servicios tecnológicos.
- Laboratorios de ensayos y materiales.
- Servicios de certificación de productos y procesos.
- Eventos de divulgación tecnológica.
- Publicaciones especializadas.
- Bancos de datos de recursos tecnológicos.
- Asistencia técnica.
- Consultoría.
- Investigación aplicada.
- Gestión, desarrollo y formación de recursos humanos.
- Centros de desarrollo tecnológico. (algunos centros reconvertidos).

- Desarrollo de prototipos.
- Estudios de impacto.
- Estudios ergonómicos.
- Innovación pedagógica.
- Incubación empresarial.

A continuación, se presentará el resultado del proceso de observación de los sistemas colombiano y mexicano de la formación profesional utilizando la tabla comparativa de modelos en los aspectos más relevantes del sistema y enfocándolo en la capacidad de generar interacción con los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación de dichos países.

6.1.1. Resultados de la observación de los modelos alemán y mexicano de la formación profesional

En la ciudad de Bonn – Alemania opera el Instituto Federal de la Formación Profesional -Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB por sus siglas en Alemán), ente rector del modelo Alemán de Formación Profesional. El BIBB es el centro de desarrollo de competencias oficialmente reconocido que se dedica a la investigación y el desarrollo sobre la formación profesional y continua en Alemania. El BIBB define las futuras tareas de la formación profesional, promueve la innovación en este sector a escala tanto nacional como internacional y propone nuevas soluciones orientadas a la práctica basadas en la formación dual.

El sistema dual de formación profesional es aquel en donde el aprendiz se forma en la misma empresa y puede complementar el proceso de adquisición de las competencias en un centro de formación profesional. Se trata de la pieza fundamental de la educación profesional en Alemania. Casi dos de cada tres jóvenes de una promoción realizan su formación profesional básica en este sistema y aprenden una profesión con formación oficialmente reconocida. Entre los elementos claves del sistema de formación profesional dual se pueden destacar la cooperación entre el Estado y el tejido económico, el aprendizaje durante el proceso laboral, la aceptación de estándares nacionales con la participación de los agentes sociales, el personal de formación profesional calificado y el proceso de investigación y asesoramiento institucionalizado. Por su parte, el Estado y los diferentes sectores de actividad económica comparten las tareas de la formación

profesional, partiendo de la planeación y creación de los contenidos de formación, pasando por la implementación de la formación misma y llegando hasta la financiación del sistema.

En Alemania el Sistema Educativo está inclinado en su mayoría a una formación técnica que se extiende a lo largo de la vida. Los ciudadanos alemanes cuentan con una educación primaria similar para todos, sin ninguna especialidad, la cual sucede hasta los 15 años. Entre los 15 y 16 años el nivel I de la educación secundaria empieza a dividirse entre gimnasios y formación profesional. En el nivel II de educación secundaria, ello es entre los 16 y 18 años, el sistema está totalmente dividido vocacionalmente, un 39,7% cursan educación secundaria con enfoque académico en los conocidos “gimnasios” y un 45% cursan educación secundaria en las escuelas de formación profesional de las empresas según sus especialidades, y un 15,3% en escuelas de formación profesional supraempresariales. Lo anterior quiere decir que un 60,3% de la población alemana cursa formación técnica desde la secundaria II, teniendo la mayoría de ciudadanos formación empresarial desde los 16 años.

Como se explicó en el capítulo II de este trabajo, en Alemania es preponderante la formación dual en las empresas, y se generan para este 60,3% de ciudadanos una cadena de formación que conecta con el nivel de educación en universidades de ciencias aplicadas o institutos técnicos en los cuales los bachilleres de la formación profesional continúan su formación técnica de alto nivel hasta completar el nivel de máster técnico. Con ello, el sistema alemán tiende a mejorar a través del tiempo las competencias laborales relacionadas con la capacidad de innovar dentro de las empresas.

En Colombia existe un programa de “Articulación con la educación media técnica”, para formar bachilleres- técnicos el cual es similar al nivel de secundaria II de Alemania, y que es administrado por el SENA en alianza con el Ministerio de Educación. Por otra parte, en el sistema de Universidades de Ciencias Aplicadas y de Otros institutos técnicos, ya incluyen formación técnica y tecnológica del sistema de educación superior. En el caso del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia se ofrecen ambos niveles, tanto la formación técnica inicial como en la formación a nivel de Tecnólogo de la Educación superior.

Dentro de las conclusiones de la observación del sistema alemán podemos destacar:²³

- Que se comprueba el funcionamiento directo del sistema dual de formación profesional alemán, toda vez que se constató que los aprendices permanecían de 3 a 4 días en las empresas y de 1 a 2 días en la escuela. La escuela se vuelve complementaria a la formación recibida en la empresa y no al revés.
- Que se diferencia del modelo de Colombia por cuanto la formación en la empresa se da desde el día uno, mientras que en Colombia es obligatorio solo al final de la formación.
- Que las escuelas de formación presentan una infraestructura tecnológica avanzada según el tipo de ocupación en la que se forma, lo que permite aprender desde la práctica, mejorar sus habilidades desarrollar proyectos aprovechando la infraestructura.
- Que las escuelas de formación profesional en Alemania integran en sus objetivos las competencias transversales y otras habilidades que permiten complementar el conocimiento técnico.
- Que dado el sistema dual de formación y la relación de las escuelas con las empresas formadoras, las escuelas cuentan con tecnología avanzada para el proceso de formación.
- Que se imparte la formación teórico práctica en ambientes de formación reales. Complementariamente a lo dicho anterior la experiencia de visitar el centro supraempresarial “Butzweilerhof” de actividades artesanales nos permitió añadir nuevas conclusiones sobre el sistema alemán:
- Que el modelo también es capaz de dar formación de carácter artesanal y para microempresas. En este caso en un mismo centro se integran diferentes ambientes de aprendizaje práctico para la formación inicial, como es el caso de la peluquería o la construcción. En este sentido, y dada la estructura empresarial de Colombia, este tipo de centros son muy similares a los colombianos.

23 La información se deduce de lo observado en la escuela de formación profesional Georg-Kerschsteiner

- Que este tipo de centros de formación que ellos denominan como supraempresarial, generalizan el modelo de formación dual, ya que aunque los aprendices están la mayoría del tiempo en el Centro, también interactúan con las diferentes empresas o unidades empresariales donde se desarrollan las ocupaciones artesanales. Con esto se comprueba que el modelo dual no solo se aplica a la gran industria, y que es un modelo factible para países, como Colombia, en los que la estructura empresarial está dominada por la presencia de microempresas.

De igual forma en Alemania, existe el modelo de Centros de Investigación Aplicada “Fraunhofer”, en los que se desarrollan proyectos de innovación a solicitud de las empresas. Este modelo fue el que se trasladó al sistema brasileño de formación profesional a través del Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial SENAI de Brasil, permitiendo el desarrollo de proyectos en conjunto con la universidad, los Centros de Formación Profesional de SENAI y una infraestructura tecnológica avanzada, permitiendo encontrar los diferentes roles del Sistema en un único modelo. Se menciona Brasil por su parecido con el sistema de innovación colombiano, sin embargo merece la pena en el siguiente epígrafe comparar el modelo Alemán con el modelo mexicano, estando Colombia en un nivel intermedio de desarrollo entre estos dos sistemas de formación profesional.

6.1.2. Resultados de la observación del sistema mexicano de formación profesional en los colegios profesionales de CONALEP.

De la visita realizada a México se destacan algunas características del Sistema Mexicano de Formación Profesional:

- Modelo pedagógico por competencias laborales.
- Formación de tres años en ocupaciones y profesiones que otorga el título de Técnico- Bachiller, el cual también da acceso a la educación superior, para iniciar una carrera universitaria.
- Es un paso previo para recibir la cédula profesional por parte de la Secretaría de

Educación Pública.

Dentro de la conceptualización del modelo CONALEP se contempla la preparación para el trabajo y la habilitación para el acceso a la educación superior. Se considera pertinente la incorporación de los adelantos tecnológicos y científicos que impactan en la técnica de las ocupaciones laborales, pero no se desarrollan de manera clara proyectos que permitan mejoramiento tecnológico, solo se apuesta por el hecho de que el estudiante sea capaz de incorporar una técnica claramente estandarizada.

Dentro de las áreas ocupacionales de mayor contenido tecnológico en CONALEP encontramos: productividad y transformación, autotrófica, mecatrónica, medio ambiente, mantenimiento e instalación, tecnología y transporte, salud, electricidad y electrónica, contaduría y administración y turismo.

El nivel de desarrollo de la formación profesional de CONALEP en México es mucho mas bajo que el colombiano y el alemán, en cuanto a su aporte al Sistema Nacional de Innovación por lo que presentamos un cuadro comparativo entre los dos sistemas extranjeros comparados y el de Colombia.

Tabla 14 Comparativo sistemas alemán, mexicano y colombiano

PAÍS	OBJETIVO PRINCIPAL DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	EJECUTORES DE LA FORMACIÓN	PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INNOVACIÓN O TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
ALEMANIA	Brindar un sistema particular y fuerte de formación profesional, con niveles educativos y posibilidades de crecimiento profesional bien definido, desde la secundaria técnica hasta las maestrías técnicas	Centros de formación dual de empresas, centros supraempresariales	Dentro de las competencias de los trabajadores al interior de las empresas, es propicia la participación en procesos. Y durante la formación se participa en desarrollo de competencias investigativas aplicadas

COLOMBIA	Formar en los niveles técnicos y tecnológicos, los cuales habilitan para trabajar y también permiten pasarela a los niveles superiores de la educación	Centros de formación del SENA, y otros centros privados – las empresas no cuentan con centros de formación profesional	Fuerte participación en actividades de investigación generación de innovaciones
MÉXICO	Preparación para el trabajo y para el acceso a la educación superior- se centra en el nivel de secundaria	Centros de CONALEP	Baja o casi nula participación en actividades de investigación. Solo se alcanza a participar en actividades de transferencia de tecnologías y conocimientos

Fuente: Elaboración propia a partir de la observación y visitas técnicas en México y Alemania.

De lo anterior, se deduce que el modelo alemán es más propicio a la participación de técnicos en las empresas, que en México se ha tardado mucho el desarrollo del sistema de formación profesional y no existen políticas de desarrollo de capacidades de innovación ni de investigación para los profesionales del nivel técnico, y ha sido Colombia un país que ha fomentado el desarrollo de capacidades y competencias para la ciencia, la tecnología y la innovación desde el sistema de formación profesional.

6.2. ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA (BASES DE DATOS Y ENCUESTAS)

En el marco de la política de competitividad y desarrollo tecnológico productivo definido por el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia en el marco de la Ley 344 de 1996 y los diferentes programas creados a posteriori, se lanzó el programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo en las empresas, en alianza con los Centros de Formación del SENA. En este apartado se presentan los resultados del trabajo, correspondientes a los proyectos

desarrollados en los años 2010, 2011 y 2012. Se ha estudiado la participación de los Centros de Formación Profesional en estos proyectos, las regiones beneficiadas, las redes de conocimiento sectorial (definidas por el SENA) en que se enmarcan los proyectos y el tipo de innovación desarrollada, bien sea de producto, proceso, servicio o método de comercialización.

La información analizada fue tomada del Sistema Integrado de Gestión de Proyectos: SIGP, plataforma informática que soporta el registro de los proyectos del SENA y de COLCIENCIAS (Ministerio de la Ciencia colombiano) en Colombia. Con la información se generó una base de datos con información completa de los proyectos. Fue construida a partir de la información del sistema de información y del análisis de cada uno de los proyectos presentados y su ejecución. El Sistema de Información presenta reportes de la formulación del proyecto, mas no de su ejecución, por lo cual la información fue complementada con el análisis de las carpetas de ejecución de cada uno de los proyectos. Toda esta labor fue realizada por el Equipo del Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA en el que el Carlos Lugo formó parte como coordinador general.

Así mismo, se presenta el resultado de la encuesta desarrollada con la finalidad de recabar la información sobre las capacidades desarrolladas en los Centros de Formación Profesional del SENA. Esta encuesta, aplicada a 116 Centros de Formación entre octubre de 2013 y febrero de 2014, tenía los siguientes apartados:

- **Localización (Centro de Formación y Región).**
- **Redes de Conocimiento.**
- **Existencia de Grupos de Investigación. (en el primer año de Doctorado se aplicó una primera encuesta).**
- **Líneas de investigación y desarrollo tecnológico.**
- **Proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico en ejecución.**
- **Programas de formación vinculados.**

6.3. RESULTADOS ANÁLISIS DE DATOS DE LOS PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LOS AÑOS 2010, 2011 Y 2012

El Sistema Integrado de Gestión de Proyectos (SIGP) permite acceder a la información correspondiente a los proyectos presentados, objetivos generales y específicos, fichas de productos, planeación del proyecto, y sobre todo el tipo de transferencia realizada con los Centros de Formación Profesional del Servicio Nacional de Aprendizaje. A continuación, se presentan algunos datos relevantes en el desarrollo de los proyectos y que permiten identificar el impacto de los mismos en el Sistema de Formación Profesional y la relación de estos con los Centros de Formación Profesional, las redes de conocimiento de la formación profesional, instructores y aprendices de la formación.

6.3.1. Resultados referidos a la red de conocimiento.

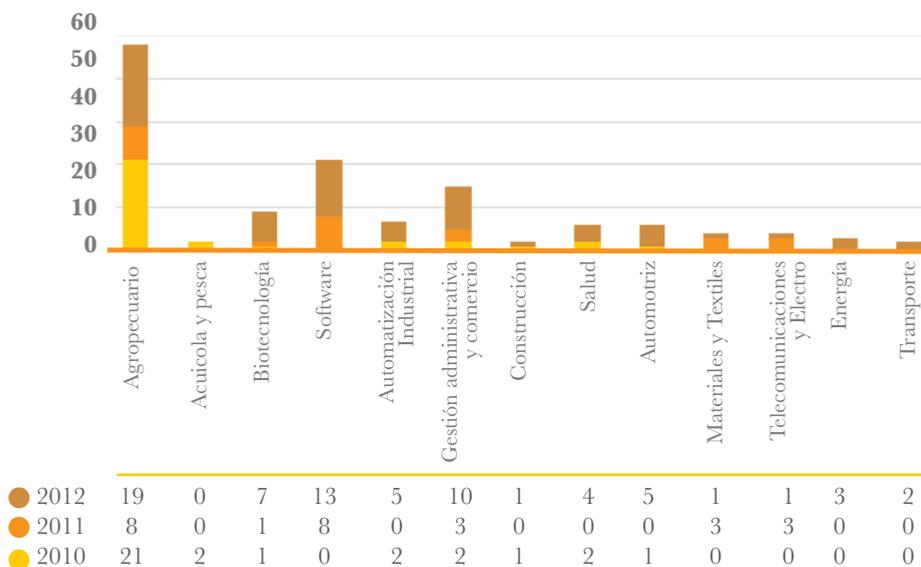
El modelo pedagógico de la Formación Profesional en Colombia se desarrolla a través del método de formación por proyectos, así mismo, se dividen en 31 redes de conocimiento sectorial, en sus diferentes programas de formación del nivel operario, auxiliar, técnico, tecnológico y de especializaciones tecnológicas. La información del SIGP y el análisis uno a uno de las evidencias documentales de los proyectos nos permiten clasificar los proyectos por redes sectoriales tal y como se muestra en la figura 8

Figura 8. Proyectos por redes de conocimiento 2010-2012

En el año 2010 el sector con mayor número de proyectos en las empresas, son los de agricultura, agroindustrial, pecuario, acuícola y pesca.

En 2011, aparece un nuevo sector de “Software” con la mayoría de proyectos, desplazando a los sectores agrícola y pecuario a un segundo y tercer lugar.

2012 es un año donde las tecnologías para la administración y gestión, toman protagonismo siendo los proyectos de mejoras en la gestión administrativa las



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIGP

más demandadas. En general sumando las tres vigencias, encontramos que los proyectos Agro (incluye sector primario y la agroindustria) con 13, 5 y 15 proyectos en los respectivos años y los de Gestión Administrativa, que pasan de dos proyectos a quince, y Software, que transita de ninguno en 2010 a quince en 2012, son los que presentan el mayor número de proyectos. El sector de Software es el de mayor dinamismo en los últimos años, demostrando un crecimiento sostenido.

El Sector Agro tuvo un descenso considerable en 2011, pero en 2012 repunta nuevamente con el sector dinámico que siempre ha sido considerado. Finalmente, 2012 es el año con mayor número de proyectos de tecnologías de software para la gestión administrativa.

6.3.2 Resultados por regionales beneficiadas

En este aparte se miden las acciones de transferencia de tecnología realizadas en el marco de los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en los centros de formación profesional por región, teniendo en cuenta los 3 años analizados.

Tabla 15 Regiones con proyectos

	2010		2011		2012
Antioquia	13	Antioquia	16	Antioquia	37
Cundinamarca	9	Distrito	9	Distrito Capital	15
Distrito Capital	5	Santander	6	Cundinamarca	14
Caldas	3	Bolívar	6	Bolívar	10
Nariño	3	Córdoba	5	Guajira	7
Valle	2	Cesar	5	Atlántico	6
Santander	2	Meta	5	Valle	6
Huila	2	Cundinamarca	4	Magdalena	6
Meta	2	Magdalena	4	Nariño	4
Tolima	2	Sucre	4	Chocó	4
Guajira	2	Valle	3	Córdoba	3
Atlántico	1	Tolima	3	Sucre	3
Bolívar	1	Nariño	3	Santander	3
Arauca	1	Casanare	3	Risaralda	3
Casanare	1	Atlántico	1	Meta	3
Cesar	1	Huila	1	Huila	2
Sucre	1	Chocó	1	Caldas	2
Caquetá	1	Caldas	1	Tolima	2
Risaralda	1	Risaralda	1	Quindio	2
		Boyacá	1	Cauca	2
				Cesar	2
				Boyacá	1

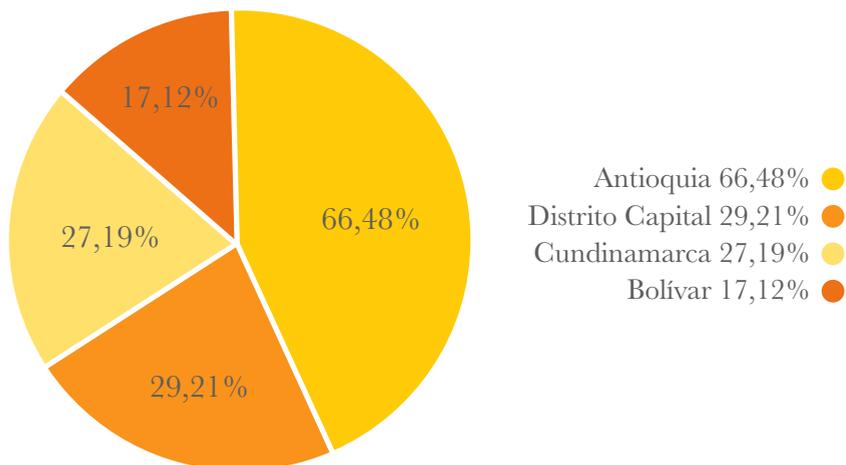
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del SIGP.

Las cinco primeras regiones más beneficiadas por el número de proyectos son : Antioquia (66), Distrito Capital (29), Cundinamarca (27) y Bolívar (17)

Figura 9 Regiones con mayor número de proyectos

De la revisión hecha por región se deduce que, el mayor número de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico se concentran en Antioquia, cuya capital Medellín, reúne un gran número de empresas de software y de gestión administrativa. Así mismo, en segundo lugar, la ciudad de Bogotá muy de cerca de Cundinamarca, región central y capital del país que alberga gran número de empresas dedicadas al desarrollo de proyectos relacionados con el software y la

gestión administrativa. En todo caso, llama la atención la gran capacidad de formulación y aprobación de proyectos en la región de Antioquia, toda vez que es la segunda región en número de habitantes, por encima de Bogotá y Cundinamarca, sin embargo, con gran capacidad para la presentación y obtención de ayudas para sus proyectos.



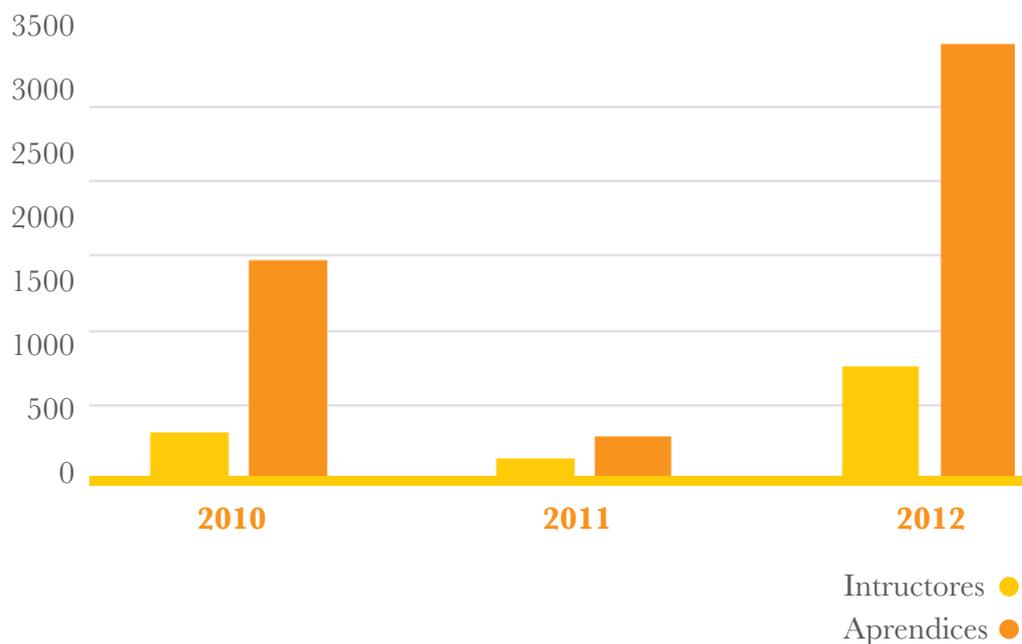
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del SIGP.

6.3.3. Resultados por aprendices e instructores de la formación profesional vinculados en la transferencia.

En este aparte se mide el número de instructores y aprendices de la formación profesional vinculados a través de pasantías, participación en el desarrollo de los proyectos, contrato de aprendizaje, y/o transferencia de conocimiento y tecnología.

Figura 10 Instructores y aprendices de la formación profesional en proyectos

La participación de aprendices e instructores de la formación profesional garantiza la transferencia de la tecnología desarrollada o transferida a los procesos de formación profesional, por ende, a las competencias de los futuros trabajadores. Las cifras demuestran como en 2011 hubo un decrecimiento de la participación de los aprendices de la formación profesional en los proyectos,



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos del SIGP.

mientras que, en 2012 se incrementó considerablemente la participación de instructores y aprendices.

Es preciso señalar que estas cifras corresponden a los instructores y aprendices que participaron directamente en los proyectos, por lo que el proceso de transferencia puede ser mayor, ya que los instructores que incorporan las nuevas tecnologías continúan la transferencia a otros aprendices que se vinculan a los procesos de formación posteriores a los proyectos. Estas cifras presentadas corresponden fundamentalmente a instructores y aprendices que participaron directamente en actividades de transferencia de conocimientos y tecnologías y que contribuyeron a través de vinculación directa con horas de asesoría para el caso de instructores y contrato de aprendizaje para los estudiantes.

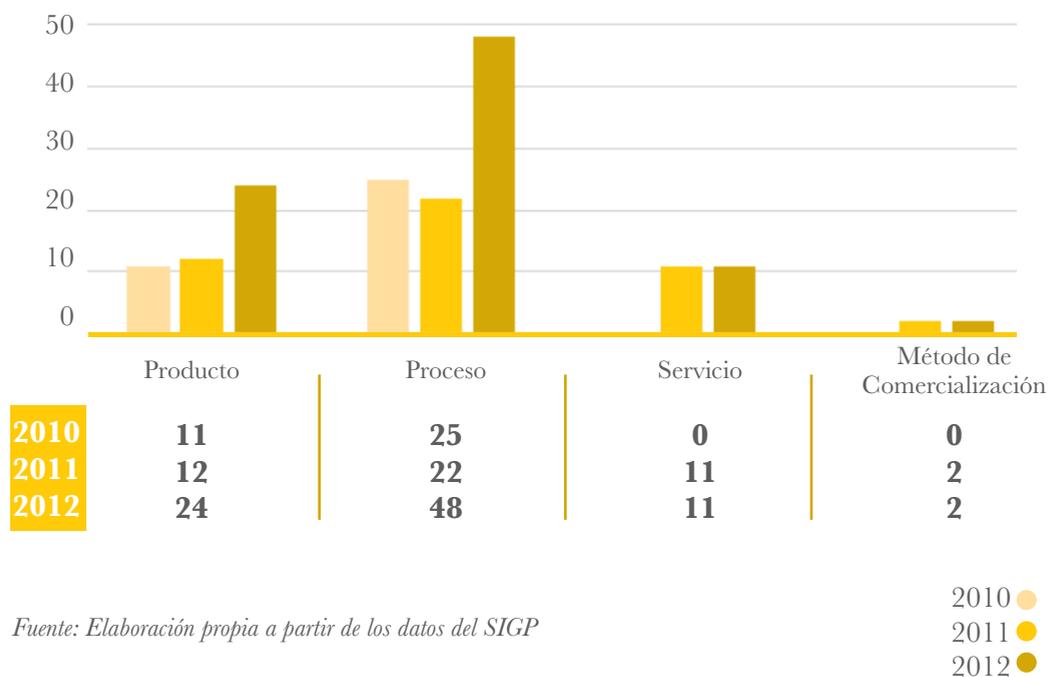
Así mismo, las empresas beneficiarias de los programas de fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico del SENA realizaron actividades de capacitación y entrenamiento de corta duración a aprendices, con el fin de

transferir las tecnologías e innovaciones generadas durante el periodo de tiempo analizado.

6.3.4 Proyectos de Innovación de las empresas en alianza con los centros de formación por tipo de innovación.

Teniendo como base el Manual de Oslo (2005) y el Manual de Bogotá (2001), así como el Documento Base del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia para la vigencia 2010-2014, la clasificación los proyectos por tipo de innovación: de producto, proceso, servicio o método de comercialización, fue la siguiente:

Figura 11 Proyectos por tipo de innovación (vigencia 2010-2012)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del SIGP

El principal hallazgo de este análisis es la preponderancia en cada vigencia de los proyectos de innovación en procesos, seguido de la innovación en producto y en tercer lugar en servicios. Es una constante en las vigencias 2010, 2011 y 2012, siendo un comportamiento lógico al considerar que la duración de los proyectos

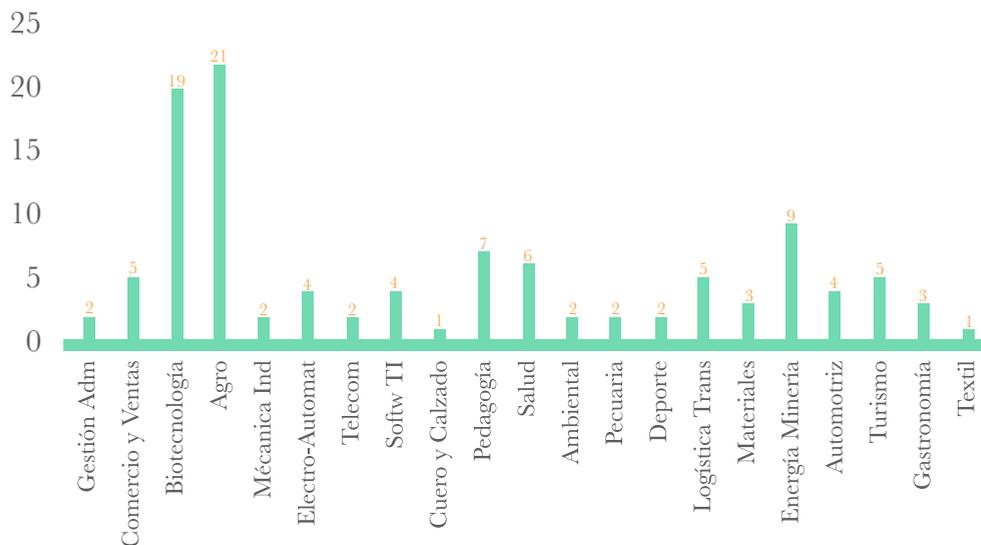
en su mayoría fue de un año, lo cual incentiva innovaciones de procesos y desincentiva las innovaciones de producto. La formación de los técnicos tiene una implicación mucho mayor en las innovaciones de proceso que de producto debido a que el valor añadido del técnico se refleja en la eficiencia con al que están elaborados los productos en su proceso de producción. Esa eficiencia es el reflejo de las innovaciones de proceso. Las innovaciones de producto tienen más que ver con las prestaciones que tiene el producto, las cuales dependen del diseño y prototipo realizado normalmente por los ingenieros.

Por otra parte, en el periodo analizado se desarrollaron innovaciones a partir de las implementaciones de software o desarrollo de nuevos sistemas de información, ello impactando directamente los procesos de las empresas y dando protagonismo a las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, como herramienta transversal de innovación en los últimos años.

6.4. RESULTADOS ENCUESTA A CENTROS DE FORMACIÓN DEL SENA SOBRE CAPACIDADES INSTALADAS PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA, EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN 2014

Dentro del estudio de caso del Sistema Colombiano de Formación Profesional se contempló averiguar las capacidades que había y desarrollaban los Centros de Formación profesional a la hora de realizar investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación a través de proyectos propios, por encargo, en alianzas o por la prestación de servicios tecnológicos. Para conocer el estado de los centros a este respecto se desarrolló una encuesta en 2013. La cual fue ajustada en 2014 para conocer las temáticas y proyectos en ejecución en los centros de formación profesional en el marco del modelo de formación por proyectos. El grado de respuesta a la encuesta fue amplio, ya que se contó con información de 22 de las 33 regionales del país. Para 2014 se contabilizaron 156 proyectos de investigación en desarrollo en las 22 diferentes regiones de Colombia de las que se obtuvo respuesta.

Figura 12 Número de proyectos según redes temáticas en 2014



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta.

Con esta encuesta se detectaron ciento cincuenta y seis proyectos de investigación en ejecución de carácter aplicado o de desarrollo tecnológico e innovación, todos con vocación de conformar grupos de investigación bajo las reglas establecidas por COLCIENCIAS, ente rector del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia. En el año 2013 el SENA lanzó el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, el cual permitió la organización de los Centros de Formación y dar visibilidad a los proyectos y grupos de investigación aplicada en los Centros y la cuantificación de la producción intelectual de los mismos. Con este análisis se comprueba la existencia de líneas, proyectos estratégicos y vinculación directa en Colombia de la Formación Profesional con el Sistema de Innovación en su rol de ejecutor de investigación aplicada, desarrollo de tecnologías e innovación en el marco de los proyectos formativos de los aprendices en sus programas de formación técnica y tecnológica.

Los datos que se obtuvieron de la encuesta se han de inscribir en la información más general que nos ofrece directamente la administración colombiana, habiendo entre ambas altas coincidencias como era de esperar. Así encontramos que:

- Se desarrollaron 362 Proyectos de innovación y desarrollo tecnológico productivo, cofinanciados a través del programa de Fomento a la Innovación Empresarial desplegado por el SENA durante el periodo 2005 – 2012, con recursos de cofinanciación con las empresas y a otras entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Las regionales con mayor participación entre el 2005 y 2012, por número de proyectos aprobados, fueron Antioquia, Distrito Capital y Huila
- Los sectores que presentan mayor número de proyectos cofinanciados durante el periodo comprendido entre el 2010 y 2012, mediante las convocatorias realizadas en el marco del Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo, son el sector servicios seguido por el sector industrial y el agropecuario
- Las regionales con mayor participación de proyectos en las convocatorias del Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo entre el 2005 y 2012, son Cundinamarca, Antioquia y Distrito Capital.

De igual forma, el desarrollo de los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación empresarial realizados entre los Centros de Formación Profesional y las empresas colombianas ha permitido desplegar una capacidad instalada en los Centros del SENA para la prestación de diferentes servicios tecnológicos. Dentro de esos servicios se encuentran las pruebas de laboratorios en ciento veintinueve laboratorios propios, asesorías, consultorías, realización de proyectos especiales, asistencia técnica, eventos de divulgación tecnológica y la fabricación especial en dos centros de desarrollo tecnológico, quince tecnoparques y en general en los ciento dieciséis centros de formación (ver anexo 1).

6.5. PROGRAMAS DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS DEL SENA

El SENA ha realizado alianzas regionales articuladas con la academia, el sector productivo y las entidades territoriales, encaminadas a desarrollar proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnologías afines a unas temáticas priorizadas por los agentes sociales y económicos de las

regiones. Se encontró que las tres regiones del país con este tipo de alianzas han sido: Distrito Capital, Cundinamarca, Huila, Antioquia y Tolima. Así mismo, en el estudio se contabilizaron ciento veintinueve Laboratorios que ofrecían servicios especializados a empresas, universidades, centros de desarrollo tecnológico y a los mismos centros de formación de la entidad. Estos laboratorios funcionan en los Centros de Formación del SENA, y son ambientes utilizados también para complementar la formación profesional impartida en el SENA. No hay que olvidar que en el conjunto de estas iniciativas el SENA impulsa el desarrollo de la investigación aplicada y de proyectos tecnológicos entre aprendices, instructores, empresas y centros de investigación y de desarrollo tecnológico²⁴.

Así mismo, se encontraron laboratorios por especialidad: acuicultura, biotecnología productiva, biotecnología vegetal, ciencias básicas, calidad de alimentos, metrología, materiales y ensayos, transformación agroindustrial de alimentos, tratamiento térmico, servicios para la salud y telecomunicaciones.

Muy relacionado con el apoyo a los laboratorios, desde 2006, el Servicio Nacional de aprendizaje de Colombia también cuenta con quince Centros de Asesoría. Se trata de una labor gratuita, cuyo objetivo es el desarrollo de proyectos de base tecnológica, prototipaje, divulgación y transferencia de tecnología²⁵.

Algunos resultados relevantes desde el año 2010 hasta 2015 son los siguientes: 15.000 proyectos asesorados, 2.197 proyectos finalizados con prototipo funcional, 253 eventos de divulgación tecnológica, 237 productos o servicios puestos en el

24 Servicios tecnológicos que son prestados por los laboratorios:

- *Asesoría: Orientación y motivación al cliente externo en el diagnóstico y la solución de problemas técnicos, en el mejoramiento de tecnologías y en el desarrollo de procesos, bienes y/o productos y/o servicios.*
- *Consultoría: orientación y participación en la transferencia de tecnología a las organizaciones productivas y a sus trabajadores, para la pronta solución a problemas técnicos poco frecuentes en las empresas.*
- *Asistencia técnica: diagnóstico, evaluación de posibles causas y búsqueda de soluciones viables, realizados conjuntamente con el personal de la organización productiva.*
- *Fabricación especial: diseño, rediseño, adecuación y fabricación de prototipos y piezas industriales, que le permitan al sector productivo reducir costos y mejorar sus niveles de productividad y competitividad.*
- *Información técnica: suministro de información especializada de carácter técnico y de gestión.*

25 Estos proyectos funcionan en las siguientes regiones: Antioquia (Rionegro, Medellín), Tolima (La Granja), Caldas (Manizales), Santander (Bucaramanga, Socorro), Cundinamarca (Cazucá), Valle (Cali), Bogotá, Cesar (Valledupar), Huila (Pitalito, Neiva, Angostura), Risaralda (Pereira) y Norte de Santander (Ocaña).

mercado, 18 macroproyectos, 48 Grupos de Investigación aplicada articulados con la Red Tecnoparque²⁶, 8 patentes otorgadas y 8 patentes solicitadas. Estos proyectos son asesorados por expertos en las diferentes disciplinas, un 90% de ellos con formación universitaria y postgrado en carreras afines a las líneas de desarrollo, como puedan ser diseño e ingeniería, biotecnología, nanotecnología, electrónica y telecomunicaciones y tecnologías virtuales.

6.6. REFLEXIONES FINALES

La realización y análisis de la encuesta y el levantamiento de la información en las bases de datos nos permite ver la evolución en la incorporación de los procesos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en los programas de formación profesional de nivel técnico y tecnológico, enfocado a las ocupaciones que los aprendices van a tener en sus puestos de trabajo. Pero, ¿está justificado que la formación profesional entre en el terreno de la investigación, aunque ésta sea sólo de carácter aplicado? La justificación conceptual aparece desde la necesidad de actualizar las tecnologías y consecuentemente las técnicas para el uso de dicha tecnología. Dicha necesidad fuerza al sistema a inserta objetivos de investigación en sus finalidades. Esto se hace a través de múltiples programas y proyectos, la prestación de servicios tecnológicos, el apoyo a las empresas con recursos para sus proyectos, y el desarrollo mismo de proyectos en el marco del modelo pedagógico de “formación por proyectos”. El paradigma existente predominante en relación a si la investigación tiene cabida en la formación profesional da al sistema universitario la exclusividad de llevar a cabo los procesos de investigación en ciencia y tecnología y, en consecuencia, a ser el motor de la innovación, sin embargo, en los últimos años, se han desarrollado nuevos entornos en la formación profesional que han roto esa exclusividad, gracias a modelos como SENAI en Brasil en articulación con Centros Fraunhofer alemanes²⁷, la Asociación de Community

26 Los Tecnoparques son utilizados por los aprendices del SENA en un 50% y por ciudadanos del común, empresarios, y universitarios en un el otro 50%

27 Los Centros Fraunhofer son centros de innovación y desarrollo tecnológicos, creados en Alemania y con alianzas a nivel mundial, en los cuales se lleva la investigación hasta la innovación de la mano con la industria, <https://www.fraunhofer.de/en.html>. Estos Centros están dividido en diferentes temas según la necesidad de la industria y convoca a profesionales y técnicos de diferentes niveles de formación con un rol característico cada uno.

Colleges de Canadá²⁸ y el Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia. Todos estos organismos generan políticas de fomento a la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación a partir de sus respectivos sistemas de formación profesional.

Los efectos que se han encontrado en este nuevo entorno de la formación profesional han sido el mejoramiento de las habilidades sociales, el desarrollo de competencias técnicas en torno a la ciencia, la tecnología y la innovación y el mejoramiento de la competitividad de las empresas a través del desarrollo de proyectos la asistencia técnica y de formación en convivencia con el SENA. Este fenómeno ocurrió durante una década, y sus principales resultados se vieron reflejados entre 2010 y 2012, no obstante se hace necesario entender que ha pasado entre 2013 y 2015 y la percepción de los empresarios y demás actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación, para corroborar que es un modelo maduro de articulación entre el sistema de formación profesional y el sistema nacional de innovación colombiano, por lo cual, en el siguiente capítulo se analizarán los efectos del modelo en 2013 en adelante.

CAPÍTULO 7: CALIDAD DE LOS RESULTADOS Y PERCEPCIÓN DEL FENÓMENO DE 2013 A 2015

Esta investigación permitió analizar los efectos del sistema de formación profesional articulado con el sistema nacional de innovación colombiano, durante una década desde 2002 a 2012, concentrando los impactos principales entre 2010 y 2012 años en que el sistema estuvo maduro y las políticas y normas vigentes permitieron su implementación, sin embargo, es preciso revisar lo ocurrido entre 2013 y 2015 y la percepción de los diferentes actores interesados del modelo y medir así su pertinencia y eficiencia.

La percepción sobre las competencia y habilidades profesionales de universitarios y técnicos siempre ha sido un tema de análisis por parte de las empresas a la hora de escoger su personal, la ciencia de la educación ha marcado un paradigma

28 La Canadian Community College Association, conocida también como la CICAN <https://www.collegesinstitutes.ca/> reúne a los diferentes Centros, Institutos y escuelas técnicas en general y les generan valor a partir de la investigación aplicada y las innovaciones para transferir al sector empresarial.

sobre la diferenciación entre profesiones y los profesionales al establecer unas mayores y otras menores. Lo anterior viene marcado por el orden jerárquico de la epistemología, donde se ha considerado la ciencia básica como la de mayor rigor, por ende de mayor relevancia que la aplicación de los conocimientos técnicos. (Campillo Díaz, Sáez Carrera y Del Cerro Velázquez, 2006).

Este ha sido un obstáculo a la hora de generar una percepción positiva sobre el aporte que los egresados de la formación técnica, así como de los estudiantes-aprendices de los Centros de Formación Profesional, pueden generar al sistema de ciencia, tecnología e innovación de un país. Es claro que la investigación básica, la ciencia pura no puede generarse en los centros de formación técnica, sin embargo, se ha probado en esta investigación como sí puede generar un aporte a la aplicación de dicha ciencia a través de los desarrollos tecnológicos y en las innovaciones de las empresas, así como en alianza entre empresas, centros de formación y universidades. Estaríamos ante cuatro actores: Universidad, Empresa, Centros de Formación y con apoyo del Estado.

Este capítulo presenta un informe de la herramienta de entrevista aplicada a varios stakeholders del sector productivo colombiano, en aras de conocer la percepción existente sobre el rol de los técnicos y tecnólogos de la formación profesional colombiana. Así mismo, la entrevista, fue acompañada de una encuesta de selección múltiple, que también permite obtener datos precisos del tema. En el marco de la tesis doctoral, se elaboraron varios trabajos que permitieron cumplir con los objetivos planteados en la tesis, se han analizado las convocatorias de proyectos conjuntos desarrollados entre los Centros de Formación Profesional de Colombia y las empresas colombianas, se analizó toda la estructura del sistema de formación profesional colombiano y se conoció la génesis del sistema comparando con el sistema Alemán y con otros sistemas en América Latina.

Este capítulo presenta los resultados de la herramienta de entrevista aplicada a un sector de los stakeholders del sistema de formación profesional, en aras de analizar posteriormente el componente de percepción y conocimiento empresarial sobre el aporte o valor agregado de los profesionales del nivel técnico y tecnológico, en el sistema de innovación colombiano. Esto se enmarca en los conceptos previos que del Sistema de Formación Profesional Colombiano se ha establecido en esta tesis.

Esta investigación se desarrolló a partir de técnicas y procedimientos recomendados por la metodología de teoría fundamentada la cual nos permitió definir un modelo de inserción del sistema de formación profesional en el sistema nacional de innovación colombiano como sistema capaz de generar investigaciones aplicadas e innovaciones.

La teoría fundamentada se refiere a una teoría derivada de datos recopilados de maneras sistemáticas y analizadas por medio de un proceso de investigación. En este método, la recolección de datos, el análisis y la teoría que surgirá de ellos guardan estrecha relación entre sí. (Strauss & Corbin, 1998). Por lo anterior, se utilizó para este informe la herramienta analítica del “uso de preguntas”, planteado por Strauss, en aras de analizar los resultados de las entrevistas desarrolladas para el cumplimiento de este objetivo planteado en el plan de investigación. Como apoyo al proceso de análisis se utilizó el Software ATLAS.TI, que permite codificar los resultados obtenidos en las entrevistas, a través de categorías y subcategorías, estableciendo redes entre ellas, y concretando los resultados en una teoría probada.

Estas preguntas abiertas fueron transcritas y posteriormente incluidas en el software de análisis cualitativo referido. Así mismo, se hizo “análisis de frases” que de forma concreta manifestaron los entrevistados en el marco de esta investigación, comparando con las respuestas concretas de la encuesta.

Para la aplicación del instrumento de entrevista, se tuvo en cuenta los análisis adelantados en el marco de esta tesis doctoral sobre los proyectos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial desarrollados en Colombia, en alianzas entre el sector productivo y los centros de formación profesional colombianos. Por otra parte, se consideró necesario tener en cuenta dos estudios previos adelantados sobre el sector de la formación profesional y también sobre el sector de la formación para el trabajo y desarrollo humano recientemente publicados en Colombia.

La facultad de Economía de la Universidad de los Andes en Colombia publicó estudio en 2012, en el cual confirma el impacto existente entre el cambio tecnológico y la actualización de los programas de formación profesional y la formación para el trabajo (Saavedra y Medina, 2012, págs. 50-55). Ya en 2011, se había realizado un estudio que analizaba la dinámica del sector de la educación

para el trabajo a partir de los cambios técnicos y tecnológicos, fundamentalmente se estableció la relación directa en el mercado laboral a partir del cambio tecnológico. (Medina y Posso, 2011).

De igual forma, en 2012, se elaboró investigación en la Universidad de los Andes, en el cual se plantea un nuevo paradigma de la educación técnica para asegurar el desarrollo sostenible colombiano (Durán, 2012) planteando una conclusión sobre el requerimiento en Colombia de menos “Doctores” y mayores destrezas. No obstante estas investigaciones planteadas, ninguna hace análisis directo con el sector productivo para conocer la percepción, disposición, así como para conocer en la realidad las habilidades y competencias que están requiriendo en el sector empresarial para lograr mayor impacto en la innovación de sus empresas a través de la fuerza laboral del nivel técnico y tecnológico.

7.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN A EMPRESARIOS Y GREMIOS EMPRESARIALES

la percepción de los empresarios y gremios empresariales es fundamental para comprender la evolución de las competencias laborales de los técnicos y egresados de la formación profesional, por lo cual, se aplicaron herramientas de encuesta cerrada y entrevista con preguntas abiertas a responsables de proceso productivo de 27 empresas, a 4 representantes de innovación, competitividad y productividad de 4 gremios (Industria, Transporte, Software y Pymes). En el primer aparte de la entrevista se plantearon unas preguntas de selección múltiple tipo encuesta que nos permite clasificar al sector objetivo.

7.1.1. Sobre la encuesta

En la encuesta de selección múltiple, la primera pregunta fue sobre el sector al que pertenece la empresa representada, marcando la selección múltiple de los sectores seleccionados por su intensidad en mano de obra técnica, estas son: agroindustria y alimentos, software y TI, comercio y servicios, industria manufacturera y transporte y logística. Debían seleccionar una de las opciones, en la herramienta de Google utilizada para encuesta. En segundo lugar, se corroboró el tamaño de la empresa, esto es, micro, pequeña, mediana, gran empresa y se quiso dividir las de capital internacional, como multinacional.

Posteriormente se indagó sobre el porcentaje de técnicos o tecnólogos en las empresas, ubicando unos rangos específicos según porcentajes. Así fue como se marcó como opciones: 0 a 10, 11 a 25, 26 a 50, más de 50, y la opción de no contar con técnicos en su plantilla.

A continuación, se indagó sobre la participación de los técnicos en los procesos de producción, dando énfasis en la descripción de la pregunta en los procesos de diseño e ingeniería de producto, con el fin de determinar la cantidad de técnicos que efectivamente participan en los procesos creativos de la empresa. Las opciones eran dos inicialmente, sí o no. Posteriormente en la siguiente pregunta, se indagaba sobre el porcentaje de participación, solo en los casos donde la respuesta había sido positiva. En este sentido, se marcó como opciones: de 0 a 10, 11 a 25, 26 a 50, más de 50.

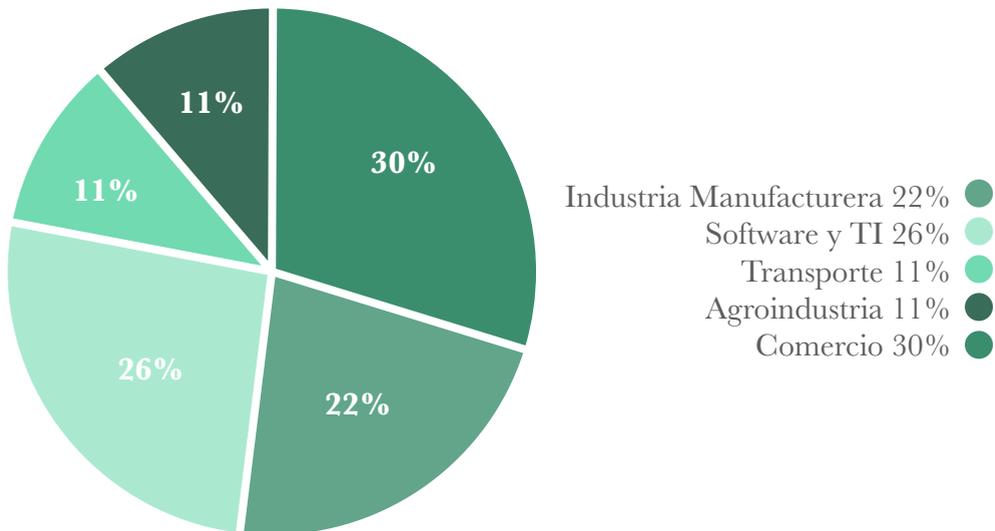
Otro tema de análisis en la encuesta fue el plan de formación continua de la empresa. En este sentido se indagó sobre la existencia o no de un plan de formación continua para los trabajadores de la empresa, y también el tipo de formación brindada. En cuanto a las opciones a marcar en la pregunta de tipología de formación continua se dieron varias opciones: capacitaciones específicas para actualización tecnológica, capacitaciones sobre otras habilidades y destrezas como innovación, liderazgo y desarrollo de proyectos, sobre clima organizacional y trabajo en equipo, educación formal y ascenso interno y todas las anteriores opciones.

Finalmente se indagó sobre las habilidades y destrezas de los trabajadores del nivel técnico o tecnológico de la empresa, enfocando la pregunta de forma directa sobre si consideraban la necesidad de que dichos trabajadores contaran con habilidades sociales diferentes a las técnicas específicas necesarias para el desempeño de su labor. La opción era sí o no. Para cerrar se solicitó que los encuestados seleccionaran 3 habilidades que consideraran importantes para los técnicos. Estas opciones fueron seleccionadas teniendo en cuenta las habilidades siglo 21 promovidas por la comisión europea (CEDEFOP, 2008, págs. 8-10). y las identificadas en el análisis de competencias y habilidades desarrolladas en esta investigación. Las opciones fueron: trabajo en equipo, gestión de proyectos, liderazgo, organización, buena comunicación, buen manejo del tiempo, actitud positiva, solución de problemas y adaptabilidad.

7.1.2. Análisis de los resultados

Los sectores representados en las encuestas fueron en su mayoría del sector de comercio y servicios con ocho empresas y en segundo lugar la industria de software y TI con siete, en tercer lugar la industria manufacturera con seis, luego transporte con tres empresas, y tres del sector agroindustrial y alimentos.

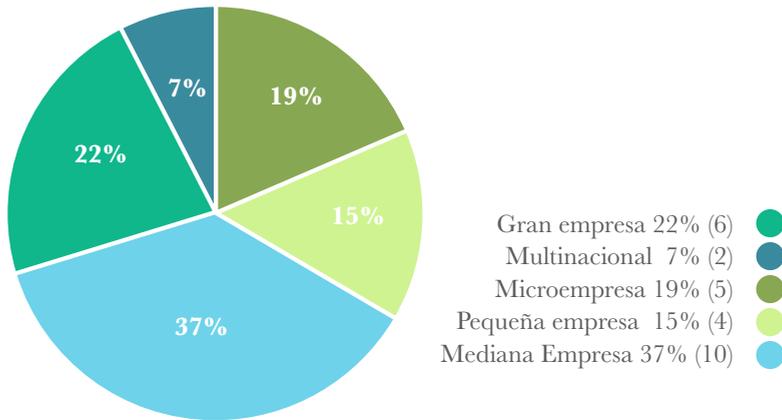
Figura 13 Sector económico



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

En relación con el tamaño de la empresa, la encuesta se aplicó a 10 empresas medianas, seis grandes empresas, cinco microempresas, cuatro pequeñas empresas y dos multinacionales. Cabe destacar que el número de empresas es equilibrado, representa todos los sectores y es variado en cuanto a tamaños. Esto nos permite hacer un análisis posterior mucho más profundo de las entrevistas que fueron aplicadas a igual número de representantes. Por lo anterior, la encuesta nos presentará tendencias, pero sobre todo nos identificará el punto de partida de las empresas y gremios representados por los entrevistados en la entrevista cualitativa posterior.

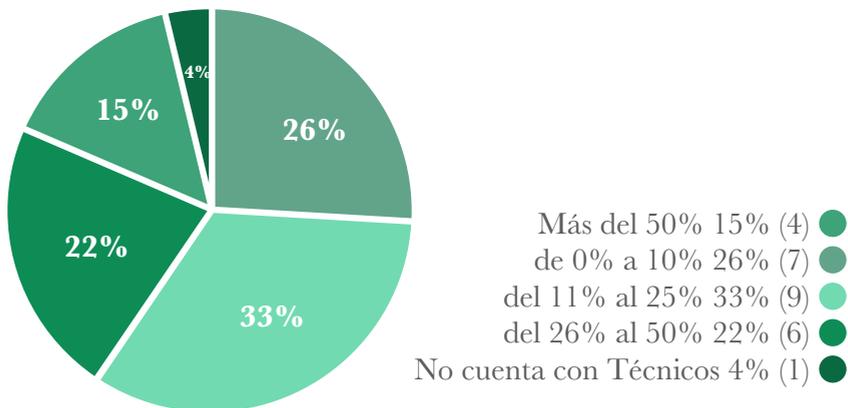
Figura 14 Tamaño de la empresa



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

En cuanto a la cantidad de técnicos y/o tecnólogos de las empresas con labores técnicas, encontramos que la mayoría de empresas, salvo una, cuenta con técnicos en su planta de personal. Es preciso señalar que cuatro empresas reportaron tener más del 50% de sus empleados en el nivel técnicos, revisando cada una de las encuestas, estas empresas son de los sectores industria manufacturera, software y TI y una de agroindustria. Así mismo, siete empresas reportaron tener el 10% de su planta en el nivel técnico, seis entre el 26% y el 50% y nueve entre el 11% y el 25%.

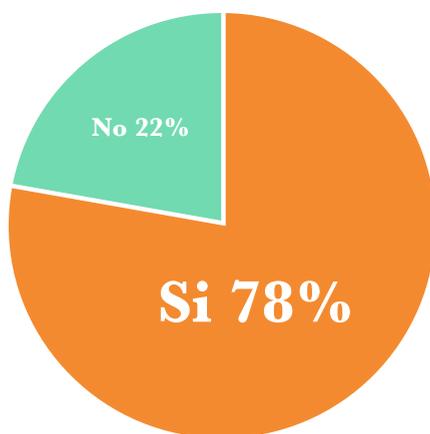
Figura 15 Porcentaje de técnicos y tecnólogos en la empresa



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

A la pregunta relacionada con la participación de los técnicos en los procesos de producción, se encuentra un hallazgo muy importante ya que la mayoría de las empresas encuestadas respondieron afirmativamente a dicho cuestionamiento. 21 de las empresas encuestadas incluyen a los técnicos en los procesos de producción relacionados con diseño e ingeniería de producto. Este resultado confirma la teoría desplegada en este trabajo, relacionado con el papel protagónico que han adquirido los técnicos en el proceso de innovación de las empresas.

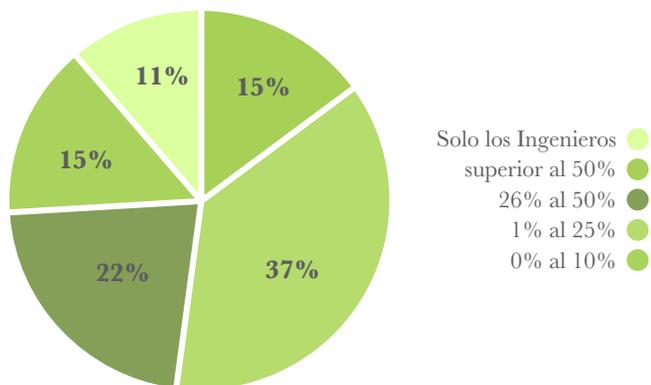
Figura 16 Participación en los procesos de producción



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

Cuando se indagó sobre el porcentaje de participación en dicho proceso, encontramos que tres empresas solo trabajan con Ingenieros en los procesos de diseño e ingeniería de producto, cuatro empresas incluyen a los técnicos en dicho proceso participando estos en más del 50% del proceso, seis empresas consideraron que los técnicos participan entre el 26% y el 50% del proceso, diez entre el 11% y el 25% y cuatro en menos del 10%. Esto demuestra que, si bien la mayoría de los técnicos participan en los procesos de diseño e ingeniería de producto, sus acciones son más encaminadas al desarrollo de los mismos, y la participación siempre va acompañada de las orientaciones de Ingenieros a quienes apoyan. No obstante, son fundamentales en el proceso.

Figura 17 Porcentaje de participación en proceso de producción



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

Otra pregunta de especial importancia para esta investigación, está relacionada con la formación continua, o actualización de los trabajadores, haciendo especial énfasis en los trabajadores del nivel técnico. Al indagar sobre el desarrollo de las actividades de formación continua, encontramos que la mayoría de las empresas encuestadas si forman a los técnicos, representando un 85% de las encuestadas frente a un 15% de las mismas, que consideran que no lo hacen.

Es de destacar que, en la formación de técnicos, es fundamental el proceso de actualización permanente en el sitio de trabajo, el modelo alemán de formación dual, ha estructurado un proceso continuo donde la experiencia va acompañada de un proceso formativo continuo al interior de la empresa y en los centros de formación profesional.

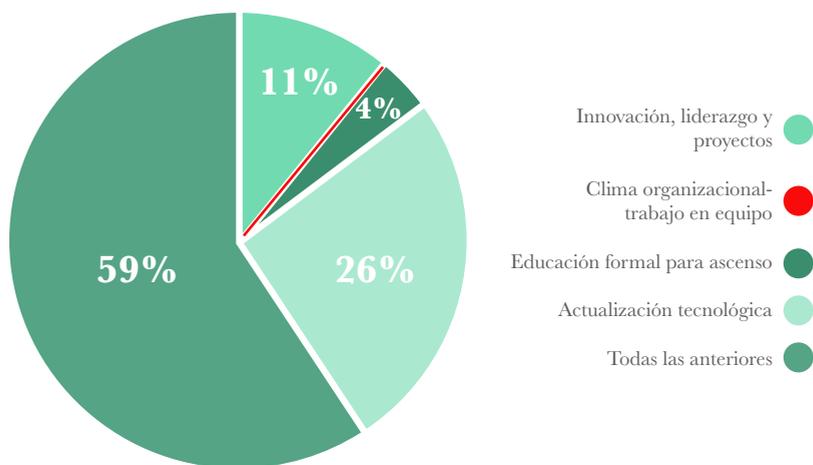
Figura 18 Formación Continua



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

Al indagar sobre el tipo de formación recibida encontramos que la misma es variada, no solo incluye la actualización tecnológica, sino también educación formal para ascenso y capacitaciones en temas de habilidades y destrezas para la innovación, el liderazgo y el desarrollo de proyectos. Es de resaltar que la mayoría de las empresas encuestadas, esto es, 16 de ellas, consideraron que la capacitación se centra en todas las opciones propuesta por la encuesta. Esto demuestra la importancia de la formación continua de los técnicos en todas las empresas encuestadas. Al contrastar con la información recaudada en esta investigación, encontramos que el SENA es uno de los proveedores de la formación continua para actualización de los trabajadores colombianos. Uno de los programas que se han desarrollado desde hace un decenio es el programa de formación continua especializada, donde no solo el SENA brinda la formación sino que en alianza con el sector académicos y otras instituciones de educación superior, o financiando a las mismas empresas desarrollan programas para los trabajadores.

Figura 19 Temática de la formación continua



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

La pregunta sobre la formación continua de los técnicos, está directamente relacionada con la necesidad identificada en este trabajo de fortalecer las competencias de los trabajadores técnicos, enfocándose en otras habilidades y destrezas del siglo 21, fundamentales para el mundo moderno (CEDEFOP, 2008). Por esta razón, se indagó con las empresas la pregunta más importante del trabajo y que abre la puerta al análisis cualitativo a través de la entrevista. Esta

pregunta tiene que ver con la necesidad de habilidades y destrezas diferentes a las técnicas específicas por parte de los trabajadores del nivel técnico, o nivel medio de las empresas. La respuesta fue contundente solo una empresa consideró que no eran necesarias otras habilidades diferentes a las técnicas, mientras que veintiséis consideraron que sí son fundamentales.

Figura 20 Habilidades y destrezas adicionales



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

Al catalogar cada una de estas habilidades y destrezas, las empresas reportaron en la última pregunta, donde se debían escoger tres habilidades y destrezas de un listado de nueve, para conformar tendencias entre los encuestados, encontrando que las dos habilidades preponderantes de las empresas son trabajo en equipo y solución de problemas, seguido de la gestión de proyectos y la buena comunicación. Todas las demás son pertinentes pero la tendencia demuestra que los empresarios demandan técnicos capaces de solucionar problemas en equipo a través de una buena comunicación.

Los porcentajes resultado de la encuesta nos arroja un 76,9% de menciones empresas consideran importante el trabajo en equipo, el 61,5 % considera que es importante la competencia de solución de problemas, seguido de un 53,8% que considera importante la habilidad de gestionar proyectos y de un 50% que considera muy importante una buena comunicación. Por otra parte, la habilidad que menos reportaron los encuestados fue la de adaptabilidad con un 7,7% de importancia.

Figura 21 Habilidades y destrezas



Trabajo en Equipo	20	76.9%
Gestión de Proyectos	14	53.8%
Liderazgo	8	30.8%
Organización	7	26.9%
Buena comunicación	13	50%
Buen Manejo del Tiempo	7	26.9%
Actitud Positiva	5	19.2%
Solución de Problemas	16	61.5%
Adaptabilidad	2	7.7%

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

7.2. ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS A EMPRESARIOS, GREMIOS Y DIRECTIVOS DE CENTROS DE CTI

Para constituir un modelo de participación de la formación profesional en los sistemas de innovación es fundamental conocer la percepción de los actores directamente involucrados en los procesos de generación de procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, tanto en empresas, gremios empresariales, como en centros de ciencia, tecnología e innovación. Esto implicó preguntas abiertas que permitan conocer sus consideraciones acerca del rol de los técnicos y tecnólogos de la formación profesional en el proceso de desarrollo tecnológico e innovación en las empresas, conocer el rol de los técnicos y tecnólogos de la formación profesional en el proceso de desarrollo tecnológico e innovación en las instituciones de conocimiento.

Por otra parte con el fin de generar fortalecer la formación técnica y tecnológica con miras a fortalecer los procesos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial se indagó sobre estrategias para fortalecer la formación técnica y tecnológica con miras a fortalecer los procesos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial, se consultó la relación de las empresas e instituciones representadas con el SENA en relación con el desarrollo del capital humano de su empresa, así como en la vinculación de aprendices y desarrollo de proyectos de cooperación o la prestación de un servicio.

Así mismo, se fue un poco más profundo en la entrevista, consultado recomendaciones para el Sistema de Formación Profesional técnica y tecnológica de Colombia con el fin de contribuir en la aceleración del desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento, también se preguntó sobre estrategias de articulación de las necesidades del sector productivo con la oferta educativa para técnicos y tecnólogos, de modo que apoyen procesos de desarrollo tecnológico e innovación y una pregunta final enfocada a definir cómo lograr un mayor reconocimiento y posición social, a la formación técnica y tecnológica y a su rol en la innovación y desarrollo tecnológico de las empresas.

7.2.1. Resultados de las entrevistas

Se presentan los resultados de la aplicación de la entrevista que serán analizados en cada una de las preguntas y transcribiendo los apartes relevantes a la hipótesis

planteada en esta investigación, resaltando al final las principales conclusiones que generan un modelo explicativo de la participación de la formación profesional en los sistemas de innovación. De las respuestas se resaltan los códigos más relevantes que serán presentados en categorías definidas después del análisis de frases.

A la pregunta ¿cuál considera que es el rol de los técnicos y tecnólogos de la formación profesional en el proceso de desarrollo tecnológico e innovación en las empresas, las frases reseñadas por los representantes de gremios y empresas individualizadas fueron:

Empresarios:

“tienen un rol importante, pero la empresa es integral, es indispensable como se articula con toda la empresa”.

“son quienes determinan los problemas que requieren solución a partir de la innovación y el desarrollo tecnológico, además participan en el desarrollo si se lo proponen”.

“aportan en la ejecución”.

“pueden participar en procesos de ideación”

“ejecución de actividades específicas de los procesos innovadores”.

“Son muy importantes en cuanto al desarrollo experimental, desarrollo de prototipos y probablemente escalamiento”.

“vinculan la teoría con la realidad de los procesos”

“promueven procesos de gestión y transferencia de conocimientos”

“brindan apoyo a los objetivos de la empresa”

“Ellos conocen el día a día de la máquina y del proceso, ellos saben cuál es el problema específico que requiere solución”

“Hay soluciones que no requieren una inversión muy grande de tecnología, sino tener en cuenta cómo mejorar esa máquina”

“pueden contribuir mucho a la empresa en la medida en que tengan una motivación”.

“deben contar con habilidades comunicativas para reportar problemas”

“deben tener espacio para pensar y para opinar, se requiere un sistema educativo que permita y sistema alterno, adicional y mejorado con buena calidad de los técnicos y tecnólogos”.

“A través de su observación y experiencia se garantiza la efectiva generación de la innovación dada su interacción entre la alta dirección y los encargados de la producción”

“participan en actividades de implementación de innovación y nuevos desarrollos”

“generan proyectos con nuevas tecnologías que mejoren los procesos”

“generación de ideas, liderazgo en pequeños equipos de trabajo, ejecución de proyectos, seguimiento a procesos nuevos o mejorados, cultura para la innovación, desarrollo de capacidades para la innovación”.

“Son gestores, generan ideas, exploran oportunidades de mejoramiento”.

“son precisamente los técnicos de la planta quienes conocen de primera mano los problemas que deben tener resueltos y que generarán futuras innovaciones y desarrollos”.

“Son los traductores entre la academia y la empresa. En la práctica son quienes están llamados a operativizar las investigaciones y/o soluciones a problemas planteados por la empresa”

“Son los operativos”

“Son fundamentales en traer innovación a la empresa”

“se deben ayudar a formar unos a otros”

“Son actores clave que pueden apoyar la definición de diferentes herramientas innovadoras que impulsan la eficiencia organizacional”.

“Receptividad y aplicabilidad”

“líderes de la empresa”.

Las características comunes de las respuestas de los entrevistados, resaltan la oportunidad, experiencia y conocimiento directo de los técnicos con el proceso productivo, la capacidad de conocer de primera mano los problemas, y poder proponer soluciones inmediatas, lo cual impacta el proceso productivo y puede generar innovaciones. También es relevante la concepción de la capacidad de implementación de las nuevas tecnologías e innovaciones en la empresa, son los llamados a aplicar las mismas en el proceso, así como “traducir” el conocimiento a la realidad de cada empresa. Esto podría considerarse como capacidad de adaptación, muchas veces ello implica mejoras o innovaciones rápidas para la empresa.

A los directores de 10 instituciones de ciencia, tecnología e innovación (Centros de investigación, y Centros de Desarrollo Tecnológico), se les preguntó: ¿Cuál considera que es el rol de los técnicos y tecnólogos de la formación profesional en el proceso de desarrollo tecnológico e innovación en las instituciones de conocimiento? la respuesta varía un poco, pero conserva similitudes con las respuestas de los directivos de empresas y gremios. Las principales frases fueron:

“Énfasis en la praxis apoyados en lo conceptual”

“Participar en procesos de ideación”

“Transferencia de la experiencia”

“Son un apoyo fundamental a los Doctores y demás investigadores, permiten hacer realidad los desarrollos tecnológicos, por ejemplo, con el tema de prototipaje”.

“Aportar su nivel de operadores y experiencia”

“El de transferir conocimiento y generar articulación entre el sector real y las instituciones a fin de garantizar alineamiento entre las necesidades de las empresas y la oferta académica que ofertan las instituciones, coadyuvan a la generación de coherencia y efectividad en la formación que se entrega a los estudiantes”

“Son desarrolladores”

“Adaptarse a la dinámica de un proceso investigativo, aprehender el método científico y extrapolarlo a las actividades cotidianas para adicionarle valor a su prestación profesional como TyT según el caso.”

“Tienen el reto de dar respuesta a soluciones técnicas o a trabajar de forma articulada con profesionales para lograrlo”

“Conocimiento y Adaptabilidad”

“En la ejecución y seguimiento de las políticas, programas y planes establecidos”.

“Aportan una visión pragmática en el desarrollo de nuevo conocimiento y formación de personal”

“Validación y apoyo de procesos y métodos”

“Deben involucrarse en varios niveles. Deben ser capaces de proponer y de conocer como articular sus propuestas en la ejecución de las mismas”

“Ejecución de planes de DT+i”

“Que fomenten el trabajo en equipo”

“Efectivo en el desarrollo. Pueden apoyar y contribuir a dar soluciones en la empresa”

“Líderes”

“Servir de agentes que captan los problemas y necesidades para ayudar a promover soluciones pertinentes”

“Servir de enlace entre los procesos de nuevas tecnologías y la incorporación a la aplicación de la ciencia.”

“Ampliar el espectro de conocimiento”

“Son quienes apoyan el desarrollo de herramientas y conceptos que facilitan el flujo y la gerencia del conocimiento”

“Operativo y participativo”

“Recibir necesidades de teoría aplica y como se debería ser su desarrollo real”

La percepción de los responsables de Centros de Ciencia, Tecnología e Innovación son contundentes en resaltar el rol de apoyo de los técnicos a los procesos de investigación, fundamentalmente la investigación aplicada y el

desarrollo de tecnologías. Al igual que los empresarios, consideran que los técnicos tienen un contacto mucho más directo con la praxis y el mundo real, con las necesidades y problemas que se deben resolver a partir de la investigación, hacen la conexión entre los investigadores y las necesidades reales fundamentalmente de las empresas. Sitúan a los técnicos en los procesos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, con actividades concretas como el prototipaje, y el apoyo.

Otra pregunta que se planteó fue ¿Cómo cree que se debe fortalecer la formación técnica y tecnológica con miras a fortalecer los procesos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial? Esto enfocado en la generación de recomendaciones de política pública a partir de la investigación. Las principales respuestas, resaltadas a través de análisis de frases:

“Práctica, práctica y práctica en la realidad empresarial y menos academia, pues el divorcio entre realidad y texto sigue siendo real.”

“Mente abierta para cambios adaptables al medio y a las necesidades empresariales y de consumo”

“Promoviendo la generación de mayores y mejores espacios de interacción y comunicación continua entre las instituciones y las empresas en cada localidad a fin de garantizar una buena correspondencia entre la oferta y la demanda de mano de obra”

“Con continua capacitación”

“Con facilitar el que estas personas tengan una visión sistémica y analítica, además de fomentar la creatividad en ellos”

“Mediante la formación de competencias específicas en pensamiento innovador y metodologías apropiadas de desarrollo tecnológico”

“Desarrollando habilidades de creatividad y orientación al logro”

“Manejo de TICS, elementos de Gestión proyectos y competencias lingüísticas”

“Vincular más proyectos que respondan a necesidades de las empresas”

“Inversión en microempresas para que empleen practicantes técnicos y tecnólogos”

“Mejorar las competencias para asumir nuevos roles y retos”

“Si, toda la formación posible en todos los niveles organizacionales ayudará sin dudas al mejoramiento de las capacidades de las empresas en los diferentes ámbitos.”

“Abriendo espacios de participación para ellos en los procesos operativos”.

“Fortalecer la visión integral de la organización”

“Fortaleciendo una cátedra en gestión de proyectos”

“Competencias”

“En la empresa estamos certificando a una gran parte de la población en six sigma abriendo puertas de comunicación donde sea visible como se puede dar una mejor interacción dentro de los alcances de cada competencia”

“Articulándolos aún más con los empresarios.”

“Con procesos de pasantías a empresas de clase mundial”

“Calidad e incentivos para crecer profesionalmente dentro de un oficio determinado.”

“Mejorando las competencias y habilidades, tal como lo recomienda la OECD- para que puedan apalancar más procesos y no solo apropiarse tecnología

“Mayor énfasis en disciplinas de trabajo y venir con conceptos claros de innovación”

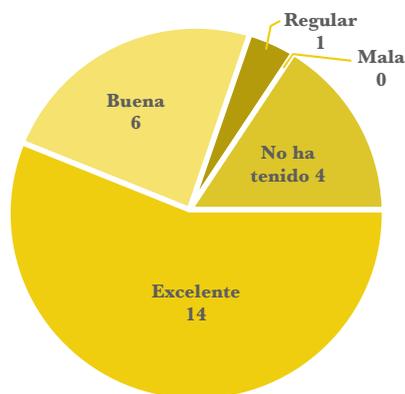
“Fomentando carrera en la empresa para evitar la fuga de talentos”

“Apoyando su crecimiento profesional”

Los entrevistados coinciden en la necesidad de capacitar y fortalecer las competencias ligadas a los procesos de innovación, esto es, creatividad, gestión de proyectos, desarrollo tecnológico y competencias lingüísticas. Se destaca también la necesidad de fortalecer al interior de la empresa esta capacidad de integración con los técnicos en sus procesos innovadores.

Alineando la entrevista con el estudio de caso, se consultó ¿Cómo ha sido su relación con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA- en relación con el desarrollo del capital humano de su empresa, así como en la vinculación de aprendices y desarrollo de proyectos de cooperación o la prestación de un servicio? Se destaca que la mayoría de empresas ha tenido una excelente o buena relación con el SENA.

Figura 22 Relación de empresarios con el SENA



Excelente	14	53.8%
Buena	6	23.1%
Regular	1	3.8%
Mala	0	0%
No ha tenido relación con el recurso humano del SENA	4	15.4%

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas

En cuanto a la pregunta ¿Qué recomienda al Sistema de Formación Profesional técnica y tecnológica de Colombia para contribuir en la aceleración del desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento? Se destacan las siguientes frases:

“Definir claramente los roles y aprovechar todos los niveles de educación”

“Hacer reforma curricular para que los técnicos y tecnólogos fortalezca la investigación y la innovación, a partir del Learning By Doing”

“Orientar los programas de formación al desarrollo de habilidades”

“desarrollar diferentes estrategias de interacción entre los estudiantes y la industria desde las diferentes etapas del proceso de formación”

“Que se integren más con los empresarios para que su formación responda a las necesidades de estos”

“Formación continua a instructores”

“Apoyar la ejecución de proyectos de desarrollo experimental y evaluación de prototipos, con dinero, personal experto y espacios como laboratorios, entre otros”

“Continuar con la inversión de desarrollo tecnológico y que la aplicación en los procesos SENA sea eficaz para la incorporación en procesos de formación”

“Fortalecer el sistema de formación profesional y articularlo con el de Educación Superior, en este momento no hay claridad en niveles y ni hay cadena de formación para que los técnicos y tecnólogos sigan creciendo académicamente y además salarialmente”.

“Hay que replantear como se comunica con el sector productivo. para que sea menos atomizado, y que se puedan identificar las necesidades de hoy y según como se va a dar el desarrollo tecnológico que se va a necesitar mañana. un tema más prospectivo. Para emprendimiento: generar habilidades gerenciales en los TyT. mejorar la escritura y la matemáticas”.

“enfoco sistémico”

“Realizar nuevos estudios por competencias para técnicos y tecnólogos, no profesionalizaciones,

realizar convocatorias para pasantías de 3 y 6 meses en el exterior en empresas de clase mundial por sectores, tener revistas científicas en las que puedan publicar los técnicos y tecnólogos.”

“Fortalecer las sedes en dotación tecnológica y transferencia de tecnología blanda para garantizar la generación de mejores estándares de egresados, fortalecer las áreas de proyectos en personal y fondos a asignar para promover la consolidación de nuevas empresas”

“Reforzar habilidades blandas (+prospectiva, iniciativa y emprendimiento). En ocasiones son demasiado teóricos y la posibilidad de desarrollar proyectos durante su formación con visión integral puede ayudar”

“Mayor inversión en empresas micro y pequeñas”

“Sincronización con la realidad empresarial del país. Hay mucho discurso sobre las tendencias u objetivos en la política, pero en la práctica, dista mucho ya que los tiempos de formación son escasos, las calidades son precarias y la oferta de personal calificado mínima.”

“Con base en diagnóstico de regiones y sectores productivos identificar oportunidades localizadas y plantear estrategias que integren la región / industria/ nivel de formación del recurso humano en esas áreas específicas”

“Vinculación masiva al sector empresarial para proyectos de Innovación”

“Incrementar la inversión en la formación y la continuidad en la empresa”

“Buscar la articulación en el componente, empresa, estado, academia”

“Aprender a definir muy bien los problemas del entorno y ayudar en su formación a solucionarlos”

“Acercarse al sector privado con propuestas de trabajo - tener la mente abierta para nuevas cosas”

“Educación, información, generación de capacidades para el liderazgo, el trabajo en equipo, desarrollo de la creatividad, oportunidades para TODOS, fomento a la asociatividad.”

De esta pregunta se destacan recomendaciones enfocadas a definir claramente los roles y aprovechar las capacidades del sistema de formación profesional o técnica, y fomentar con inversiones el desarrollo de proyectos directos que impacten la productividad de las empresas. Se continúa recomendando el fortalecimiento de las capacidades y competencias de los técnicos, y su vinculación con el sector productivo.

Otra pregunta formulada fue: ¿Cómo cree usted que pueden articularse mejor las necesidades del sector productivo con la oferta educativa para técnicos y tecnólogos, de modo que apoyen procesos de desarrollo tecnológico e innovación?

“A través de la definición de las competencias laborales relacionadas. el sector productivo es quien define”.

“Que existan incentivos tributarios por vinculación de aprendices SENA”

“Con una reforma curricular que permita consultar permanentemente al sector productivo”

“Educación y Capacitación con pertinencia productiva”

“Comunicación, entidades especializadas en investigar las necesidades reales del sector empresarial de manera que pueda irrigarse el conocimiento al sector productivo de manera efectiva.”

“La oferta educativa debe incorporar procesos de innovación abierta para la mejora de las organizaciones específicamente en el proceso productivo y de servicios, los técnicos y tecnólogos deben esforzarse más en la incorporación de nuevas tecnologías de información y comunicación para la optimización de los recursos de la empresa, por eso los contenidos de curso deben contemplar estos conocimientos”.

“Haciendo participar de manera más activa las instituciones educativas en escenarios de encuentro de la academia con las empresas y el estado”

“El sistema de empleo debería contar con una parte en la que los empresarios manifiesten la demanda”

“Mayor oportunidad de exposición laboral en este tipo de áreas y fortalecimiento en currículo combinando la capacitación técnica con la Formación en habilidades blandas como comunicación.”

“Que los proyectos que financia el Sena tengan plazos acordes a las investigaciones y no de un año; y que los estudiantes del Sena entrenan participar en los proyectos; que exista mayor dialogo entre empresarios y directivas del Sena”

“Trabajo directo entre empresas y la formación. en ese caso el SENA es un ejemplo de articulación con las empresas a través de las mesas sectoriales y de los convenios que siempre realizan con las empresas.”

“Con relaciones de confianza entre el SENA y la industria, además aportando en diferentes etapas”.

“Investigación de necesidades”

“Claro que sí. En los últimos 30 años el PIB de nuestra economía ha dado un gran vuelco; pasamos de ser un país cafetero a un país minero - energético y estamos creciendo la industria de servicios. Toca alinearse con los cambios”

“Mesas de trabajo conjuntas similares a la Red de Ensamble”

“Diálogo inclusivo, permanente, Ej. que los comités técnicos de Centros SENA se reúnan por lo menos una vez cada mes para discutir con el SENA qué formación está impartiendo, qué se requiere en cada territorio según la vocación definida en el POT o en el PD. Diálogo y conciliación entre los actores. Hay que perderles el miedo a las consultas públicas”.

“Con acompañamiento personalizado a las empresas por parte del SENA”

“Generando proyectos de inversión con rubros específicos de formación para mejorar las

competencias de los trabajadores”

“Rol más activo de las cámaras de comercio y el sector educativo técnico y tecnológico”

“Romper los paradigmas relacionados con temas como calidad de los técnicos y tecnólogos”.

“Con este tipo de encuestas, con estudios conjuntos, con sistemas de innovación abierta”

“Debe existir un solo sistema de competitividad e innovación y articularse con el Sistema Educativo. Siempre se necesita lo que el Empresariado necesita de lo que se está aprendiendo, hay que darle mayor relevancia a la política de educación dentro del sistema de competitividad. No hay articulación con las Instituciones privadas. se requiere un solo Sistema y que el Ministerio de Educación haga mejor la vigilancia de la calidad de los programas, no Solo SENA sino las privadas. Más compromiso y norte compartido de país”.

“El SENA debe ir a las empresas y trabajar con los clusters para brindar su personal y mejorar su formación”

“Fortaleciendo la interacción continua entre empresas y el sector educativo. Revisar con regularidad la pertinencia de los planes educativos desde la perspectiva de los egresados y los restos del sector industrial. Generando reportes de tendencias de mercado para ser orientadoras del hacer educativo y de la industria por sectores; de esa manera consolidar ajustes a las estrategias nacionales de desarrollo tecnológico y de innovación”.

“El SENA realiza un excelente ejercicio en la actualización tecnológica a instructores, pero a veces la sensibilización a empresarios es baja sobre dicha necesidad”.

La articulación entre el sector productivo, donde suceden las innovaciones y el sector de la formación profesional, es necesaria según concepto de los entrevistados. En ese sentido la principal herramienta planteada por los entrevistados fue la definición de competencias para los técnicos desde el sector productivo, en conjunto con ellos a través de las mesas sectoriales y otros escenarios en red que permita definir la realidad de las empresas, los procesos y las habilidades requeridas por los técnicos. Así mismo, consideran que los convenios de cooperación para el desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico siguen siendo una buena herramienta de articulación.

Finalmente, a la pregunta ¿Cómo cree usted que puede lograrse un mayor reconocimiento y posición social, a la formación técnica y tecnológica y a su rol en la innovación y desarrollo tecnológico de las empresas? Se buscó generar una reflexión sobre la percepción social y de reconocimiento de los técnicos y tecnólogos. Las principales frases fueron:

“Dando mayor fuerza en su etapa educativa al tema de proyectos desde su formulación, ejecución y seguimiento, mayor énfasis en los temas de creatividad, innovación, emprendimiento, empresarismo y liderazgo.”

“Se debe fomentar la calidad en sus acciones y brindar espacios para que haya un buen desarrollo de la ejecución de tal forma que intervenga en procesos de innovación con sus fortalezas”

“Creando líderes de innovación que puedan trabajar con las empresas”

“Con calidad y pertinencia de dicha formación”

“Abordando los paradigmas sociales hacia ese nivel educativo. Mejorando la competencia laboral y posibilidades de desarrollo profesional. Mejorando las competencias lingüísticas indispensables para la transferencia del nuevo conocimiento y la divulgación técnica y tecnológica”.

“haciendo alianzas estratégicas SENA- Empresas productivas y de investigación”

“Con procesos de ideación que solucionen cuellos de botella al interior de las compañías”

“Resultados Tangibles”.

“Cambiano el sistema educativo que permita pasarelas y escaleras entre los diferentes sistemas, y mejorando la calidad de dichos programas de formación”.

“Desde un comienzo estar en la empresa; y tanto empresario como Sena deben hacer un seguimiento estricto al que se está capacitando; llevar problemas reales se la empresa al Sena para su estudio y propuesta de soluciones”.

“Continuidad laboral posterior a la formación apoyada con aportes de programas de innovación.”

“En la Relación Empresa, Sena. Poner a disposición de los empresarios el conocimiento y el SENA en el desarrollo productivo e Innovador.”

“Mayor difusión de los programas, mayor exigencia a los mecanismos de entrada para acceder a los programas de formación”

“En la medida que los perfiles son fortalecidos esto genera impacto directo en las organizaciones y sus procesos- asegurar que existe un proyecto desarrollado por ellos. En muchas ocasiones se enfocan demasiado en la ejecución”

“Quitarle el estigma peyorativo que es formación de 3ª o 5ª categoría, cuando el mundo se ha desarrollado con TyT. En Colombia no asimilamos dicha situación por esnobismo mal entendido. Si no eres profesional, no eres. Es triste no asimilar que se evoluciona es con TyT”.

“Claro que si, al incorporar procesos innovadores y pensamiento innovador en los empleados, pueden ofrecer una visión más amplia para el desarrollo de nuevos procesos o mejoramiento continuo de lo existente

“Por medio de festivales de innovación ciencia y tecnología, generación de asociaciones de técnicos y tecnólogos, publicaciones de artículos”.

La principal conclusión de los entrevistados es que para mejorar la percepción de la formación técnica y su aporte a los sistemas de innovación, se debe trabajar no

solo en el estigma social, sino sobre todo, en la calidad y pertinencia de la formación, en el fortalecimiento de sus competencias técnicas tendientes a apoyar y desarrollar proyectos específicos que contribuyan al desarrollo de la ciencia aplicada, la tecnología y la innovación y también muy importante el fortalecimiento de las competencias lingüísticas, capacidad de comunicarse de los técnicos y el liderazgo.

7.3. CODIFICACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE EMPRESARIOS Y DIRECTORES DE CENTROS DE I+D DEL ROL DE LA FORMACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

Para codificar las entrevistas y obtener conclusiones acertadas de la percepción de los empresarios, gremios y directivos de entidades de ciencia, tecnología e innovación se utilizó el software Atlas TI versión 1.0.48 (231), desarrollado por Friedrich Markgraf, Stephan Michels, Martin Winter y Malt Steiner. El análisis se contempló por categorías y posteriormente por características coincidentes de cada una de las categorías. A la pregunta sobre el rol de los técnicos y tecnólogos, encontramos 26 características que se encuadran en 3 categorías según empresarios y gremios y 15 características en los directivos de entidades de alto conocimiento. En conclusión, los técnicos según percepción de los empresarios y de los directivos de gremios y de centros de ciencia tecnología e Innovación se enmarcan en tres categorías: un rol creativo desde la ideación, un rol de desarrollo tecnológico a partir de instrucciones de alta complejidad y un rol exclusivo de tareas de apoyo u operativas. Se traducen los resultados en el cuadro conceptual que se incluye a continuación:

Tabla 16 Codificación de roles de técnicos según percepción

CATEGORÍAS	ROL CREATIVO DESDE LA IDEACIÓN	ROL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO A PARTIR DE INSTRUCCIONES DE ALTA COMPLEJIDAD	ROL DE APOYO U OPERATIVO
Características	<p>Determinación de problemas</p> <p>Ideación</p> <p>Conocimiento del problema específico</p> <p>Mejoras específicas</p> <p>Observación</p> <p>Experiencia</p> <p>Gestión de proyectos</p> <p>Liderazgo</p> <p>Generación de ideas</p> <p>Gestión de proyectos</p> <p>Exploración de oportunidades</p> <p>Mejoramiento de procesos</p> <p>Estratégicos para atraer innovación</p>	<p>Desarrollo tecnológico a partir de instrucciones</p> <p>Desarrollo experimental</p> <p>Prototipaje</p> <p>Implementación de innovaciones</p> <p>Traductores entre la academia y la empresa</p> <p>Operadores de investigaciones y de las soluciones</p> <p>Actividades de alto apoyo</p> <p>Soporte tecnológico</p>	<p>Rol operativo y asistencial</p> <p>Sólo ejecución de ordenes</p> <p>Desarrollo de tareas específicas</p> <p>Apoyo a los profesionales, doctores e investigadores.</p>
Cantidad de características	14	8	

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas y encuestas

Tabla 17 Codificación de los roles de los técnicos en entidades de conocimiento

CATEGORÍAS	ROL CREATIVO DESDE LA IDEACIÓN	ROL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO A PARTIR DE INSTRUCCIONES DE ALTA COMPLEJIDAD	ROL DE APOYO Y OPERATIVO
Características	Participación en procesos de ideación Transformadores de conocimiento con valor agregado Contribuyen a las soluciones desde la ideación Capacidad de captar problemas y proponer soluciones rápidas	Énfasis en la praxis Desarrolladores y prototipadores Adaptabilidad al proceso investigativo Visión pragmática del desarrollo Validación de los procesos y métodos Enlace en los procesos de desarrollo tecnológico Capacidad de brindar soluciones técnicas Ejecutores de la teoría aplicada	Apoyo a doctores e investigadores Rol solo operativo y asistencial
	4	9	2

Fuente: elaboración propia a partir de las entrevistas y encuestas

Finalmente se organizaron las coincidencias en recomendaciones para el sistema de formación profesional y su integración con los procesos de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas. Fundamentalmente en la pregunta enfocada en el cómo fortalecer la formación técnica y tecnológica con miras a mejorar los procesos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial. En la siguiente tabla se suma el número de referencias de la categoría y subcategoría en empresas, gremios y organizaciones de conocimiento. las categorías encontramos

cuatro, principalmente la formación específica, participación en procesos de innovación y desarrollo, el fortalecimiento de competencias sociales desde el currículo y el fortalecimiento de competencias básicas desde el currículo. Se encontraron 17 subcategorías relacionadas y 78 coincidencias.

Tabla 18 Recomendaciones para fortalecer la integración de los sistemas

CATEGORÍA	FORMACIÓN ESPECÍFICA	PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO	FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS SOCIALES	FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS BÁSICAS (Matemáticas, Ciencias, lenguaje)
SUBCATEGORÍAS	<p>Formación continua a instructores y técnicos</p> <p>Articulación con la educación superior</p> <p>Mayor formación técnica</p>	<p>Desarrollar proyectos a partir del learning by doing</p> <p>Integración empresarial</p> <p>Articulación con empresas en proyectos específicos</p> <p>Mayor comunicación con el sector productivo</p> <p>Mayor dotación tecnológica</p> <p>Sincronización empresarial</p>	<p>Fortalecimiento de competencias en creatividad, gestión de proyectos, innovación, emprendimiento</p> <p>Habilidades sociales relacionadas con la comunicación oral y escrita</p> <p>Desarrollo de habilidades gerenciales</p> <p>Fortalecimiento de competencias TIC</p>	<p>Fortalecimiento de conocimientos matemáticos</p> <p>Competencias en Ciencias</p> <p>Competencia básica en lenguaje</p>
TOTAL	15 frases	24 frases	21 frases	18 frases

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas y encuestas

7.4. ANÁLISIS CUALITATIVO DE ENTREVISTA Y PANEL DE EXPERTOS EN FORMACIÓN PROFESIONAL E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

La primera pregunta que surge cuando inicia este proyecto, es precisamente por qué se investiga en formación profesional, y por qué los técnicos y tecnólogos son importantes en el sistema de ciencia, tecnología e innovación, haciendo énfasis en la innovación empresarial. Para realizar un estudio de caso y de campo nos centramos en los Centros de Formación profesional del SENA, entidad colombiana con 364 sedes propias y 116 centros donde ya se realiza investigación aplicada en la cotidianidad de los procesos de aprendizaje, lo cual implica experimentación e interacción entre los aprendices e instructores, al momento de transformar el entorno productivo a través de nuevas técnicas, materiales, maquinarias y cambios en los procesos, a los que sólo se puede llegar a través de un ejercicio de indagación científica. (Gómez, 2012).

Como se pudo comprobar a lo largo de la investigación, el aporte de la formación profesional a los sistemas de innovación es trascendental, tanto que sin técnicos no sería posible implementar muchas de las innovaciones y hacer efectivos muchos proyectos, lo cual, como se vio implica la necesidad de desarrollar conceptos y competencias, habilidades y destrezas en los técnicos que incrementen la capacidad de innovar de las empresas. No obstante lo anterior, la percepción de los responsables de la formación profesional en Colombia y en otros países de Latinoamérica, los empresarios y los responsables de la ciencia, la tecnología y la innovación es variada, parte desde los que reconocen el rol preponderante del sistema que apalanca el otro sistema, como los que consideran que los sistemas deben estar en dos orillas diferentes.

Por lo anterior, es preciso revisar la concepción de los directores de formación profesional de Latinoamérica, que se reunieron en el principal concurso mundial de competencias técnicas, llamado WORLDSKILLS LATINOAMÉRICA 2014 que justamente se realizó en Bogotá y donde se tuvo la posibilidad de organizar un panel específico sobre el objeto de investigación “la Formación Profesional y la Innovación”. Posteriormente es preciso ahondar sobre las entrevistas realizadas a los actores empresariales colombianos, y los responsables de varios centros de ciencia, tecnología e innovación del país, cuyas entrevistas son pertinentes en el marco de la metodología de la teoría fundamentada y que además de analizar aportes concretos y frases, se hará un mapa y sacarán conclusiones a partir del análisis de datos del ATLAS TI, software que nos complementó el análisis cualitativo de las entrevistas.

7.4.1. WorldSkills Latinoamerica 2014

Durante el foro de líderes realizado en el marco de la competencia Worldskills 2014, el doctorando de esta investigación, realizó el panel de directores de entidades rectoras de la formación profesional en las américas, contando con la participación de Rafael Luchessi, Director de SENAI Brasil, además Presidente de WorldSkills Américas, Gina Parody, Directora del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA de Colombia, Roberto Spada CEO de WorldSkills Américas, representantes de empresas como Carvajal, Integra Colombia, y otras entidades de la innovación: consultora de proyectos de innovación Designit y del laboratorio de Innovación de la Universidad de Harvard, cuyas entrevistas y resultado del panel, serán analizados. Para Roberto Spada, es importante resaltar la importancia de los procedimientos en la formación profesional. Resalta la trascendencia de la competencia de Worldskills, por cuanto “a partir de las experiencias, se consolida el conjunto de procedimientos que fortalecen el proceso de educación profesional técnica en las américas”. Durante las competencias, los aprendices de los diferentes países resuelven un reto, por el cual son calificados y premiados según su rendimiento y competencia entre países. Esto genera nuevos procedimientos que innovan el proceso de la formación profesional.

Gina Parody, Directora General del SENA en Colombia, resalta el talento de los 186 jóvenes que compitieron por la excelencia, considerando relevante resaltar que estos aportes hechos dan a conocer “el valioso aporte de la educación técnica y tecnológica para el desarrollo económico, la competitividad, la generación de empleo y el progreso del país”. Resalta Parody, la relevancia de la formación técnica en la competitividad de las empresas, lo cual está directamente ligado a los procesos de innovación de las mismas, toda vez que permite unas implementaciones rápidas y agregar valor a los productos, procesos y servicios del tejido empresarial.

Al momento de realizar la pregunta central del panel de líderes de la formación profesional, se consultó la relación de formación profesional con el sistema de innovación empresarial. La intervención de Rafael Luchessi, Director de SENAI Brasil, homólogo del SENA colombiano, resaltó en primer lugar la importancia de la formación técnica en los países desarrollados, indicó que en promedio el 50% de los jóvenes escoge este tipo de carreras en Japón un 55%, en Alemania

60% en Francia un 44,3%, y dichos trabajadores serían más productivos que en países como Colombia o Brasil, donde solo el 6,6% escoge la formación técnica. En el aporte específico al sistema de innovación, es preciso destacar la existencia de 25 Instituciones de innovación tecnológica adscritos a SENAI, comparando con Colombia se asimilaría a los 15 Tecnoparques de prototipaje y desarrollo tecnológico y a los dos Centros de Formación Profesional, reconocidos como Centros de Desarrollo Tecnológico existentes en el SENA. En el modelo brasileño de formación profesional se reconoce claramente el aporte de los Centros de Formación a la demanda tecnológica de las industrias de Brasil. Podríamos concluir de la intervención del doctor Luchessi, que efectivamente el SENAI de Brasil, aporta a la solución de problemas de innovación empresarial brasileña y su demanda tecnológica, además del aporte de capital humano.

Al ahondar en la gestión realizada en los 25 Centros de Innovación de SENAI, se encuentra que los mismos están enfocados en 25 tecnologías transversales que permiten brindar ayuda a la industria brasileña, resaltan sectores como logística, manufactura, y los centros relacionados con materiales. Estos centros convergen en el Instituto SENAI de innovación y tecnología. Se puede destacar que, en Brasil, SENAI, ha movilizó a las empresas para la innovación a partir de la cooperación empresarial con estudiantes e instructores de la formación profesional.

En el panel también intervino Manuel José Carvajal, representante de uno del grupo empresarial Carvajal, uno de los más importantes en la industria colombiana, quien fue muy claro al momento de concretar el aporte de la formación profesional al sistema de innovación de sus empresas. Indicó: “I+D es convertir dinero en conocimiento, innovación es convertir conocimiento en dinero”. Resalta que innovar sin praxis es difícil, la práctica complementa la teoría y es fundamental en cualquier tipo de innovación. Considera Carvajal que la praxis es fundamental en la innovación, y es la formación técnica la que permite romper la barrera hacia la innovación, esto requiere nuevas habilidades y competencias para transformar los procesos productivos. Las competencias fundamentales a desarrollar son el pensamiento creativo y el diseño, que es lo que permite hacer realidad las ideas.

Por otra parte, Daniel Yuste, representante legal de Designit empresa española encargada de procesos de innovación, resalta la capacidad de los técnicos de

resolver de forma colaborativa los problemas, lo cual implica trabajar en el mejoramiento de las formas de pensar, de trabajar, en herramientas para trabajar y habilidades para vivir. De las respuesta de Daniel Yuste resalto tres aportes concretos: “los técnicos se forman desde pequeños, los técnicos permiten resolver mucho más rápido los problemas que se presentan en las empresas, y las empresas deberían contar con algunos en sus órganos de gestión”.

Jean Claude Charlet, miembro del Harvard Innovation Lab, resaltó tres conceptos: Learning by Doing, Using Lab y Fab Lab, en estos tres se requieren técnicos, es decir, para aprender haciendo, para fabricar, prototipar y hacer realidad las cosas, es preciso la participación de las habilidades técnicas. Resalta

... esto conlleva desarrollar nuevas competencias para el futuro, que permita prototipaje rápido o ágil, que se combinen las competencias que demanda el mundo actual, como es la relación directa con la tecnología y los negocios, estamos ante techno people y business people. La investigación no puede ser de una sola persona, se deben combinar los roles y competencias, ser curioso es una habilidad general.

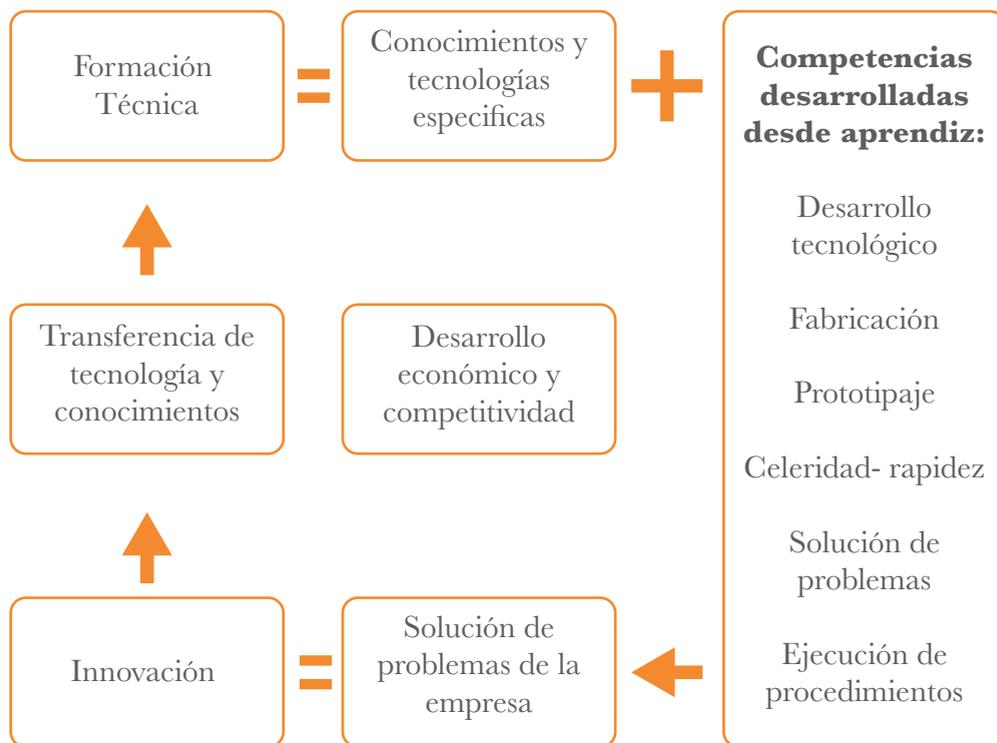
Finalmente, Ramón Toro representante legal de INTEGRA, empresa dedicada al transporte público en la ciudad de Pereira de Colombia, y quien representa el Centro de Innovación de dicha empresa, resalta la dupla conocimiento y experticia como clave para el desarrollo tecnológico y la innovación. Indica:

... que es importante la transformación de la investigación científica en investigación aplicada y esta es nuevas tecnologías e innovación, como empresas necesitamos invertir en conocimiento pero para que este se aplique y solucione problemas concretos que los trabajadores de todos los niveles puedan implementar y mejorar de forma permanente y con un foco en generar riqueza a la empresa.

Toro, resalta la labor del SENA como integrador de la formación la empresa ay el estado, y la promoción de la innovación empresarial y el emprendimiento innovador. Indica que las habilidades que deben desarrollarse en los nuevos técnicos son: autenticidad que se traduce en la capacidad de defender sus ideas, la adaptación al cambio, la creatividad, y el trabajo colaborativo y en equipo. También resalta la transversalidad de las competencias ligadas a las TIC (tecnologías de la información y las comunicaciones), presentes en todos los sectores.

Para resumir los resultados de la entrevista realizada en el panel de líderes de la formación profesional donde contamos con directivos de la formación profesional, representantes del sector productivo, de la universidad, y del sector de la consultoría, pondría este mapa de competencias:

Tabla 19 Círculo virtuoso de competencias



Fuente: Elaboración propia

En resumen, la formación técnica conlleva conocimientos y tecnologías específicas que son desarrolladas con otras competencias transversales a los aprendices, fundamentalmente: desarrollo tecnológico, fabricación, prototipaje, celeridad, solución de problemas y ejecución de procedimientos. Con estas competencias el aprendiz se convierte en trabajador y llega a la empresa capaz de solucionar problemas que generan innovaciones que nuevamente son transferidos a la formación técnica, generando un círculo virtuoso reconocido por los expertos. Todo ello gira en torno al desarrollo económico y la competitividad.

Este mapa conceptual, está totalmente alineado con la política pública de innovación en Colombia, que fue contemplada en el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, que estableció la innovación como eje transversal de la política pública de Colombia, el plan señala que:

Innovar no sólo significa desarrollar nuevos productos y transformar los productos existentes. Consiste en crear nuevas formas de producir, entregar, comercializar y vender, logrando, en última instancia, generar valor agregado a través de toda la cadena productiva. Hay que entender que la innovación y la inversión en investigación y desarrollo no son exclusivas a un sector. Por lo contrario, deben ser parte vital de todos los sectores y hacerse extensivos a todos sus eslabonamientos (DNP, Departamento Nacional de Planeación, 2011, pág. 62).

El Plan estableció acciones concretas para ser implementados por el SENA en el marco de sus competencias y programas, señalando concretamente el incremento de la cobertura de las tecnoacademias para los jóvenes, programa que genera cultura de la innovación y competencias científico- tecnológicas para estudiantes de la secundaria. Así mismo se establece la continuidad del programa de creación de unidades de investigación e innovación en las empresas colombianas, así como los demás programas relacionados con el fomento de la innovación empresarial y las capacidades CTeI en empresas. (DNP, Departamento Nacional de Planeación, 2011, pág. 70)

En materia de Transferencia de tecnología:

Con el liderazgo de Colciencias y el SENA se pondrá en marcha un programa de transferencia de tecnología que permitirá aumentar la incorporación de tecnologías disponibles a las empresas constituidas y generar nuevas empresas intensivas en conocimiento, de modo que se estimulen procesos de imitación y cierre de brechas tecnológicas (DNP, Departamento Nacional de Planeación, 2011, pág. 175).

7.5. ESTADÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y EVOLUCIÓN EN LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LOS CENTROS DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SENA Y CON EMPRESAS

En la parte precedente se presentó el análisis publicado en la revista *Artefactos*, de la Universidad de Salamanca, como parte de esta investigación doctoral, para las vigencias 2012 y 2013. En este capítulo se actualiza el estudio y se compara la tendencia generada en los siguientes años 2014 y 2015, que confirma la tesis planteada sobre el rol e impacto de la formación profesional en el sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia. Se analizan los proyectos desarrollados en los centros de formación profesional del SENA en todo el país. Según información entregada por el Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA en 2016, se analizan los proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico registrados por las diferentes regionales del SENA; en sus Centros de Formación Profesional, destacando que 22 de las 33 regiones del país (incluye distrito capital), cuentan con proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico realizado por los Instructores de la formación profesional y sus aprendices, en el marco de los programas de formación de Técnico Profesional y Tecnólogos. La totalidad de proyectos desarrollados son 170.

Tabla 20 Regionales del SENA y número de proyectos 2014 - 2015

Región	Proyectos
Antioquia	25
Atlántico	7
Bolívar	2
Boyacá	16
Caldas	20
Casanare	1
Cauca	2
Chocó	2
Córdoba	1

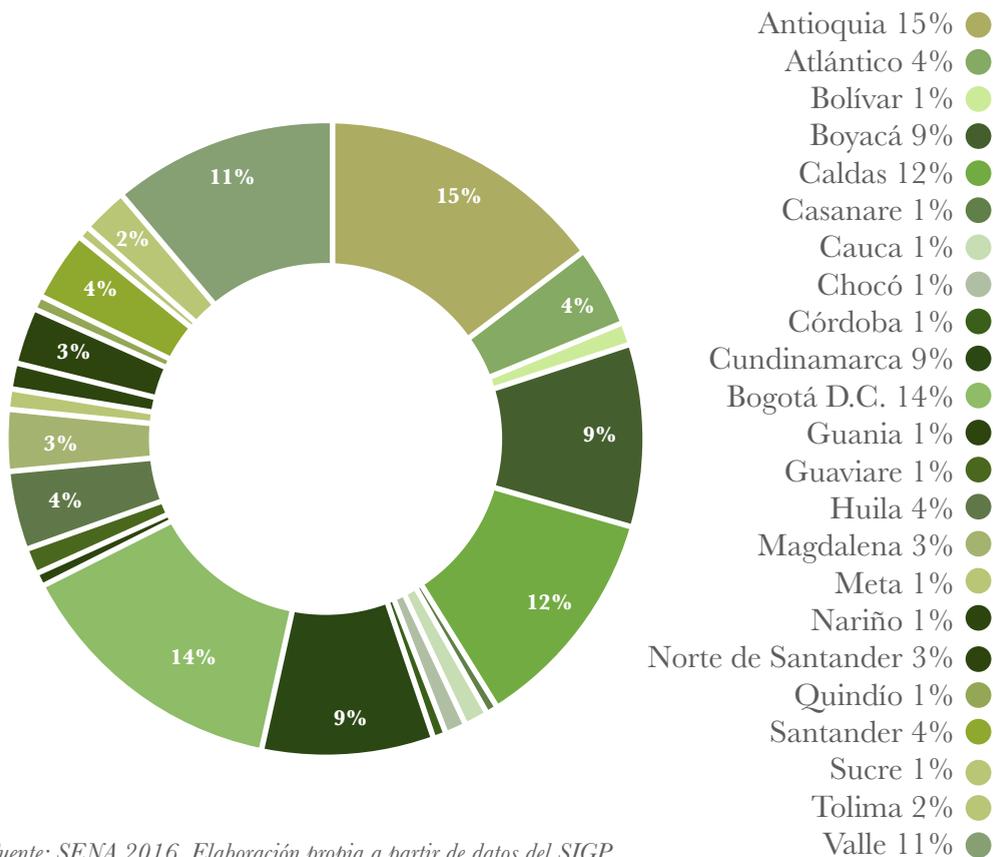
Córdoba	1
Cundinamarca	15
Bogotá D.C.	24
Guainía	1
Guaviare	2
Huila	7
Magdalena	5
Meta	2
Nariño	2
Norte de Santander	5
Quindío	1
Santander	6
Sucre	1
Tolima	4
Valle	19

Fuente: Elaboración propia SENA 2016 SIGP

En la gráfica podemos ver los departamentos de Colombia, con Centros de Formación del SENA, que se destacan por su número de proyectos, ello es: Antioquia de primero, igual que en años anteriores, (análisis 2014) y casi igualando Bogotá seguido de Caldas que aparece como una región con mayor impacto en la investigación aplicada y desarrollo tecnológico desde la formación profesional, Valle, Boyacá y Cundinamarca, para cerrar los cinco departamentos

con mayor número de proyectos. Cabe indicar que, por cercanía regional, Cundinamarca y Bogotá como zona central se llevaría la mayor capacidad investigativa, con 39 proyectos.

Figura 23. Porcentajes de proyectos por región 2014-2015



Fuente: SENA 2016. Elaboración propia a partir de datos del SIGP

Antioquia con el 15% de los proyectos (25 en total) es el departamento de Colombia que en la última década se ha caracterizado por su gran participación en el mapa de proyectos del sistema de ciencia, tecnología e innovación. Este mapa 2015 muestra la misma tendencia de los últimos años, dejando ver nuevas regiones con capacidades de desarrollo tecnológico e investigación aplicada desde la Formación Profesional, como lo es Caldas con el 12% equivalente a 20 proyectos, y Boyacá 9% con 16 proyectos, . Valle siempre ha contado con

capacidades, fundamentalmente en automatización industrial, e innovación en el sector de la industria manufacturera y el agro. Bogotá distrito capital, conserva el segundo lugar con 24 proyectos, equivalente al 14%.

7.5.1. Sectores focalizados por proyectos de los Centros de Formación Profesional 2014-2015

Si hacemos el análisis frente a los sectores de los proyectos antes mencionado, encontramos algunos aspectos muy relevantes.

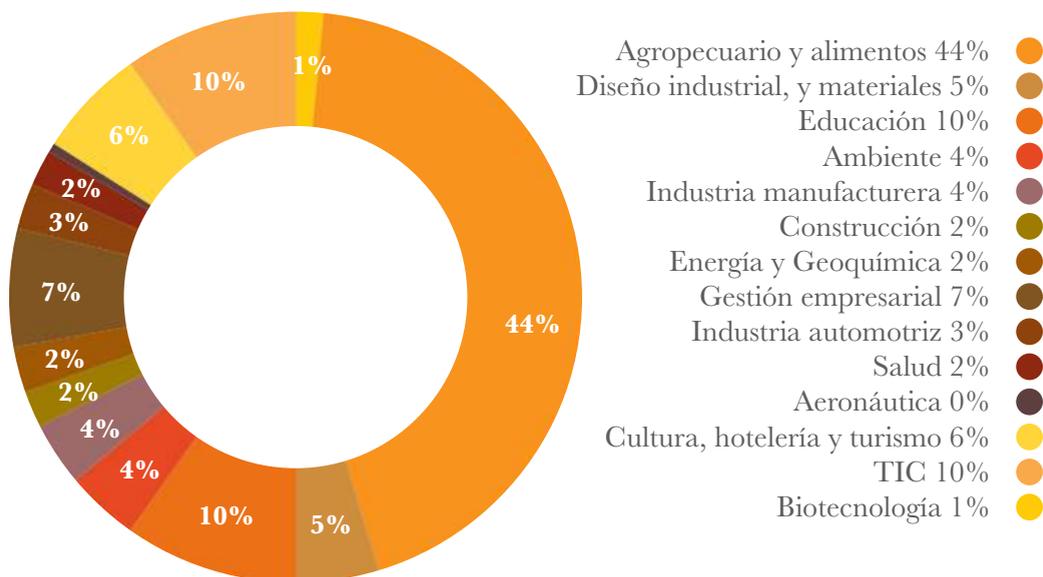
Tabla 21 Sectores de proyectos de Investigación, desarrollo e innovación 2014 - 2015

Sector	Proyectos
Biotecnología	3
Agropecuario y Alimentos	85
Diseño industrial, y materiales	9
Educación	19
Ambiente	8
industria manufacturera	7
Construcción	4
Energía y Peoquímica	5
Gestión Empresarial	13
Industria Automotriz	5
Salud	4
Aeronáutica	1
Cultura, Hotelería y Turismo	12
TIC	19

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIGP.

En la tabla comparativa se puede observar la totalidad de sectores económicos en los que se enfocan los proyectos de los Centros de Formación Profesional del SENA.

Figura 24 Proyectos por sectores 2014-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIGP (SENA, 2016)

Del análisis de los sectores productivos en los que se enfocan los proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación desarrollados en el SENA, se concluye que la gran mayoría de proyectos se enfocan en el sector agropecuario y de alimentos los cuales se extienden por todo el territorio nacional en las 22 regiones que cuentan con dichos proyectos. El 44% que suma 85 proyectos se enfocan en optimizar productos derivados del agro, los alimentos, y mejorar los procesos de producción del sector. Así mismo, destacan proyectos de tecnificación del sector.

En segundo lugar, proyectos del sector TIC y Educación igualan el segundo lugar con un 10% de respectivamente, con 19 proyectos cada uno. Llama la atención los proyectos de innovación en educación, ya que no necesariamente son

proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, sino que se enfocan en proyectos de mejora en las prácticas educativas e innovación formativa. Nueva categoría dentro del aporte de la formación profesional en los sistemas de innovación, enfocados en la mejora de competencias de los aprendices o estudiantes de la formación técnica y tecnológica.

No hay duda de las capacidades que se han instalado en los últimos años en el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, lo cual se refleja en cerca de 42 grupos y semilleros de investigación dentro de los programas de formación vigentes, en los niveles de técnico profesional y tecnólogos, y de esos, 12 debidamente categorizados en niveles D y C en el sistema de categorización de Colciencias SCIENTI.²⁹

7.5.2. Análisis de proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico en alianza SENA- Empresas

En el marco de los programas de fomento a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación del SENA, se han desarrollado tradicionalmente proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico cofinanciados por empresas colombianas. Es así como en convocatoria del año 2014-2015, se cofinanciaron 45 proyectos en diversos sectores económicos del país, según se evidencia en la tabla y gráfica que se presenta a continuación.

Tabla 22 Proyectos de innovación empresarial 2014-2015

TIC- Gestión empresarial	10
TIC AGRO	2

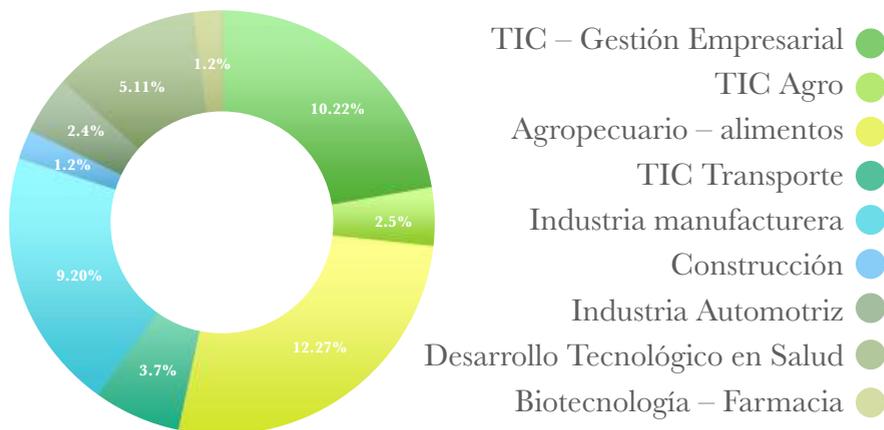
29 SCIENTI: Sistema de medición de grupos de investigación, investigadores y producción del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia- COLCIENCIAS, máxima autoridad del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia.

Agropecuario- alimentos	12
TIC Transporte	3
Industria manufacturera	9
Construcción	1
Industria Automotriz	2
Desarrollo Tecnológico en Salud	5
Biotecnología- Farmacia	1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SIGP

Los proyectos del sector TIC aplicado a varias industrias son la mayoría del listado, se presentan en la tabla y gráfico de manera separada según la aplicación respectiva, es decir, del total de 15 proyectos que implican innovaciones con tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, se diferencia entre los aplicados a la gestión empresarial y comercial, los de agro y los de transporte. Esto demuestra que la transformación digital ocupa el primer lugar en los procesos de innovación y desarrollo tecnológico de las empresas analizadas durante los años de estudio.

Figura 25 Proyectos en alianza por sector 2014-2015



Fuente: elaboración propia a partir de SIGP

De igual forma, hay que resaltar el número de proyectos del sector agropecuario y alimentos, específicamente en innovación de productos y procesos del agro, para un total de 12 proyectos que representan el 27% de la totalidad de proyectos cofinanciados por el SENA. En comparación con las convocatorias 2012 y 2013, hay que resaltar que se mantienen proyectos de desarrollo tecnológico en el sector salud, y proyectos de la industria manufacturera, específicamente proyectos de desarrollo tecnológico, prototipaje de nuevas tecnologías y su implementación en el mercado. También proyectos de la industria automotriz y biotecnología hacen parte del conjunto de proyectos cofinanciados por el SENA.

Es preciso indicar que estos proyectos implican innovaciones de productos, procesos y servicios, involucrando la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial, y en la totalidad de proyectos se identifica un componente de transferencia de tecnologías y de nuevas competencias técnicas, las cuales son incorporadas en los programas de formación profesional, a través de nuevas competencias y cualificaciones.

La transferencia que se identifica en todos los procesos implican fundamentalmente tres tipologías: vinculación de aprendices a los proyectos, vinculación de instructores a los proyectos, y transferencia de resultados a los currículos. Esto confirma la tesis del aporte fundamental de la formación profesional en los sistemas de innovación, específicamente el colombiano.

8. INTEGRA, EL MODELO APLICADO A UNA EMPRESA

Durante el proceso de investigación encontramos varios modelos de integración de la formación profesional técnica y tecnológica en procesos de innovación empresarial. Uno de ellos fue el modelo de la empresa de transportes de la ciudad de Pereira INTEGRA S.A, empresa que inició su proceso de implementación de innovación a partir del programa de creación y fortalecimiento de la investigación aplicada del SENA, programa a través del cual incorporó la cultura investigación y la transferencia de innovaciones desde el rol de los conductores de buses hasta la alta gerencia, creando un modelo de innovación de marca registrada NAPKIN, que le mereció ser reconocida en 2016 por COLCIENCIAS como una de las 89 empresas “altamente innovadoras de Colombia”.

La empresa INTEGRA S.A. fue creada 2004 por las siete empresas de transporte urbano colectivo agremiadas en una cooperativa de transportes de nombre

ASEMTUR en la ciudad de Pereira, así como por varios pequeños propietarios que se unieron a la nueva empresa que operaría el nuevo sistema de transporte masivo de la ciudad, el llamado MEGABUS, en sus sistemas troncal y alimentador. Actualmente la empresa presta el servicio de transporte MEGABUS con 37 vehículos articulados y ha extendido su operación a Perú a través de la filial INTEGRA PERÚ S.A.C.

INTEGRA S.A. tiene una planta de trabajadores de 235 personas, que incluye personal administrativo, de mantenimiento y conductores, lo cual permite integrar diferentes oficios del sistema de formación profesional como conductores, mecánicos, técnicos de sistemas, ingenieros y gerentes. Su vinculación con el SENA se inició en el año 2006 con la participación en todos los procesos de formación de sus conductores en el oficio de conducción de transporte público, la capacitación continua y permanente de sus mecánicos, así como la creación de una unidad de investigación aplicada dentro de la empresa en 2009 gracias a una convocatoria especial del SENA, que apoyó crear investigaciones y también innovaciones ya aplicadas en la empresa en diferentes líneas. También en este programa se integró la formación a nivel de maestrías y doctorados de trabajadores de los niveles administrativos de la empresa.

En el modelo de innovación que ha definido esta empresa se ha desarrollado un proceso de innovación continuo que vincula a los trabajadores de todos los niveles, incluyendo desde los conductores de transporte público, hasta los administrativos, cuyas ideas enfocadas a las diferentes líneas de acción del sector de transporte público son apoyadas y financiadas a través del grupo interno de investigación aplicada llamado TRANSFORMATE, el cual fue reconocido desde 2012 por COLCIENCIAS en Colombia y cuya unidad de innovación recibe el 2% de las utilidades de la empresa para el desarrollo de dichas actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Dentro de las innovaciones más relevantes desarrolladas por INTEGRA que le ha merecido ser reconocida como una de las 89 empresas más altamente innovadoras de Colombia con sus respectivos beneficios a nivel tributario encontramos:

- 1.** La plataforma de recaudo: a partir de desarrollos de software la recaudación del pago del servicio es gestionado por una plataforma de tecnología creada por

la misma empresa, empleando técnicos del SENA, ingenieros de sistemas y realizando pruebas con todos los niveles profesionales de la empresa.

2. La plataforma de tecnología NAPKIN: han llamado de esta forma al proceso interno de desarrollo de ideas de los trabajadores de todos los niveles, al respecto han considerado:

La plataforma de innovación NAPKIN parte de la reflexión que la innovación es un fenómeno polifacético y multinivel, polifacético en el sentido que son muchas las habilidades y perspectivas que pueden contribuir al proceso y multinivel, dado que muchas personas, pertenecientes o no a distintos niveles organizativos pueden hacer sus aportes a dicho proceso, convirtiendo la innovación en una tarea de responsabilidad compartida por todos los integrantes del ecosistemas de la organización, dado que esta se considera un sistema abierto adaptable que vigila su entorno y en el que las funciones de I+D y marketing reciben información retroactiva de otros procesos y del ambiente externos o redes estratégica que hacen parte de la gestión diaria de la organización. (INTEGRA S.A, 2017)

3. La plataforma de control: por medio del convenio especial de cooperación N°. 299 de 2012 suscrito entre el SENA e INTEGRA S.A. surgió INNOBUS CONTROL cuyo objetivo es incrementar la productividad de INTEGRA S.A. por medio de un software que permita el monitoreo y control de la operación de su flota de transporte en tiempo real.

4. La plataforma de transporte: han desarrollado tecnologías que permiten el uso de un aditivo especial conocido como AD BLUE, el cual admite que el vehículo en su operación de servicio, convierta los residuos contaminantes de dióxido de carbono, en hidrógeno y agua, expulsando como resultado final menos del 10 % de dichos residuos convertidos.

5. El objetivo de cuidado del medio ambiente: INTEGRA S.A. dentro de su plataforma estratégica cuenta con un Programa de Responsabilidad Social Empresarial que aborda con total compromiso los "Objetivos de Desarrollo Sostenible? Se hace énfasis en:

La evolución en tecnología vehicular, la compra de los últimos 14 vehículos articulados involucró tecnología Euro V, haciendo como corresponde un ascenso tecnológico importante para el sistema, pues los vehículos vinculados al inicio de la operación fueron de tecnología Euro III. Con esto, se liberan menos cargas contaminantes y se cuida con mayor énfasis la calidad del aire de los

municipios metropolitanos.

Certificación Integral sostenida por ocho (8) años que involucra, Normas ISO: 9001, 14001 y 18001, garantizando la mitigación de impactos y cuidado del medio ambiente entre otros.

Participación activa de Gremios, Comités y Campañas de la ANDI en materia ambiental.

Formación y capacitación continua de los operadores de los vehículos en técnicas de manejo responsable con el medio ambiente a fin de mitigar los impactos y disminuir la generación de cargas contaminantes. (INTEGRA S.A, 2017)

En los retos que se ha planteado INTEGRA S.A para el futuro se encuentra el estudio e implementación futura del sistema Integrado de Transporte en Pereira que visiona la ejecución del cable aéreo. Entre otros proyectos se encuentran (INTEGRA S.A, 2017):

- **Ascenso a tecnología vehicular a gas y/o híbrida.**
- **Adaptación de sus estructuras a los nuevos esquemas del sistema integrado de transporte y el megacable.**
- **Internacionalización con énfasis en la operación del sistema integrado de transporte público en el Perú.**
- **Generación de nuevas unidades de negocio con énfasis en la cadena de valor de transporte, con diferentes líneas ambientales, de desarrollo de software y otros.**

Finalmente es de resaltar que esta empresa logró integrar todos los niveles técnicos y profesionales en sus procesos de innovación empresarial, lo cual permite que los mismos empleados utilicen rutas para la generación y desarrollo de ideas, así como participar en actividades de levantamiento de información, formulación de los proyectos, ensayos y pruebas desde la prestación del servicio por parte de conductores, y ejercer los controles pertinentes en la implementación de dichas innovaciones para lo cual se desarrollan actividades de formación continua. Por ello, esta empresa fue catalogada como una empresa altamente innovadora por COLCIENCIAS, mediante Resolución N°. 233 Abril 4 de 2016.

9. CONCLUSIONES

La sociedad industrial ha definido unos paradigmas diferenciadores sobre la educación de los ciudadanos, por una parte, se ha establecido la formación de técnicos basándose en la tradición de maestro - aprendiz que transfiere un arte u oficio y, por otra, está el paradigma de los profesores que se “educan” para las ciencias y los puestos decisorios en las empresas. En consecuencia, estas diferenciaciones tradicionalmente han ampliado la frontera entre la ciencia y la técnica, poniendo en el hecho de la investigación la línea divisoria. Pero estas tradiciones han cambiado y la realidad económica ha permeado los sistemas, estableciendo un nuevo paradigma y logrando que el nuevo concepto de “innovación” cambie. Las teorías de sistemas de innovación conectan ambos mundos con la innovación. Ésta ya no es solo una cuestión del sistema de educación universitario tradicional, sino que también se inserta en los sistemas de formación profesional o educación técnica. En este sentido, en varios países ha habido experiencias donde la formación profesional se ha insertado en los sistemas de innovación. Al analizar estos sistemas encontramos que los técnicos del sistema de formación profesional incrementan las capacidades de innovar de las empresas y contribuyen a la generación de nuevas tecnologías. La implementación de estos sistemas más abiertos ayudan, sobre todo, a la generación de innovaciones empresariales y tecnológicas, y el fenómeno ocurre desde la formación inicial de los técnicos, hasta cuando ya ejercen su rol de empleados de nivel técnico en las empresas. Todo ello se ve potenciado con el desarrollo de la economía digital, que viene transformado a las empresas y requiere capital humano oportuno y con las competencias pertinentes para hacer frente a este mundo cambiante.

Para captar esa realidad fue necesario fijarse en este nuevo perfil de los técnicos de la formación profesional, y analizar su impacto en los sistemas nacionales de innovación en aquellos países, que como Colombia, han desarrollado un sistema en red vinculante entre los procesos de innovación de las empresas y el sistema de la formación profesional. Con el estudio de caso del SENA en Colombia se buscó observar este modelo de innovación empresarial a partir del aporte de información que proporciona el sistema y al cual se tenía un relativo fácil acceso por la condición de agente del sistema que tiene el doctorando.

Nuestro estudio supuso una recogida sistemática de la información que en diferentes países con sistemas desarrollados de formación profesional se ofrece.

Para ello se partió de los análisis cualitativos y del apoyo de la metodología de la denominada Teoría Fundamentada, que nos organizar las muchas y diferentes fuentes y usar varias técnicas de investigación, unas más cualitativas y otras más cuantitativas. Por ello, a partir del análisis de las encuestas a instructores, empresarios y aprendices, entrevistas a empresarios, gremios, directores de centros de investigación, realización de paneles con expertos y la observación a modelos de otros países, analizados el conjunto. Nos hemos servido de numerosos datos estadísticos y del procesamiento de la información histórica de los proyectos desarrollados en los Centros de Formación del SENA, de los textos que reflejaban las alianzas de empresas con dichos Centros y sus grupos de investigación aplicada, así como del estudio de la evolución de los mismos. Todo ello permitió definir como es el modelo de participación de la formación profesional en los sistemas de innovación en Colombia.

El estudio ofrece evidencias de las dinámicas de diferentes sectores como agroindustria, agropecuario, tecnologías de la información y las comunicaciones y la industria manufacturera que han liderado en Colombia la integración de los niveles técnicos de la formación en los procesos de innovación y desarrollo tecnológico. Estos fueron los sectores que permitieron a los aprendices y, en consecuencia, a los trabajadores de nivel técnico, participar en el desarrollo de innovaciones en productos, procesos y servicios en la medida en que agregaban valor gracias a sus competencias y destrezas, lo cual impactó positivamente la producción de las innovaciones, según se ha visto a lo largo del estudio de caso sobre el SENA y los posteriores informes de la OECD.

Este estudio también nos mostró cómo la formulación de políticas públicas de integración entre el sistema de formación profesional y los sistemas de innovación, sumado a la carencia de recursos para el fomento de la innovación en el sector de la ciencia y la tecnología y la existencia de un tejido empresarial conformado por micro, pequeñas y medianas empresas, condujeron a la transformación del perfil del técnico del estudiante de la formación profesional y por ende a su perfil profesional de salida. Las carencias del sistema tradicional de investigación unido a la estructura micro del tejido empresarial propiciaron que el sistema de formación profesional pudiera entrar y quedarse en el sistema de innovación.

Las primeras medidas legislativas se tomaron en el año 1991 con la expedición de la Ley 29, o Ley de Ciencia y Tecnología, y sus posteriores decretos

reglamentarios, que incluyeron el propio del SENA, como un motor de la investigación aplicada y la transferencia de tecnología. Aquel fue el punto de partida para la generación de políticas públicas en Colombia para relacionar formación e innovación, como por ejemplo los planes nacionales de desarrollo y los decretos reglamentarios complementarios de la Ley 29 (como por ejemplo el decreto específico 585), que dieron apertura a la participación del SENA en el sistema de innovación colombiano. No obstante lo anterior, el camino despejado en Colombia para el SENA, como máxima entidad con cobertura de la formación técnica, a través de sus 364 sedes en 116 Centros de Formación, también ha sido propiciado en países como Brasil con entidades con SENAI. Ambos sistemas han mirado a Alemania, cuna de la Formación Profesional y, en cierta medida a España, donde procesos de innovación aplicada se fomentaron desde el Gobierno y las diferentes comunidades autónomas.

Estas normas estrategias y programas fueron ejecutados en el caso de Colombia, a través de convocatorias públicas de proyectos dirigidas a los Centros de Formación Profesional, y otros en alianza entre estos y las empresas. La mayoría de las convocatorias tiene objetivos claros tendientes a desarrollar nuevos productos, procesos y servicios, a través de innovaciones tecnológicas y en general empresariales. Estas convocatorias no solo contemplaron el desarrollo de las innovaciones, sino también la participación de aprendices, instructores y luego trabajadores de niveles técnicos para su puesta al día y, como en todo el proceso de interacción, la generación de transferencia de conocimientos y tecnologías a las competencias del curriculum de formación técnica y a las habilidades y destrezas respectivas presentes en la educación técnica de todo estudiante. El estudio de estas convocatoria y su conocimiento directo han sido la base de información para ir reconociendo como el sistema iba cambiando y la formación profesional se encaminaba hacia el desarrollo de la capacidad de innovar.

Estudiar el caso del SENA fue pertinente, toda vez que, además de los 116 Centros de Formación Profesional, cuenta con 15 Tecnoparques o centros de innovación y prototipaje, varias tecnoacademias amén de otras características representativas del sistema de formación profesional técnica que le dan la capacidad para participar en procesos de innovación empresarial. En este proceso ha merecido una especial atención la implicación directa como financiador del SENA en el corazón del sistema de innovación: COLCIENCIAS. En el estudio hecho sobre el Sistema de Información para la

Gestión de Proyectos del SENA-SIGP se analizó un alto porcentaje de la inversión pública en innovación, proveniente del SENA, pero con recursos transferidos a COLCIENCIAS, ente rector del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. La legislación colombiana, a través de la ley 344 de 1996, indicó que el SENA debía destinar el 20% de sus ingresos para actividades de innovación y desarrollo tecnológico empresarial, como una contraprestación a las empresas que a través de aportes parafiscales (carga impositiva) financiaban la formación profesional. Esto hizo que el SENA contara con mayor presupuesto público para la innovación que el mismo COLCIENCIAS, y que además financiara convocatorias y programas de dicho departamento administrativo de la ciencia, la tecnología y la innovación, con sus propios recursos. Sin embargo, la relación no fue en lo referente a la organización de mutuo reconocimiento de las capacidades de innovación³⁰.

La formación profesional del sistema educativo, que combina conocimiento y práctica, genera competencias y cualificaciones en el trabajador-aprendiz que posteriormente llegan a la empresa donde continúa su formación y puede provocar o participar en los procesos de innovación. Las competencias desarrolladas en la Formación Profesional han permitido que la persona aplique el conocimiento que se ha generado previamente por los científicos y tecnólogos del sistema de educación superior universitaria y en los procesos de innovación empresarial. Para poder hacer esta labor en el SENA se pusieron las bases para que las capacidades de investigación e innovación entrasen en el curriculum del estudiante. Se puede hablar de un sistema de formación profesional a lo largo de la vida que combina la formación inicial con la formación continua al interior de la empresa, generando en el trabajador las competencias necesarias para desarrollar innovaciones es especialmente adecuado en cuanto al desarrollo de innovaciones en el proceso de producción.

Para que el SENA pudiera asumir esa labor en la legislación colombiana se introdujeron la características especiales que resaltan el rol de la formación

30 Es evidente que en Colombia el Sistema de Innovación fue financiado en parte por el SENA, en los últimos 10 años, no solo por la inversión hecha directamente desde la entidad, tanto en innovación empresarial, formación especializada, infraestructura tecnológica, sino por el 25% del total de la inversión que fue transferido a COLCIENCIAS como rectora de la institución del Sistema Nacional de Innovación.

profesional en el sistema de ciencia, tecnología e innovación. Este modelo permitió conseguir con cierta prontitud buenos, permanentes y sistemáticos resultados en los indicadores de innovación, generando además transferencia de conocimiento y tecnología, así como confianza en entre las empresas de la capacidad del SENA y las habilidades nuevas de sus egresados. Las entrevistas en profundidad que se hicieron a gerentes de las empresas, asociaciones y directivos del SENA muestran ese proceso que se ha dado entre 2002 y 2012. La inversión en ese período situó al SENA en el primer lugar de las entidades del Estado que invierten en Ciencia, Tecnología e Innovación. De la misma forma la infraestructura tecnológica de los Centros de Formación del SENA se vio fortalecida con la inversión hecha con los recursos destinados por Ley 344 de 1996. Gracias a este proceso se fortaleció la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación desde el trabajo de los Grupos de Investigación y Semilleros de los Centros de Formación. Revisar las capacidades de los Centros de Formación, los proyectos desarrollados internamente entre aprendices e instructores y los proyectos ejecutados por las empresas a lo largo de la historia de los programas del SENA, nos ha permitido analizar esas nuevas competencias que el sistema de educación ha especificado en la formación de los nuevos técnicos dentro del sistema de formación profesional. Se encontró una variedad muy notable de procesos que implican investigación y el desarrollo de las competencias necesarias para hacer investigación aplicada en los Centros de Formación, así como para realizar procesos de desarrollo tecnológico e innovación, con un enfoque diferente a las desarrollados en la educación universitaria.

Las nuevas competencias desarrolladas por los aprendices de la formación profesional que les acercaba a la investigación, como el análisis de datos, la indagación y el método científico en general, se vieron complementadas por otras más específicas, como prototipaje, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, el diseño industrial y la interpretación de protocolos y procedimientos así como las competencias digitales específicas para cada profesión u oficio. Estas competencias se desarrollaron a través de grupos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico formales, como los que se encontraron en el SENA en la fase inicial del trabajo de campo, y que se ratificaron en la fase de corroboración de la evolución y comprobación de la calidad de los resultados. Con esta información contrastada se pudo hacer la primera radiografía de los grupos y estructuras de investigación práctica aplicada

que se ha ido desarrollando en el entorno del SENA. Adicionalmente, los nuevos aprendices del modelo de formación profesional articulado con la innovación empresarial, también desarrollan habilidades para el apoyo a la investigación, facilitando con oficios específicos el trabajo de los Doctores investigadores de las universidades y centros de investigación, por ello, la relación del SENA con las Universidades también fue mayor. Así mismo, desarrollan habilidades para la prestación de servicios tecnológicos específicos para las empresas, como son el prototipaje, la consultoría, el emprendimiento y las asistencias técnicas.

El estudio de caso del Sistema de Formación Profesional del Colombia permitió analizar la evolución en la incorporación de los procesos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en los programas de formación profesional de nivel técnico y tecnológico enfocado a las ocupaciones. Se encontró la existencia de varios programas y proyectos específicos, la prestación de servicios tecnológicos, el apoyo a las empresas con recursos para sus proyectos y el desarrollo mismo de proyectos en el marco de la estrategia de aprendizaje de formación por proyectos. La concepción de que sólo el Sistema Universitario aporta a la ciencia y la tecnología procesos de innovación empezó a cambiar, desarrollándose nuevos entornos en la formación profesional gracias a los modelos como SENAI en Brasil en articulación con los Centros Fraunhofer Alemanes, la Asociación de Community Colleges de Canadá y el caso de este proyecto: El Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia- SENA.

Otra conclusión importante es que los instructores de la formación profesional se han empoderado al mostrar su valía en los procesos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, generando una nueva percepción de sí mismos y de su rol como formadores. En este sentido, la presente investigación ha indagado en todo tipo de publicaciones de los instructores, tanto en revistas, periódicos y libros físicos, como a través de herramientas virtuales como blogs y revistas en línea. A su vez, estos formadores han sido claves en la creación de los grupos de investigación y semilleros con estudiantes. Se encontraron centros de formación con instructores que cuentan con temáticas de investigación bien definidas y líneas de trabajo consolidándose para desarrollar un trabajo de investigación con las empresas.

Este estudio también detectó, a través de las entrevista, un cambio de percepción que se ha generado a partir de este nuevo modelo de participación de la

formación profesional en los sistemas de innovación por parte de los empresarios, gremios empresariales, tomadores de decisiones de política pública y directores de centros de investigación. Las empresas colombianas, los gremios y las entidades de conocimiento reconocen el rol relevante de los técnicos y tecnólogos en su proceso de innovación empresarial. Pero su consideración es que el proceso no está concluido y que sería necesario seguir fortaleciendo las competencias sociales relacionadas con: la gestión de proyectos, el desarrollo tecnológico, el trabajo en equipo y los procesos de creatividad. Sin embargo, nuestras entrevistas revelaron que algunas empresas aún consideran a los técnicos como apoyo o ayudantes de los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación. Son empresas que no distinguen entre las competencias del profesional universitario y las del técnico y tecnólogo en el proceso. Por su parte, las empresas del sector de las TIC y la Industria manufacturera reconocen la fortaleza de los técnicos en los procesos de prototipaje, desarrollo tecnológico y validación tecnológica. En general, todas las empresas señalaron que se requiere fortalecer las competencias básicas en matemáticas y lenguaje en los técnicos, para incrementar su valor agregado en los procesos de innovación empresarial. La percepción del SENA y su aporte a los procesos de innovación también salió como positiva, y a criterio de los empresarios ha mejorado en los últimos diez años, contribuyendo a los procesos de innovación empresarial.

En resumen, la principal conclusión de este estudio doctoral es que la generación de normas, políticas de fomento y la ejecución de programas y proyectos específicos que integran el sistema de formación profesional con el sistema nacional de innovación, generan impactos positivos en la capacidad de innovar de las empresas y como consecuencia el incremento de innovaciones de productos, procesos y servicios. Pero para que ello sea efectivo se ha requerido la transformación de los currícula de la formación profesional, incluyendo nuevas competencias sociales a desarrollar a través de la investigación formativa, competencias digitales específicas, pero sobre todo en el desarrollo de proyectos de innovación empresarial y desarrollo tecnológico capaces de generar innovaciones de proceso en las empresas.

Para finalizar, queremos mostrar que el modelo de participación de la formación profesional en los sistemas de innovación funciona como un círculo virtuoso (tabla 19) que parte del desarrollo de conocimientos y tecnologías específicas, sumado a las competencias sociales desarrolladas desde que se es aprendiz, pasa

por la generación de soluciones de problemas específicos de la empresa que al ser puestos en práctica generan innovación. Esta innovación a su vez es transferida como tecnología a la formación profesional técnica, iniciando nuevamente el círculo.

Bibliografía

Arrow, K. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*. 29, (3), 155-173.

Banco Mundial. (2015). *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Bogotá: Banco Mundial.

BOE. (2011). Convocatoria de Innovación Aplicada para la Formación Profesional. *Boletín Oficial del Estado de España*. 100, 27 de abril. Madrid: España.

Callon, M., Larédo, P. y Mustar, P. (1994). Panorama de la ciencia francesa. *La Recherche*. 25, 378-383.

Campillo Díaz, M., Sáez Carreras, J. y Del Cerro Velázquez, F. (2006). El estudio de la práctica y la formación de los profesionales: un reto a las universidades. *Revista de Educación a Distancia, Docencia universitaria en la sociedad del conocimiento RED-DUSC*. 6, 1-23.

Castells, M. (2010). *The rise of network society (Segunda Edición)*. Oxford: Blackwell.

CEDEFOP. (2008). *Habilidades y competencias del siglo 21 para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OECD*. Madrid: OECD-Instituto de Tecnologías Educativas.

CEPAL. (1996). *Programas de Formación para el Trabajo, sugerencias para el caso uruguayo*. Comisión económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Montevideo: CEPAL.

Chesbrough, H. (2006). *The new imperative for creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.

CNA. (2006). *Lineamientos para acreditación de alta calidad de programas*. Bogotá: Consejo Nacional de Acreditación.

Comisión Europea- EUROSTAT. (2013). Estadísticas EUROSTAT. Estudiantes de formación profesional. Bruselas: EUROSTAT.

Congreso de la República de Colombia. (1990). Ley 29, por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. Diario Oficial. 27 de febrero. Bogotá: Diario Oficial.

Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 119, por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2.149 de 1992 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial, 41.216, 9 de febrero. Bogotá: Diario Oficial.

Congreso de la República de Colombia. (1996). Ley 344, por la cual se dictan normas tendientes a la racionalización del gasto público, se conceden unas facultades extraordinarias y se expiden otras disposiciones. Diario Oficial 42.951, 27 de diciembre. Bogotá: Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2003). Ley 812, por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario. Diario Oficial, 45.231, 26 de junio. Bogotá: Diario Oficial.

Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 1.151, por medio de la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo. Diario Oficial, 46.700, 24 de julio. Bogotá: Diario Oficial.

CONPES. (2010). Documento de Política sobre Capital Humano. CONPES - Consejo Nacional de Política Económica y Social, sobre Capital Humano. Bogotá: Presidencia de la República de Colombia.

DNP, Departamento Nacional de Planeación. (2011). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 prosperidad para todos. Bogotá: DNP.

Donoso, S. y Corbalán, O. (2012). Formación técnica y aseguramiento de la calidad: enfoque de desarrollo de competencias. Cuaderno de Pesquisas, 42, (146), 612-639.

Durán. (2012). Menos doctores, mayores destrezas. Tesis de Maestría. Bogotá: Universidad de los Andes.

E, F. S. (1996). Innovación, Tecnología y alianzas estratégicas. Madrid: Civitas.

Edquist, C. (1997). Systems of innovation: Technologies, Institutions, and Organizations. London: Pinter /Cassell.

European Commission. (2004). Innovation Management and the Knowledge - Driven Economy. Bruselas: EC.

Freeman, C. (1995). The national system of innovation in historical perspective. Cambridge Journal of Economics, 19, 5-24.

Freeman, R. B. (1976). The overeducated American. New York: Academic Press.

Gomendio, M. (2015). La Formación Profesional en España. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Gómez, M. (2012). Informe de gestión del conocimiento SENA 2012. Bogotá: SENA.

Homs, O. (2008). La formación profesional en España. Colección de estudios sociales, 25, Barcelona, España: La Caixa.

ICONTEC. (2008). Norma Técnica Colombiana NTC5800. Gestión de Investigación, Desarrollo e Innovación- Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I. Bogotá: ICONTEC.

Inciarte González, A. y Canquiz Rincón, L. (2009). Una concepción de formación profesional integral. Revista de Artes y Humanidades UNICA, 10, (2), 38-61.

Integra S.A. (2017). Página oficial de la empresa Integra. www.integra.com.co [revisado enero 2017]

Johansson, F. (2005). El Efecto Medici, Percepciones rompedoras en la intersección de ideas. Barcelona: Deusto.

Kline, S. y Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation, en R. Landau y N. Rosenberg (ed.), *The Positive Sum Strategy, Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academy Press, 275-305.

List, F. (1841). *The National System of Political Economy*. Edición de 1909. London: Longmans, Green and Co.

López, O., Blanco, M. y Guerra, S. (2009). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 2, (5), 251-264.

Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22, 3-42.

Lugo Silva, C. (2013). Análisis del entorno tecnológico y de innovación de la formación técnica y tecnológica en Colombia: un estudio cualitativo para fundamentar la teoría del nuevo entorno tecnológico y de innovación de la formación profesional. *ArtefaCTos*, 6, (1), 5-38.

Lugo Silva, C. y Silva Ferro, M. (2012). Informe de estado de la investigación aplicada en el SENA. Bogotá: SENA.

Lundvall, B. (1992). *National system of innovation towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers.

Madonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. *Laurus revista de educación*, 14, (28), 158-180.

Marquis, D. (1969). The Anatomy of Successful Innovations, *Innovation*, 7, 28-37.

Martínez Usarralde, J. (2002). *Historia de la Formación Profesional en España*. Valencia: Ed.Láutoria Universidad de Valencia.

Medina, C. y Posso, C. (2011). *Technical Change in the Colombian Labor Market*. Bogotá: Banco de La República.

Milbergs, E. (2005). *Innovation Ecosystems*. <http://www.accinnov.com/>

<http://innovate.typepad.com/about.html> [revisado enero 2017]

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2015. Bogotá: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación Nacional. (2008). Orientaciones Generales para la educación en tecnología Guía 30. Bogotá: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación Nacional. (2015). Estadísticas de Educación Superior. <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212350.html> [revisado enero 2017]

Ministerio de Educación Nacional. (2017). Centro Virtual de Noticias del Ministerio de Educación. Centro Virtual de Noticias. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-307852.html> [revisado enero 2017]

Ministerio de la Protección Social. (2004). Decreto 249, por el cual se modifica la estructura del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Bogotá: MPS.

Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, Ministerio de Educación. (1991). Decreto-Ley 585, por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - Colciencias - y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial, 39.702, Bogotá: Diario Oficial.

Nelson, R. y Phleps, E. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 51, (2), 69-75.

Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia. (2012). Indicadores de Ciencia y Tecnología 2012. Bogotá: Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia.

OCDE. (2012). Documento sobre estado de la educación superior en Colombia. Bogotá: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE.

OCDE. (2013). Documento sobre políticas de innovación en Colombia. Bogotá: OCDE.

OCDE, CAF, CEPAL. (2014). Perspectivas económicas de América Latina 2015: Educación, Competencias e Innovación para el Desarrollo. Santiago de Chile: CEPAL

OCDE, CAF, CEPAL. (2015). Perspectivas económicas de América Latina 2016, hacia una nueva asociación con China. Santiago de Chile: CEPAL

OEA. (2006). Actas de la Asamblea General de la OEA sobre la sociedad del conocimiento. Washington: OEA

OECD. (2016). Revisión de Políticas Públicas de Educación - La Educación en Colombia. Bogotá: OECD/ Ministerio de Educación Nacional.

OIT, (1939). Recomendación 57 de 1939. Ginebra: OIT.

OIT. (1994). Decisión 195 sobre Desarrollo de Recursos Humanos. Ginebra: OIT.

OIT. (2005). Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones. <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/> [revisado enero 2017]

OIT-CINTERFOR. (2006). Capítulo II. El enfoque integrador de la formación profesional en sus dimensiones laboral, tecnológica y educativa. En OIT-CINTERFOR, Calidad, pertinencia y equidad, un enfoque integrado de la formación profesional, 90-101. Montevideo: OIT- CINTERFOR.

Ondategui Rubio, J. y Belinchon, J. L. (2005). Competitividad y Sistemas de Innovación. *Madri+d*, <http://www.madrimasd.org/revista/revista28/tribuna/tribuna2.asp> [revisado enero 2017].

Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (2017, 05 22). 59 años de Historia del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. <http://www.oiss.org/59-anos-de-Historia-del-Servicio.html> [revisado enero 2017].

Patel, P. y Pavitt, K. (1994). The nature and economic importance of national innovation systems. *STI Review*, 14, 9-32.

Penagos- Cruz, G. (2015). Desde los proyectos de aula hacia la investigación formativa: un reto de la docencia en la educación superior. *Rastros Rostros*, 17, (31), 105-109.

Rauner, F. y Maclean, R. (2008). *Handbook of Technical and Vocational Education and Training Research*. Bonn: Springer.

RICYT, OEA, OCYT, COLCIENCIAS. (2001). *Manual de Bogotá, Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: RICYT, OEA, OCYT, COLCIENCIAS.

Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94, (5), 1002-37.

Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11, (1), 7-31.

Saavedra, J. E. y Medina, C. (2012). *Formación para el Trabajo en Colombia*. Borradores de Economía, 740, 1-57.

Sánchez, E. F. (1996). *Innovación, Tecnología y Alianzas Estratégicas*. Madrid: Civitas.

Schumpeter, J. (1942). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

SENA. (2013). *Proyecto Educativo Institucional del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*. Bogotá: SENA.

SENA. (2017a). *Misión y Visión SENA*. <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/misionVision.aspx> [revisado enero 2017].

SENA. (2017b). Blog corredores tecnológicos. Convocatoria Corredores Tecnológicos: <http://convocatoriactb.blogspot.com.co/> [revisado enero 2017].

SENATI. (2013). SENATI. www.senati.edu.pe [revisado enero 2017].

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing. Boston: Sage publications. Inc.

UNESCO . (2017). ¿Qué es la EFTP?

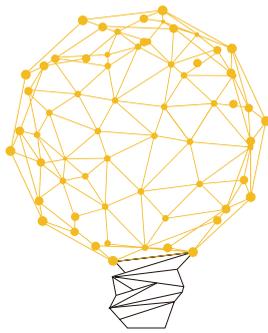
<http://www.unevoc.unesco.org/go.php?q=Que+es+la+EFTP> [revisado enero 2017].

UNESCO. (2005). Guía para la Recogida e Interpretación de los Datos sobre Innovación Manual de Oslo. Oslo: OECD.

Vargas Yara, G., Correa, S. y Lugo, C. (2012). Análisis de la inversión de ley 344 de 1996 en el SENA 2012. Bogotá: SENA.

Vargas, G. (2012). Documento Base I+D+I en el SENA. Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Bogotá: SENA.

Villamil, J. A. (2012). Informe sobre la Gestión del Conocimiento en el SENA. Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Bogotá: SENA.



Los técnicos de la innovación
Carlos Lugo Silva. 2018

ISBN: 978-958-48-4607-5



9 789584 846075