

**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE  
CONOCIMIENTO EN UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN A PARTIR DE  
INFORMACIÓN DE PATENTES**

**CÉSAR ALEJANDRO DEL VALLE PULGARÍN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA  
MEDELLÍN  
2018**

**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE  
CONOCIMIENTO EN UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN A PARTIR DE  
INFORMACIÓN DE PATENTES**

**CÉSAR ALEJANDRO DEL VALLE PULGARÍN**

**Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gestión Tecnológica**

**Director  
JAVIER DARÍO FERNÁNDEZ LEDESMA  
PhD. en Ingeniería Electrónica**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN TECNOLÓGICA  
MEDELLÍN  
2018**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma**  
**Nombre:**  
**Presidente del jurado**

---

**Firma**  
**Nombre:**  
**Jurado**

---

**Firma**  
**Nombre:**  
**Jurado**

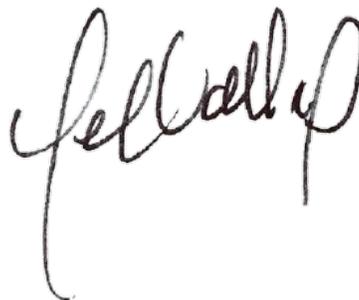
**Medellín, 25 de noviembre de 2018**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Medellín, 25 de noviembre de 2018

César Alejandro del Valle Pulgarín

Declaro que esta tesis no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'César del Valle Pulgarín', written in a cursive style.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al profesor Javier Darío Fernández Ledesma por compartir su valioso conocimiento y experiencia para orientar y guiar el logro de este proyecto de investigación

A la Universidad Pontificia Bolivariana por brindarme los medios para seguir avanzando en mi formación académica.

A todos aquellos que me extendieron su apoyo y conocimiento para ayudarme a conseguir tan importante logro académico

## CONTENIDO

1. RESUMEN .....	11
2. INTRODUCCIÓN .....	12
3. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. LA CREACIÓN DE CONOCIMIENTO .....	16
3.1.1. DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	18
3.1.1.1. Conocimientos tácito y explícito.....	18
3.1.1.2. Conocimiento explícito: patentes de invención .....	20
3.1.1.3. Modelo SECI.....	24
Socialización.....	25
Exteriorización .....	25
Combinación.....	26
Interiorización .....	26
3.1.2. DIMENSIÓN ONTOLÓGICA .....	27
3.1.2.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación .....	28
COLCIENCIAS .....	28
El modelo de medición de grupos.....	29
3.1.2.2. Nivel organizacional – Las Instituciones de Educación Superior (IES) 31	
3.1.2.3. Grupo de investigación .....	33
3.1.2.4. Investigadores .....	34
3.2. ANTECEDENTES.....	36
3.2.1. Creación de conocimiento patentado en los grupos de investigación de las IES en Colombia .....	36
4. PROBLEMA .....	43
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	44
6. HIPÓTESIS .....	45
7. OBJETIVOS .....	45
7.1. Objetivo General.....	45
7.2. Objetivos Específicos.....	45
8. METODOLOGÍA.....	46
8.1. DISEÑO DEL INSTRUMENTO .....	49
8.2. OBTENCIÓN DE LOS DATOS .....	52
8.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS .....	53
8.3.1. Actividades de creación de conocimiento .....	58
8.3.1.1. Socialización.....	58
8.3.1.2. Exteriorización .....	61
8.3.1.3. Combinación.....	64
8.3.1.4. Interiorización .....	66
8.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO .....	69
9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	80
10. CONCLUSIONES .....	85

11.	REFERENCIAS.....	87
12.	ANEXOS.....	91

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interrelación de los conceptos trabajados.....	16
Figura 2: Modelo SECI de creación de conocimiento .....	24
Figura 3: Niveles ontológicos del modelo de creación de conocimiento en las IES .....	27
Figura 4: Datos de la muestra por área de conocimiento y clasificación del grupo	53
Figura 5: Distribución de los resultados según categoría .....	54
Figura 6: distribución de los resultados según el rol del investigador .....	55
Figura 7: Producción total por tipo de producto de la muestra.....	56
Figura 8: Productos por investigador .....	56
Figura 9: Diagrama de cajas de la producción total de artículos .....	56
Figura 10: : Diagrama de cajas de la producción total de patentes .....	56
Figura 11: Diagrama de cajas de la producción de artículos según categoría de los investigadores.....	57
Figura 12: Diagrama de cajas de la producción de patentes según categoría de los investigadores.....	57
Figura 13: Dedicación a la investigación por categoría del investigador.....	58
Figura 14: gráfico de cajas variables socialización .....	59
Figura 15: ¿Con base a qué información se identifican necesidades o problemas para investigar? .....	60
Figura 16: ¿En qué fase del proceso de investigación usa patentes de invención como fuente de información?.....	60
Figura 17: En las reuniones del grupo para desarrollar proyectos, se presentan temas de patentes .....	61
Figura 18: ¿Qué tan importante considera para el grupo tener patentes?.....	61
Figura 19: gráfico de cajas variables exteriorización .....	62
Figura 20: ¿Qué tipo de información técnica usa para justificar el problema de investigación? .....	63
Figura 21: ¿Qué información técnica se incluye en el estado del arte?.....	63
Figura 22: ¿Qué bases datos de las siguientes usa? .....	63
Figura 23; ¿Califique el porcentaje de uso de información de patentes para el proceso de investigación? .....	63
Figura 24: gráfico de cajas variables combinación .....	65
Figura 25: En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes .....	65
Figura 26: ¿Cuántos resultados de investigación se convirtieron en patentes (%)? .....	66
Figura 27: ¿Por qué los resultados de investigación no se convirtieron en patentes? .....	66
Figura 28: gráfico de cajas variables interiorización .....	67

Figura 29: ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación? .....	68
Figura 30: ¿Qué conocimiento tiene de patentes? .....	68
Figura 31: ¿Desde hace cuando usa patentes para el proceso de investigación? .....	68
Figura 32: Esquema de clasificación de técnicas multivariadas. ....	70
Figura 33: Distribución de valores factor reducido Socialización .....	81
Figura 34: Normal de regresión socialización .....	81
Figura 35: Distribución de valores regresión factor reducido Exteriorización.....	82
Figura 36: Normal de regresión exteriorización .....	82
Figura 37: Distribución de valores regresión factor reducido interiorización .....	83
Figura 38: Normal de regresión interiorización .....	83
Figura 39: Distribución de valores regresión factor reducido combinación .....	84
Figura 40. Normal de regresión combinación .....	84

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Variables del instrumento aplicado .....	13
Tabla 2: Conocimiento explícito resultado de la creación de conocimiento de los grupos.....	19
Tabla 3: Tipos de productos de propiedad intelectual.....	21
Tabla 4: Requisitos de patentabilidad.....	22
Tabla 5: Partes de una patente.....	23
Tabla 6: Definiciones del modelo de medición de grupos de COLCIENCIAS.....	30
Tabla 7: Declaración de intención como creadoras de conocimiento en política institucional.....	32
Tabla 8: Productos de creación de nuevo conocimiento.....	33
Tabla 9: Categorías de investigadores. Modelo de medición de grupos.....	34
Tabla 10: Comparación de resultados de trabajos investigativos .....	39
Tabla 11: Publicaciones científicas .....	43
Tabla 12: Población objetivo y muestra de grupos de investigación.....	48
Tabla 13: Grupos encuestados de la muestra .....	48
Tabla 14: Productos de los grupos de la población objetivo .....	50
Tabla 15: Variables y preguntas del instrumento desarrollado .....	51
Tabla 16: Clasificación de los grupos de la muestra.....	54
Tabla 17: estadísticos descriptivos socialización.....	58
Tabla 18: Estadísticos descriptivos exteriorización.....	61
Tabla 19: estadísticos descriptivos combinación .....	64
Tabla 20: estadísticos descriptivos interiorización .....	67
Tabla 21: Datos cuantificados de respuestas a encuesta.....	70
Tabla 22: matriz de correlación variables socialización .....	72
Tabla 23: matriz de correlación variables exteriorización .....	72
Tabla 24: matriz de correlación variables interiorización .....	73
Tabla 25: matriz de correlación variables combinación .....	73
Tabla 26: Valores de % de varianza de los datos de las variables reducidas.....	73
Tabla 27: Constructos definidos en la reducción de dimensiones .....	74
Tabla 28: ANOVA Socialización regresión multivariada .....	75
Tabla 29: ANOVA exteriorización regresión multivariada .....	75
Tabla 30: ANOVA interiorización regresión multivariada .....	76
Tabla 31: ANOVA combinación regresión multivariada .....	76
Tabla 32: Matriz de correlación de Pearson factores 1 y 3.....	77
Tabla 33: Matriz de correlación de Pearson factores 2 y 4.....	77
Tabla 34: Correlación bi-variada constructo socialización .....	78
Tabla 35: Correlación bi-variada constructo interiorización .....	78
Tabla 36: Correlación bi-variada constructo exteriorización .....	79

## 1. RESUMEN

El proyecto de investigación consistió en un estudio de carácter descriptivo, con enfoque mixto, en donde se propuso desarrollar una metodología que permitiera usar efectivamente la información presente de las patentes de invención durante el proceso investigativo de algunos grupos de las IES, clasificados según el modelo de COLCIENCIAS y según características del modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999).

El proceso investigativo propuesto se realizó en cuatro etapas, inicialmente se desarrolló una caracterización de los grupos, así como una descripción de cómo crean el conocimiento según el modelo SECI (Nonaka & Konno, 2000), usando la información de patentes. A partir de la toma de datos y a través de encuestas estructuradas, en una muestra de grupos de investigación que cumplieran con los criterios de inclusión y que pudieran ser medidos e intervenidos, se realizaron los respectivos análisis cualitativos y cuantitativos, usando principalmente técnicas multivariadas que permitieran definir los elementos de la metodología desarrollada para su implementación.

### **Palabras clave:**

#### **Español**

Creación de conocimiento, SECI, grupos de investigación, patentes, COLCIENCIAS

#### **Inglés**

Knowledge creation, SECI, research group, patents, COLCIENCIAS

## 2. INTRODUCCIÓN

Las Instituciones de Educación Superior (en adelante IES) son entes que hacen parte del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia (SNCTI) y se reconocen dentro de este como organizaciones intensivas en conocimiento, que entre sus funciones sustantivas se encuentra la generación de conocimiento a través de la investigación. Dado lo anterior, ha surgido la necesidad al interior de las IES de gestionar el conocimiento que allí se genera. Es por esto que en el área de la gestión tecnológica se han venido desarrollando trabajos investigativos que permitan optimizar los procesos de creación de conocimiento de las IES, mediante metodologías y herramientas como por ejemplo los desarrollados por Mejía (2007); Gaviria, Mejía y Henao (2007); Guevara, Lara y Moque (2012) y García y Gómez (2015), entre otros.

El trabajo investigativo aquí presentado continúa con esta línea de estudio, específicamente alrededor de la gestión del conocimiento en los grupos de investigación, enmarcando el proceso de creación de conocimiento al interior de estos bajo el modelo de creación de conocimiento organizacional de Nonaka y Takeuchi (1998), en cual se desarrolló una propuesta metodológica que permite optimizar la generación de nuevo conocimiento patentable de los grupos de investigación de las IES. Esta metodología comprende una herramienta para la adquisición de datos de los investigadores y grupos, diseñada para diagnosticar mediante la aplicación de métodos estadísticos descriptivos y multivariados el potencial de generación de patentes, identificando en las cuatro actividades de creación de conocimiento del modelo; socialización, exteriorización, combinación e interiorización (En adelante SECI) (Nonaka & Konno, 2000) el uso y apropiación de información técnica de patentes de invención. Adicional a que esta metodología puede resultar útil para las IES como herramienta de diagnóstico y para la gestión de la investigación, el trabajo busca principalmente responder a la pregunta de investigación ¿la actividad investigativa de los grupos de las IES en Colombia se puede describir como un proceso de creación de conocimiento desde el modelo SECI (Nonaka & Konno, 2000) que favorece la generación de conocimiento patentable?

Para responder a la pregunta de investigación se parte de la revisión de los antecedentes investigativos previos, en los cuales se examinan los aspectos teóricos de la creación de conocimiento en los grupos y si estos se pueden relacionar con el modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1998). Allí se analizaron diferentes estudios aplicados a grupos de investigación de IES del Municipio de Medellín, que sirven para identificar los aportes que desde el presente trabajo se pueden hacer para ese marco teórico. Adicionalmente, se mira dentro del contexto colombiano como está estructurado el SNCTI y como se insertan en este los grupos de investigación de las IES. En esta inserción juega un papel importante COLCIENCIAS, como ente regulador de la ciencia y la tecnología en el país y como

principal actor del SNCTI. Por esto, es clave entender ciertos aspectos de las variables e indicadores que se generan desde el modelo de medición de grupos que administra COLCIENCIAS, porque con base a este se definen también algunas variables y aspectos a medir del instrumento diseñado para el desarrollo de la investigación. Desde los aspectos teóricos del estudio también resulta importante explicar los conceptos, en que se basa el presente estudio, del modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1998). Se analizan las actividades de creación de conocimiento, la dualidad del conocimiento como tácito y explícito, esto en la dimensión epistemológica, así como también los actores de la dimensión ontológica, ambas dimensiones configurando la espiral del conocimiento.

Con base en el análisis teórico se desarrolló el instrumento que comprende dos partes: La primera parte está definida por datos cuantitativos de la productividad y del modelo de medición de grupos de COLCIENCIAS, de los cuales se tomaron 6 variables; la segunda parte está definida por 15 variables distribuidas para las 4 actividades de creación de conocimiento del modelo SECI (Ver Tabla 1). El instrumento se aplicó a una muestra real sobre 24 investigadores de grupos de dos IES del municipio de Medellín.

Tabla 1: Variables del instrumento aplicado

<b>Datos de productividad</b>	<b>Variable</b>
<b>Grupo</b>	Categoría del grupo
<b>Investigador</b>	Categoría del investigador
	Formación académica
	Rol en el grupo
	Tiempo de dedicación a la investigación
	Productos
<b>Actividad modelo SECI</b>	<b>Variable</b>
<b>Socialización</b>	Identificación de necesidades para la investigación
	Planeación de la I+D
	Compartir en grupo
	Alineación del grupo en sus objetivos
<b>Exteriorización</b>	Búsqueda y captura de información
	Definición del estado del arte
	Definición de temas claves a responder
	Manejo de fuentes para responder a preguntas clave
	Dedicación a consulta de bases de datos
<b>Interiorización</b>	Know how de patentes
	Experiencia y conocimiento acumulado en patentes
	Apropiación de conocimiento de patentes para la investigación

<b>Combinación</b>	Presentación de resultados
	Creación de nuevos conceptos inventivos
	Formas de generación de nuevos conceptos inventivos

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos mediante el instrumento se realizaron análisis estadísticos descriptivos para la caracterización de los grupos de investigación y para observar tendencias, que permitan describir el proceso de creación de conocimiento de los grupos según el modelo SECI. Adicionalmente, con las variables de la segunda parte del instrumento se aplicaron métodos multivariados para la reducción de dimensiones, con el fin de aplicar otros métodos de regresión y de análisis de varianzas, que permitieran observar la correlación de cada una de las actividades de creación de conocimiento con la generación de patentes. Luego de los análisis estadísticos se pudo determinar cuáles son las actividades que favorecen a la generación de patentes de investigación y sobre cuales se deben implementar estrategias para potencializar aún más la generación de este conocimiento explícito.

Lo anterior configuró una metodología como aporte principal del trabajo de investigación desarrollado, que permitirá a los grupos de investigación de cualquier IES identificar oportunidades de mejora sobre las capacidades para desarrollar patentes de invención, como principal insumo para la transferencia tecnológica y la innovación. Esta metodología también podría abrir nuevos caminos hacia el desarrollo de estudios que involucren nuevas herramientas que ayuden al fortalecimiento de las actividades de creación de conocimiento débiles en la generación de patentes. De igual forma se pueden explorar trabajos futuros en los cuales la metodología se pueda aplicar para el análisis de otros productos de generación de nuevo conocimiento, diferentes a patentes de invención o artículos resultados de investigación.

### 3. MARCO TEÓRICO

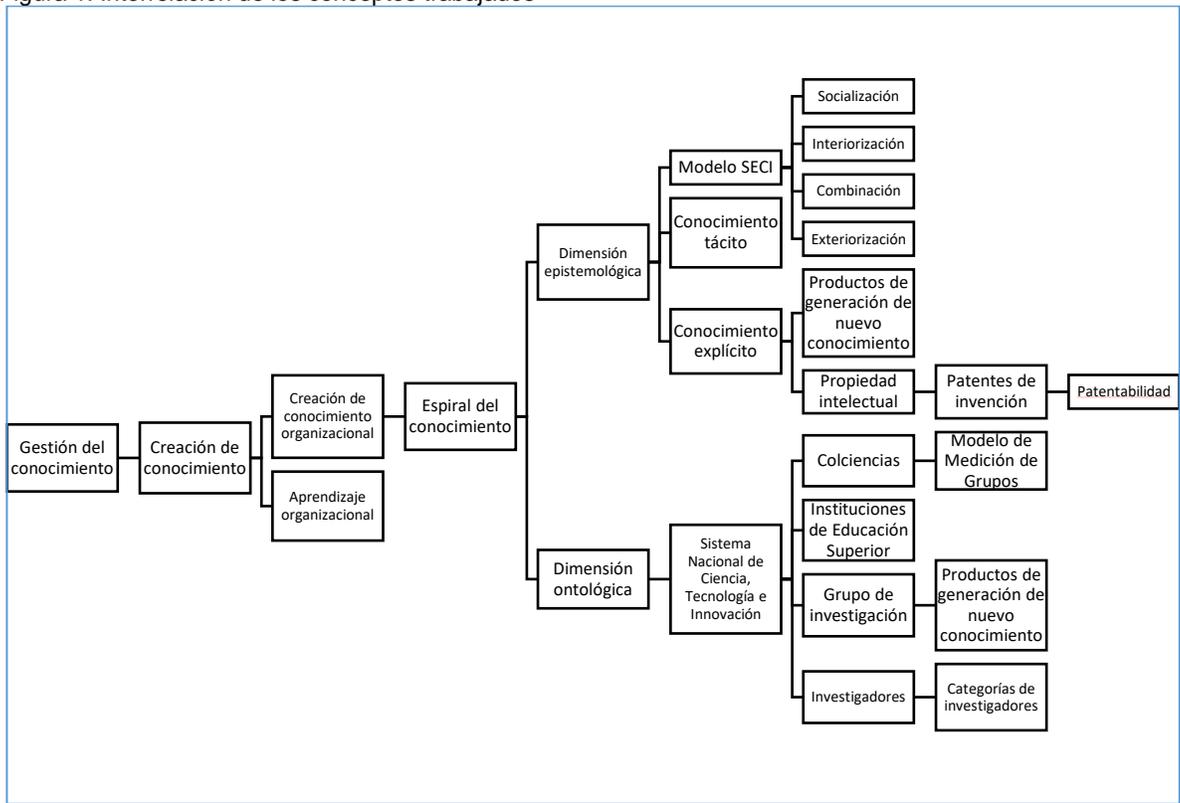
El presente trabajo investigativo se enmarca en la gestión del conocimiento, pero principalmente en la creación de conocimiento organizacional, el cual definiremos como el proceso por medio del cual se crea conocimiento en la organización, desde las personas, hacia los grupos, de manera dinámica y que genera innovación (Nonaka & Takeuchi, 1995). Este enfoque seleccionado se basa en la Teoría de Creación de Conocimiento Organizacional de Nonaka y Takeuchi (1995), la cual no se centra en el estudio del conocimiento como pueden ser analizados desde la perspectiva humanista de la filosofía o la psicología conductual, sino desde una perspectiva administrativa y empresarial según el enfoque Schumpeteriano, en cómo en cierto contexto específico el conocimiento que se crea conlleva a la transferencia de tecnología y a un proceso de innovación continua. Con el fin de contextualizar al lector en el marco de la teoría dentro de la cual se desarrolla el trabajo investigativo, en el presente capítulo se describirán los conceptos usados y se referenciarán otros trabajos investigativos que abordan aspectos del problema de investigación y contribuyen a dar respuesta a este.

Para desarrollar el tema del presente trabajo investigativo es importante explicar los conceptos del modelo SECI de la teoría de creación de conocimiento de Nonaka, Toyama y Konno (2000), modelo bajo el cual se desarrolla este estudio. Se trabaja con base al supuesto de la creación de conocimiento organizacional en los grupos de investigación porque las IES se reconocen como organizaciones intensivas en conocimiento que desarrollan prácticas de gestión de conocimiento (Gaviria, Mejía-Correa & Henao, 2007; García-Alsina & Gómez-Vargas, 2015) y en las cuales se pueden identificar cada una de las actividades de creación de conocimiento (Mejía-Correa, 2007). De igual forma también algunos conceptos de la gestión del conocimiento, otros modelos y cómo están categorizadas las diferentes teorías y en cuál de ellas encaja el objeto de estudio del presente trabajo. Con base a estos conceptos podremos entender la dimensión epistemológica del modelo

Adicionalmente, se incluye también en este marco teórico aspectos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, su modelo de medición de grupos, y cómo a partir de esto, las IES crean conocimiento a través de sus procesos de investigación. El entendimiento de estos componentes nos ayudará a comprender el proceso de creación de conocimiento en la dimensión ontológica dentro del entorno de estudio.

Para una mejor comprensión del marco teórico, se presenta de manera esquemática la relación de cada uno de los conceptos abordados en el desarrollo del presente trabajo investigativo. (Ver Figura 1)

Figura 1: Interrelación de los conceptos trabajados



Fuente: Elaboración propia

### 3.1. LA CREACIÓN DE CONOCIMIENTO

El conocimiento se convirtió en el centro de los modelos y estrategias empresariales cuando se identificó como un elemento importante en la creación de valor en las organizaciones. Como lo definiría Teece (1998), este hace parte de las capacidades dinámicas que necesitan desarrollar las empresas para destacarse en un entorno de competencia basada en la innovación. Bajo este enfoque, el conocimiento es visualizado como un recurso que se debe gestionar para fomentar la innovación, pero más importante aún es el proceso para crearlo en un entorno organizacional.

El establecimiento y sostenimiento de un proceso continuo de creación de conocimiento genera capacidades que aportan al desarrollo de ventajas competitivas, agrega valor a la organización y proporciona liderazgo en el mercado (Teece, 1998). Esta acción de creación de conocimiento en las organizaciones es definida también por algunos autores como aprendizaje organizacional (Kim, 1997; Argote & Miron-Spektor, 2011), entre otros.

El abordaje de la creación de conocimiento desde la perspectiva de aprendizaje organizacional (organizational learning) como lo plantea Argote y Miron-Spektor (2011), define a este como un proceso que traduce la experiencia en conocimiento. Más específicamente, define al aprendizaje organizacional como el cambio del conocimiento que posee la organización y sus individuos y que ocurre en función de la experiencia (Argote & Miron-Spektor, 2011). El conocimiento en el aprendizaje organizacional incluye al conocimiento declarativo o los hechos, y el conocimiento de procedimiento que comprende las habilidades, rutinas y know-how (Argote & Miron-Spektor, 2011). El aprendizaje entonces, es la actividad más importante y su repetición habilita el perfeccionamiento y la creación de una mayor base de conocimiento (Tecce, 1998). Así mismo, de igual forma que la teoría de Argote y Miron-Spektor (2011), el modelo de Nonaka y Takeuchi (1995) también incluye dos dimensiones del conocimiento: el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. No obstante, a pesar de que el enfoque de Nonaka y Takeuchi (1995) diferencia al conocimiento organizacional del aprendizaje organizacional, ambos modelos coinciden en dos aspectos importantes en la creación de conocimiento: la dualidad del conocimiento en sus dos dimensiones, tácito y explícito o declarativo y de procedimiento; y que la creación de conocimiento en las organizaciones depende y es tarea de las personas, y este se transfiere a distintos niveles grupales, organizacionales y del entorno. Pese a que los conceptos en los cuales se basan estos dos enfoques son cercanos, abordaremos la creación de conocimiento en las organizaciones desde la perspectiva de Nonaka y Takeuchi (1995) en *la organización creadora de conocimiento* y no desde el aprendizaje organizacional.

Para esto definiremos la creación de conocimiento organizacional como el proceso dinámico de interacción de los conocimientos tácito y explícito, que se materializan en forma de nuevos productos, servicios o sistemas, por las acciones de las personas para crear conocimiento a través de las cuatro formas de transformación del conocimiento (Modelo SECI), y que se disemina hacia los grupos, la organización y el entorno. Esta teoría consta de dos dimensiones de la creación de conocimiento organizacional; la dimensión epistemológica y la dimensión ontológica. Estas dimensiones son el centro del modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995), que está fundamentada en la teoría de la *dimensión tácita del conocimiento* del filósofo Michael Polanyi (1967). Esta última teoría explica la dimensión epistemológica del modelo de estudio.

La dimensión epistemológica se basa en el ser y como este interactúa con sus pares y grupos, en donde se dialoga, se intercambia información y se crean nuevas experiencias. Esto demuestra que, aunque el enfoque del estudio de las ventajas competitivas en innovación está en el conocimiento organizacional, este no se puede crear sin la iniciativa de las personas y su interacción con los distintos niveles ontológicos. La creación del conocimiento organizacional depende de todas las personas de la organización y no de un grupo, como expresan Nonaka y Takeuchi (1995), por lo tanto la importancia de explicar los dos componentes del conocimiento (explícito y tácito) de este modelo y como se transforman desde el individuo.

### **3.1.1. DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA**

#### **3.1.1.1. Conocimientos tácito y explícito**

Las definiciones de Polanyi (1967), tomadas por Nonaka & Takeuchi (1995), serán las mismas que se usarán en el presente trabajo para explicar los dos tipos de conocimiento que interactúan en el modelo de creación de conocimiento en el contexto de los grupos de investigación de las IES en Medellín. Los dos tipos de conocimiento son el tácito y el explícito.

El conocimiento tácito, según Polanyi (1967) corresponde al conocimiento individual, difícil o imposible de expresar y comunicar de manera formal o en lenguaje codificado. Este conocimiento surge generalmente de la experiencia y por lo tanto es subjetivo, depende de la práctica, las creencias, los modelos mentales y otros conocimientos que posee el individuo. Este contiene lo que conocemos como know-how. Este tipo de conocimiento, al ser difícil de comunicar, se transmite por lo general, a través de la imitación y la observación. Este componente del conocimiento es complejo porque varía de persona a persona, según Polanyi (1967). Su transferencia a otros individuos es la clave para la creación de conocimiento explícito, haciéndolo objetivo y estandarizándolo para su accesibilidad a todos, permitiendo su transición de un conocimiento individual hacia un conocimiento organizacional.

Desde esta perspectiva de Polanyi (1967) del conocimiento tácito, Jhonson-Laird (1980) sugiere que este a su vez comprende dos elementos: los cognoscitivos y el técnico. Los elementos cognoscitivos del conocimiento tácito comprenden a los modelos mentales, las emociones, los valores, los paradigmas, creencias y puntos de vista. Mientras que el elemento técnico contiene el know-how. Este último es la forma en cómo se asimilan conocimientos técnicos en forma de habilidades y oficios (Nonaka & Takeuchi, 1995; Nonaka, Takeuchi, & Umemoto, 1996). El Know-how como componente del conocimiento tácito comprende el conocimiento sobre los procesos y los métodos que las personas materializan en productos o servicios (Teece, 1998). Este es fundamental en los procesos de creación de conocimientos técnicos como en la investigación científica o en la concepción de invenciones, productos básicos del quehacer de los grupos de investigación de las IES. El know-how representa un complemento que interactúa con el conocimiento explícito y se manifiesta al combinarse con este, agregando valor a los productos y servicios y generando ventajas competitivas (CEE, 2004).

El know-how además de materializarse en forma de productos o servicios también puede hacerse explícito, plasmándolo en documentos de patentes o secretos industriales. Esta información permite que el conocimiento sea accesible a cualquier

organización o persona y más importante aún, que sea transferido. Son los medios usados y requeridos para realizar transferencia de tecnología (CEE, 2004). No obstante, es imposible plasmar todos los elementos del know-how que poseen las personas y hacerlos explícitos en documentos. No se puede transferir tal cual de una persona a otra y requiere en muchos casos de la observación y la imitación para asimilar los aspectos no comunicables explícitamente de ese know-how (Teece, 1998).

En cuanto al conocimiento explícito, para Polanyi (1967) son todos aquellos conocimientos que han sido plasmados o formalizados para que puedan transmitirse a otros individuos. Este conocimiento por lo general se encuentra en forma de documentos, formulas, métodos o procesos que han sido codificados en lenguajes para que puedan ser asimilados por otros. Lo anterior significa que este conocimiento es objetivo y racional, por lo tanto, no depende de interpretaciones individuales o es ajeno a contextos independientes que transformen su significado.

Existen muchas formas de conocimiento explícito, sin embargo, para el desarrollo y el análisis del presente estudio nos enfocaremos en aquellas formas en que se materializa el conocimiento explícito resultado de la actividad de creación de nuevo conocimiento de los grupos de investigación de las IES en Colombia. Según el modelo de medición de grupos de investigación COLCIENCIAS (2015), estos son el resultado de la actividad investigativa de los grupos y tienen como características principales que: a) son productos que han sido validados, caracterizados y estandarizados ante evaluadores y pares que certifican la creación de ese nuevo conocimiento y b) son aportes de conocimiento que aumentan la base de conocimiento respecto a un tema técnico y aportan al estado del arte del mismo (COLCIENCIAS, 2015). Estos conocimientos son publicaciones inéditas y originales y se encuentran de manera estructurada en bases de datos indexadas. En la tabla 2 se referencian los productos de creación de nuevo conocimiento.

Tabla 2: Conocimiento explicito resultado de la creación de conocimiento de los grupos

<b>Tipos de productos</b>	<b>Clasificación según el tipo</b>
Productos resultados de actividades de creación de nuevo conocimiento.	Artículos de investigación
	Libros resultado de investigación
	Capítulos en libro resultado de investigación
	Productos tecnológicos patentados
	Variedades vegetales y variedades animales
	Obras o productos resultados de creación e investigación-creación en artes, arquitectura y diseño

Fuente: (COLCIENCIAS, 2015)

Sin embargo, a pesar de que todos los productos de creación de nuevo conocimiento son importantes en la producción de los grupos de investigación de las IES, los productos tecnológicos patentados son los principales elementos en el modelo de creación de conocimiento organizacional desarrollado en el presente trabajo investigativo por las siguientes razones: a) las patentes de invención son consideradas la mejor fuente de información tecnológica porque describen en detalle la tecnología de tal forma que cualquier persona con un conocimiento básico de la técnica pueda reproducirla y obtener los mismos resultados b) permite estudiar de manera más precisa la evolución y los avances en las tecnologías, permitiendo inclusive llegar a anticipar los cambios futuros que se pueden generar c) generan valor a las organizaciones c) se traducen en nuevos productos y servicios (Ernst, 2003).

### **3.1.1.2. Conocimiento explícito: patentes de invención**

Las patentes de invención son importantes por los motivos antes mencionados y como conocimiento explícito son una fuente importante de información que divulga nuevas formas de realizar productos y procesos. Sin embargo, se debe contextualizar lo que las patentes de invención representan como parte de un sistema de propiedad intelectual y de una manera más detallada explicar que comprenden.

La propiedad intelectual representa un bien, resultado de la creación del ingenio humano, de tipo intangible, que puede generar ingresos a sus titulares. Es, en muchos casos, el resultado de un proceso creativo y del intelecto (OMPI, 2012). Esta se divide en dos categorías principales: Los derechos de autor y la propiedad industrial. Esta última se refiere a bienes inmateriales creados principalmente por el avance de la tecnología (OMPI, 2012). Dentro de esta categoría de la propiedad industrial se encuentran las marcas, los diseños industriales y las patentes de invención. Las patentes de invención, al igual que los demás activos de propiedad intelectual, son un mecanismo legal que tiene el creador de una invención para impedir durante un intervalo de tiempo que otros usen ese mismo conocimiento con fines lucrativos, a cambio de que se revele de manera detallada el conocimiento para reproducir la invención (OMPI, 2012). Se trata, por lo tanto, de un derecho de exclusividad que se le otorga al titular de la invención para impedir que terceros exploten el conocimiento que contiene la patente, por un tiempo determinado y en el lugar geográfico de la legislación que contiene la protección (CAN, 2004).

Tabla 3: Tipos de productos de propiedad intelectual.

<b>Propiedad Intelectual</b>	
Propiedad industrial	Derechos de Autor
Patentes de invención	Obras
Modelos de utilidad	Bases de datos
Diseños industriales	Software
Variedades vegetales	
Trazados de circuitos	
Marcas y signos distintivos	

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de estudio, el aspecto relevante de las patentes de invención se remite a la información técnica, el conocimiento explícito, que contienen estas. Una patente, es la declaración de una solución a un problema técnico, que es novedosa, que no había sido reportada en el estado del arte y que tiene aplicación (CAN, 2004).

Estos hacen parte de los aspectos que son evaluados por las oficinas de patentes para conceder la protección. Al ser presentadas las patentes de invención, la información técnica que contiene pasa a ser parte del estado del arte y sirve como fuente para la creación de nuevo conocimiento (OMPI, 2012).

Las patentes representan soluciones a problemas técnicos en forma de conocimientos para elaborar dispositivos, máquinas, artefactos, productos manufacturados, formulaciones y composiciones químicas, procesos para su fabricación, métodos, moléculas aisladas, programas informáticos, secuencias genéticas y microorganismos (OMPI, 2012). No obstante, para que el conocimiento de estas invenciones sea patentado debe verificarse que esta cumpla con los requisitos establecidos: Novedad, altura inventiva y aplicación industrial (OMPI, 2012).

Tabla 4: Requisitos de patentabilidad.

<b>Requisitos de patentabilidad</b>	
<b>Novedad</b>	Una invención es nueva si sus elementos esenciales no se encuentran en el “estado de la técnica”. En otras palabras, la invención no debe haber sido divulgada previamente a terceras personas. De acuerdo con el Manual Andino de Patentes: “para determinar la novedad de la invención, se debe comprobar si existen anticipaciones del estado de la técnica que contengan explícitamente todas las características técnicas esenciales de la invención.”
<b>Altura inventiva</b>	“Se considera que una invención tiene nivel inventivo si para una persona del oficio normalmente versada en la materia técnica correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica.”
<b>Utilidad/aplicación industrial</b>	Se requiere mostrar bien a nivel de la descripción o de las reivindicaciones que la invención cumple con ciertas funciones especificadas o logra algún resultado por más que sea mínimamente beneficioso.

Fuente: OMPI (2016)

Adicionalmente, existe otra materia que se ha definido como no patentable: teorías científicas, los métodos matemáticos, vegetales y animales tal como se encuentran en la naturaleza, los descubrimientos de sustancias naturales, los métodos de tratamiento médico y toda aquello que atente contra el orden público, las buenas costumbres y la salud pública (OMPI, 2016).

Las patentes además de ser instrumentos legales para brindar protección a los titulares de las invenciones, contienen información técnica detallada en lo que se llama memoria descriptiva, que permite reproducirla de manera exacta (CAN, 2004). Este conocimiento explícito en los documentos de patentes contiene: a) descripción de los antecedentes, estado del arte, soluciones anteriores y porque la invención supera técnicamente lo existente; b) descripción detallada de la invención, con

modalidades y la mejor forma de hacerla; c) figuras y dibujos con su descripción; y d) capítulo reivindicatorio (CAN, 2004).

Tabla 5: Partes de una patente

<b>Partes de una patente</b>	
<b>Reivindicaciones</b>	Las reivindicaciones son la parte que rige los efectos legales de una solicitud de patente. Determinan el alcance de la protección conferida.
<b>Descripción detallada</b>	La sección de descripción detallada, a veces conocida como “realización preferida de la invención” o “realización de la invención”, dota de vida a las reivindicaciones y suministra una explicación suficiente de la invención para que un experto en la materia pueda reproducirla y entenderla.
<b>Dibujos</b>	Cuando es posible, los dibujos deberían explicar la invención en suficiente detalle, de modo tal que la lectura de la descripción detallada simplemente confirme la información suministrada por los dibujos
<b>Antecedentes</b>	En algunos sistemas de patentes esta sección sirve para divulgar al público el antecedente más cercano del estado de la técnica en comparación con la solicitud de patente durante el examen
<b>Resumen</b>	En el resumen de la patente se debe describir la invención con suma claridad y en la menor cantidad posible de palabras.

Fuente: CAN (2004)

### 3.1.1.3. Modelo SECI

La creación de conocimiento por la interacción del conocimiento tácito y explícito en el modelo de Nonaka y Takeuchi (1995) se conoce como el proceso SECI. Este proceso explica la creación de conocimiento por la conversión del conocimiento en cuatro formas, que representa la espiral de la dimensión epistemológica del modelo (Nonaka et al, 2000), acordando que la creación de conocimiento depende de ambos tipos de conocimiento y de la interacción entre sí, como entidades complementarias que no existen de manera separada (Nonaka et al, 2000). Estas formas de conversión de conocimiento del proceso SECI son lo que experimentan las personas y lo movilizan a través de los niveles ontológicos para crear conocimiento organizacional (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Las cuatro formas de conversión de conocimiento se conocen como socialización, exteriorización, combinación e interiorización. Estas, como lo afirman Nonaka y Takeuchi (1995), también han sido abordadas en otras teorías administrativas como las de cultura organizacional, aprendizaje organizacional y gestión de la información. No obstante, estas se presentan de manera separada y no como un conjunto de actividades que permiten entender y definir las capacidades dinámicas de creación continua de nuevo conocimiento en una organización para crear y sostener sus ventajas competitivas (Nonaka et al, 2000).

Figura 2: Modelo SECI de creación de conocimiento



Fuente: Nonaka y Takeuchi (1995)

En la Figura 2 se presentan las cuatro formas de conversión de conocimiento del proceso SECI, las cuales se explicarán en detalle a continuación tomando como referencia el modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995)

## **Socialización**

La socialización se da cuando los individuos transmiten el conocimiento tácito entre sí al compartir sus experiencias. En esta interacción se comparten visiones e interpretaciones que los individuos tienen del conocimiento que poseen y desean transmitir, que crean con base a sus propios modelos mentales, creencias, o valores. A través de la socialización del conocimiento tácito compartido las personas crean un nuevo conocimiento tácito. Este se puede generar de manera formal o informal, a través de reuniones o el acompañamiento en la transmisión de habilidades que se adquieren por observación e imitación. Dado lo anterior, es importante en esta actividad de creación de conocimiento la experiencia previa que tienen los individuos, especialmente en la solución de problemas y en el know-how acumulado. En el contexto de los grupos de investigación, tener investigadores de diferentes categorías, especialmente aquellos de mayor calidad porque generan relaciones tutor-aprendiz que enriquecen el proceso de creación de nuevo conocimiento.

En las comunidades científicas son muy comunes los espacios de socialización, ya que una de los objetivos es la divulgación del conocimiento. En los diferentes modos de divulgación los investigadores generan redes de conocimiento que les permiten enriquecer en calidad y cantidad la espiral del conocimiento en que se desenvuelven.

## **Exteriorización**

La exteriorización es la actividad de creación de conocimiento explícito a partir del conocimiento tácito compartido y creado en la socialización. Cuando los individuos son capaces de expresar en lenguaje formal los conceptos asimilados a través de las experiencias compartidas se crea una nueva base de conocimiento que puede ser transmitida de manera formal a cualquier otro individuo. Según Nonaka y Takeuchi (1995), esta es la actividad clave en la creación de conocimiento. Los conceptos que eran difícil de enunciar o expresar se materializan en una forma que pueda ser asimilada por otros, generalmente a través del idioma. *“Cuando intentamos conceptualizar una imagen, expresamos su esencia casi siempre usando el idioma. Escribir es un acto de conversión de conocimiento tácito en conocimiento enunciable”*. (Nonaka & Takeuchi, 1995 citando a Emig, 1983, p. 72). La exteriorización permite la creación de un concepto, construido a nivel grupal a partir

de lo compartido de manera individual y se puede manifestar en el contexto investigativo de los grupos en forma de preguntas de investigación, temas clave de vigilancia tecnológica, entre otras formas (Del Valle, 2014). Adicionalmente, dichos conceptos también pueden representarse como modelos que siguen condiciones lógicas, que tienen coherencia y usan un lenguaje sistemático (Nonaka & Takeuchi, 1995).

## **Combinación**

La conversión del conocimiento explícito expresado en forma de concepto a un nuevo conocimiento explícito más complejo y sistémico se da por la actividad de combinación en el modelo SECI. A través de esta actividad el concepto creado es justificado por medio del uso de otros conocimientos explícitos obtenidos de bases de datos y fuentes de información, que al ser puesta en un contexto permite que sea reconfigurada para crear un nuevo conocimiento. El manejo de las bases de datos permite extraer información para procesarla mediante el uso de herramientas informáticas y estadísticas. En el proceso investigativo, esta actividad incluye el análisis del estado del arte, revisando de manera sistemática documentos y extrayendo información que justifica el concepto, ayuda a responder la pregunta de investigación y se puede presentar en forma de bitácoras, archivos planos, informes o solicitudes de patente (Del Valle, 2014).

Este conocimiento explícito nuevo se mueve en la espiral del conocimiento a través de los niveles ontológicos cuando es presentado a otros niveles administrativos superiores que tendrán la capacidad de tomar decisiones o generar conclusiones con base a la información suministrada (Nonaka & Takeuchi, 1995).

## **Interiorización**

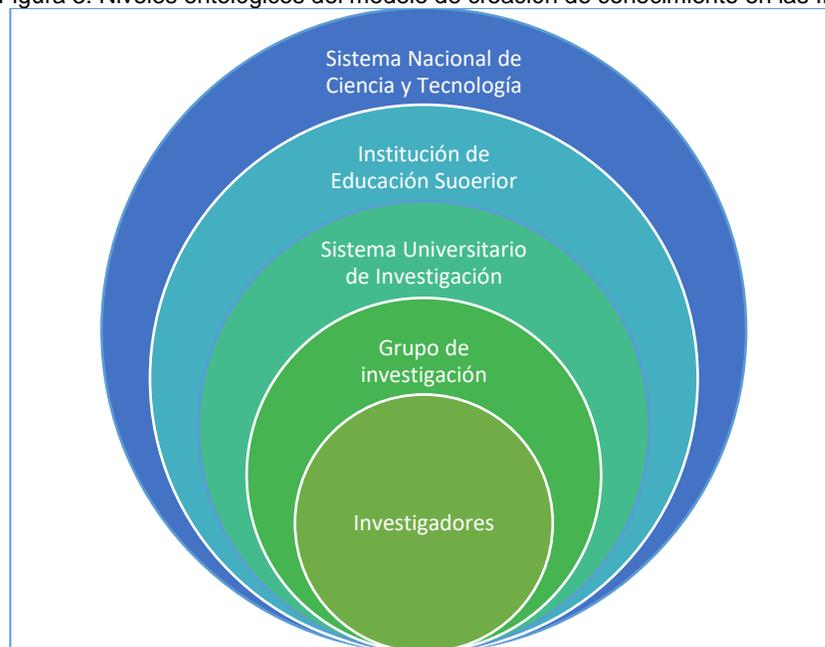
La conversión del conocimiento explícito compartido a otros niveles ontológicos en conocimiento tácito que es asimilado por los individuos, se conoce en el proceso de creación de conocimiento como interiorización. En esta actividad los conocimientos que han sido plasmados en manuales, guías, patentes de invención, o procedimientos, por ejemplo, pueden ser asimilados por cualquier persona para que puedan reproducirlos. Esta actividad está relacionada con lo que se conoce como learning-by-doing porque son conocimientos que se ponen en práctica, donde cada individuo lo hace propio según las experiencias o modelos mentales, enriqueciendo su conocimiento tácito (Nonaka & Takeuchi, 1995). El conocimiento explícito creado en la actividad de conversión de conocimiento previa puede ser diseminado y transmitido a más niveles de la organización o fuera de ella, permitiendo que pueda ser asimilada por más personas aumentando la base de conocimiento de la

organización y completando el ciclo de creación de conocimiento organizacional. No obstante, el modelo sugiere que el proceso no tiene fin y sigue su ciclo en forma de espiral permeando otros niveles al interior de la organización y empezando un nuevo ciclo socializando el nuevo conocimiento tácito interiorizado por los individuos para la organización (Nonaka et al., 2000).

### 3.1.2. DIMENSIÓN ONTOLÓGICA

El modelo de creación de conocimiento organizacional, como se mencionó antes, tiene dos dimensiones: la epistemológica y la ontológica (Nonaka & Takeuchi, 1995). La dimensión ontológica del modelo se refiere a los niveles por los cuales se moviliza el conocimiento que crean los individuos hasta convertirlo en conocimiento organizacional (Nonaka & Takeuchi, 1995). Los niveles ontológicos dependen del tipo de organización y quienes se involucran en la creación de conocimiento. Para el caso las IES usaremos para describir el modelo y la dimensión ontológica, un producto de generación de nuevo conocimiento: las patentes de invención. Este nuevo conocimiento se genera principalmente de la actividad de los investigadores vinculados a los grupos de investigación de las instituciones. Los grupos de investigación y los investigadores hacen parte de los sistemas de investigación de las IES, que a su vez han desarrollado estas actividades según los modelos impuestos por el Ministerio de Educación y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Figura 3: Niveles ontológicos del modelo de creación de conocimiento en las IES



Fuente: Elaboración propia

### **3.1.2.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

Un Sistema Nacional de innovación (SNI), según Lundvall Y Jhonson (1994), tiene una estructura de producción que se sustenta en el conocimiento y en el aprendizaje, articulada por un orden institucional de sus actores, que tiene un desempeño diferente en cada país, conformando un todo sistémico y un contexto para el desarrollo del proceso de innovación (Lundvall & Jhonson, 1994). De la misma forma, la OCDE también define los SIN como un conjunto de instituciones privadas y públicas, que desarrollan actividades para consolidar la innovación tecnológica en un territorio (OCDE, 1997). Acogiendo estas definiciones, se delimitará el marco conceptual del SIN colombiano. En este identificaremos y conceptualizaremos los niveles ontológicos donde se moviliza el conocimiento, por medio de las actividades de conversión de conocimiento, permitiendo la consolidación de la espiral del conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995), que serán definidos más adelante.

En Colombia el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, llamado SNCTI, es el conjunto de organizaciones, públicas y privadas, que participan de manera directa o indirecta en el desarrollo, difusión y uso de diferentes tipos de conocimiento e innovaciones (COLCIENCIAS, 2016). Estos pueden organizarse a partir de la forma como interactúan en la creación de conocimiento y pueden agruparse según: producción (universidades, institutos y centros de investigación), transferencia (parques tecnológicos, oficinas de transferencia de resultados, etc), aplicación y explotación (empresas) (COLCIENCIAS, 2016). Este sistema es administrado y regido por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), quien a su vez ha asumido este rol por la madurez y evolución que ha logrado el SNI de Colombia. En el SNCTI las IES son el centro de la creación de conocimiento porque agrupan a investigadores, incentivan a la creación de conocimiento por medio de políticas y el apalancan recursos para el desarrollo de actividades de generación de conocimiento (COLCIENCIAS, 2016). La consolidación del SNCTI se ha dado por la implementación de políticas que favorecen la creación, transferencia y aplicación de conocimiento, lideradas por COLCIENCIAS (Castillo, 2016)

## **COLCIENCIAS**

La evolución de COLCIENCIAS para convertirse en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación dio origen también al sistema nacional de innovación por medio de la expedición de la ley 1286 de 2009. Luego se consolidó mediante la ley 1753 de 2015 que estableció en su artículo 186 la integración con el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), a un único Sistema de

Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). No obstante, su desarrollo se remonta al año 1968, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", decreto 2869. Luego, en 1990 se promulga la Ley 29 que define la Política Nacional de Ciencia y Tecnología y se adscribe al Departamento Nacional de Planeación. En esta política se hace explícito el núcleo fundamental de la creación de conocimiento y se crean las definiciones de "grupo de investigación", "centro de investigación", "investigador", "línea de investigación", con las que se sustentó el primer incentivo a grupos de investigación llamado "Apoyo al fortalecimiento y consolidación de los grupos y centros de investigación del país". Adicionalmente se implementaron indicadores cuantitativos y cualitativos que midieran la calidad de la producción científica del país. (COLCIENCIAS, 2015). A partir de este momento se establece la medición de grupos como una forma de visualizar la producción científica del país y definir mecanismos de financiación que estimulen el aumento de la producción. Estas convocatorias de medición y clasificación de grupo fueron cambiando desde el año 1996, año en que se inició una política de apoyo especial y continuo a estas unidades de investigación (COLCIENCIAS, 2015). De esta manera, con modificaciones en cada proceso de convocatoria se consolidó en el año 2015 el modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, que es el usado hasta la fecha y con base al cual definiremos el núcleo de la creación de conocimiento en el modelo de creación de conocimiento organizacional en las IES.

## **El modelo de medición de grupos**

Como parte del proceso de transformación de COLCIENCIAS y la consolidación del SNCTI, surgieron diversos mecanismos para fortalecer las capacidades en I+D+i del sistema, como políticas y convocatorias, entre otros. Una de las herramientas importantes implementada en las estrategias desarrolladas, fue la medición de las capacidades del sistema científico del país, en cabeza de los grupos de investigación, llamada "modelo de medición de grupos de investigación". Este modelo final se instauró en el año 2015, pero ha venido transformándose desde la primera convocatoria de grupos de investigación de COLCIENCIAS luego de la expedición de la ley 29 de 1990 (COLCIENCIAS, 2015). Posteriormente, a partir del año 1996, COLCIENCIAS establece la definición de grupo de investigación, para reconocer de manera objetiva, en las diferentes convocatorias, a las unidades de creación de conocimiento.

---

*“La unidad básica moderna de generación de conocimiento científico y su aplicación para el desarrollo tecnológico, conformado por individuos de una o varias disciplinas e instituciones, asociadas sinérgicamente para trabajar alrededor de un campo del conocimiento”. (COLCIENCIAS, 2015)*

---

Luego, desde el año 2002 se redefine la estrategia de reconocimiento de grupos y se establecieron otros conceptos, junto con un modelo para el análisis estadístico de datos de la producción científica y de la actividad de los investigadores, que sería la base para un modelo más cercano al actual, en el que se escalafonarían los grupos en categorías A, B y C, instaurado en el año 2004 (COLCIENCIAS, 2015). A partir de ahí, en los años 2006, 2008 y 2010 se realizaron medición y clasificación de grupos bajo el mismo modelo, aunque se fueron haciendo ajustes de una convocatoria a otra (COLCIENCIAS, 2015). Ya en el año 2012 se crea una comisión especializada de expertos, delegados para la construcción de un modelo definitivo que midiera no solo la producción científica, sino que evaluara los perfiles de los investigadores para también clasificarlos. De igual manera, A partir de este modelo se tendrían en cuenta muchos más productos orientados a la innovación, como los activos de propiedad intelectual, tales como patentes de invención, variedades vegetales, registros de software, diseños industriales y trazados de circuitos (COLCIENCIAS, 2015).

Tomando como referencia este modelo, se presentan las definiciones establecidas en el documento de COLCIENCIAS *modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación 2015* y que serán empleadas en el desarrollo del presente trabajo investigativo.

Tabla 6: Definiciones del modelo de medición de grupos de COLCIENCIAS

<b>Concepto</b>	<b>Definición</b>
<b>Grupo de investigación</b>	Conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de conocimiento en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (tendiente a la solución de un problema)

<b>Integrantes del grupo de investigación</b>	Los integrantes del Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico o Innovación son las personas que desempeñan alguna tarea relacionada con la actividad del Grupo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigadores</li> <li>• Investigadores en formación</li> <li>• Estudiantes de pregrado</li> <li>• Integrante vinculado</li> </ul>
<b>Tipos de investigadores</b>	Tipología de los integrantes del grupo de investigación de acuerdo con las calidades de sus currículos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eméritos</li> <li>• Sénior</li> <li>• Asociado</li> <li>• Junior</li> </ul>
<b>Productos resultados de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento</b>	Se consideran productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento aquellos aportes significativos al estado del arte de un área de conocimiento, que han sido discutidos y validados para llegar a ser incorporados a la discusión científica, al desarrollo de las actividades de investigación, al desarrollo tecnológico, y que pueden ser fuente de innovaciones. Este tipo de productos se caracteriza por involucrar mecanismos de estandarización que permiten corroborar la existencia de una evaluación que verifique la generación de nuevo conocimiento.

Fuente: COLCIENCIAS (2015)

### 3.1.2.2. Nivel organizacional – Las Instituciones de Educación Superior (IES)

En la ontología del modelo de creación de conocimiento organizacional de Nonaka y Takeuchi (1995), el conocimiento lo crean las personas y trasciende a los demás al interior de la organización a través de la espiral del conocimiento, movilizándolo entre los grupos y hacia el exterior (Nonaka & Takeuchi, 1995). En el contexto de las IES, la creación de conocimiento es una actividad misional, que

hace parte del quehacer institucional, que se comparte y transfiere en diferentes niveles a través de la docencia y la extensión, también actividades misionales (Gaviria et al., 2007). De esta forma podemos reconocer a las IES como organizaciones creadoras de conocimiento (según el modelo SECI), e identificar los niveles ontológicos en los que se moviliza el conocimiento ya que los grupos de investigación hacen parte un sistema universitario, que a su vez hace parte un supra sistema que es el sistema de ciencia, tecnología e innovación (Gaviria et al, 2007). Este vínculo de los investigadores, grupos, sistema de investigación universitario y sistema de ciencia y tecnología, que son los niveles ontológicos que se explican desde el modelo SECI (Nonaka et al, 2000), se materializan desde las políticas institucionales. La actividad de creación de conocimiento es producto de la actividad investigativa de los grupos de investigación y su actividad está respaldada por su estructura administrativa a través de políticas, que organizan y dan forma a los procesos y actores del sistema universitario de investigación. En el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana, por ejemplo, la política de generación de nuevos conocimientos expresa como su objetivo principal *“Garantizar la generación de nuevos conocimientos orientados a resolver los retos científicos y sociales garantizando originalidad, relevancia y rigor en la investigación, siempre enmarcadas en los más altos estándares de ética, integridad, sostenibilidad y calidad”* (UPB, 2016; p. 6). En otro ejemplo, la Universidad Nacional de Colombia define en su acuerdo 014 de 2006, que *“la investigación es una misión de la Universidad, por lo tanto, todos los profesores...deben vincularse a tareas investigativas...”*. Por este y otros principios expresados explícitamente en los documentos de política institucional, las IES son organizaciones intensivas en conocimiento. Adicionalmente, como lo demostró Gaviria et al (2007), las IES tienen estructuras que movilizan en conocimiento en las cuatro fases del modelo (Gaviria et al, 2007) y por lo tanto se comportan como organizaciones creadoras de conocimiento.

En la Tabla 7 se hace una relación de las políticas institucionales de investigación, con base a las cuales se reconoce a las IES como organizaciones creadoras de conocimiento y también permite reconocer los niveles ontológicos al interior de estas.

Tabla 7: Declaración de intención como creadoras de conocimiento en política institucional

<b>Institución</b>	<b>Intención declarada en la política institucional</b>
Universidad Pontificia Bolivariana	Consejo Directivo General, Acuerdo No. CDG No. 08/2016
Universidad Nacional de Colombia	Acuerdo 014 de 2006
Universidad de Antioquia	Acuerdo Superior 204 de 2001
Universidad CES	Acuerdo 0258 de 2018

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2.3. Grupo de investigación

Los grupos de investigación son el objeto de estudio del presente trabajo, que es el lugar donde se genera el conocimiento científico en las IES. Estos están conformados por profesores y estudiantes con intereses comunes en la creación de conocimiento (Gaviria et al., 2007)

En los sistemas de investigación universitaria las políticas como se muestra en la tabla 7, definen a los grupos de investigación como “la unidad básica generadora de conocimiento científico”, apropiando la definición del SNCTI establecida por COLCIENCIAS y también referenciada en el modelo de medición de grupos, que es el instrumento principal para la articulación del SNCTI, se reconocerá a los grupos de investigación como el núcleo de la creación de conocimiento en la universidad y en el país (Gaviria et al., 2007).

Los grupos de investigación obtienen su reconocimiento como tal en el SNCTI, a través de la evaluación por medio del modelo de medición de grupos, en el cual se mide su generación de conocimiento según los diferentes “Productos resultados de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento” (Tabla 8)

Tabla 8: Productos de creación de nuevo conocimiento

<b>Tipos de productos resultados de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento</b>	<b>Definición</b>
<b>Artículos de investigación</b>	Producción original e inédita, publicada en una revista de contenido científico, tecnológico o académico, producto de procesos de investigación, que haya sido objeto de evaluación por pares y avalado por estos como un aporte significativo al conocimiento en el área.
<b>Libros resultado de investigación</b>	Publicación original e inédita, cuyo contenido es el resultado de un proceso de investigación, que ha sido seleccionada por sus cualidades científicas como una obra que hace aportes significativos al conocimiento y da cuenta de una investigación completamente desarrollada y concluida. Además esta publicación ha pasado por procedimientos editoriales

	que garantizan su normalización bibliográfica
<b>Capítulo de libro resultado de investigación</b>	Es una publicación original e inédita que es resultado de investigación y que forma parte de un libro de colaboración conjunta.
<b>Patente de invención</b>	Título de propiedad otorgado por el gobierno, al titular de una invención, que representa una solución a un problema técnico, que ofrece una nueva forma de hacer algo. Estas invenciones deben cumplir los requisitos de novedad, altura inventiva y aplicación industrial.
<b>Modelo de utilidad</b>	Títulos de propiedad, que protegen invenciones con menor rango inventivo que las protegidas por patente de invención.

Fuente: COLCIENCIAS (2015)

#### 3.1.2.4. Investigadores

En las IES, la creación de conocimiento que se hace en los grupos de investigación es resultado acciones grupales e individuales de los investigadores. Estos principalmente docentes vinculados, de medio tiempo o tiempo completo, se les designan funciones de investigación y de coordinación actividades del grupo, como la planeación y desarrollo de proyectos (Gaviria et al., 2007). Las IES proveen las condiciones para permitir que los investigadores creen el conocimiento, pero este solo puede ser creado por los individuos, no se puede crear conocimiento sin ellos (Nonaka et al, 2000). Los investigadores en los grupos de investigación pueden ser de diferentes categorías, según su nivel de formación y años de experiencia en el ejercicio científico. Para distinguir los diferentes tipos de investigadores nos basaremos en las categorías definidas por el modelo de medición de grupos de COLCIENCIAS. Los tipos de investigadores que se identificarán para el presente estudio son los listados en la Tabla 9

Tabla 9: Categorías de investigadores. Modelo de medición de grupos.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Investigador emérito</b>	Son investigadores con una trayectoria científica-académica significativa para la ciencia y tecnología del país, con

	nivel de formación de doctorado y producción tipo Top o A, que ha formado a otros doctores o magisters, con más de 65 años de edad.
<b>Investigador senior</b>	Investigador con doctorado o alta producción de impacto, con mínimo 10 productos Top o tipo A, y director de 4 trabajos de maestría y 1 de doctorado, en los últimos 10 años
<b>Investigador asociado</b>	Investigador con doctorado, maestría o especialidad clínica, con mínimo dos productos de generación de nuevo conocimiento tipo A en toda su trayectoria y cuatro productos de nuevo conocimiento en los últimos cinco años. Haber dirigida una tesis de doctorado, dos de maestría u ocho de pregrado, en los últimos cinco años.
<b>Investigador junior</b>	Investigador con formación de doctorado finalizada, integrante de un grupo de investigación y vinculado a un proyecto del grupo*.

Fuente: COLCIENCIAS (2015)

## **3.2. ANTECEDENTES**

### **3.2.1. Creación de conocimiento patentado en los grupos de investigación de las IES en Colombia**

Los grupos de investigación de las IES en Colombia son el núcleo fundamental de creación de conocimiento al interior de estas, como se mencionó antes, y por esto se reconocen como organizaciones intensivas en conocimiento que desarrollan prácticas de gestión de conocimiento (Gaviria et al, 2007; García-Alsina & Gómez-Vargas, 2015).

Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), por ejemplo, concluyen en su estudio que las IES desarrollan prácticas de gestión del conocimiento y que son organizaciones creadoras de conocimiento, al evaluar cómo influye la gestión del conocimiento en la creación y difusión del conocimiento científico. Desde su perspectiva de estudio, encontraron que la gestión del conocimiento es una de tres variables, que influyen directamente en la producción científica de los grupos de investigación de las IES en Colombia, principalmente por medio del proceso de exteriorización del modelo SECI de Nonaka et al. (2000). Reconocen, además, que las IES tienen un mayor impacto en la industria y la sociedad, logrando la articulación Universidad-Empresa-Estado, por los resultados de investigación de sus grupos, reconociéndolos como actores protagónicos en el Sistema Nacional de Innovación.

No obstante, estas prácticas no se desarrollan de manera consiente y planeada en los grupos de investigación y pueden variar entre grupos de diferentes áreas de conocimiento al interior de la misma institución, según Mejía-Correa (2007). Sin embargo, a pesar de la inconsistencia en la estructura organizativa para la gestión del conocimiento al interior de las IES, estas poseen características que comparten con el modelo de creación conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995) (Gaviria et al, 2007) que han permitido, basados en este, proponer modelos para el establecimiento de estructuras organizativas para la creación de conocimiento organizacional en las IES (Mejía-Correa, 2007), para proponer herramientas de clasificación, plataformas, software y redes sociales para la gestión de las actividades de creación de conocimiento (Guevara et al, 2012), entre otras propuestas. De igual forma Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), también reconocen la presencia de las actividades del modelo de creación de conocimiento SECI y cómo estas afectan de manera positiva la producción científica de los grupos. Otros estudios como el de García-Alsina & Gómez-Vargas (2015), también concluyen que en los grupos de investigación se dan actividades de creación de conocimiento basadas en la interacción del conocimiento tácito y explícito. En su caso lo relacionaron con el modelo CEN, de la Comunidad Europea. Este modelo

comparte aspectos equivalentes a las actividades de creación de conocimiento de Nonaka et al. (2000).

Lo anterior muestra que el modelo de Nonaka et al. (2000) es un modelo ideal para explicar los procesos de creación de conocimiento, que se dan de manera espontánea en los grupos de investigación, pero que a la vez brinda herramientas para establecer actividades estructuradas de generación de conocimiento, orientando los resultados a generación de valor, la transferencia tecnológica y la innovación.

El enfoque principal de estos trabajos ha sido el de identificar y correlacionar las actividades de creación de conocimiento del modelo SECI de una manera general, en algunos casos se analizan las estructuras organizativas que favorecen la creación de conocimiento siguiendo la teoría de Nonaka & Takeuchi (1995), pero no se ha estudiado el impacto en productos específicos como los artículos científicos o las patentes de invención de manera separada.

Por ejemplo, Rueda-Barrios y Rodenes-Adam (2016), analizaron de manera agrupada el indicador de producción científica de los grupos, con base a datos obtenidos del sistema de información de COLCIENCIAS (SCIENTI). Donde en una ventana de observación de 5 años se ponderaron de manera conjunta todos los productos de investigación de generación de nuevo conocimiento según el modelo de medición de grupos (Libros, patentes, artículos, etc.) que se encontraban registrados, de 223 grupos de investigación. Este estudio es importante porque comprueban la hipótesis de la presencia de las actividades del modelo SECI, también identificadas previamente por (Mejía-Correa, 2007) e identifican que estas influyen directamente en la productividad de los grupos de investigación de las IES colombianas, especialmente en las actividades exteriorización e interiorización. No obstante, se debe tener en cuenta que la producción de los grupos se analiza de forma agrupada, sin distinguir de manera independiente el impacto o la productividad de productos separados, como las patentes de invención, por ejemplo. En segundo lugar, se debe tener en cuenta que la cantidad de patentes dentro del total de los productos de generación de nuevo conocimiento en los grupos de investigación es significativamente más pequeña que los artículos científicos y los libros y capítulos de libro (Fernández-López et al, 2009). Dado lo anterior, las conclusiones de los análisis en estos estudios están más inclinados a mostrar los efectos en la generación de conocimiento en forma de artículos científicos y libros, que son los productos de mayor producción. Es por eso que el objeto de estudio del presente trabajo se centra en el análisis de la capacidad de generar patentes, porque su impacto y su importancia en la evolución de las IES hacia instituciones que transfieren conocimiento son vitales. Como dice Lopez-Gomez et al. (2009) en América Latina las universidades en su mayoría no han captado aún la importancia de la gestión de los derechos de propiedad intelectual, en especial las patentes como un mecanismo de enlace e inserción a los procesos de innovación. Estas son,

según los autores, un indicador importante de como las universidades están en la frontera del conocimiento aportando para el avance de la ciencia y la tecnología.

Adicionalmente, este indicador según Fernández-López et al, (2009) es un reflejo de la calidad investigativa y el prestigio de las universidades. En el contexto de España, concluyeron que el número de patentes y la tasa de solicitudes por año de una institución estaban correlacionadas con estas características. Determinaron que la calidad investigadora tiene una relación positiva con el desarrollo de patentes (Fernández-López et al, 2009). No obstante, este estudio en el entorno español observa variables como la financiación, tamaño de la institución y consolidación de su oficina de transferencia de resultados de investigación (OTRI), para validar la capacidad que tienen para generar patentes. Es importante resaltar de este estudio que se identifica el valor que tienen las patentes de invención para las universidades y para el Sistema Nacional de Innovación como elementos clave para el desarrollo de la industria y la economía.

En el contexto colombiano, el Sistema Nacional de Innovación está en un proceso que requiere de las acciones de las IES como actores clave para su consolidación, aportando conocimiento que pueda ser transferido y aplicado. En este escenario las patentes de invención son un producto vital, el cual se busca analizar desde el núcleo central de creación de conocimiento, los grupos de investigación de las IES en Colombia. El caso de estudio español nos orienta sobre la importancia que tienen las patentes, su relación con la producción y la calidad científica de las universidades, pero que debemos validar en el contexto colombiano. Dado lo anterior, nos interesa validar la hipótesis de que las estructuras y procesos para la creación de conocimiento que poseen los grupos de investigación de las IES en Colombia favorecen a la generación de patentes de invención.

Con base a lo anterior, en la Tabla 10 se hace una relación de estos trabajos analizados y principales antecedentes identificados como insumo importante para la construcción de la herramienta y el desarrollo metodológico del trabajo de investigación. En esta se hace una comparación de resultados obtenidos, sus ventajas y debilidades, y cómo desde estas se puede aportar al estado del arte. Se evidencia, de manera general, que es importante realizar gestión del conocimiento de los productos, como las patentes de investigación, y de la estructura, como los grupos de investigación. Se identifica el proceso de creación de conocimiento, pero no como puede potencializarse desde cada una de las actividades del modelo SECI. Adicionalmente, no se realizan análisis sobre la posibilidad de impactar en la generación de productos específicos como las patentes de invención. El estudio de Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016) se aproxima en este análisis, pero no separa el impacto de cada producto de generación de conocimiento. Lo anterior muestra el aporte que desde el presente trabajo investigativo se puede generar, al introducir una metodología para el análisis de productos específicos como en este caso las patentes de invención.

Tabla 10: Comparación de resultados de trabajos investigativos

<b>Trabajo investigativo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Alcance</b>	<b>Debilidades / Oportunidades</b>
<b>Gestión del conocimiento en los grupos de investigación de excelencia de la Universidad de Antioquia. (Gaviria et al. 2007)</b>	En el estudio se identifica que los grupos, durante el trabajo investigativo, pasan por las cuatro actividades de creación de conocimiento del modelo SECI (Nonaka y Konno, 2000). Según los autores, desarrollan estas actividades sin ser consciente de ello	Análisis cualitativo y cuantitativo sobre las cuatro etapas de creación de conocimiento del modelo SECI (Nonaka y Konno, 2000) en una muestra de grupos A de la Universidad de Antioquia	Se analiza la creación de conocimiento según el modelo solo desde la dimensión epistemológica del modelo de creación de conocimiento, sin relacionar los diferentes niveles de la dimensión ontológica que desde el modelo se pueden estudiar No se realiza un análisis del proceso de creación de conocimiento desde un producto específico de generación de nuevo conocimiento, como los artículos o las patentes de invención
<b>Estructura organizativa de los grupos de investigación de la Universidad de Antioquia como fuente de creación de conocimiento. (Mejía-Correa, A. M., 2007).</b>	Como resultado principal se identifica que los grupos de investigación objeto de estudio han adoptado estructuras administrativas de gestión de conocimiento con características del modelo de Nonaka y Takeuchi (1999), en su estructura organizativa tipo Ad-hoc	Análisis cualitativo de la estructura administrativa de los grupos de investigación categoría A de la Universidad de Antioquia, según la teoría de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1999)	El trabajo investigativo se centra en los aspectos de la estructura administrativa para la generación de conocimiento de la teoría de Nonaka & Takeuchi (1999). No busca analizar el proceso de creación de conocimiento, ni como cada una de las actividades del proceso, de manera individual, aporta en la generación de nuevo conocimiento en los grupos de investigación de las IES
<b>Los análisis de patentes como base para la toma de</b>	Identificación de tendencias y aplicación de herramientas para obtener	Estudio de caso para demostrar la utilidad de las patentes en el proceso de	Herramienta que sirve para el análisis de la información de patentes que se usa en el proceso de creación de

<b>decisiones en los proyectos de investigación (Díaz-Pérez et al., 2007)</b>	información para la orientación y toma de decisiones en el proceso investigativo	creación de conocimiento, durante el desarrollo de un proyecto de investigación	conocimiento. Sin embargo, no se describe dentro de un proceso, como por ejemplo el del modelo SECI. En trabajos futuros se puede incorporar la metodología desarrollada, dentro de un proceso de gestión de conocimiento
<b>Los procesos en un modelo de gestión de patentes universitaria s. (López-Gómez et al., 2009)</b>	Modelo de gestión de patentes como parte de una estrategia para el desarrollo de proyectos que conlleven a nuevas tecnologías	Estudio exploratorio y descriptivo, con instrumento aplicado a 23 universidades para analizar la gestión de las patentes para la creación de nuevo conocimiento	Modelo enfocado en la transferencia de resultados de investigación pero que puede implementarse para la gestión del conocimiento y los procesos de creación de conocimiento.
<b>Determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes. Fernández-López et al., (2009)</b>	Se identificaron tres factores que influyen y en que magnitud, en la generación de patentes en universidades públicas en España. Se encuentra que la calidad investigativa y los recursos financieros son los principales factores que influyen de manera positiva en la generación de patentes	Estudio cualitativo y cuantitativo, con análisis multivariado factorial y regresión logística binaria, para analizar las distintas variables que influyen en la generación de patentes en universidades públicas en España	Estos factores no están relacionados con las actividades o procesos para la generación de nuevo conocimiento sino con variables como la calidad de la institución, los recursos invertidos por el sector productivo y gestión de las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRIS).
<b>Sistema de gestión de</b>	Diseño de una herramienta para	Estudio de alcance	A pesar de que se identifica que el modelo

<p><b>conocimiento para apoyar el trabajo de grupos de investigación. (Guevara et al., 2012)</b></p>	<p>gestionar el conocimiento en los grupos de investigación, basado en el modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1998), por medio de un análisis de flujos de información y conocimiento entre los individuos al interior y hacia otros niveles ontológicos</p>	<p>exploratorio, en el cual se busca identificar que modelos de gestión del conocimiento son aplicables para el diseño de una herramienta informática que permita gestionar el conocimiento que generan los grupos de investigación una IES</p>	<p>de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1998) es apropiado para desarrollar una herramienta para la gestión de conocimiento de los grupos de investigación, no se hace un análisis desde qué productos de generación de conocimiento se generan o desde cada actividad del modelo SECI (Nonaka &amp; Konno, 2000) Adicionalmente, falta un análisis de la herramienta aplicada a una población de grupos, en la que se demuestre su efectividad o validez metodológica y práctica.</p>
<p><b>Prácticas de gestión del conocimiento en los grupos de investigación: estudio de un caso. (García-Alsina, M., &amp; Gómez-Vargas, M., 2015).</b></p>	<p>Caracterización de las prácticas de gestión de conocimiento y de los grupos, en el cual se identifica que los grupos sí desarrollan actividades de creación de conocimiento de manera espontánea, y que se puede explicar desde el modelo de creación de conocimiento CEN de la Comunidad Europea</p>	<p>Estudio de carácter explicativo, con análisis estadístico de datos de entrevistas a coordinadores de una población de grupos de investigación IES colombianas, en el que se relacionaron las prácticas de generación de nuevo conocimiento con el modelo</p>	<p>Se explica que los grupos desarrollan actividades de creación de conocimiento con base en un modelo pero no se profundiza en análisis de cada una de las actividades y, expresan los autores, se requiere el desarrollo de herramientas y metodologías para optimizar este proceso de creación de conocimiento. Adicionalmente, tampoco se analiza desde la creación de algún producto específico como las patentes de invención o los artículos científicos</p>

	Se centra en explicar las características de gestión de conocimiento al interior del grupo con base al modelo de la Comunidad Europea.	CEN de la Comunidad Europea	
<b>Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia. (Rueda-Barrios, &amp; Rodenes-Adam, 2016).</b>	Desde el análisis de la productividad científica se hace un análisis estadístico descriptivo y multivariado, donde se confirma que los grupos de investigación pasan por las cuatro actividades de creación de conocimiento del modelo SECI. Adicionalmente se identifica que actividades de creación de conocimiento del modelo SECI favorecen a la generación de nuevo conocimiento en los grupos de investigación	Estudio descriptivo, correlacional y explicativo, en el que se obtuvieron datos utilizando una herramienta de encuesta, aplicado a grupos de IES de Colombia, con variable dependiente la producción científica reportada en la plataforma SCIENTI de Colciencias	El estudio demuestra el impacto en cada actividad de creación de conocimiento según el modelo SECI en la productividad de los grupos de investigación de las IES. Sin embargo, no se identifica el impacto separado de los diferentes productos de generación de nuevo conocimiento. Teniendo en cuenta esto, este impacto no puede generalizarse para todo tipo de productos debido a que la proporción significativamente mayor de artículos científicos respecto a los demás productos genera un sesgo en este análisis y conclusión del estudio.

Fuente: Elaboración propia

#### 4. PROBLEMA

El sistema de ciencia, tecnología e innovación colombiano ha tenido un cambio importante en los últimos años, con el protagonismo de COLCIENCIAS como el promotor del desarrollo científico del país, apoyando la formación de investigadores, la creación de grupos y la financiación de proyectos. Su transformación más importante fue en el 2009 cuando se sancionó la ley 1286 que transformó a COLCIENCIAS en Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación y se creó el SNCTI. Esto ha provocado que muchas IES hagan un mayor énfasis en la obtención y de creación de conocimiento, evolucionando de instituciones de docencia a instituciones de docencia, investigación y extensión. Las IES, entonces, han tomado un papel protagónico en la creación de conocimiento y esto se puede evidenciar en las tendencias de producción científica y creación de grupos de investigación por año se incrementan (ver tabla 11).

Tabla 11: Publicaciones científicas

	Documents	Citable Documents	Cites	Self Cites	Cites per Doc.	Self Cites per Doc.	Cited Docs.	Uncited Docs.	% International Collaboration	% Region	% World
1996	559	555	10.275	1.125	18,38	2,01	440	119	55,10	2,46	0,05
1997	653	646	11.504	1.714	17,62	2,62	553	100	58,81	2,45	0,06
1998	618	609	11.460	1.587	18,54	2,57	520	98	58,74	2,21	0,05
1999	740	731	12.109	1.509	16,36	2,04	617	123	56,76	2,44	0,06
2000	824	808	15.629	2.261	18,97	2,74	666	158	54,85	2,57	0,07
2001	759	738	12.568	1.919	16,56	2,53	634	125	48,22	2,28	0,06
2002	909	898	15.804	2.287	17,39	2,52	741	168	49,83	2,44	0,06
2003	1.050	1.014	18.758	2.683	17,86	2,56	851	199	60,38	2,49	0,07
2004	1.243	1.189	19.383	2.714	15,59	2,18	978	265	60,18	2,62	0,08
2005	1.479	1.431	25.127	3.118	16,99	2,11	1.130	349	59,97	2,74	0,08
2006	2.033	1.952	28.210	4.549	13,88	2,24	1.508	525	54,16	3,10	0,10
2007	2.465	2.363	29.158	4.354	11,83	1,77	1.773	692	55,46	3,52	0,12
2008	3.581	3.460	34.452	5.369	9,62	1,50	2.411	1.170	49,09	4,47	0,17
2009	4.130	3.969	32.229	5.149	7,80	1,25	2.625	1.505	49,30	4,69	0,18
2010	4.784	4.577	32.281	5.634	6,75	1,18	2.915	1.869	47,16	5,10	0,20
2011	5.450	5.169	27.282	4.930	5,01	0,90	3.053	2.397	47,89	5,37	0,21
2012	6.450	6.150	27.161	4.027	4,21	0,62	3.136	3.314	47,81	5,86	0,24
2013	7.057	6.654	10.888	2.086	1,54	0,30	2.536	4.521	45,95	6,20	0,26
2014	6.795	6.432	2.418	509	0,36	0,07	1.023	5.772	49,07	6,16	0,26

Fuente: Scimago

Según las cifras anteriores, el aumento de los grupos en las IES ha creado la necesidad de incorporar estructuras administrativas que apoyen los procesos de creación de conocimiento que se dan de manera espontánea al interior de estos (Mejía-Correa, 2007). Sin embargo, los modelos administrativos que han asumido las IES son tradicionales, jerárquicos, clásicos, tomados del sector empresarial y que no facilitan la creación de conocimiento en los grupos de investigación (Mejía-Correa, 2007). Esto trae como consecuencia que la obtención y creación de

conocimiento en los grupos de investigación no se haga de manera estructurada y organizada, debido a la falta de organización en los procesos, mecanismos de difusión, almacenamiento y administración del conocimiento que se genera (Guevara et. al, 2012) y a su vez por lo tanto no se maximicen los beneficios resultado de la creación de conocimiento.

Es por lo anterior que algunos autores que evidenciaron el problema como Mejía-Correa (2007), Gaviria et al (2007), Guevara et al (2012) y García y Gómez (2015), han propuesto la incorporación y adaptación de modelos de gestión de conocimiento para gestionar la obtención y creación de conocimiento de los grupos de investigación en la IES, siendo el preferido el modelo SECI de la *organización creadora de conocimiento* (Nonaka & Konno, 2000)

Los modelos de gestión de conocimiento propuestos por Mejía-Correa (2007), Gaviria et al (2007), Guevara et al (2012) y García y Gómez (2015), son acertados porque adaptan los modelos encontrados en la literatura al contexto Colombiano, para los grupos de investigación de IES ubicadas en la ciudad de Medellín e identifican cada una de las actividades de creación de conocimiento, así como también la mejor estructura organizativa para permitir las espirales de conocimiento propuestas por Nonaka y Takeuchi (1999). Sin embargo, a pesar de eso, los autores identifican que se carece aún de herramientas y metodologías apropiadas para gestionar algunas de dichas actividades de obtención y creación de conocimiento (Gaviria et al, 2007) y que por ejemplo en el uso del conocimiento explícito, especialmente el contenido en las patentes de invención, aún faltan formas que permitan aprovecharlo (Del Valle, 2014). En parte este problema se debe a que las IES no han captado la importancia de gestionar también los intangibles (López-Gómez et al, 2009), y el desconocimiento y la ignorancia en aspectos de propiedad intelectual han conllevado a que no se aproveche apropiadamente este conocimiento en los procesos de I+D+i (Díaz-Pérez et al, 2007).

## **5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo de tesis tiene como finalidad proponer una metodología que permitiera usar efectivamente la información presente en las patentes de invención durante el proceso investigativo de algunos grupos de las IES, clasificados según el modelo de COLCIENCIAS y según características del modelo de creación de conocimiento, dando respuesta a la pregunta de investigación:

¿La actividad investigativa de los grupos de las instituciones de educación superior en Colombia se puede describir como un proceso de creación de conocimiento

desde el modelo SECI (Nonaka & Konno, 2000) que favorece la generación de conocimiento patentable?

## **6. HIPÓTESIS**

Con base a los antecedentes, el planteamiento del problema, y la pregunta de investigación, se incluye a continuación la hipótesis

Las estructuras administrativas y los procesos para la creación de conocimiento que ejecutan durante sus actividades investigativas los grupos de investigación de las Instituciones de Educación Superior, del municipio de Medellín, favorecen a la generación de nuevo conocimiento materializable en forma de patentes de invención. Toda vez que las patentes de invención se reconocen como el producto más importante y efectivo para la transferencia tecnológica y la innovación

## **7. OBJETIVOS**

Para responder a la pregunta de investigación se plantearon los siguientes objetivos, general y específicos:

### **7.1. Objetivo General**

Desarrollar una propuesta metodológica para la obtención y creación de conocimiento, utilizando la información de patentes en grupo de investigación a partir del modelo desarrollado por Nonaka y Takeuchi (1999) de creación de conocimiento.

### **7.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis comparativo de la estructura organizacional con el sistema de gestión de conocimiento en una población de grupos de investigación de una IES de la ciudad de Medellín
- Realizar un análisis cualitativo y cuantitativo con análisis estadístico de datos, del proceso de obtención y creación de conocimiento en la población de

grupos de investigación intervenida, a partir del uso de la información de patentes

- Diseñar una herramienta metodológica para la obtención y creación de conocimiento a partir del uso de la información de patentes.
- Verificar la aplicación de la herramienta metodológica en una muestra poblacional de los grupos de investigación escogidos intervenidos y documentar los análisis.

## 8. METODOLOGÍA

El proceso de creación de conocimiento desde el enfoque de la teoría de Nonaka y Takeuchi se puede estudiar desde una orientación cualitativa, en el cual se puedan describir las cuatro actividades de conversión de conocimiento desde la observación de los procesos investigación de los grupos de las IES en Medellín, en donde se confronte un modelo teórico construido en el entorno empresarial, con una realidad empírica de un contexto real de las IES en Colombia. Este análisis cualitativo ya ha sido validado en estudios como el de Mejía-Correa (2007), García-Alsina & Gómez-Vargas (2015) y Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), entre otros. Desde la perspectiva del presente estudio se puede reafirmar los resultados de dichos estudios, complementando estos además con el análisis cuantitativo del impacto que tienen las patentes de invención en la productividad de los grupos de investigación estudiados.

Para el desarrollo de la metodología sugerida debemos analizar, con las herramientas estadísticas propuestas, el impacto del uso de la información de patentes para la generación de nuevas patentes en los grupos de investigación. Dado lo anterior, el número de patentes de invención se tomará como variable dependiente en el análisis de los datos porque es sobre la variable que estudiaremos los efectos del modelo de creación de conocimiento, desde el proceso de investigación de los grupos. Los datos de este indicador son tomados a partir del instrumento desarrollado y son validados con los datos consignados en el Sistema de Información de Ciencia Tecnología e Innovación (SCIENTI), obtenidos del modelo de medición de grupos COLCIENCIAS que se actualiza en periodo promedio anual.

Lo anterior nos permite desarrollar el estudio desde un enfoque mixto, en donde se correlacionan de manera cualitativa las actividades de creación de conocimiento en los grupos de las IES, con los datos cuantitativos de producción de estos, de manera que, por medio de análisis multivariados con reducción de factores y regresión multivariada, podamos responder la pregunta de investigación.

El primer paso, previo a la toma de los datos es la selección de la población objetivo y sobre esta la muestra sobre la cual se aplicará el instrumento. Para la aplicación del instrumento se realizó la selección de la muestra a partir de unos criterios de inclusión definidos previamente, que permiten filtrar los grupos de investigación y su producción.

La población estadística la comprenden todos los grupos de investigación del SNCTI registrados en instituciones del municipio de Medellín y clasificados a través del modelo de medición de grupos de Colciencias y que son registrados en la plataforma SCIENTI.

Tomando los datos de los resultados de la última convocatoria de medición de grupos de COLCIENCIAS, Convocatoria 781 de 2017, de una población nacional de 5188 grupos, se tienen en Medellín 699 grupos reconocidos por el SNCTI. De esta población objetivo se debe hacer una clasificación según los criterios de inclusión.

Para la selección de los grupos se definieron los siguientes criterios, los cuales todos son de obligatorio cumplimiento:

- Los grupos de investigación a seleccionar deben haber sido reconocidos en la última convocatoria de medición de Colciencias (781 de 2017).
- Los grupos reconocidos en la convocatoria deben estar adscritos a, por lo menos, una institución de educación superior del municipio de Medellín
- Los grupos de investigación deben estar registrados en el SCIENTI en áreas de conocimiento con potencial de desarrollar nuevo conocimiento patentable, tales como:
  - Ingeniería
  - Ciencias básicas
  - Biotecnología
  - Ciencias agropecuarias
  - Tecnologías de la información
  - Energía y minería

De la población total de grupos de investigación reconocidos en la última convocatoria de medición de grupos, tenemos que nuestro público objetivo lo comprenden 699 grupos de investigación adscritos a IES del municipio de Medellín (ver tabla 12).

Tabla 12: Población objetivo y muestra de grupos de investigación

	A1	A	B	C	No clasificado	Total
<b>Población</b>	504	779	1092	2149	664	5188
<b>Medellín</b>	124	118	178	204	75	699
<b>Muestra</b>	7	8	7	2	0	24
<b>Porcentaje sobre el total de la población</b>	1,39%	1,03%	0,64%	0,09%	0,00%	0,46%
<b>Porcentaje grupos de Medellín respecto al país</b>	24,60%	15,15%	16,30%	9,49%	11,30%	13,47%
<b>Porcentaje de la muestra Respecto a Medellín</b>	5,65%	6,78%	3,93%	0,98%	0,00%	3,43%

Fuente: Elaboración propia de SCIENTI - COLCIENCIAS

De esta cantidad, aplicando los criterios de inclusión, la población objetivo se reduce a 235 grupos de investigación que pertenecen a las áreas del conocimiento seleccionadas, que corresponde al 33,62% de los grupos totales de la ciudad de Medellín. El 63,38% restante corresponden a grupos de investigación vinculados a las áreas de las ciencias sociales y ciencias de la salud.

Con base a lo anterior, se hizo una preselección de investigadores adscritos a 16 grupos de la Universidad Pontificia Bolivariana y 92 de la Universidad Nacional de Colombia, que cumplen los criterios de inclusión. A estos se les envió la herramienta diseñada para el desarrollo de la investigación.

Tabla 13: Grupos encuestados de la muestra

<b>Población objetivo: grupos de investigación de IES en el municipio de Medellín, de las áreas de conocimiento definidas en criterios de inclusión</b>	<b>Total</b>	<b>Seleccionados</b>	<b>Porcentaje de la muestra</b>
<b>Medellín</b>	235	24	10,21%
<b>UPB</b>	16	12	75,16%
<b>Universidad Nacional</b>	92	12	13,04%

Fuente: elaboración propia

De esta selección se obtuvo una muestra de 24 investigadores pertenecientes a la misma cantidad de grupos de investigación, que respondieron la encuesta diseñada. Esta muestra corresponde al 10,21% de la población objetivo. (Ver Tabla 13)

## **8.1. DISEÑO DEL INSTRUMENTO**

Desde el diseño metodológico, para la validación de la propuesta de investigación se propone la obtención de datos por medio de un instrumento que permite el registro de la productividad de los grupos de investigación, validables con la información presente el sistema de información de COLCIENCIAS, SCIENTI, junto con la obtención de información desde la experiencia en el proceso de creación de conocimiento de los investigadores. Esta herramienta, para su diseño contó con la validación de un experto estadístico, para verificar que las preguntas y sus respuestas sean consistentes con el modelo metodológico desarrollado y para el análisis multivariado. Adicionalmente, se realizó una validación con otro experto desde la perspectiva temática de la propiedad intelectual y las patentes de invención, con el fin de observar su coherencia con el problema de investigación.

El instrumento, como se mencionó, se divide en dos partes: La primera comprende la información de la clasificación del grupo al que pertenece el investigador, su categoría, los números de productos de generación de nuevo conocimiento registrados y su dedicación a la actividad investigativa. En la segunda parte, se presentan las preguntas que permiten vincular la experiencia de los investigadores a las actividades de creación de conocimiento. Esta parte de la encuesta se divide en preguntas para cada una de las actividades de creación de conocimiento: socialización, exteriorización, combinación e interiorización. En estas preguntas se aplicó una escala Likert, con respuestas a cada valor según el tipo de pregunta. (Ver cuestionario)

La primera parte del instrumento la comprende la información de la productividad del investigador, vinculada a un grupo de investigación. Esta información recopilada corresponde también a la formación, dedicación a la investigación, categoría según el modelo de medición y rol en el grupo de investigación. Esta permitirá caracterizar a los grupos y a los investigadores. Para la definición de las variables a medir se tomó como referencia los trabajos de Mejía-Correa (2007) y García-Alsina & Gómez-Vargas (2015), en cuyos trabajos se caracterizaron desde un enfoque cualitativo grupos de investigación de IES en Colombia y Medellín, relacionando su actividad y productividad investigativa con la creación de conocimiento según el modelo SECI (Nonaka et al, 2000). Con los datos obtenidos en esta primera parte de la encuesta se espera mostrar un análisis cualitativo de la relación que hay entre la categoría de los grupos y sus investigadores con la generación de patentes de

invención, mediante el uso de herramientas de estadística descriptiva, como el análisis de medias, medianas, moda y gráficos comparativos, entre otros.

La segunda parte del instrumento consta de un cuestionario con preguntas relacionadas con las actividades de creación de conocimiento del modelo SECI (Nonaka et al, 2000), que serán las variables independientes del modelo estadístico multivariado. Para la construcción de este cuestionario se tomaron como referencia y guía las encuestas realizadas por Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), y Mejía-Correa (2007). En el caso de la investigación de Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), resulta de mucha utilidad el esquema y diseño del instrumento porque permite hacerse una adaptación para el uso específico de la información de patentes, ya que en este trabajo también se realizan modelos cuantitativos multivariados, combinando las actividades de creación de conocimiento del modelo SECI como variables independientes, con los productos de generación de nuevo conocimiento. No obstante, Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016) toman datos de la productividad completa de los grupos y no distinguen por producto. Se debe tener en cuenta que para este caso de estudio no se puede distinguir el impacto independiente de las actividades de creación de conocimiento sobre la generación de patentes debido a que la proporción de resultados patentados, en el caso de los 235 grupos que cumplen los criterios de inclusión de la IES del municipio de Medellín, son el 0.75% del total de los productos de generación de nuevo conocimiento (ver tabla 14). Adicionalmente, si se compara con la proporción a nivel nacional, la cantidad de patentes son el 0.21% del total de los productos de generación de nuevo conocimiento de todos los grupos registrados en el SCIENTI. En el caso del estudio de Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016), la muestra se toma sobre el total de la población de grupos de investigación registrados en COLCIENCIAS, por lo tanto, el análisis tendrá mayor relevancia sobre un análisis de los artículos de investigación.

Tabla 14: Productos de los grupos de la población objetivo

	<b>Ciencias básicas</b>	<b>Ingeniería</b>	<b>Energía /minería</b>	<b>Ciencias Agro.</b>	<b>TICs</b>	<b>Biotec.</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Artículos de investigación</b>	2790	1572	1014	1683	1109	659	8827	72,51%
<b>Artículo</b>	478	530	204	401	428	142	2183	17,93%
<b>Libro</b>	82	98	42	49	72	25	368	3,02%
<b>Capítulo de libro de investigación</b>	25	54	8	17	160	18	282	2,32%
<b>Capítulo de libro</b>	52	48	29	32	76	24	261	2,14%
<b>Libros de investigación</b>	12	40	21	22	39	7	141	1,16%
<b>Obras</b>	1	0	0	0	2	0	3	0,02%
<b>Patentes</b>	<b>18</b>	<b>48</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>91</b>	<b>0,75%</b>

<b>Modelo de utilidad</b>	1	4	2	0	5	0	12	0,10%
<b>Variedad vegetal</b>	0	0	0	6	0	0	6	0,05%

Fuente: Elaboración propia de datos de SCIENTI - COLCIENCIAS

Para el diseño de la encuesta, además de lo tomado a partir de Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016) y otros trabajos, también se usó como referencia para la definición de las variables y la construcción de las preguntas lo expuesto en el trabajo monográfico desarrollado previamente por Del Valle (2014). En este se definen con más detalle los aspectos a tener en cuenta en cada actividad de creación de conocimiento respecto a la información de las patentes de invención. Con base a esto se construyeron las preguntas del instrumento aplicado (ver tabla 15). Se pueden consultar los detalles del cuestionario en la encuesta que se encuentra disponible en la URL <https://goo.gl/forms/2qAQGH7c7cAp4jLi1>.

Tabla 15: Variables y preguntas del instrumento desarrollado

<b>Creación de conocimiento</b>	
<b>Variable</b>	<b>Pregunta</b>
<b>Socialización</b>	
Identificación de necesidades para la investigación	1. ¿Con base a qué información se identifican necesidades o problemas para investigar?
Planeación de la I+D	2. ¿En qué fase del proceso de investigación usa patentes de invención como fuente de información?
Compartir en grupo	3. En las reuniones del grupo para desarrollar proyectos, ¿se presentan temas de patentes?
Alineación del grupo en sus objetivos	4. ¿Qué tan importante considera para el grupo tener patentes?
<b>Exteriorización</b>	
Búsqueda y captura de información	5. ¿Qué tipo de información técnica usa para justificar el problema de investigación?
Definición del estado del arte	6. ¿Qué información técnica se incluye en el estado del arte?
Definición de temas claves a responder	7. ¿Qué bases datos usa?
Manejo de fuentes para responder a preguntas clave	8. ¿Califique el porcentaje de uso de información de patentes para el proceso de investigación?
Dedicación a consulta de bases de datos	9. ¿Cuántas horas dedica a consulta en bases de datos de patentes en el proceso investigativo?
<b>Interiorización</b>	

Know how de patentes	10. ¿Qué conocimiento tiene de patentes?
Experiencia y conocimiento acumulado en patentes	11. ¿Desde hace cuando usa patentes para el proceso de investigación?
Apropiación de conocimiento de patentes para la investigación	12. ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación? en su experiencia
<b>Combinación</b>	
Presentación de resultados	13. ¿En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes?
Creación de nuevos conceptos inventivos	14. ¿Cuántos resultados de investigación se convirtieron en patentes (%)?
Formas de generación de nuevos conceptos inventivos	15. ¿Por qué los resultados de investigación no se convirtieron en patentes?

Fuente: Elaboración propia

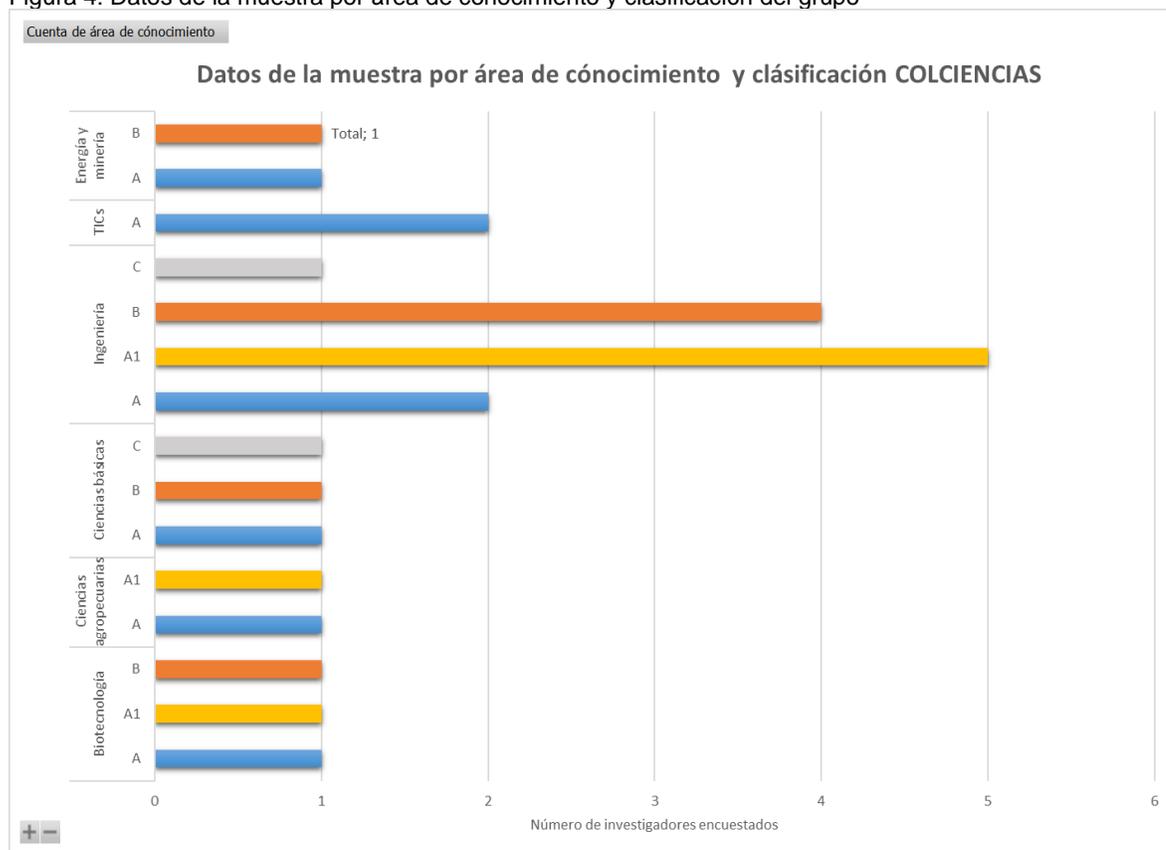
## 8.2. OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Mediante el instrumento diseñado, se obtuvieron datos de fuentes primarias, particularmente de los líderes e investigadores pertenecientes a los grupos de investigación. Estos representaron una muestra real de 24 investigadores, distribuidos según áreas del conocimiento definidos en los criterios de inclusión. Esta muestra representa una población variada de investigadores en diferentes categorías, pertenecientes a grupos de investigación en clasificación entre A1, A y B en su mayoría. Se tomaron el mismo número de datos de dos instituciones diferentes, con el fin de ampliar el rango del análisis y eliminar sesgos. Las encuestas se realizaron vía digital y personal. Adicionalmente, se obtuvieron datos de fuentes secundarias de la producción de los grupos encuestados, en la plataforma SCIENTI.

### 8.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

Con los datos de respuestas a las encuestas realizadas se hará una primera parte del análisis desde el enfoque estadístico descriptivo. De estos datos se clasificaron en primer lugar los resultados según la clasificación COLCIENCIAS del grupo al que pertenecen los investigadores y el área temática definida en los criterios de inclusión. De acuerdo a lo presentado en la Figura 4 se observa que la mitad de los grupos a los que pertenecen los encuestados está en el área de ingeniería y poseen el mayor número de grupos clasificados en A1 (5) y en A (2). Por instituciones, de la UPB se obtuvieron datos de 9 grupos en A1 (4) y en A (5), mientras que de la Universidad Nacional se obtuvieron 6 en A1 (2) y A (4).

Figura 4: Datos de la muestra por área de conocimiento y clasificación del grupo



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra la relación de los datos obtenidos según la clasificación de COLCIENCIAS del grupo y la institución a la que pertenecen. De la muestra total el 63% (15) de los grupos se encuentran en clasificación A1 (7) y A (8).

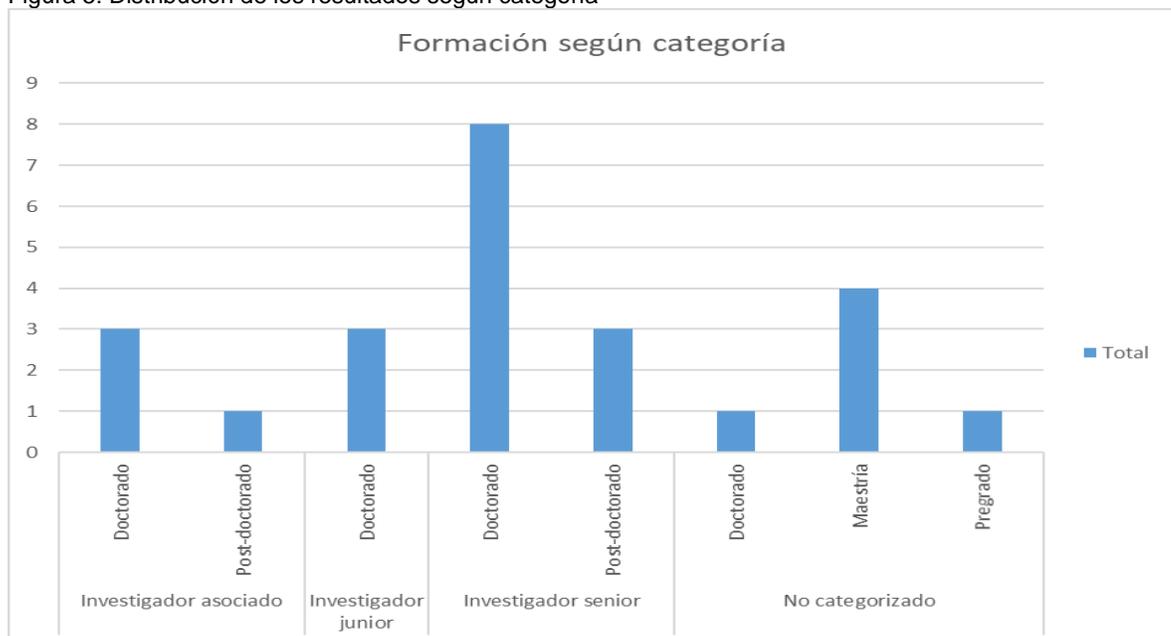
Tabla 16: Clasificación de los grupos de la muestra

		Nombre la institución		Total
		Universidad Nacional	UPB	
<b>Clasificación Colciencias</b>	<b>A1</b>	2	5	7
	<b>A</b>	4	4	8
	<b>B</b>	5	2	7
	<b>C</b>	1	1	2
<b>Total</b>		12	12	24

Fuente: Elaboración propia

Respecto al nivel de formación de los encuestados, el 79% (19) de los investigadores tienen al menos título de doctorado (ver Figura 5). Todos, excepto uno, con categoría del modelo de medición de COLCIENCIAS. De todos los encuestados, la mitad son investigadores senior, máxima categoría según el modelo de COLCIENCIAS. Estos datos resultan relevantes dentro del estudio de la creación de conocimiento debido a que la función principal de los doctores en los grupos es la concepción de productos de generación de conocimiento vinculados a proyectos de investigación. Adicionalmente su categoría demuestra una alta productividad de resultados tipo A y top como artículos científicos publicados en revistas en ranking Scopus en cuartiles 1 y 2 y de patentes de invención. La productividad también es reflejo de que se llevan a cabo de manera constante procesos de creación de conocimiento.

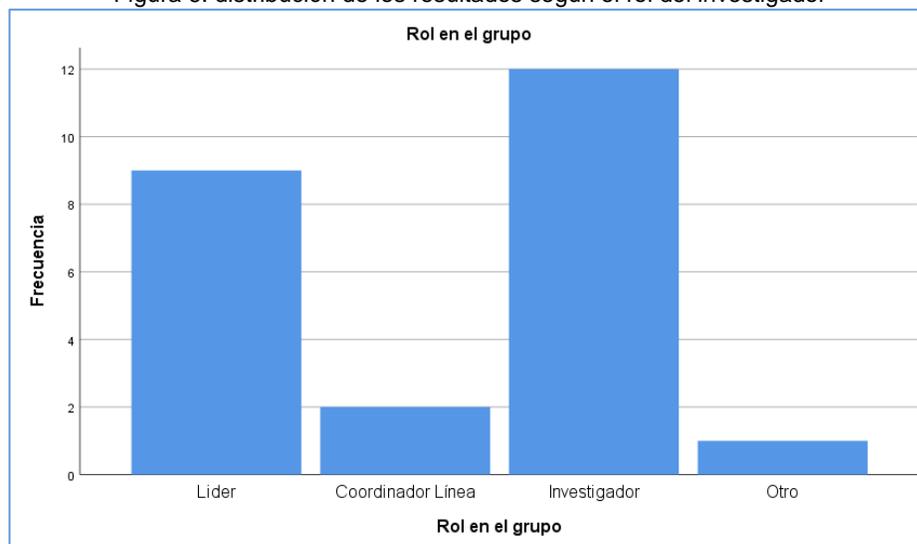
Figura 5: Distribución de los resultados según categoría



Fuente: Elaboración propia

Al interior de los grupos de investigación, la mitad de los encuestados tienen un rol exclusivo como investigador, mientras que el 46% (11) tienen en su rol principal actividades de gestión como líderes de grupo o línea de investigación (Figura 6). Dentro del proceso investigativo los roles de coordinadores tienen funciones de articulación de proyectos de investigación con las metas de productividad, convocar y liderar actividades de planeación y de socialización de los resultados de investigación. En estas actividades del grupo, todos los roles desarrollan trabajos de investigación, pero con un mayor grado de compromiso con los demás niveles ontológicos por parte de los líderes, ya que estos son los que deben interactuar con el sistema de investigación universitario y con los organismos externos para la consecución de recursos para la financiación de proyectos, principalmente.

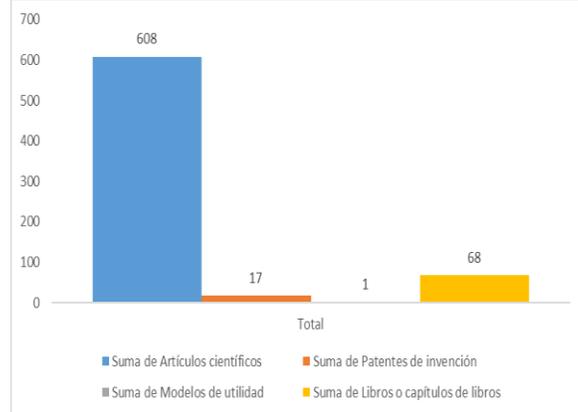
Figura 6: distribución de los resultados según el rol del investigador



Fuente: Elaboración propia

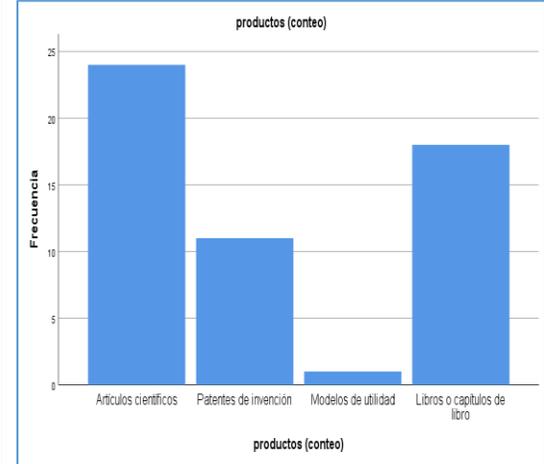
La generación de conocimiento de los investigadores se centra en la producción de artículos científicos. Todos los investigadores producen artículos científicos y menos de la mitad, el 46% (11) tienen patentes de invención. Las patentes de invención son el tercer producto más importante y representan el 2,4% (17) del total de la producción de los grupos encuestados (Figura 7). Si se compara con la producción del municipio de Medellín, el porcentaje de patentes es superior al de los grupos en las áreas de conocimiento de los criterios de inclusión, que es de 0.75%.

Figura 7: Producción total por tipo de producto de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Productos por investigador



Los grupos encuestados tienen una mediana de producción de artículos científicos de 25, con una mayor concentración de la producción por investigador entre 1 y 20 artículos. Algunos casos de investigadores senior con 150 y 80 artículos desplazan la distribución de los datos alrededor de la media hacia valores superiores (Figura 9). En el caso de las patentes de invención la media aritmética se encuentra por debajo de una por investigador (0.71), con un valor máximo de un investigador con 3 patentes de invención (Figura 9).

Figura 9: Diagrama de cajas de la producción total de artículos

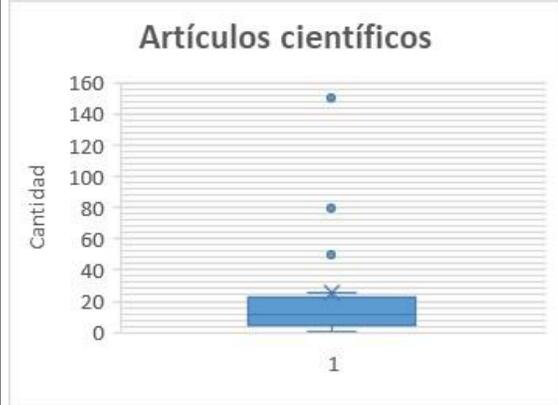
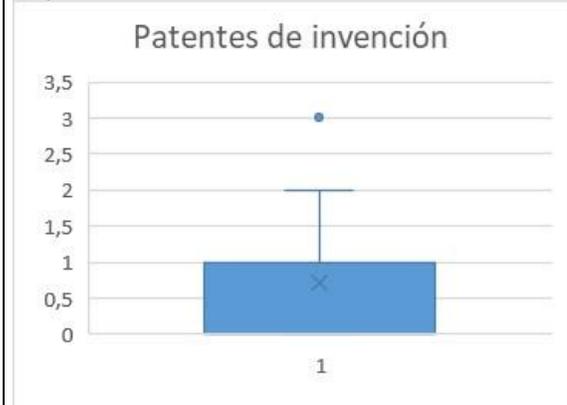


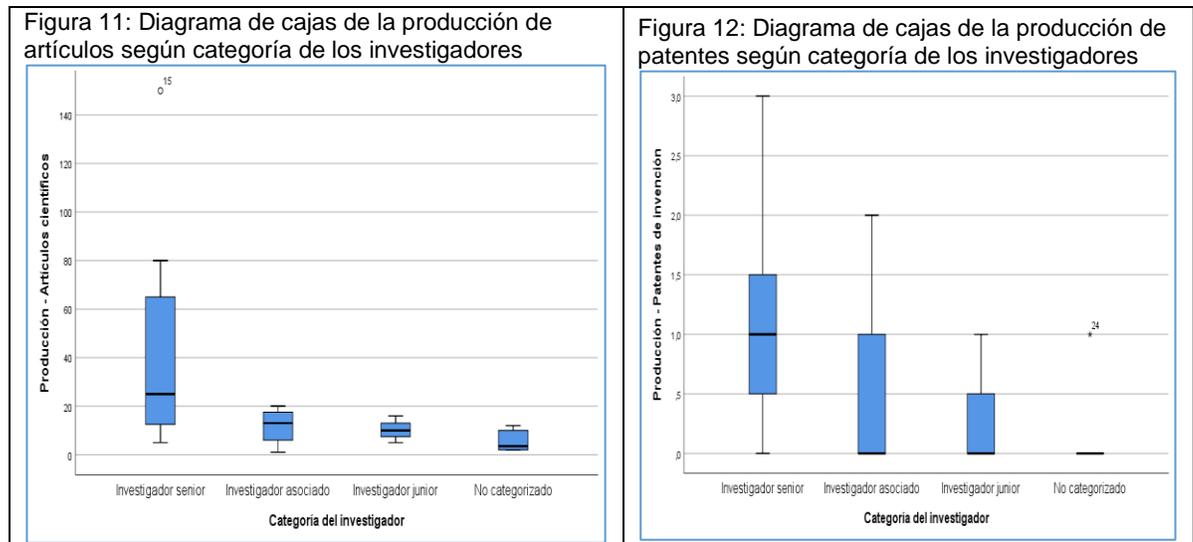
Figura 10: Diagrama de cajas de la producción total de patentes



Fuente: Elaboración propia

La producción principal de los grupos de investigación, de acuerdo a los datos obtenidos, se concentra en mayor cantidad en los investigadores senior. Los artículos científicos representan en los investigadores senior el 81,7% (497 de 608), del total de artículos de los encuestados (Figura 11). El caso de las patentes de

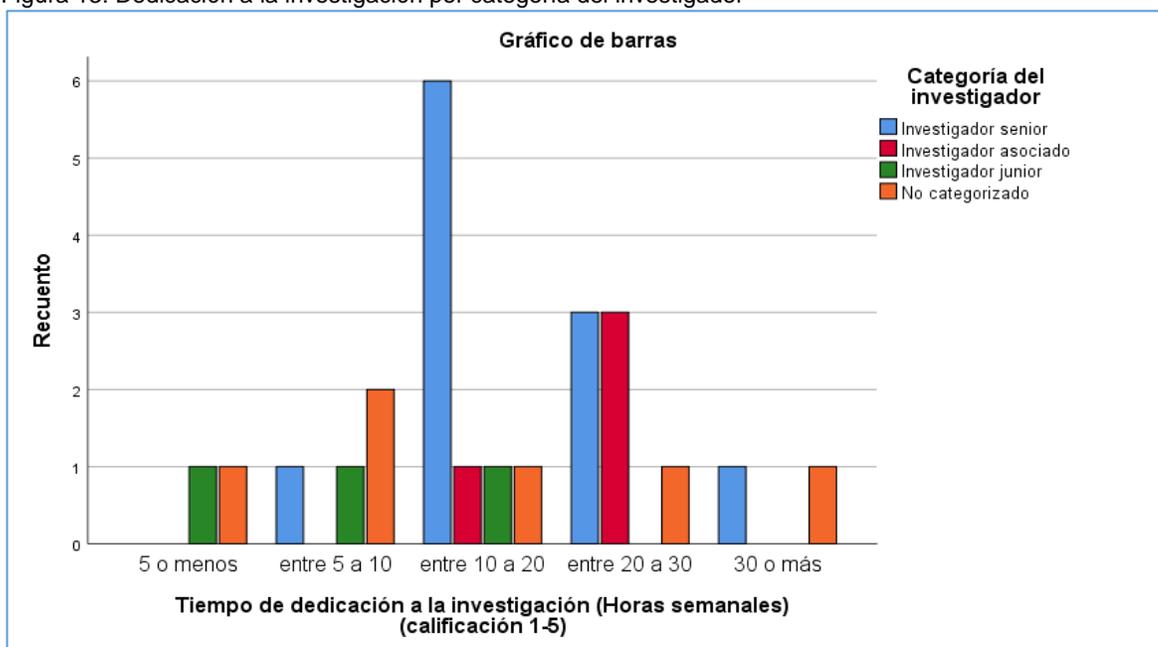
invención es similar, donde el 76,5% (13 de 17) de estas son producidas principalmente por los investigadores senior: No obstante, en el análisis de la distribución de las medias por categoría de investigador, cómo se ve en la Figura 12, muestra una distribución con menos diferencia que en el caso de los artículos científicos, debido a que el número de patentes por investigador es significativamente más bajo con media cerca a uno.



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de dedicación a las actividades de investigación también se consideró un dato importante porque está relacionado directamente con la productividad de los investigadores. El 37,5% (9) de los investigadores dedica más de la mitad de su tiempo laboral en actividades de investigación. Cuando se mira cuantos dedican al menos 10 horas, esto corresponde al 75% de los investigadores (18 de 24). Los investigadores senior, que son los de mayor producción, dedican en su mayoría más de 10 horas semanales a la investigación, que son el 90,9% (10 de 11). La moda para el tiempo de dedicación para los investigadores senior es “entre 10 a 20 horas”, con 6 repeticiones de datos de 11 investigadores (Figura 13).

Figura 13: Dedicación a la investigación por categoría del investigador



### 8.3.1. Actividades de creación de conocimiento

#### 8.3.1.1. Socialización

Las actividades de creación de conocimiento se evaluaron desde cuatro preguntas con la intención de mirar la interacción entre los investigadores dentro del grupo, relacionado estas acciones con información de patentes. En la Tabla 17 se presentan los estadísticos descriptivos.

Tabla 17: estadísticos descriptivos socialización

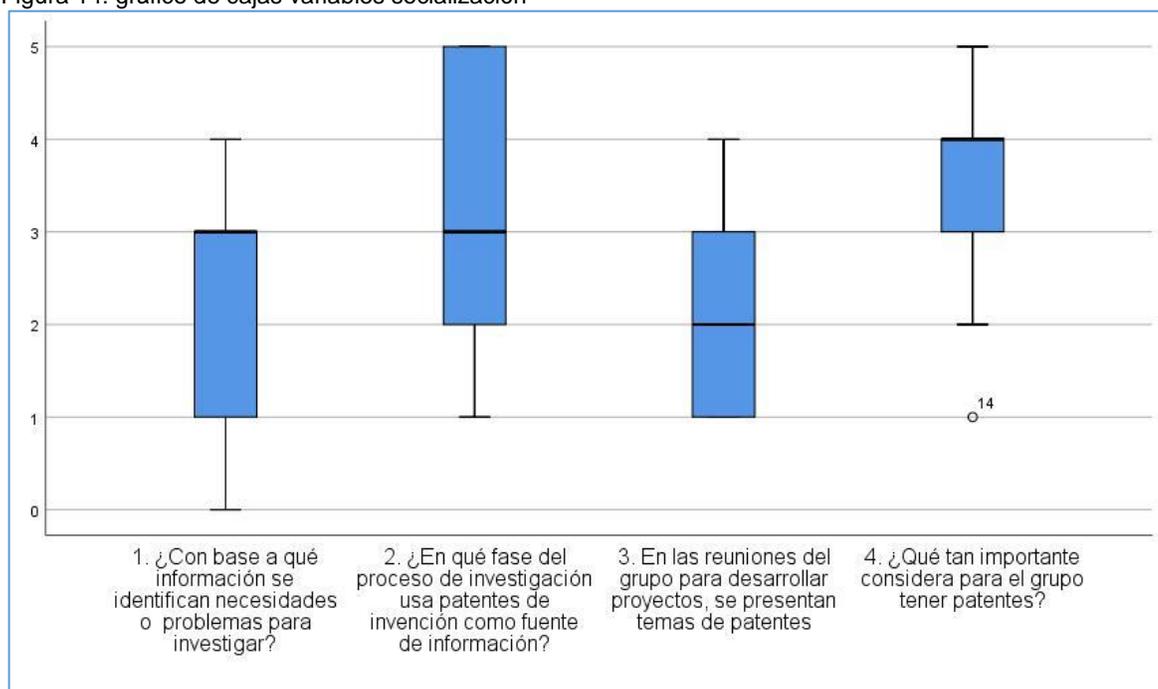
	1. ¿Con base a qué información se identifican necesidades o problemas para investigar?	2. ¿En qué fase del proceso de investigación usa patentes de invención como fuente de información?	3. En las reuniones del grupo para desarrollar proyectos, se presentan temas de patentes	4. ¿Qué tan importante considera para el grupo tener patentes?
Media	2,16	3,02	2,04	3,75
Error estándar de la media	,199	,214	,213	,193
Mediana	3,00	3,00	2,00	4,00
Moda	3	2	1	4

Desv. Desviación	1,390	1,530	1,042	,944
Varianza	1,931	2,340	1,085	,891
Percentiles	25	1,00	2,00	3,00
	50	3,00	3,00	4,00
	75	3,00	5,00	3,00

Fuente: Elaboración propia

En la primera pregunta la identificación de necesidades de investigación, los grupos se basan principalmente en la planeación estratégica del grupo (17 investigadores) y en el interés personal (13 investigadores) para definir los temas con base a los cuales se desarrollarán los proyectos de investigación (Figura 15).

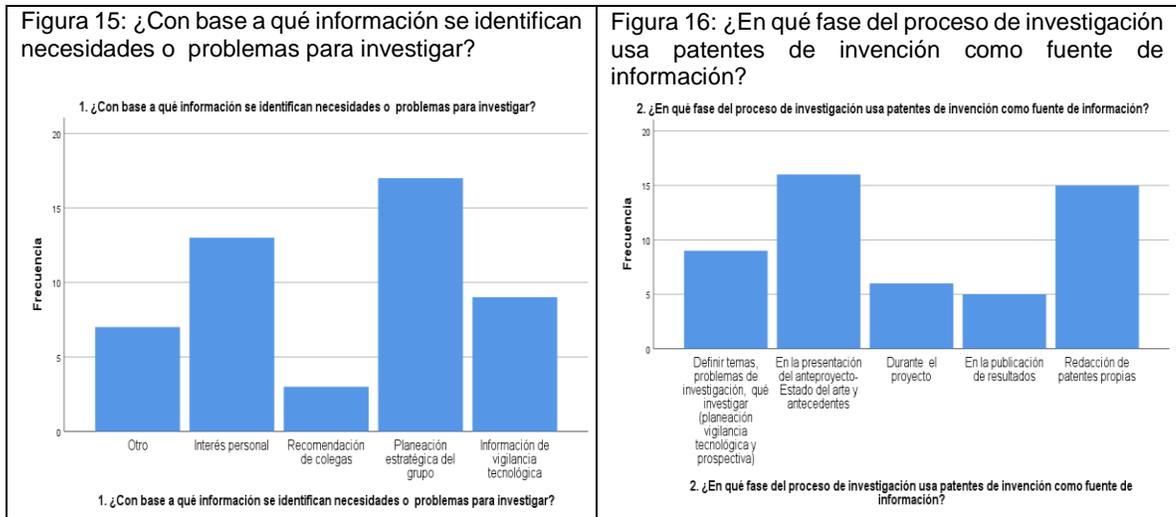
Figura 14: gráfico de cajas variables socialización



Fuente: Elaboración propia

Las patentes de invención poseen información técnica que puede ser usada durante todas las fases del proceso investigativo. Los investigadores encuestados la usan principalmente en la definición del estado del arte y antecedentes, para la elaboración de las propuestas y anteproyectos (16 investigadores). Le sigue como el segundo uso de la información de patentes para la redacción de otras patentes propias (15 investigadores). Todos los investigadores respondieron que usan la

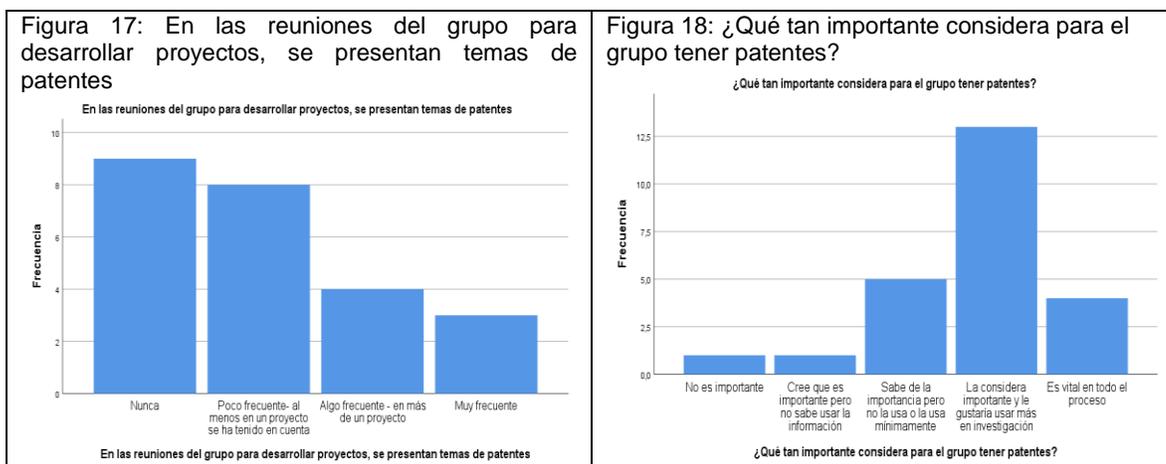
información de patentes en al menos una de las actividades de investigación. 15 investigadores usan en más una actividad la información de patentes (Figura 16).



Fuente: Elaboración propia

En las reuniones del grupo se socializan, entre otros temas, los proyectos a desarrollar, las oportunidades de trabajos futuros detectadas. Los temas técnicos de las patentes de invención se pueden socializar en estas reuniones. No obstante, no es frecuente que sean socializados temas patentes para proponer el desarrollo de proyectos. 7 investigadores manifestaron usarla de manera frecuente para más de un proyecto. 9 investigadores nunca han usado esta información en las reuniones de grupo (Figura 17).

63% (17) de los investigadores consideran que las patentes de invención son importantes en el proceso investigativo. De estos, 14 esperan poder usar más la información de patentes en el desarrollo de los proyectos, piensan que no la usan suficiente. 29.2% (7) de los investigadores no la usan y no saben cómo usarla para investigación (Figura 18).



Fuente: Elaboración propia

### 8.3.1.2. Exteriorización

La actividad de exteriorización en el modelo de Nonaka y Takeuchi (1998), representa la enunciación de un concepto de manera explícita en la actividad de socialización. En el proceso de investigación esta actividad se puede relacionar con la estructuración de temas y preguntas claves para la búsqueda y captura de información para justificar el problema de investigación (Del Valle, 2014). Para esto se requiere dedicar tiempo a la consulta en de bases de datos de diferentes tipos, tales como bases de datos científicas como Scopus o de patentes como Patentscope.

Tabla 18: Estadísticos descriptivos exteriorización

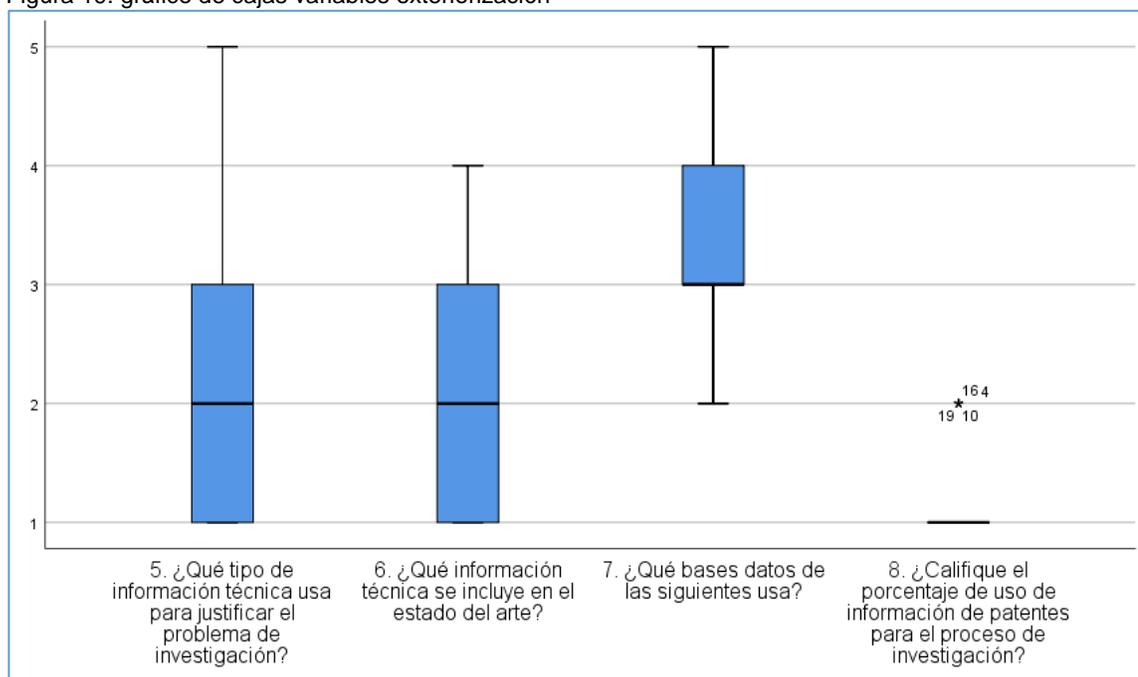
	5. ¿Qué tipo de información técnica usa para justificar el problema de investigación?	6. ¿Qué información técnica se incluye en el estado del arte?	7. ¿Qué bases datos de las siguientes usa?	8. ¿Califique el porcentaje de uso de información de patentes para el proceso de investigación?	9. ¿Cuántas horas dedica a consulta en bases de datos de patentes en el proceso investigativo?
Media	2,35	2,26	3,29	1,17	1,96
Error estándar de la media	,175	,140	,172	,078	,185
Mediana	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00
Moda	1	1	3	1	2
Desv. Desviación	1,380	1,141	1,001	,381	,908

Varianza		1,905	1,302	1,002	,145	,824
Percentiles	25	1,00	1,00	3,00	1,00	1,25
	50	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00
	75	3,00	3,00	4,00	1,00	2,00

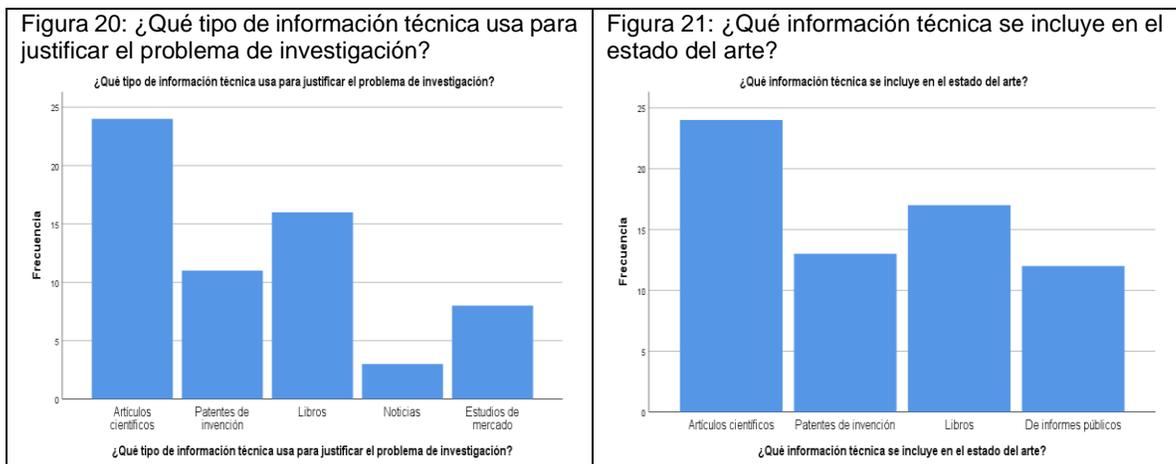
Fuente: Elaboración propia

Para la justificación del problema de investigación, todos los investigadores (24) usan información de artículos científicos, mientras que menos de la mitad, el 45.8% (11) usan información de patentes en esta fase de investigación (Figura 20). La cantidad de investigadores que usan las patentes para la construcción del estado del arte aumenta respecto al indicador anterior, con 13 investigadores que incorporan esta información en esta parte. En ambos indicadores, los libros son más usados que las patentes de invención (Figura 21).

Figura 19: gráfico de cajas variables exteriorización

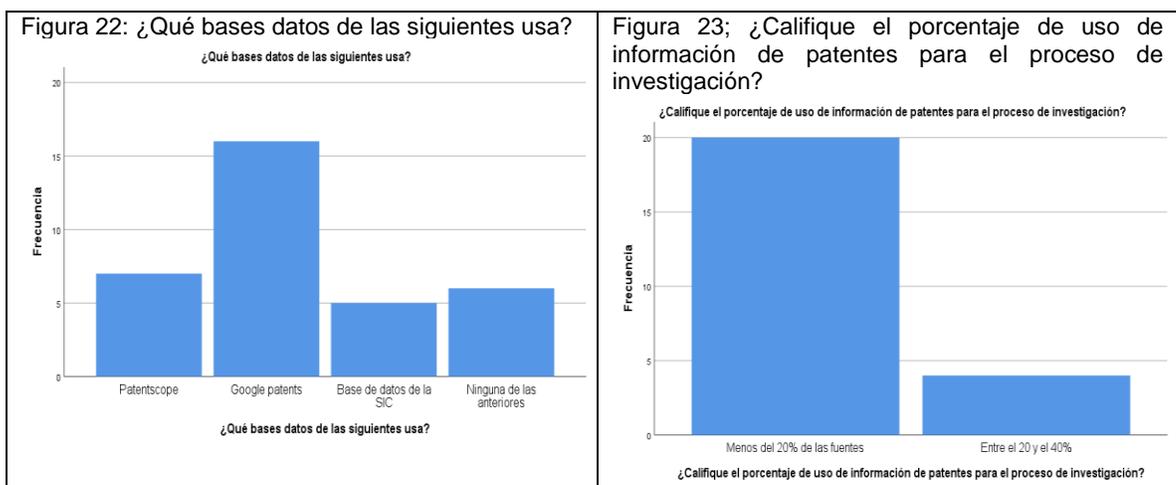


Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Las bases de datos de información de patentes son de libre acceso, pero aquellas como Google Patents y Patentscope, recopilan información de todo el mundo. Algunos investigadores consultan en más de una base de datos de patentes, pero usan principalmente Google Patents (Figura 22). El 75% (18) de los investigadores usan las bases de datos de patentes más conocidas, mientras que el 25% restante no usa ninguna de las mencionadas. Adicionalmente, la cantidad de información técnica en las patentes que se puede usar para el desarrollo de nuevas investigaciones se puede medir por la cantidad de documentos que se citan o incluyen en las referencias bibliográficas. El 83,3% (20) de los investigadores usan menos del 20% de las referencias documentos de patentes. El máximo de fuentes bibliográficas de patentes usado es entre el 20% y el 40%, de cuatro investigadores (Figura 23).



Fuente: Elaboración propia

### 8.3.1.3. Combinación

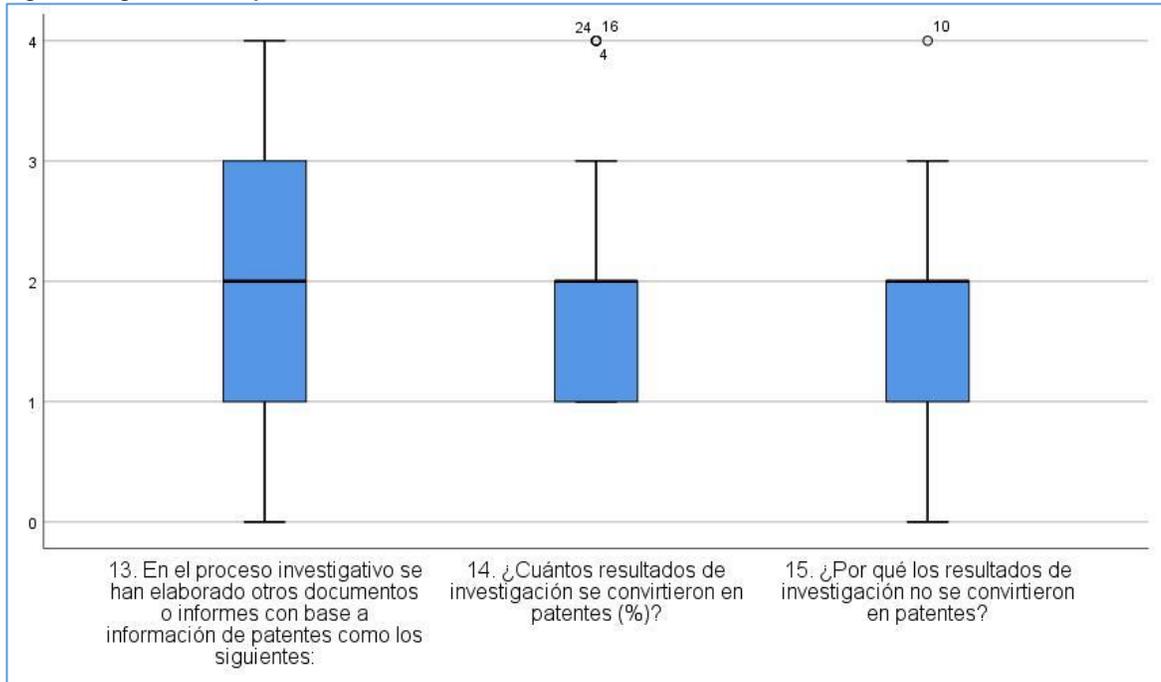
La combinación es la creación de conocimiento explícito a partir de la combinación del conocimiento explícito extraído en la actividad de exteriorización. Esto implica la creación de nuevos conceptos de manera más estructurada, sistematizada y organizada (Nonaka & Konno, 1998). En los grupos de investigación pueden materializarse en forma de artículos científicos, patentes de invención, tesis de grado informes técnicos de diferente tipo (Figura 25).

Tabla 19: estadísticos descriptivos combinación

	13. En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes como los siguientes:	14. ¿Cuántos resultados de investigación se convirtieron en patentes (%)?	15. ¿Por qué los resultados de investigación no se convirtieron en patentes?
Media	2,38	1,83	1,67
Error estándar de la media	,179	,206	,231
Mediana	2,00	2,00	2,00
Moda	1	1	2
Desv. Desviación	1,226	1,007	1,129
Varianza	1,502	1,014	1,275
Percentiles			
25	1,00	1,00	1,00
50	2,00	2,00	2,00
75	3,00	2,00	2,00

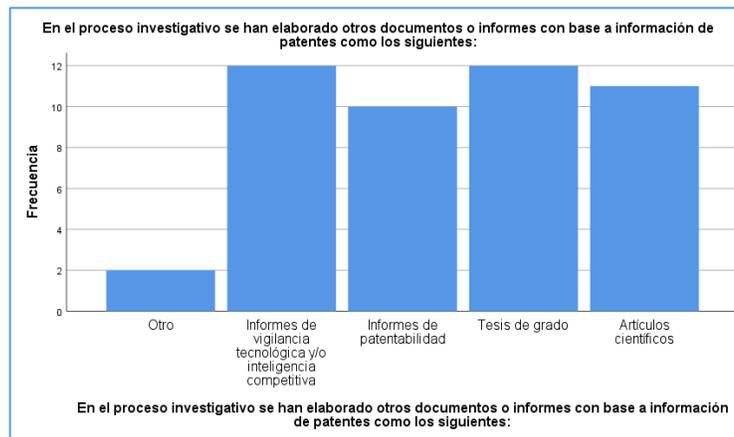
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: gráfico de cajas variables combinación



Fuente: Elaboración propia

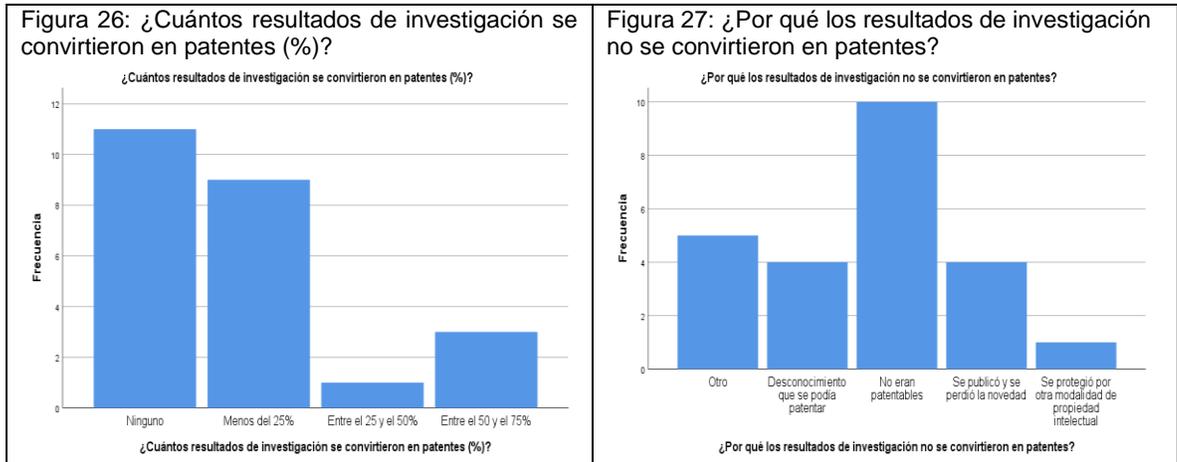
Figura 25: En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes



Fuente: Elaboración propia

No obstante, a pesar de que en los resultados de la encuesta no se evidencia una predilección por un tipo de producto para materializar el conocimiento, el 45,8% (11) de los investigadores manifiesta que ninguno de los resultados se patentó y un 25% (9) de los investigadores patentó menos del 25% de los resultados de investigación (Figura 22). De estos sólo en el 41,7% (10) de los casos el conocimiento no era

patentable. El 54,2% (13) de los casos restantes se relacionan con falta de conocimiento en los procesos de propiedad intelectual y solo en un caso se protegió el resultado por otra modalidad (Figura 27).



Fuente: Elaboración propia

#### 8.3.1.4. Interiorización

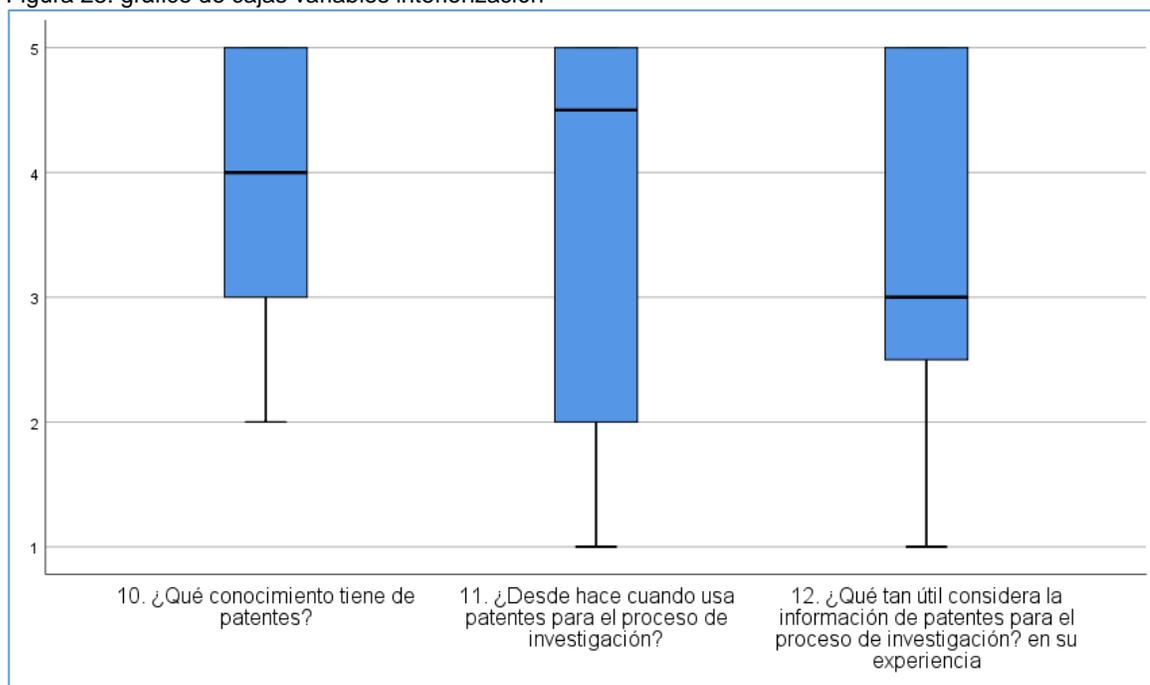
En esta actividad se caracterizó la experiencia y el conocimiento acumulado sobre patentes que tienen los investigadores. Para esto se consultó por cuanto tiempo han trabajado los investigadores con información de patentes y qué tanto involucran estas en el proceso de investigación.

Tabla 20: estadísticos descriptivos interiorización

	10. ¿Qué conocimiento tiene de patentes?	11. ¿Desde hace cuando usa patentes para el proceso de investigación?	12. ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación? en su experiencia
Media	3,71	3,67	3,46
Error estándar de la media	,229	,328	,262
Mediana	4,00	4,50	3,00
Moda	5	5	3
Desv. Desviación	1,122	1,606	1,285
Varianza	1,259	2,580	1,650
Percentiles			
25	3,00	2,00	2,25
50	4,00	4,50	3,00
75	5,00	5,00	5,00

Fuente: Elaboración propia

Figura 28: gráfico de cajas variables interiorización



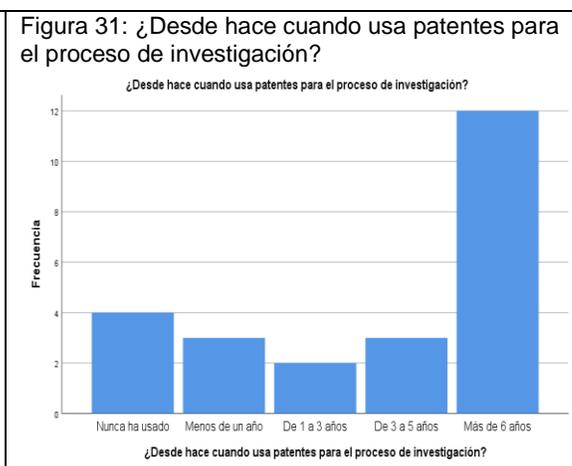
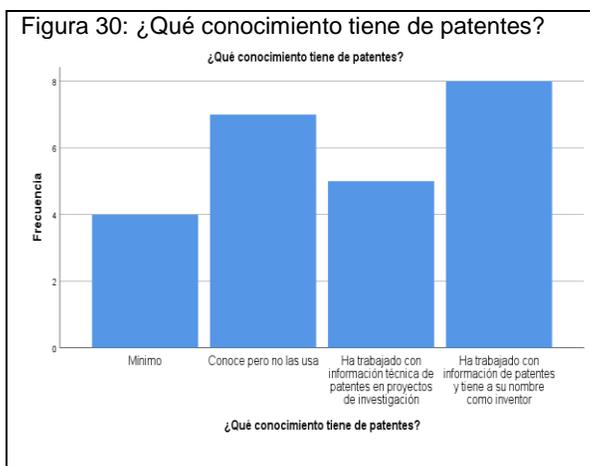
Fuente: Elaboración propia

Figura 29: ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación?



Fuente: Elaboración propia

La mitad de los encuestados ha trabajado por más de 6 años con esta información y 8 de ellos aparecen como inventores en patentes de invención (Figura 31). Esto genera un know how en el grupo que puede transmitirse a los demás integrantes. De estos, 10 consideran que la información de patentes es de gran utilidad en el proceso investigativo y por eso buscan que el grupo apropie este conocimiento dentro de sus prácticas investigativas. De los encuestados, 4 tienen conocimiento mínimo sobre patentes y nunca las han usado en el proceso de investigación (Figura 30).



Fuente: Elaboración propia

## 8.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

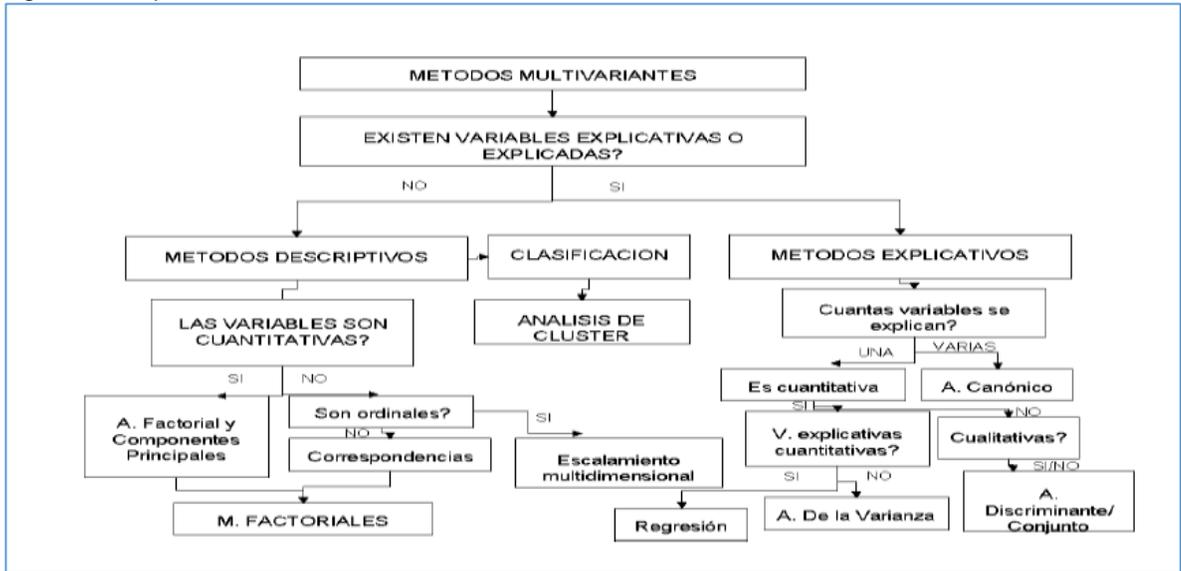
Los métodos estadísticos descriptivos permiten un análisis general de cada variable. Nos brindan información importante de tendencias de los grupos y sus investigadores en las actividades de creación de conocimiento, relacionándolas con la información de patentes, usando análisis de medias, medianas, moda y gráficos comparativos, entre otros. Este análisis resulta importante para la caracterización de los grupos y de los investigadores. No obstante, es también de interés en el presente trabajo investigativo, mostrar la relación que hay entre las actividades de creación de conocimiento para la generación de patentes de invención. Objetivo que es posible desarrollar aplicando métodos y herramientas de análisis multivariado, complementando lo que se pueda analizar desde la estadística descriptiva.

El análisis multivariado, definen Cástor y Guisande (2006, p. 667), “*es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es el análisis de datos en los que contamos con más de dos variables medidas para caso estudiado*”.

Este análisis estadístico multivariado resulta muy útil porque podemos tratar datos de manera conjunta y de múltiples variables de manera simultánea. Con estos métodos podremos realizar transformación de datos cualitativos en variables cuantitativas. En los casos, como el del presente trabajo investigativo, donde se tienen múltiples variables, resulta imposible estudiar los datos con métodos uní y bidimensionales (Cástor & Guisande, 2006) para el análisis de correlaciones, por ejemplo. En estos análisis, se requiere de paquetes estadísticos potentes y para esto nos hemos apoyado en el software estadístico especializado SPSS\* al cual se migraron los resultados sistematizados de la encuesta.

Por otro lado, existen diversos métodos para realizar análisis multivariado. Se debe seleccionar el método apropiado según el tipo de información, las variables usadas en la recopilación de los datos, si existe una hipótesis de partida, si los grupos de estudio son homogéneos o heterogéneos. Para la selección se tomó como referencia el análisis de los diferentes métodos multivariados realizado por Fernández-Ledesma (2104) (ver figura 32). Dentro de los métodos estadísticos multivariados más conocidos se pueden mencionar el análisis de regresión múltiple multivariado, análisis multivariado de varianza, análisis de correlación canónica, análisis discriminante lineal, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias y análisis de factores (Fernández-Ledesma, 2014).

Figura 32: Esquema de clasificación de técnicas multivariadas.



Fuente: Fernández-Ledesma, (2014)

Las variables, que corresponden a las preguntas de la encuesta, se cuantificaron (ver Tabla 21) para aplicar a estos datos el análisis multivariado.

Tabla 21: Datos cuantificados de respuestas a encuesta

Sujetos	Variables														
	P1*	P2*	P3	P4	P5*	P6*	P7*	P8	P9	P10	P11	P12	P13*	P14	P15
S1	1	2	1	5	1	1	2	1	1	3	1	2	4	1	2
S2	1	2	1	3	1	1	5	1	1	2	1	2	1	1	1
S3	1	5	1	3	1	1	5	1	2	2	2	2	1	1	3
S4	4	1	2	5	1	1	3	2	2	5	4	5	2	4	2
S5	1	2	1	4	1	1	2	1	2	5	5	5	1	2	2
S6	3	4	1	3	1	1	5	1	1	2	1	2	3	1	2
S7	0	5	1	3	1	1	5	1	1	5	4	3	3	2	2
S8	1	2	3	3	1	1	3	1	2	5	5	3	1	2	2
S9	1	2	2	4	1	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1
S10	1	1	4	4	1	1	3	2	2	4	5	3	1	2	4
S11	0	2	1	4	1	1	5	1	1	3	1	4	4	1	2
S12	3	1	1	4	1	1	4	1	1	3	2	3	1	1	2
S13	1	1	3	4	1	1	3	1	2	5	5	3	1	2	3
S14	3	5	2	1	1	1	3	1	2	3	5	5	1	2	2
S15	1	2	4	4	1	1	2	1	2	5	5	5	1	2	3
S16	3	1	4	5	1	1	2	2	4	5	5	5	1	4	0
S17	1	2	2	4	1	1	3	1	2	4	5	5	2	2	0
S18	3	1	3	4	1	1	5	1	2	4	4	3	3	2	3
S19	1	3	3	4	1	1	3	2	2	5	5	5	1	3	0

<b>S20</b>	3	2	2	4	1	1	2	1	2	3	3	2	2	1	0
<b>S21</b>	3	3	2	2	1	1	3	1	2	3	5	3	4	1	2
<b>S22</b>	1	1	2	4	1	1	2	1	2	3	5	4	3	1	1
<b>S23</b>	3	1	1	4	1	1	3	1	2	4	5	1	0	1	1
<b>S24</b>	1	1	2	5	1	1	3	1	5	4	3	5	2	4	0

Fuente: Elaboración propia

Con base a lo anterior, con las respuestas de las preguntas de la encuesta cuantificadas, (ver tabla 21), se puede realizar una correlación con reducción de dimensiones. Para esto, los métodos apropiados son los factoriales.

Los métodos factoriales son los métodos multivariados más usados y permiten reducir el número de variables. Esta reducción permite la obtención de factores que explican la variabilidad de las variables (Cástor & Guisande, 2006). Con este nuevo número reducido de componentes se busca explicar la variación total de las todas las variables iniciales. Se puede ver qué porcentaje de la varianza de cada variable explican los factores. Intentamos ver cuáles son los factores (actividades de creación de conocimiento) que explican la creación de patentes en el proceso de investigación de los grupos.

Adicionalmente, los métodos factoriales estudian fenómenos que relacionan las variables a un factor común, por lo tanto, requieren que exista una hipótesis previa o modelo de partida (Cástor & Guisande, 2006). Para el caso de estudio, el factor común y variable dependiente en la construcción del modelo son las patentes de invención. Se parte de la hipótesis de que las estructuras administrativas y los procesos para la creación de conocimiento que ejecutan durante sus actividades investigativas los grupos de investigación de las Instituciones de Educación Superior, del municipio de Medellín, favorecen a la generación de nuevo conocimiento materializable en forma de patentes de invención. Toda vez que las patentes de invención se reconocen como el producto más importante y efectivo para la transferencia tecnológica y la innovación

Se procedió a realizar la reducción de dimensiones, aplicando extracción de variables a los datos de la tabla 20. Usando la cuantificación de la calificación de las variables, en escala de números enteros de 0 a 5, transformamos las 15 variables de las 4 actividades de creación de conocimiento a 4 variables que corresponden a las cuatro actividades de creación de conocimiento. De esto se obtiene una matriz de correlación de las varianzas entre las variables para cada uno de los factores. La matriz de covarianzas nos muestra que para cada factor existe una correlación positiva (ver tablas de covarianzas), que también se verifica la correlación con el porcentaje de las varianzas.

Tabla 22: matriz de correlación variables socialización

<b>Socialización</b>		1. ¿Con base a qué información se identifican necesidades o problemas para investigar?	2. ¿En qué fase del proceso de investigación usa patentes de invención como fuente de información?	3. En las reuniones del grupo para desarrollar proyectos, se presentan temas de patentes	4. ¿Qué tan importante considera para el grupo tener patentes?
<b>Correlación</b>	1. ¿Con base a qué información se identifican necesidades o problemas para investigar?	1,000	0,709	0,274	0,089
	2. ¿En qué fase del proceso de investigación usa patentes de invención como fuente de información?	0,709	1,000	0,454	0,070
	3. En las reuniones del grupo para desarrollar proyectos, se presentan temas de patentes	0,274	0,454	1,000	0,188
	4. ¿Qué tan importante considera para el grupo tener patentes?	0,089	0,070	0,188	1,000

Tabla 23: matriz de correlación variables exteriorización

<b>Exteriorización</b>		5. ¿Qué tipo de información técnica usa para justificar el problema de investigación?	6. ¿Qué información técnica se incluye en el estado del arte?	7. ¿Qué bases datos de las siguientes usa?
<b>Correlación</b>	5. ¿Qué tipo de información técnica usa para justificar el problema de investigación?	1,000	1,000	0,855
	6. ¿Qué información técnica se incluye en el estado del arte?	1,000	1,000	0,855
	7. ¿Qué bases datos de las siguientes usa?	0,855	0,855	1,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: matriz de correlación variables interiorización

Interiorización		10. ¿Qué conocimiento tiene de patentes?	11. ¿Desde hace cuando usa patentes para el proceso de investigación?	12. ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación? en su experiencia
Correlación	10. ¿Qué conocimiento tiene de patentes?	1,000	0,716	0,519
	11. ¿Desde hace cuando usa patentes para el proceso de investigación?	0,716	1,000	0,457
	12. ¿Qué tan útil considera la información de patentes para el proceso de investigación? en su experiencia	0,519	0,457	1,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: matriz de correlación variables combinación

Combinación		13. En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes como los siguientes:	15. ¿Por qué los resultados de investigación no se convirtieron en patentes?
Correlación	13. En el proceso investigativo se han elaborado otros documentos o informes con base a información de patentes como los siguientes:	1,000	-0,383
	15. ¿Por qué los resultados de investigación no se convirtieron en patentes?	-0,383	1,000

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, esta correlación de las variables de cada actividad muestra que las variables reducidas pueden ser usadas para el análisis del efecto de cada factor sobre la generación de patentes aplicando otros análisis multivariados. Para cada factor la correlación entre las varianzas varía de 47% a 93% (Tabla 26)

Tabla 26: Valores de % de varianza de los datos de las variables reducidas

Socialización		Autovalores iniciales		
		Total	% de varianza	% acumulado
Puro	1	1,355	47,999	47,999
	2	0,812	28,768	76,767

	<b>3</b>	0,570	20,201	96,968
	<b>4</b>	0,086	3,032	100,000
<b>Exteriorización</b>		<b>Autovalores iniciales</b>		
		<b>Total</b>	<b>% de varianza</b>	<b>% acumulado</b>
<b>Puro</b>	<b>1</b>	1,344	93,994	93,994
	<b>2</b>	0,086	6,006	100,000
	<b>3</b>	2,776E-17	1,942E-15	100,000
<b>Combinación</b>		<b>Autovalores iniciales</b>		
		<b>Total</b>	<b>% de varianza</b>	<b>% acumulado</b>
<b>Puro</b>	<b>1</b>	1,355	80,613	80,613
	<b>2</b>	0,326	19,387	100,000
<b>Interiorización</b>		<b>Autovalores iniciales</b>		
		<b>Total</b>	<b>% de varianza</b>	<b>% acumulado</b>
<b>Puro</b>	<b>1</b>	3,982	72,536	72,536
	<b>2</b>	1,067	19,439	91,975
	<b>3</b>	0,440	8,025	100,000

Fuente: Elaboración propia

Se definieron en la reducción de dimensiones, los constructos socialización, exteriorización, combinación e interiorización. Las varianzas muestran correlaciones altas y confirma la definición de los cuatro constructos (Tabla 27).

Tabla 27: Constructos definidos en la reducción de dimensiones

<b>Constructo / nueva variables</b>	<b>Variable inicial</b>
<b>Socialización</b>	P1
	P2
	P3
	P4
<b>Exteriorización</b>	P5
	P6
	P7
	P8
	P9
<b>Interiorización</b>	P10
	P11

	P12
<b>Combinación</b>	P13
	P14
	P15

Fuente: Elaboración propia

Para cada factor reducido, que corresponden a cada uno de los constructos, se procede a analizar la correlación de cada uno con la creación de patentes, aplicando regresión multivariada. Mediante análisis lineal, con variable dependiente el número de patentes, se obtienen los siguientes resultados

## Socialización

Tabla 28: ANOVA Socialización regresión multivariada

<b>ANOVA<sup>a</sup></b>						
<b>Modelo</b>		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>1</b>	Regresión	3,823	1	3,823	4,311	,050 <sup>b</sup>
	Residuo	19,510	22	0,887		
	Total	23,333	23			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis ANOVA muestran una relación significativa entre el factor 1 y la variable dependiente de número de patentes (Tabla 28). El factor 1 corresponde a lo obtenido en la reducción de variables para el constructo de socialización. Esto indica que hay una relación positiva entre la socialización y en número de patentes con un nivel de significancia de 0,05. Si el nivel de significancia es menor a 0,05 existe una relación positiva entre las variables.

## Exteriorización

Tabla 29: ANOVA exteriorización regresión multivariada

<b>ANOVA<sup>a</sup></b>						
<b>Modelo</b>		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>2</b>	Regresión	1,385	1	1,385	1,388	,251 <sup>b</sup>

	Residuo	21,949	22	0,998		
	Total	23,333	23			

Fuente: Elaboración propia

Para el factor 2, que corresponde en la reducción de variables al constructo de exteriorización, el análisis ANOVA no muestra relación positiva con la generación de patentes de invención. Presenta un valor de significancia de 0,251. Significancia superior a 0,05 (Tabla 29).

### Interiorización

Tabla 30: ANOVA interiorización regresión multivariada

<b>ANOVA<sup>a</sup></b>						
<b>Modelo</b>		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>3</b>	Regresión	9,705	1	9,705	15,666	,001 <sup>b</sup>
	Residuo	13,628	22	0,619		
	Total	23,333	23			

Fuente: Elaboración propia

El análisis ANOVA del factor 3 muestra una significancia de 0,01 con la variable dependiente del número de patentes. El factor 3 corresponde a lo obtenido en la reducción de variables para el constructo de interiorización. Los resultados muestran una relación positiva entre la interiorización y en número de patentes con un nivel de significancia de 0,01. Menor a 0,05 relaciones positivas entre las variables (Tabla 30).

### Combinación

Tabla 31: ANOVA combinación regresión multivariada

<b>ANOVA<sup>a</sup></b>						
<b>Modelo</b>		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>4</b>	Regresión	1,705	1	1,705	1,734	,201 <sup>b</sup>
	Residuo	21,628	22	0,983		

Total	23,333	23			
-------	--------	----	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Al igual que el factor 2, el análisis ANOVA del factor 4 no muestra relación positiva entre las variables, con nivel de significancia de 0,201. El factor 4 corresponde al constructo de combinación (Tabla 31).

Con base a lo anterior se procede a realizar análisis de correlación de Pearson entre las variables que mostraron relación positiva, la 1 y 3 (socialización e interiorización), así como entre las de relación negativa, la 2 y 4 (exteriorización y combinación) (Tabla 32).

Tabla 32: Matriz de correlación de Pearson factores 1 y 3

<b>Correlaciones</b>			
		<b>REGR factor score for analysis 1</b>	<b>REGR factor score for analysis 3</b>
<b>REGR factor score for analysis 1</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	,628**
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0,001
	<b>N</b>	24	24
<b>REGR factor score for analysis 3</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	,628**	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,001	
	<b>N</b>	24	24
<b>**.</b> La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra una correlación alta de los factores 1 y 3. Entre más cercana a uno muestra una correlación positiva con la variable dependiente.

Tabla 33: Matriz de correlación de Pearson factores 2 y 4

<b>Correlaciones</b>			
		<b>REGR factor score analysis 2</b>	<b>REGR factor score analysis 4</b>
	<b>Correlación de Pearson</b>	1	-0,368

<b>REGR factor score for analysis 2</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>		0,077
	<b>N</b>	34	24
<b>REGR factor score for analysis 4</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	-0,368	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,077	
	<b>N</b>	24	24

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente también se hizo análisis de correlación bi-variada con base al modelo Pearson, de cada uno de los factores reducidos (constructos) con el número de patentes.

Tabla 34: Correlación bi-variada constructo socialización

<b>Correlaciones</b>			
		<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>REGR factor score for analysis 1</b>
<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	,405
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0,050
	<b>N</b>	24	24
<b>REGR factor score for analysis 1</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	,405	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,050	
	<b>N</b>	24	24

Fuente: Elaboración propia

Para la socialización, mediante este análisis, se muestra que existe una correlación de Pearson positiva, con significancia bilateral de 0,05 (Tabla 34).

Tabla 35: Correlación bi-variada constructo interiorización

		<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>REGR factor score analysis 3</b>
--	--	--	-------------------------------------

<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	,645
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0,001
	<b>N</b>	24	24
<b>REGR factor score for analysis 3</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	,645	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,001	
	<b>N</b>	24	24

Fuente: Elaboración propia

Para la interiorización, la correlación de Pearson muestra una relación positiva con la generación de patentes, con una significancia bilateral de 0,001 (Tabla 35)

Tabla 36: Correlación bi-variada constructo exteriorización

		<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>REGR factor score analysis 2</b>
<b>Resultados de investigación se convirtieron en patentes</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	0,244
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0,251
	<b>N</b>	24	24
<b>REGR factor score for analysis 2</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	0,244	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,251	
	<b>N</b>	24	34

Fuente: Elaboración propia

Para las variables exteriorización y combinación (2 y 4) no se identifica una relación positiva mediante vía análisis de correlación bi-variada (Tabla 36).

## 9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Al involucrar análisis estadísticos en estudios resulta fundamental contar con una muestra representativa de la población objetivo de estudio. Para el caso del presente trabajo se obtuvieron datos de una muestra real de grupos e investigadores que representa a grupos de IES importantes, con una productividad científica que permitió evaluar en un contexto real cómo es la generación de patentes al interior de estas. Esto dio como resultado una aplicación efectiva de la metodología y por lo tanto ayudó a analizar desde qué actividades de creación de conocimiento se puede correlacionar la generación de patentes de invención, para en futuros trabajos o intervenciones sobre grupos de investigación se puedan diseñar estrategias que potencien la generación de patentes. Discusión

Para el caso de estudio, el análisis multivariado fue vital para poder determinar la correlación de cada una de las actividades de creación de conocimiento con la generación de patentes. No obstante, el análisis descriptivo es un complemento importante para los análisis multivariados porque aportan a la conclusión de si los grupos de investigación son creadores de conocimiento y si en este contexto se desarrollan las actividades del modelo SECI. El análisis descriptivo permitió caracterizar a los grupos y a los investigadores y mirar desde aspectos cualitativos y cuantitativos la relación entre la categoría del grupo y el investigador según el modelo de medición de COLCIENCIAS, así como su formación académica y su producción científica, especialmente de patentes de invención.

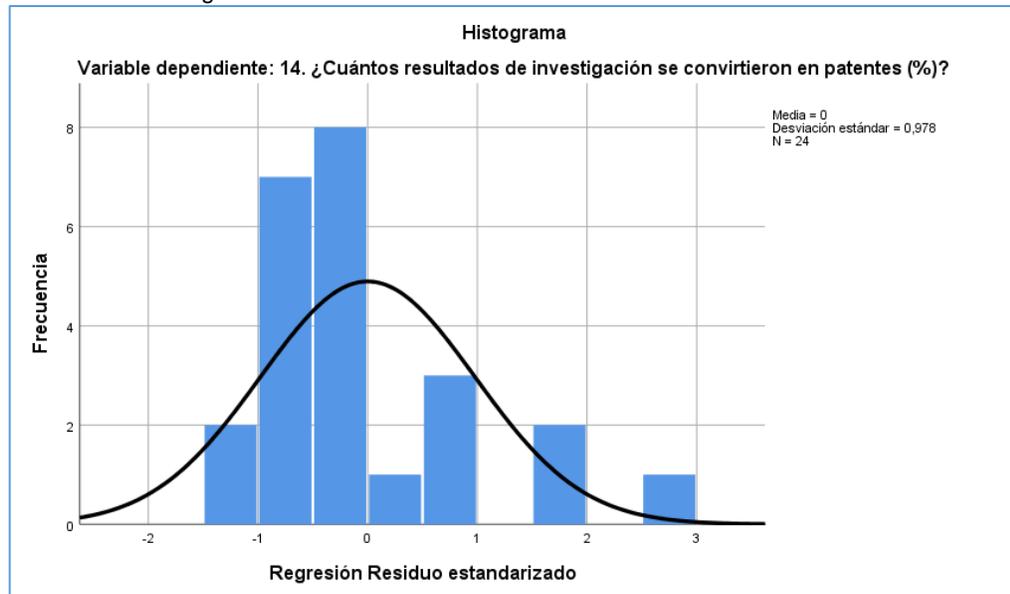
El análisis estadístico multivariado se aplicó de manera efectiva, gracias a que existía correlación positiva entre los datos tomados, validando la efectividad y pertinencia de las preguntas realizadas para la toma de datos y de manera general de la herramienta diseñada. No obstante, para la aplicación efectiva de los métodos multivariados usados fue necesario reducir el número de variables en la actividad de exteriorización. Para este constructo se tenían cinco variables que relacionaban el uso de conocimiento explícito, tales como la consulta y manejo de bases de datos de patentes, de las cuales al realizar análisis de correlación y factorial generaban inconsistencias que afectaban todo el desarrollo metodológico y demás análisis estadísticos. Por lo anterior, el análisis factorial y la reducción de dimensiones para este constructo se aplicó con las variables 5,6 y 7. De igual forma, para el constructo combinación, se prescindió de la variable 14, ya que esta se relacionaba directamente con la variable dependiente y podría generar sesgos en los resultados de las regresiones multivariadas aplicadas.

Los métodos multivariados mostraron información contundente sobre la correlación positiva que existe en la generación de patentes con la socialización y la interiorización, pero aún más importante se muestra la validez de la metodología desarrollada, gracias a los resultados se confirmaron por diferentes vías de análisis multivariados: La regresión multivariada y el análisis de correlación bi-variada.

Como se ven en las gráficas de distribución y de regresión lineal para cada uno de los factores reducidos.

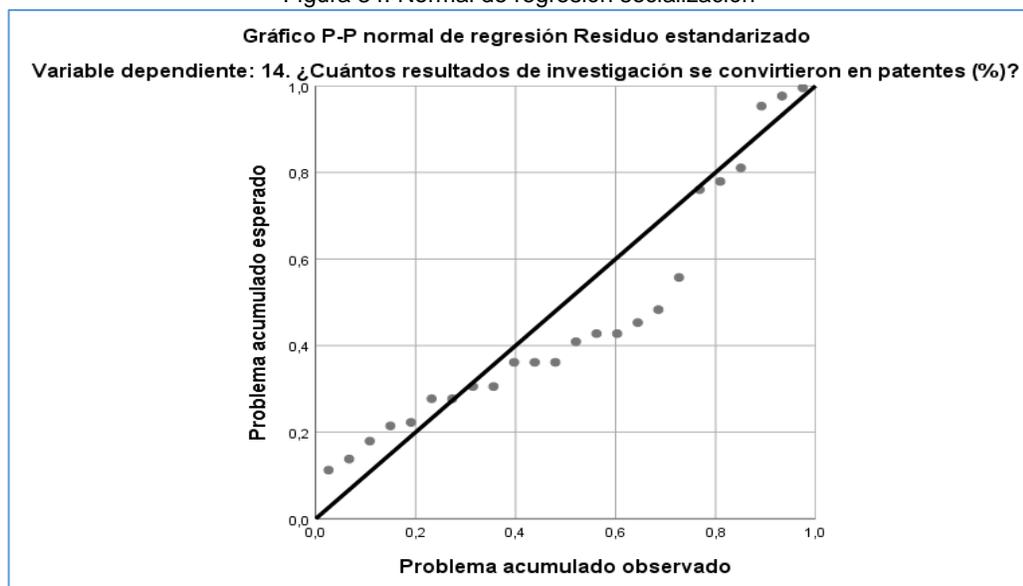
## Socialización

Figura 33: Distribución de valores factor reducido Socialización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

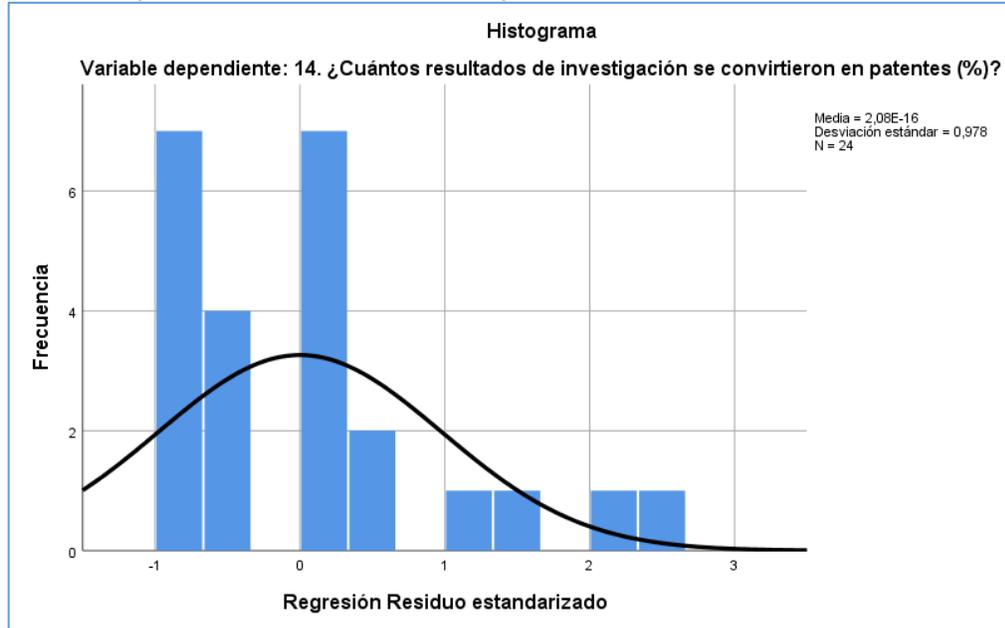
Figura 34: Normal de regresión socialización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

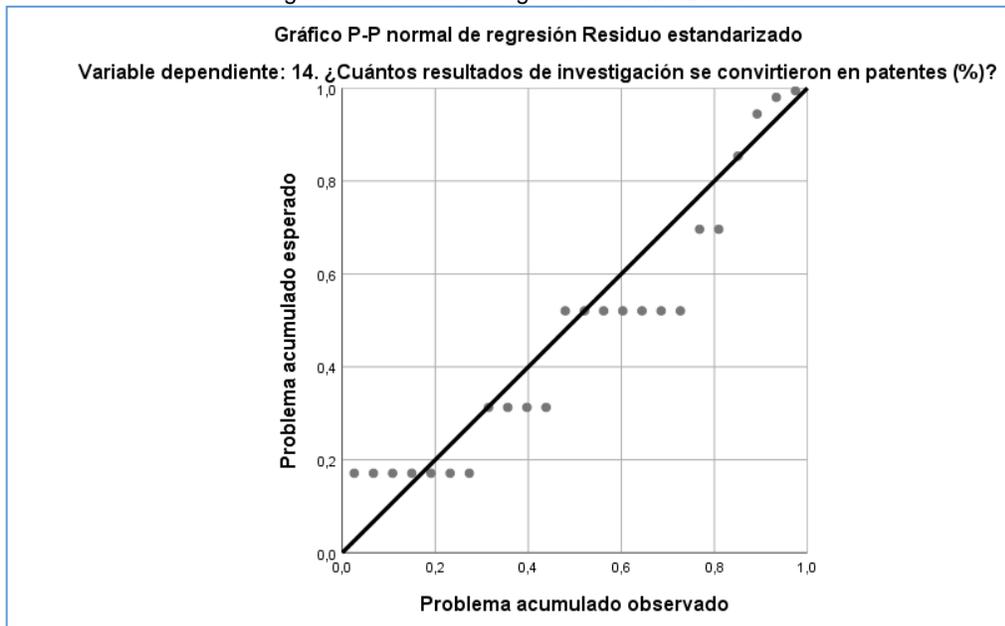
## Exteriorización

Figura 35: Distribución de valores regresión factor reducido Exteriorización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

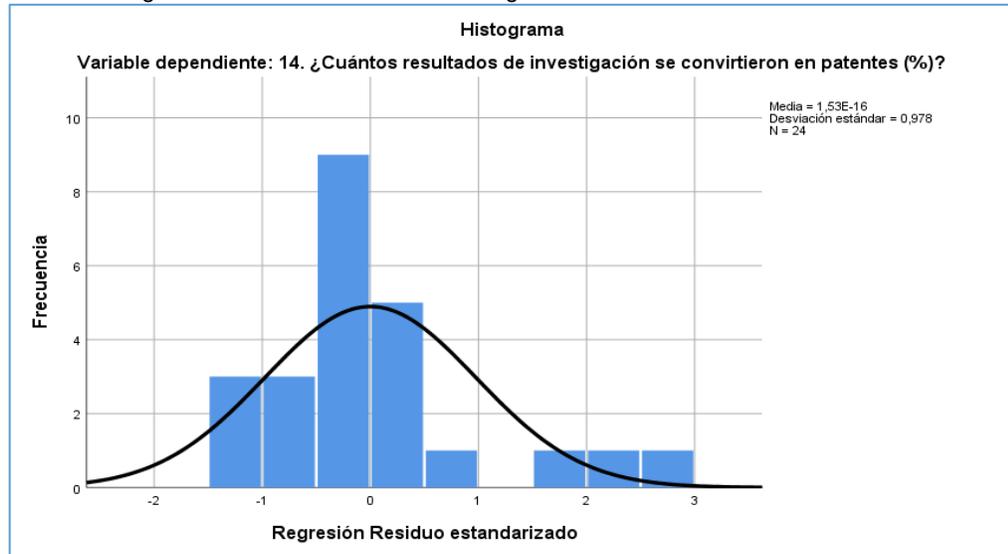
Figura 36: Normal de regresión exteriorización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

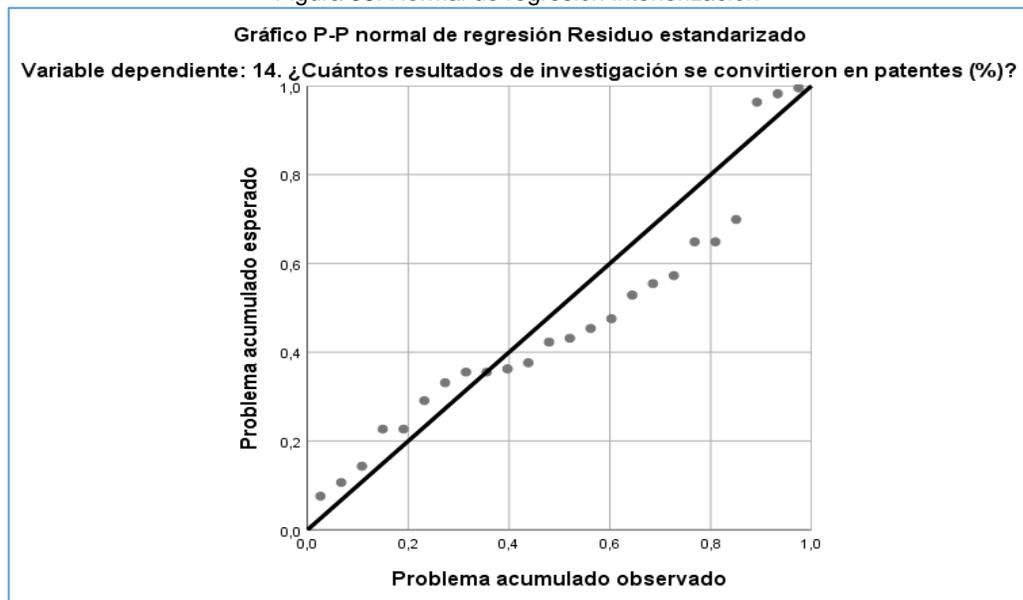
## Interiorización

Figura 37: Distribución de valores regresión factor reducido interiorización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

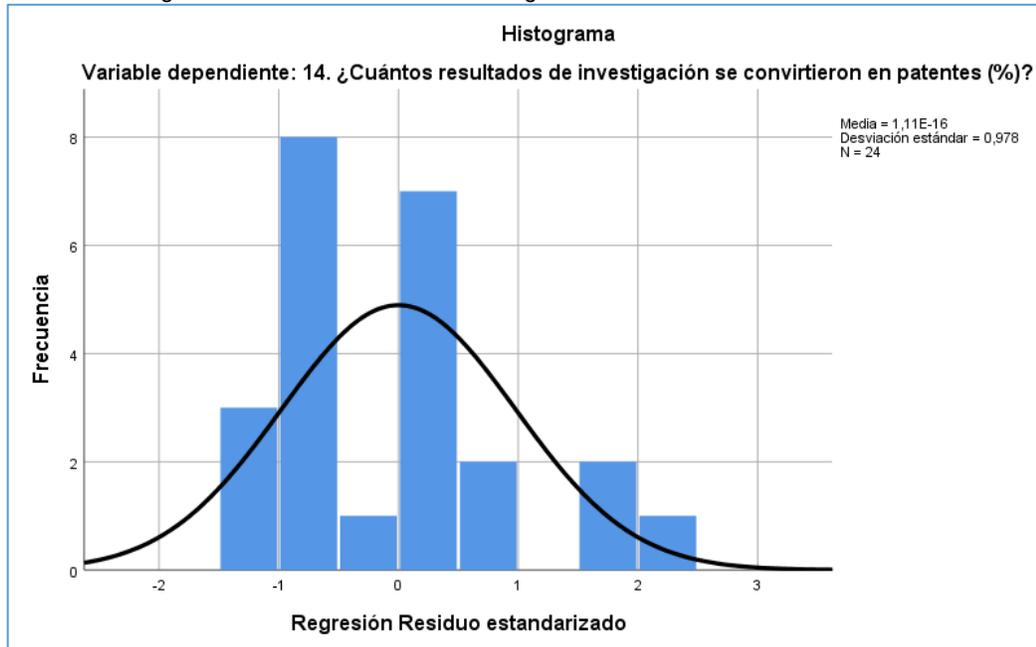
Figura 38: Normal de regresión interiorización



Fuente: Elaboración propia con SPSS

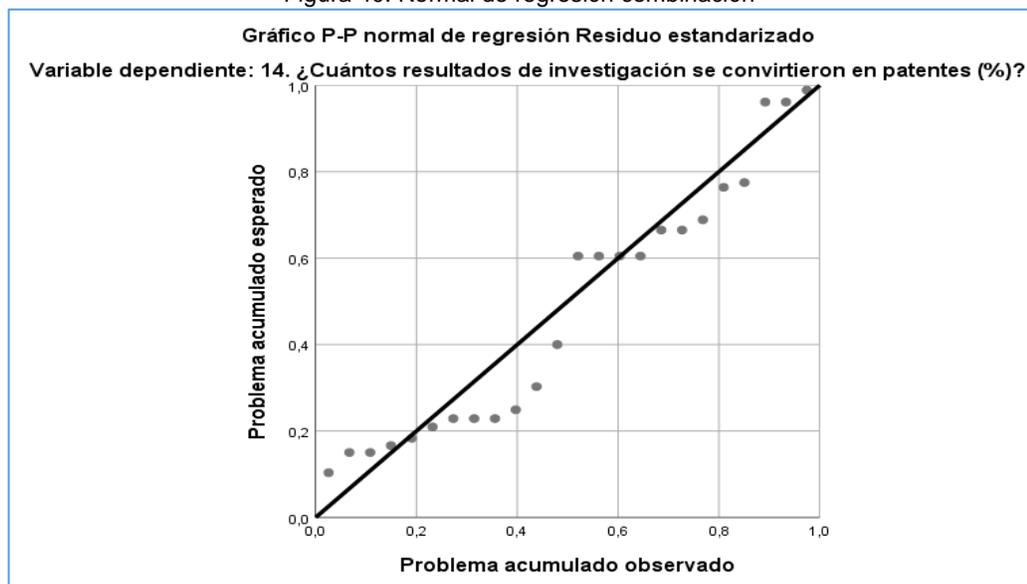
## Combinación

Figura 39: Distribución de valores regresión factor reducido combinación



Fuente: Elaboración propia con SPSS

Figura 40. Normal de regresión combinación



Fuente: Elaboración propia con SPSS

En los Anexos 12.2 se puede observar en detalle los resultados y pruebas aplicadas a los datos estadísticos, para cada uno de los métodos usados, así como los resultados del análisis descriptivo de los mismos.

## 10. CONCLUSIONES

Los grupos de investigación son el núcleo central de la creación de conocimiento de las IES, definido así por el ente rector del SNCTI, COLCIENCIAS. Rol acogido por las instituciones, demuestran a través de los indicadores generados en el SCIENTI, que en efecto son organizaciones que permanentemente producen nuevo conocimiento. No obstante, esa producción de nuevo conocimiento se materializa de diferentes formas, entre ellas las patentes de invención, pero siendo significativamente más alto que cualquier otro producto los artículos resultado de investigación. Lo anterior es observable en los resultados, donde se confirma tanto para la población de grupos de investigación de las IES de la ciudad de Medellín, como para los grupos de la muestra estudiada, que la producción de patentes es significativamente más baja que la de artículos resultados de investigación. Esta baja generación de patentes puede estar relacionada con desconocimiento o falta de entendimiento en temas de propiedad intelectual, a pesar que la mayoría de los investigadores reconocen su importancia, como se muestra en el análisis descriptivo de los datos. Sin embargo, se deja para estudios posteriores el análisis de por qué los grupos de investigación no orientan su producción a aumentar la generación de un mayor número de patentes de invención.

De igual forma, a través del análisis descriptivo de los resultados de la encuesta se pudo confirmar que los grupos de investigación pasan por las cuatro fases del modelo SECI de creación de conocimiento, ratificando los hallazgos de otros estudios como Mejía-Correa (2007), Gaviria et al (2007), Guevara et al, (2012) y Rueda-Barrios y Rodenes-Adam (2016), que concuerdan que estas se dan durante el proceso investigativo de los grupos. Como aporte adicional a esto, se identifica que en cada actividad de creación de conocimiento resulta importante el uso de información técnica de patentes para generación de nuevo conocimiento. Todos los investigadores encuestados consideran que el uso de la información de patentes es importante en el proceso investigativo y afirman que en algún momento del proceso investigativo la usan. Sin embargo, en el análisis de los resultados se observa que esto no se ve reflejado en un número de patentes proporcional o cercano al número de artículos o libros resultado de investigación. El 54,2% de los resultados que eran potencialmente patentables no se convirtieron en patentes porque no se tenía conocimiento de los procesos de protección.

Lo anterior, desde el análisis de las actividades de creación de conocimiento del modelo SECI, concuerda con los hallazgos del análisis multivariado, en los cuales se encontró que las actividades de exteriorización y combinación no se articulan de manera positiva en la generación de nuevo conocimiento patentable. En la actividad de combinación, específicamente, se genera el conocimiento explícito en forma de documentos más elaborados, como memorias técnicas para las solicitudes de patente. Allí se halló que no existe correlación positiva entre esta actividad y la generación de patentes.

De igual forma, la actividad de exteriorización es importante en el proceso de generación de patentes porque allí se enuncia de manera explícita el concepto alcanzado en el proceso investigativo inicial. En el proceso investigativo de los grupos de las IES no se mostró correlación positiva de la exteriorización con la generación de patentes de invención. En esta fase se justifica de manera explícita el concepto desarrollado, en forma de justificación del problema a investigar o en forma del estado de la técnica. Para esto se evidenció que la mayoría usan menos del 20% de las referencias bibliográficas información de patentes.

No obstante, a pesar que se identifica y verifica a través de los diferentes métodos de análisis multivariados usados que las actividades de exteriorización y combinación no aportan en la generación de patentes de invención, esto resulta un insumo importante para proponer estrategias para lograr que en estas dos actividades se potencie la generación de conocimiento patentable. Desde estas se puede fortalecer el manejo de bases de datos de patentes y de formación en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, como algunas propuestas de mejora.

Por otro lado, el análisis multivariado también muestra que existe una relación positiva en las actividades donde se genera conocimiento tácito, la socialización y la interiorización, con la generación de patentes de invención. Esto demuestra que existe un *know-how* importante a nivel individual y grupal respecto a la información de patentes, que puede explotarse para mejorar su impacto en la materialización de manera explícita del conocimiento generado. Es importante que estos se puedan convertir en conocimiento explícito, no solo porque alimenta el proceso de creación de conocimiento, sino porque representa un indicador de peso en la productividad del grupo y le permite lograr mayores calificaciones y posiciones en las clasificaciones.

De manera general la metodología desarrollada permitió identificar que los grupos ejecutan actividades de creación de conocimiento, como se mencionó antes, pero de igual forma esta también contribuyó a identificar las actividades fuertes y débiles en el proceso de creación de conocimiento patentable, para con base a esto definir estrategias para articularlas de manera más eficiente. En los casos estudiados se deben incorporar en la exteriorización y la combinación, herramientas y conocimientos existentes como la vigilancia tecnológica u otras nuevas, que se puedan validar en contexto real y que se puedan desarrollar en trabajos investigativos futuros.

Estas estrategias que se puedan definir desde la identificación de las fortalezas y debilidades en el proceso de creación de conocimiento aplicando la metodología desarrollada deben de articularse con los demás niveles ontológicos para lograr una implementación efectiva, que aporte a la generación de nuevo conocimiento de patentes, con el compromiso de los demás que hacen parte de la espiral de creación de conocimiento en la dimensión ontológica.

## 11. REFERENCIAS

- Ackoff, R. L. (1967). Management misinformation systems. *Management science*, 14(4), B-147.
- Argote, L., & Miron-Spektor, E. (2011). Organizational learning: From experience to knowledge. *Organization science*, 22(5), 1123-1137.
- CAN (2004). Manual para el examen de solicitudes de patentes de invención en las oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina. Secretaría General de la CAN.
- Castillo, P. (2016) *Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación, gobernanza y prioridades científicas de los países iberoamericanos*
- Cástor, G. G., & Guisande, F. (2006). *Tratamiento de datos*. Copyright. Edi. Díaz de Santos. España.
- COLCIENCIAS (2015). Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Dirección de fomento a la Investigación
- COLCIENCIAS (2016). Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Documento N° 1602
- Comisión Europea CEE (2004). Reglamento (CE) No 772/2004 de la Comisión del Tratado a determinadas categorías de acuerdos de transferencia de tecnología (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Del Valle, C. A. (2014). El uso estratégico de la información de patentes en una institución de educación superior colombiana en la gestión del conocimiento con base al modelo de la organización creadora de conocimiento. Trabajo monográfico. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Díaz Pérez, M., Orea Igarza, U., & Cordero Machado, E. (2007). Los análisis de patentes como base para la toma de decisiones en los proyectos de investigación: Estudio de un caso. *Acimed*, 16(2), 0-0.

- Ernst, H. (2003). Patent information for strategic technology management. *World patent information*, 25(3), 233-242.
- Fernández-Ledesma, J. (2014). Metodología para la construcción y reuso de metaprocesos como activos de software para el dominio de la telesalud. [Tesis doctoral]. Universidad de Antioquia.
- Fernández-López, S., Otero González, L., Rodeiro Pazos, D., & Rodríguez Sandiás, A. (2009). Determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes. *Revista de la educación superior*, 38(149), 7-30.
- García-Alsina, M., & Gómez-Vargas, M. (2015). Prácticas de gestión del conocimiento en los grupos de investigación: estudio de un caso. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 38(1), 13-25.
- Gaviria Velásquez, M. M., Mejía Correa, A. M., & Henao Henao, D. L. (2007). Gestión del conocimiento en los grupos de investigación de excelencia de la Universidad de Antioquia. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 30(2), 137-163.
- Guevara, J. C., Lara, J., & Moque, C. A. (2012). Sistema de gestión de conocimiento para apoyar el trabajo de grupos de investigación. *Tecnura*, 16(33), 83-99.
- Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive science*, 4(1), 71-115.
- Kim, D. H. (1997). The link between individual and organizational learning. In *The strategic management of intellectual capital* (pp. 41-62).
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic management journal*, 13(S1), 111-125.
- López-Gómez, M. D. S., Schmal Simón, R., Cabrales Gómez, F., & García Tobón, C. (2009). Los procesos en un modelo de gestión de patentes universitarias. *Ingeniería e Investigación*, 29(2).

- Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional. *Comercio exterior*, 44(8), 695-704.
- Mejía-Correa, A. M. (2007). Estructura organizativa de los grupos de investigación de la Universidad de Antioquia como fuente de creación de conocimiento. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 30(2), 89-112.
- Nonaka & Takeuchi, H. (1995). *La organización creadora de conocimiento. The knowledge creating organization*. New York, Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The concept of “Ba”: Building a foundation for knowledge creation. *California management review*, 40(3), 40-54.
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long range planning*, 33(1), 5-34.
- Nonaka, L., Takeuchi, H., & Umemoto, K. (1996). A theory of organizational knowledge creation. *International Journal of Technology Management*, 11(7-8), 833-845.
- OCDE (1997). *National innovation systems*.
- OMPI (2012). *Manual de la OMPI para la redacción de solicitudes de patentes. Serie sobre la gestión de activos de PI*.
- OMPI (2016). *Principios básicos de la propiedad industrial. Segunda edición* ISBN: 978-92-805-2590-8
- Polanyi, M. (1967). *The tacit dimension*. 1967. Garden City, NY: Anchor.
- Rueda-Barrios, G., & Rodenes-Adam, M. (2016). Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia. *Revista española de Documentación Científica*, 39(1), 118.
- Teece, D. J. (1998). Capturing value from knowledge assets: The new economy, markets for know-how, and intangible assets. *California management review*, 40(3), 55-79.

Universidad Pontificia Bolivariana (2016). Directrices para los grupos de investigación UPB a nivel nacional.

## **12. ANEXOS**

(Ver archivo 20181105\_anexos\_tesis\_cdelvalle)