

PROPUESTA DE UN MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN DE LA
TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE MEDELLÍN

DORA ENID ZABALA MENDOZA

ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
POSGRADOS EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
MEDELLÍN

2016

PROPUESTA DE UN MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN DE LA
TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE MEDELLÍN

DORA ENID ZABALA MENDOZA

Trabajo de grado para optar al título de
Magister en Gestión Tecnológica

Director

Ph.D (c), MSc. SANTIAGO QUINTERO RAMÍREZ

ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
POSGRADOS EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
MEDELLÍN

2016

Febrero 29 de 2016

DORA ENID ZABALA MENDOZA

“Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) 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.

Firma

Nota de Aceptación

Firma
Nombre
Presidente del jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Medellín, __ de __ 2016

A mi familia, que me brindó su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

Dora Enid Zabala Mendoza

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, mi hija y mi hermano, por su apoyo y comprensión.

Al Profesor Santiago Quintero Ramírez por todos sus valiosos aportes, apoyo y acompañamiento.

Al profesor Jorge Robledo Velásquez por su asesoría.

A las directivas de la Universidad Pontificia Bolivariana que me acogieron.

A las directivas de la Universidad Nacional de Colombia que me dieron la oportunidad de seguir mi proceso de formación, y en especial al Decano de la Facultad de Ciencias el profesor Luis Alfonso Vélez Moreno por todo su respaldo.

A la profesora Magally Romero Tabarez Vicedecana de Investigación y Extensión por su apoyo durante todo el proceso y por permitir el desarrollo este proyecto.

A mis compañeros Oscar Loaiza Castaño y Robinson Alejandro Suárez Salazar por su apoyo y colaboración.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	19
1.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.3. ALCANCE	19
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	20
2.1 MODELOS MÁS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DE TRANSFERENCIA	20
2.1.2 Modelo lineal	23
2.1.3 Modelo dinámico	24
2.1.4 Modelo Triple Hélice	26
2.1.5 Modelo Catch Up	30
2.1.6 Modelo en espiral SECI	32
2.2. FACTORES CLAVES DE DESEMPEÑO ASOCIADOS A LA INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN Y DOCENCIA EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS	36
2.2.1 Globalización	36
2.2.2 Redes de conocimiento	37
2.2.3 Costos de la Investigación	39
2.2.4 Fuentes de financiación	40
2.2.5 Infraestructura interna y el personal de apoyo	41
2.2.6 Políticas gubernamentales	43
2.2.7 Incentivos	43
2.2.8 Rol de los investigadores	44
2.2.9 Relaciones con la empresa	45
CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN	46
3.1. MISIÓN	46

3.2 OBJETIVOS	47
3.3 PLANES	47
3.4. POLÍTICAS	48
3.5 PROCESOS	49
3.6 MACROPROCESO DE INVESTIGACIÓN	50
3.7 MACROPROCESO DE EXTENSIÓN	51
3.8 TIPOLOGÍA DE LOS PROYECTOS	51
3.9 ESTRUCTURA	54
CAPITULO 4 DIAGNÓSTICO DE LA INSTITUCIÓN	55
4.1 CAPITAL HUMANO	55
4.2 CAPITAL ESTRUCTURAL	60
4.3 CAPITAL RELACIONAL	62
4.4. SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y LA EXTENSIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS	63
CAPÍTULO 5 ANÁLISIS FACTORIAL	67
5.1. PERFIL DE LA MUESTRA	67
5.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE DATOS	68
5.2.1 Capacidades de los grupos de investigación	68
5.2.2 Macro factor: perfil del investigador	72
5.2.3 Macro factor: redes de conocimiento	74
5.2.4 Macro factor globalización	77
5.2.5 Macro factor: infraestructura	79
5.2.6 Macro factor: incentivos	82
5.2.7 Macro factor: financiación	86
5.2.8 Resultados: análisis descriptivo	88
5.3. MODELO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)	88
5.4. DISEÑO DE EXPERIMENTOS COMPLETAMENTE ALEATORIZADOS	90
5.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL	101
CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE MODELO	103
6.1. DIMENSIÓN DEL MODELO	104
6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO	105

6.3.	CARACTERÍSTICA DE LOS ACTORES.....	106
6.4.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO	108
6.5.	ETAPAS DEL MODELO.....	110
6.5.1	Identificación y análisis de propuestas	111
6.5.2	Planeación estratégica	112
6.5.3	Gestión administrativa y financiera	115
6.5.4	Identificación de productos para la transferencia y su visualización	116
CAPÍTULO 7 VALIDACIÓN DEL MODELO		117
7.1	OBJETIVOS.....	118
7.2	SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA VALIDAR LA PROPUESTA.....	118
7.3	DESARROLLO DE LAS ETAPAS.....	119
7.3.1.	Identificación y análisis de propuestas	119
7.3.2.	Planeación estratégica	119
7.3.3.	Gestión administrativa y financiera	120
7.3.4.	Identificación de productos para la transferencia y su visualización	122
7.4	EVALUACIÓN DEL MODELO POR PARTE DE LOS GRUPOS.....	123
7.5	DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	124
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		128

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comportamiento de clasificación de Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín 2006-2014.....	56
Tabla 2 Grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015	58
Tabla 3 Productos de investigación Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015	59
Tabla 4 Productos de extensión Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015	60
Tabla 5 Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, año 2015	61
Tabla 6 Propuestas presentadas a entidades externas por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín durante el 2015	63
Tabla 7 Actores y responsabilidades en los procesos de investigación y extensión.....	65
Tabla 8 Número de proyectos según categoría de Colciencias y área de investigación ..	68
Tabla 9 Líneas de investigación según categoría de Colciencias y área de investigación	70
Tabla 10 Producción bibliográfica según categoría de Colciencias y área de investigación	71
Tabla 11 Perfil del director del grupo de investigación	72
Tabla 12 Experiencia en años en investigación y actividades de extensión.....	73
Tabla 13 Instituciones nacionales e internacionales con las cuales se tienen vínculos	74
Tabla 14 Experiencia en años de los grupos de investigación con algunas entidades externas.....	75
Tabla 15 Origen de los vínculos con las instituciones	75
Tabla 16 Ventajas de generar vínculos con otras instituciones	76
Tabla 17 Participación de los miembros de los grupos en las redes de conocimiento	77
Tabla 18 Tipo de experiencia del grupo de investigación.....	78
Tabla 19 Mecanismos de difusión de los resultados de investigación.....	78
Tabla 20 Concepto del deber de una oficina de transferencia tecnológica.....	79
Tabla 21 Contribución a los grupos de investigación de un modelo de financiación de la Facultad basado en convocatorias	80
Tabla 22 Dificultades para presentar un proyecto de extensión.....	81
Tabla 23 Factores que inciden en la presentación de un proyecto.....	82

Tabla 24 Forma de apoyar programas de formación en otras regiones	82
Tabla 25 Estrategias para motivar a los grupos para realizar proyectos de ciencia aplicada	83
Tabla 26 Modalidad de presentación de proyectos	84
Tabla 27 Factores que incentivan los proyectos de extensión	84
Tabla 28 Factores que incentivan los proyectos de investigación	85
Tabla 29 Factores que afectan el desarrollo de los diferentes proyectos	86
Tabla 30 Ingresos con los que se financia las actividades del grupo	86
Tabla 31 Apoyos que se consideran incentivos para el desarrollo de la investigación	87
Tabla 32 Grupos encontrados según la eficiencia del modelo DEA	89
Tabla 33 Validación cruzada de grupos de Colciencias y agrupación propuesta	90
Tabla 34 Factores fijos tenidos en cuenta en el análisis de varianza ANOVA.....	91
Tabla 35 Preguntas del macro factor Rol del investigador	92
Tabla 36 Preguntas del macro factor redes de conocimiento.....	93
Tabla 37 Preguntas del macro factor Globalización	94
Tabla 38 Preguntas del macro factor Infraestructura	94
Tabla 39 Preguntas del macro factor Incentivos	95
Tabla 40 Preguntas de los macro factores políticas y financiación	96
Tabla 41 Valor ponderado de los macro factores encontrados	98
Tabla 42 ANOVA modelo.....	99
Tabla 43 Comparación de medias con el intervalo de Tukey	100
Tabla 44 Actores que intervienen en el proceso de transferencia	106
Tabla 45 Productos esperados de la Convocatoria a grupos 2015	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelos de conocimiento y configuraciones	22
Figura 2 Modelo Mix	23
Figura 3: Modelo lineal.....	24
Figura 4: Modelo dinámico de transferencia tecnológica.....	26
Figura 5: Modelo triple Hélice I	27
Figura 6: Modelo triple hélice II	28
Figura 7: Modelo triple hélice III.....	29
Figura 8: Modelo de la triple hélice de la innovación	30
Figura 9: Modelo integrador.....	32
Figura 10: Espiral de creación de conocimiento organizacional.....	33
Figura 11: Proceso SECI	34
Figura 12: La dirección del proceso de creación de conocimiento	35
Figura 13: University technology transfer process.....	38
Figura 14: Technology transfer process within University of Ulster	39
Figura 15: Mapa de procesos Universidad Nacional de Colombia	49
Figura 16: Comportamiento de clasificación de Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	56
Figura 17: Distribución de los grupos de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín por Escuelas año 2015.....	57
Figura 18: Porcentaje de productos de investigación Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015.....	59
Figura 19: Agendas de conocimiento registradas por los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2015	62
Figura 20: Organización Jerárquica de la Investigación y la extensión en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín	64
Figura 21: Proyectos abiertos en La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia durante el año 2015.....	66
Figura 22: Número de proyectos según área de investigación.....	69
Figura 23: Número de proyectos según categorías de Colciencias.....	69
Figura 24: Líneas de investigación según área de investigación.....	70
Figura 25: Líneas de investigación según categorías de Colciencias.....	70
Figura 26: Producción bibliográfica según área de investigación	71
Figura 27: Producción bibliográfica según categorías de Colciencias	72
Figura 28: Experiencia del director del grupo en investigación	73

Figura 29: Experiencia del director en actividades de extensión	74
Figura 30: Instituciones nacionales e internacionales con las cuales se tienen vínculos ..	74
Figura 31: Origen de los vínculos con las instituciones	76
Figura 32: Ventajas de generar vínculos con otras instituciones	76
Figura 33: Participación de los miembros de los grupos en las redes de conocimiento ...	77
Figura 34: Tipo de experiencia del grupo de investigación	78
Figura 35: Mecanismos de difusión de los resultados de investigación	79
Figura 36: Concepto del deber de una oficina de transferencia tecnológica	80
Figura 37: Contribución a los grupos de investigación de un modelo de financiación de la Facultad basado en convocatorias	80
Figura 38: Dificultades para presentar un proyecto de extensión	81
Figura 39: Factores que inciden en la presentación de los proyectos	82
Figura 40: Forma de apoyar programas de formación en otras regiones	83
Figura 41: Estrategias para motivar a los grupos para realizar proyectos de ciencia aplicada	83
Figura 42: Factores que incentivan los proyectos de extensión	85
Figura 43: Factores que incentivan los proyectos de investigación	85
Figura 44: Factores que afectan el desarrollo de los diferentes proyectos	86
Figura 45: Ingresos con los que se financia las actividades del grupo	87
Figura 46: Apoyos que se consideran incentivos para el desarrollo de la investigación ...	88
Figura 47: Eficiencias por grupo de investigación e histograma de la densidad de eficiencias	89
Figura 48: Respuesta promedio de los macro factores con respecto a la clasificación de Colciencias.	97
Figura 49: Puntuación promedio obtenida en cada uno de los macro factores	97
Figura 50: Puntaje ponderado en cada uno de los macro factores	98
Figura 51: Prueba de intervalo de Tukey con un nivel de confianza del 90%	101
Figura 52: Procesos estratégicos de la organización	107
Figura 53: Propuesta de modelo conceptual para la gestión de transferencia	110
Figura 54: Identificación y análisis de propuestas	112
Figura 55: Planeación estratégica	115
Figura 56: Gestión administrativa y financiera	116
Figura 57: Identificación de productos para la transferencia y su visualización	117

GLOSARIO

Las siguientes definiciones fueron tomadas en su mayoría de los manuales de Oslo tercera edición, y del manual de Frascati OCDE 2002; para contextualizar algunas definiciones que son utilizadas en este trabajo.

ACTIVIDAD INNOVADORA: Corresponden a todas las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o que tiene por objeto conducir a la introducción de innovaciones.

DIFUSIÓN: Es el modo mediante el cual las innovaciones se extienden a través de los circuitos comerciales, o cualquier otro, a los diferentes consumidores, países o regiones, sectores, mercados y empresas, después de su primera introducción.

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO: Implica a las actividades relacionadas con la apropiación, utilización y forma de poner en común este conocimiento por la organización.

INNOVACIÓN: Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio) de un proceso, nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización, del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

INVESTIGACIÓN BÁSICA: Consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observados, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

RESUMEN

Desde sus inicios uno de los objetivos de la universidad ha sido la generación y la transferencia de conocimientos, sin embargo, su misión se ha ido adaptando para ofrecer soluciones a problemas concretos que le permiten el intercambio de conocimiento y la generación de recursos. Los cambios socioeconómicos, las políticas de privatización y los recortes presupuestales han impulsado a la universidad a desarrollar actividades dirigidas a los diferentes agentes de la sociedad dando lugar a la aparición a diversos de modelos de gestión que permiten realizar estos procesos de manera organizada. El objetivo de este trabajo es proponer un modelo conceptual de gestión para la transferencia del conocimiento para la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia que permita mejorar el desempeño innovador.

En este trabajo se muestran los modelos y técnicas existentes para gestionar la transferencia de los conocimientos, al igual que los factores más relevantes para medir la investigación, extensión y docencia en las universidades, centros e institutos que trabajan en las áreas de ciencias exactas y naturales, los cuales fueron el resultado de una búsqueda en la literatura especializada a partir de un estudio de vigilancia tecnológica. De igual manera, se presenta un análisis factorial, un análisis descriptivo, un modelo de análisis envolvente de datos (DEA), y un diseño de experimentos completamente aleatorizados, que se realizaron a partir de una encuesta realizada a los grupos de investigación de la facultad que permitieron identificar los factores determinantes en sus procesos de transferencia.

Con base a los resultados obtenidos en la búsqueda de literatura y la identificación de los factores determinantes en los procesos de transferencia, se presenta un modelo conceptual y su validación, a partir del cual se plantean una serie de conclusiones y recomendaciones para que se implemente de manera eficiente, logrando revertir la tendencia a la disminución de ingresos y proyectos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede – Medellín.

PALABRAS CLAVE: Difusión, transferencia de conocimiento, modelo de gestión, explotadores, exploradores.

ABSTRACT

From the beginning of times, one of the most important university's purpose has been the generation and transference of knowledge, however, this mission has been modified to offer solutions to specific issues, which allow the interchange of knowledge and the resources generation. Socio Economy changes, privatization politics and budgets reduction have promoted the university to develop activities focused on different society agents, this fact, has resulted in the appearance of diverse management models that make this process more organized. The main objective of this work is to propose a management conceptual model to transfer the knowledge in the Science Faculty of the National University of Colombia which improve the innovator performance.

This written work shows models and current techniques to manage the transfer of knowledge, at the same time that the most relevant facts to evaluate the research, extension and teaching at the university and different centers working in exact and natural science, these were the result of look into literature, starting by a technology vigilance study. At the same time, it presents a factor analysis, a descriptive analysis, a data envelopment analysis model and a completely randomized design experiment, made with data taken from the research groups of the science faculty through an inquest, looking for the determinant facts in their transference process.

Based on the results obtained from the literature search and the identification of determinant facts in the transference process, it presents a conceptual model and its validation, from which it develop a series of conclusions and recommendations looking for the efficient implementation, it in function of avoid the current tendency to the diminution of incomes and projects in the Science Faculty of the National University of Colombia.

KEYWORDS: Dissemination, knowledge transference, management model, exploiters, explorers.

INTRODUCCIÓN

Históricamente la búsqueda de conocimiento del ser humano se le debe en gran parte la herencia de la antigua Grecia, sin embargo, solo hasta el siglo XX después de la segunda guerra mundial se estableció firmemente el concepto de investigación básica y se cristalizaron prácticas donde la universidad se basa en la ciencia como máxima expresión (Calvert, 2004). Actualmente la producción de conocimiento científico y tecnológico a través de la investigación juega un papel importante y central en los sistemas de innovación, donde interactúan actores gubernamentales, organizaciones, empresas y universidades que rara vez poseen de manera individual el conocimiento de punta (Abrol, 2007).

La nueva corriente de investigación se centra en la transferencia de las universidades, principalmente en EE.UU. donde se han examinado diferentes formas de transferencia de tecnología, como las patentes (Henderson, Jaffe, & Trajtenberg, 1998), la creación de empresas académicas (S. A. Shane, 2004), las actividades de investigación, las Oficina de Transferencia de Tecnología (OTRI) (Thursby, Jensen, & Thursby, 2001), las incubadoras (Mian, 1996), y colaboraciones de investigación universidad-industria (S. Shane, 2002). Por otra parte, algunos estudios de las universidades europeas están debatiendo el papel de la académica y las estructuras administrativas de la universidad en las actividades de transferencia (Baldini, Grimaldi, & Sobrero, 2006).

En cuanto a los países de América Latina, se han implementado políticas de ciencia y tecnología que buscan acercarse a las estrategias europeas y norteamericanas con el objetivo de disminuir la brecha y el atraso estructural. En este nuevo esquema la universidad se ha convertido en foco de producción de conocimiento gracias a la labor individual y colectiva de sus investigadores, lo que ha implicado cambios en su mentalidad y consolidar modelos de gestión para asumir los retos que le impone la sociedad acordes a sus capacidades.

En el presente trabajo se describe los modelos que han servido de punto de partida en la gestión para la transferencia de conocimientos en las universidades de ciencias exactas y naturales a nivel mundial; de igual forma se describen y analizan los factores que afectan los procesos de transferencia con el fin de proponer un modelo conceptual de gestión para la transferencia del conocimiento en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, que permita mejorar su desempeño innovador en el sistema universitario a partir de la identificación de los factores determinantes de éxito o fracaso de las propuestas de los grupos de investigación.

El modelo propuesto parte de los conceptos básicos establecidos en el estado del arte y los factores determinantes identificados en los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín; permitiendo abordarlo desde la planeación estratégica, la cual se enmarca en un proceso dinámico y participativo donde se identifica la capacidad de producción de sus grupos para su posterior visualización. Lo anterior, implicó la identificación de los componentes básicos bajo los cuales se desarrollan los procesos de investigación y extensión, los actores que intervienen y la situación actual de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Posterior a esta etapa, se diseñó un instrumento que permitió conocer cuáles eran los factores que afectaban los procesos de transferencia de los grupos de investigación, los cuales se pudieron contrastar en la validación y verificación del modelo propuesto. La recolección de datos y su validación se logró gracias al apoyo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo conceptual de gestión para la transferencia del conocimiento a partir de la identificación y análisis de los factores claves de investigación, extensión y docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar e Identificar en la literatura especializada los modelos más relevantes de gestión en la transferencia de conocimiento, así como los factores claves de desempeño asociados a la investigación, extensión y docencia en las instituciones universitarias.
- Desarrollar un instrumento que permita con los líderes de investigación contrastar los factores de desempeño más relevantes para su posterior análisis factorial.
- Definir una propuesta del modelo de gestión para la transferencia del conocimiento de acuerdo a los factores claves de desempeño identificados.
- Verificación y validación del modelo de gestión en cinco áreas del conocimiento de las ciencias exactas y naturales.

1.3. ALCANCE

Con el presente proyecto se espera proponer un modelo de gestión para la transferencia de conocimientos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín que permita mejorar sus indicadores en cuanto a su participación en el mercado con proyectos de investigación y extensión, el establecimiento de alianzas estratégicas e intercambio de conocimientos con otros grupos internos y externos.

CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Introducción

Como resultado de la investigación exploratoria en la literatura especializada se identificaron los modelos más relevantes en la gestión de transferencia de conocimiento y los factores claves de desempeño asociados a la investigación, extensión y docencia en las instituciones exploradoras de conocimiento como lo son las universidades, centros e institutos que trabajan en las áreas de ciencias exactas y naturales matemática, química, física, geociencias, estadística y biotecnología; que sirvieron de punto de partida para desarrollar la propuesta del modelo de gestión para la transferencia del conocimiento para la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, los cuales se exponen a continuación.

2.1 MODELOS MÁS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DE TRANSFERENCIA

Actualmente el panorama mundial está cambiando a una innovación abierta (Schofield, 2013), donde las universidades cada día son más reconocidas como actores centrales en la producción de nuevos conocimientos, lo que implica la realización de actividades que deben permitir su transferencia a través de un esfuerzo creciente y una estrategia que oriente las actividades que por años han sido desarrolladas de manera informal por los investigadores y la industria (Brescia, Colombo, & Landoni, 2014). Si bien, estas relaciones siguen siendo importantes, las universidades han creado nuevas estructuras organizativas gracias a sus recursos financieros, humanos y trayectoria; las cuales conducen y orientan las actividades de investigación al reconocimiento y aceptación por parte de la industria (Brescia et al., 2014).

Se ha encontrado que en las mejores universidades a nivel mundial existen tres modelos de organización internos, externos y una mezcla, y seis configuraciones, los cuales varían según el grado de autonomía otorgado a nivel institucional; siendo el más predominante el modelo interno con un 65%, lo que sugiere que las universidades con mejores productos

de investigación les conviene menos involucrar organizaciones o personas externas en su procesos de transferencia, mientras que en las pequeñas la configuración externa y de colaboración es más beneficiosa por el apoyo que brindan y puesta en común de los recursos en conocimiento (Brescia et al., 2014).

El modelo interno es una estructura administrativa tradicional, organizada como un departamento integral dentro de la universidad; la estructura externa cuenta con una unidad que opera por fuera que puede ser sin fines de lucro o con fines de lucro contratada por la entidad para la gestión (Brescia et al., 2014); y el modelo alternativo que incluye una oficina individual o internas pequeñas que revisa, filtra y fila las innovaciones, y una empresa externa con fines de lucro que comercializa las oportunidades más prometedoras (Young et al., 2007).

Algunos autores han considerado para las actividades de transferencia de conocimiento la existencia de estructuras de una sola unidad central como muchas universidades de los Estados Unidos e Irlanda, y estructuras descentralizadas distribuidas en varias unidades como las universidades de Suecia donde una oficina actúa como punto central de otras unidades de transferencia de tecnología especializada de referencia (Brescia et al., 2014). Basados en los modelos de organización de las empresas se han identificado las siguientes estructuras organizativas o modelos para el conocimiento (Bercovitz, Feldman, Feller, & Burton, 2001):

- **El modelo funcional o unitario (U-Form).** Es funcionalmente departamental, con una estructura centralizada para la toma de decisiones y la coordinación de las responsabilidades, conformada por un pequeño equipo de altos ejecutivos.
- **El modelo multidivisional (M-Form).** Es una estructura que se descompone en divisiones operativas semi-autónomas por clientes, productos o líneas geográficas.
- **El holding (H-Form).** Esta estructura adopta un enfoque divisional, pero se basa en una débil, en lugar de fuerte, oficina central.
- **El modelo Matrix (MX-Form).** Combina dos o más dimensiones de función, producto, cliente o lugar.

Estudios realizados al modelo OTRI de la Universidad de Gante (Huyghe, Knockaert,

Wright, & Piva, 2014), identificaron un "Modelo híbrido TTO" definido como una combinación de la estructura jerárquica que establece un nivel central de la universidad, complementado por oficinas descentralizados a nivel de los grupos de investigación y departamentos (Brescia et al., 2014); no obstante, para algunos investigadores debe existir una estructura matricial con un soporte técnico mínimo basado en una Oficina de Transferencia de Tecnología especializada y descentralizada dentro de la universidad para conceder mayor autonomía (Debackere & Veugelers, 2005).

A partir del análisis de los tres modelos interno, externo y Mix se pueden dividir en varias configuraciones como lo muestra el siguiente modelo de organización interna:

Model	Description	Configurations	Description	
EXTERNAL	The KTOs are independent companies outside the university	E-SINGLE	The KTO activities are conducted by a 'single' company fully owned by the university or by a consultancy company of which the university is a customer	
		E-MULTI	The KTO activities are managed by different companies, two or more, with specific focuses	
		E-JOINT	The KTO activities are conducted by a 'shared' company that works for different universities.	
INTERNAL	The KTO activities and processes are managed by dedicated internal offices	I-SINGLE	All activities related to the KTO processes (patenting, licensing, legal agreements, sponsored research contract and entrepreneurship support) are managed by a single office.	
		I-MULTI	Some universities do not centralize all KTO activities in one office. They create two or more offices each managing specific KTO activities.	
MIX	The KTO activities are divided between internal and external structures	MIX	This model is made up of different actors, an internal office (single or multiple) and an external company (owned or consulting company).	

Figura 1 Modelos de conocimiento y configuraciones

Fuente: (Brescia et al., 2014)

En la siguiente configuración se muestra el modelo MIX que representa una combinación de elementos internos y externos, y se asemeja a un "puente" entre ellos que permite visualizar en un contexto de modelos y otro de configuraciones como están distribuidos los elementos dependiendo de su similitud en la composición.

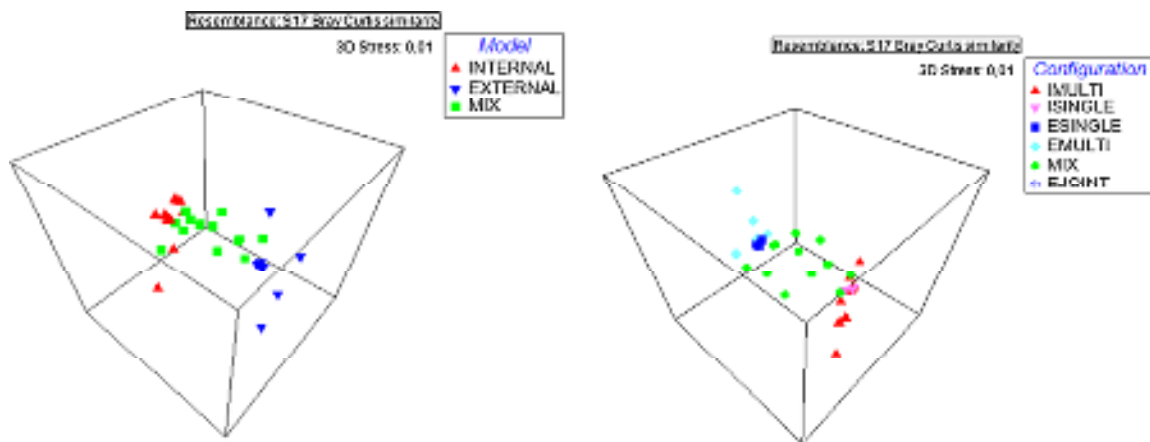


Figura 2 Modelo Mix

Fuente: (Brescia et al., 2014)

A nivel mundial muchos de estos modelos implementados por las mejores universidades para cumplir su tercera misión han servido de punto de partida para que otras instituciones creen sus propios modelos para gestionar sus conocimientos a través de proyectos y actividades de difusión que mejoran sus procesos y garantizan una fuente de ingresos. A continuación se presentan los modelos de gestión para la transferencia de conocimientos que han servido de punto de partida para la creación de modelos propios en las universidades de ciencias exactas y naturales a nivel mundial.

2.1.2 Modelo lineal

Este esquema de transferencia surgió en Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial cuando se cristalizaron las prácticas de la investigación como la máxima expresión de la universidad en una búsqueda de conocimiento autónomo y libre, donde la investigación básica se destacó como un área clave para la innovación, que paso de ser un bien público a un motivo interés general para la sociedad, lo que produjo un aumento de la financiación privada y la reducción del gasto público en muchos países industrializados (Calvert, 2004). Por su parte, los países de América Latina incorporaron la transferencia tecnológica y el desarrollo científico como parte de sus estrategias de desarrollo siguiendo las directrices difundidas por la OEA que se encargó de difundir el modelo lineal y coordinar las políticas, dando una nueva perspectiva para propiciar y regular los procesos de transferencia orientados al desarrollo sustentable, el cual se ha mantenido sobre todo en las áreas de ciencias exactas (Albornoz, 2002).

Este modelo es considerado como uno de los primeros marcos de referencia que representa una secuencia de etapas desde el descubrimiento en un laboratorio financiado por el estado hasta terminar con la transferencia de la tecnología en forma de producto; lo que representa una visión de los administradores académicos que no necesariamente corresponde a la realidad (Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2004). El proceso comienza con la declaración de la invención por parte de los docentes en la oficina de transferencia de tecnología (OTT) como lo estipula la Ley Bayh-Dole, donde se analizan las posibilidades de comercialización con la ayuda de los mismos docentes para identificar potenciales interesados; en la siguiente etapa se trabaja con los empresarios para su licenciamiento, y en su etapa final se transfiere la tecnología (Siegel et al., 2004), como lo muestra la figura 3.

Desde el impulso que brindó el modelo lineal se institucionalizaron esquemas conceptuales básicos donde se concebía la innovación como un “proceso continuo entre la investigación básica y el desarrollo tecnológico” (Albornoz, 2002). Con las nuevas tendencias este modelo se volvió obsoleto, debido al choque ocasionado por los avances en la investigación básica con aplicación inmediata en la industria, y por la necesidad de hacer frente a la transformación de la economía internacional en un contexto donde fluye el conocimiento a través de redes de actores que actúan para promover de manera dinámica los procesos de innovación y desarrollo (Albornoz, 2002).

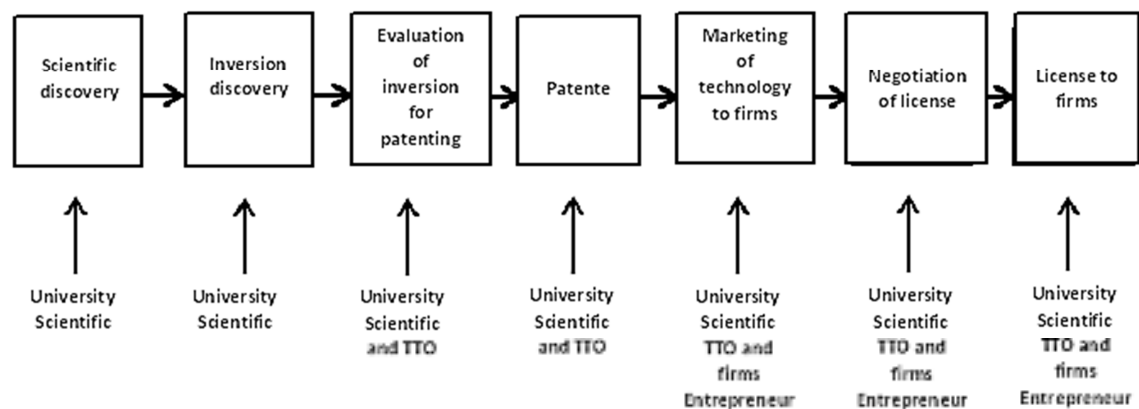


Figura 3: Modelo lineal

Fuente: (Siegel et al., 2004)

2.1.3 Modelo dinámico

Este modelo es una propuesta integral que parte del análisis del modelo lineal que toma como referencia los comportamientos, habilidades y gestión de la organización reflejando

la complejidad del proceso de transferencia en un esquema que va desde el descubrimiento hasta su comercialización formal e informal, involucrando sistemas de recompensa para los participantes.

Basándose en una investigación de campo se reformulo el modelo lineal basado en las siguientes diez premisas que afectan la participación en los procesos de transferencia que contempla sistemas de recompensa (Siegel et al., 2004).

- “Universidades que ofrecen mayores recompensas para la participación de los profesores en la transferencia de tecnología generarán más patentes y licencias.
- Universidades que destinan más recursos a la OTRI generarán más patentes y licencias.
- Universidades que destinan más recursos a la OTRI dedicarán más esfuerzos a las tecnologías de marketing para las empresas.
- El malentendido cultural reduce la eficacia de los esfuerzos de la universidad por comercializar sus tecnologías en las empresas.
- Malentendido cultural impide la negociación de acuerdos de licencia.
- OTT gestionados por personas con experiencia en marketing y habilidades gastarán mayor esfuerzo en el establecimiento de alianzas con empresas.
- OTT que son administrados por personas con experiencia en la negociación y conocimientos tendrán más éxito en consumir ofertas de transferencia de tecnología con empresas.
- Un alto grado de inflexibilidad en la universidad dará lugar menos los acuerdos de transferencia de tecnología con empresas / empresarios.
- Cuando la inflexibilidad universidad es alta, los científicos universitarios eluden los procesos formales y dependen de la comercialización informal para la transferencia de conocimiento.
- Las universidades que se involucran en transferencia formal e informal a las empresas experimentarán un aumento en la actividad de investigación básica” (Siegel et al., 2004).

Este modelo es una versión modificada del modelo lineal que contempla recursos, sistemas de recompensa y factores determinantes únicamente internos y sin considerar los externos como el estado (Siegel et al., 2004), que hacen posible la transferencia de conocimiento como lo muestra la figura 4 donde interactúan una serie de etapas que inician con el descubrimiento científico hasta llegar a la comercialización o difusión de carácter formal e informal según lo propuesto en la premisa P10.

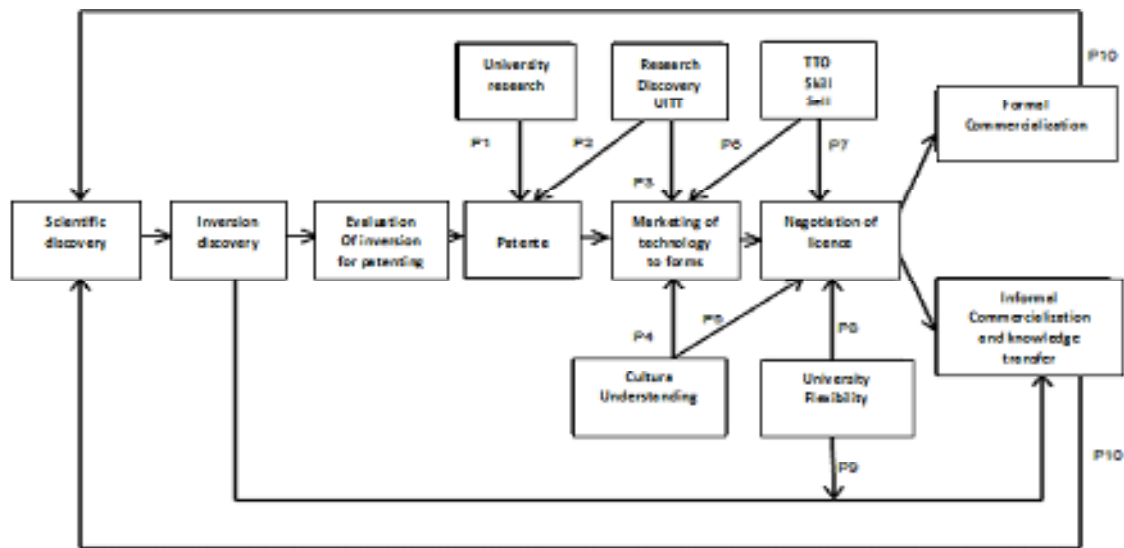


Figura 4: Modelo dinámico de transferencia tecnológica

Fuente: (Siegel et al., 2004)

2.1.4 Modelo Triple Hélice

Los cambios socioeconómicos, el auge de la competitividad y los recortes presupuestales generados durante los últimos años, han llevado a las universidades a buscar nuevas alternativas de financiación a partir de la utilización de sus recursos y capacidades integrando investigación, docencia y extensión en proyectos que permiten enfrentar los retos del mercado con procesos de innovación que promuevan el desarrollo económico y social a partir de la interacción con las empresas y el estado, lo que ha dado origen a un pilar de conocimiento de tres esferas que son contemplados en el modelo de la triple hélice. En la sociedad actual donde el conocimiento es considerado como un factor clave en los procesos de globalización, las universidades actúan como la principal fuente generadora y proveedora de conocimiento cobrando gran interés de las empresas, dando origen al concepto de la universidad emprendedora (Castillo, 2010).

Es así como las investigaciones deben ser realizadas a partir de una perspectiva de cooperación que vincule la universidad con la empresa y el estado, en un nuevo paradigma que es planeado en el modelo de la triple hélice (Castillo, 2010) que puede verse como un complemento sociológico de los modelos económicos y las políticas sobre ciencia, tecnología e industria que después de la posguerra desplazaron el interés de la I+D hasta el énfasis de la innovación generadora de riqueza, lo que replanteó el papel de

la ciencia y la tecnología (González de la Fe, 2009) que tiene como telón de fondo la obra de Schumpeter (1954, 1942).

El modelo de la triple hélice muestra las interacciones en las sociedades de conocimiento donde la universidad juega un papel estratégico en la economía y la sociedad, pasando de la investigación y la enseñanza al emprendimiento empresarial (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000); donde la interacción con el estado es clave para la innovación. Este modelo muestra el accionar de los tres actores, la universidad como generadora de conocimiento, la empresa como lugar de producción y el estado como financiador y regulador del sistema (Etzkowitz & Etzkowitz, 2009). De igual manera, se propone disminuir de forma gradual las diferencias entre disciplinas y conocimientos (Castillo, 2010).

La evolución del modelo ha pasado por tres diferentes versiones que permiten observar la interrelación entre universidad-empresa-estado que supone una evolución y una disminución gradual de sus diferencias hasta llegar a una visión integradora.

2.1.4.1 Triple Hélice I:

Es la configuración del estado nación donde el estado juega un papel preponderante en el sistema abarcando la universidad y la empresa, y regulando las relaciones del sistema. Este modelo se puede encontrar en la antigua Unión Soviética, los países del Este de Europa bajo "socialismo real", y en países de América Latina y algunos países como Noruega (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). El desarrollo de este modelo ha fracasado porque se da de arriba hacia abajo lo que desmotiva la innovación (Castillo, 2010).

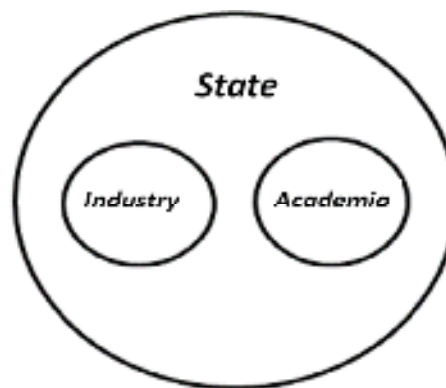


Figura 5: Modelo triple Hélice I

Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

2.1.4.2. Triple Hélice II

Es un modelo de política económica liberal que muestra una división entre las esferas presentando fronteras que se conectan por líneas que reflejan las relaciones que fluyen entre ellas, disminuyendo el papel del estado. Ejemplos de este modelo se encontraron inicialmente en Suecia y Estados Unidos (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

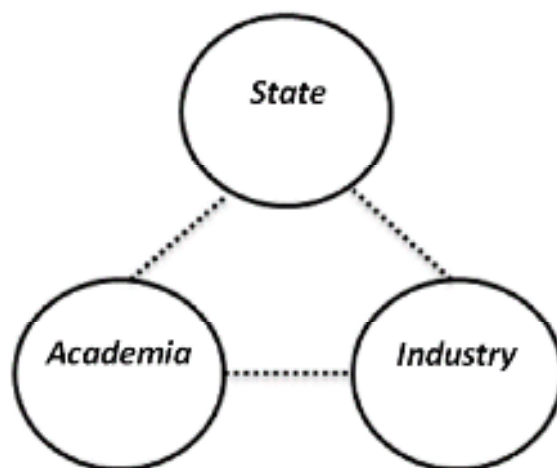


Figura 6: Modelo triple hélice II

Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

2.1.4.2 Triple Hélice III

En esta versión se genera una nueva infraestructura que traslapa funciones de las esferas en forma de híbridos o empresas intermedias como fruto de alianzas entre los diferentes actores que operan y tienen normas diferentes (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Este modelo implicó una terapia de choque para reducir el papel del estado (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

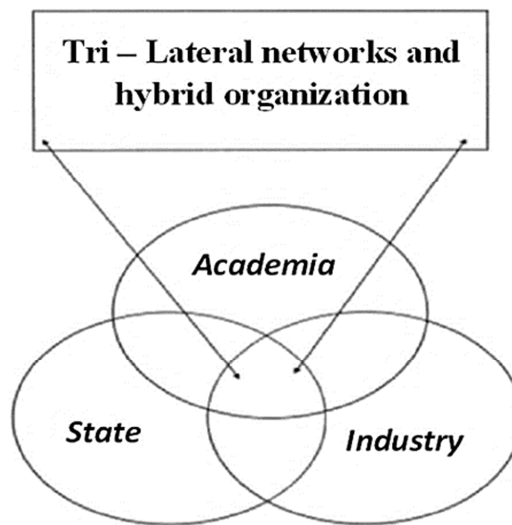


Figura 7: Modelo triple hélice III

Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

La visión integradora de este modelo muestra la vinculación de los actores en la evolución en la sociedad de conocimiento (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), lo que genera a su alrededor un sistema normativo y estratégico que fomenta el espíritu de integración para el crecimiento y desarrollo regional. De una u otra forma muchos países han promovido el desarrollo a partir de la interacción planteada por el modelo de la triple hélice tratando de convertir sus economías en economías de conocimiento (Castillo, 2010) que les permita generar procesos de innovación para afrontar los retos impuestos por la globalización; sin embargo, no solo se concibe como un instrumento de intervención pública sino como una teoría sociológica que ha tenido gran impacto y reconocimiento en instituciones internacionales logrando que su enfoque avance notablemente hasta el modo II.

1.2.3.4 Triple Hélice de la innovación

El modo II o triple hélice de la innovación es un modelo analítico de superposición de comunicaciones y expectativas que guían la reconstrucción institucional, redefine los límites sin frontera en forma de capas emergentes en red, y genera dinámicas mediante un proceso de continua transición (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Este modelo muestra los flujos y la reorganización de las relaciones en la economía del conocimiento en contraste con un sistema que evoluciona impulsado por grupos e individuos (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). En la figura 8 se muestra este modelo como una red de relaciones

que generan rompecabezas en varios planos que ascienden en forma de espiral, concepto que fue tomado de una metáfora de la biología molecular.

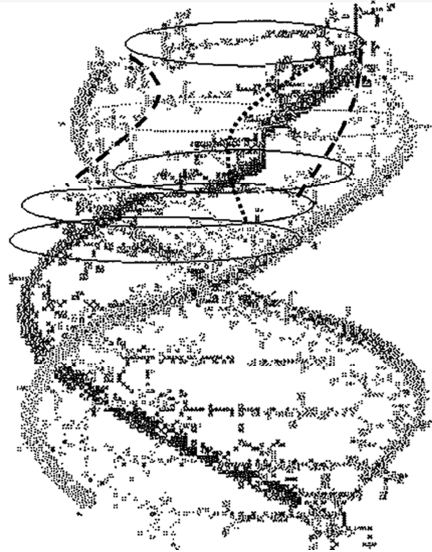


Figura 8: Modelo de la triple hélice de la innovación

Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

El modelo de la triple hélice denota una transformación interna en cada una de las esferas dejando espacio para la incertidumbre y los procesos aleatorios en un sistema integrado a escala de relaciones entre los sectores. La transformación del sistema universitario por la naturaleza cambiante de la producción de conocimientos y la economía, demanda una interrelación más intensa donde el modo II tiende a reorganizar la infraestructura existente abordando la transformación institucional como mecanismo evolutivo y de revolución académica donde el aumento de complejidad induce a la reflexión y a que el capital humano se convierta en crucial en un espacio sin fronteras en forma de redes.

2.1.5 Modelo Catch Up

Es un esquema ampliamente utilizado en Corea y Japón que se basa en la imitación y captación de tecnología de un tercero a través de un proceso de aprendizaje dinámico cuya estrategia consiste en observar y mejorar una tecnología hasta generar una nueva (López, C, & S, 2006). El caso de Corea este modelo de imitación le permitió pasar de una economía agraria a una industria de punta empleando cuatro mecanismos: La

educación que permitió lograr un rápido crecimiento en aras a la industrialización, aunque en sus primeros años trajo problemas de desempleo que a la larga se disminuyeron cuando la economía en desarrollo absorbió los recursos humanos disponibles; la transferencia de tecnología extranjera que se logró gracias a las publicaciones, la ingeniería inversa y la asistencia técnica; los Chaelbols (grupos industriales familiares) que se constituyeron en motor de rápido crecimiento porque contaban con mano de obra calificada, y disponían de recursos técnicos y financieros para adquirir tecnología extranjera y difundirla; y con la movilidad de personal experimentado que era robado de empresas del sector para proporcionar las bases de conocimiento inicial (Kim, 2001).

En la creación de estos mecanismos el gobierno jugó un papel crucial mientras que las empresas por su parte se vieron obligadas a asimilar las medidas tomadas para aumentar su competitividad (López et al., 2006). En la segunda etapa en 1980 con la pérdida de competitividad en las industrias tecnológicas maduras Corea pasó de la imitación por duplicación a la imitación creativa lo que implicó al gobierno hacer profundas reformas universitarias tanto en formación como en investigación; en una tercera etapa entre los años 80 y 90 se dio la inversión en I+D dando capacidad de negociación y asimilación de tecnologías importadas y la creación de conocimientos pasando a dominar tecnologías intermedias; en la cuarta etapa se crearon nuevos productos, y en la quinta se comercializaron productos en los mercados mundiales produciendo innovación (López et al., 2006).

Al igual que en el caso de Corea, Japón hizo énfasis en la movilización de conocimiento para absorber conocimiento y generar el propio a partir de: “El carácter receptivo de los trabajadores, la utilización del capital existente y el fomento del capital promovido por el gobierno” (López et al., 2006). Para desarrollar este esquema Japón paso por las siguientes fases para llegar a la creación y comercialización: Vigilancia tecnológica, apropiación de tecnologías, mejora de productos y procesos, creación de nuevos productos y comercialización (Scorsa, 2002). Corea y Japón lograron un modelo más de innovación que de transferencia y gestión administrativa, donde las universidades tuvieron un rol poco importante en relación a la participación de la empresa y el estado, que se dio gracias a su disponibilidad de recursos suficientes para desarrollar los procesos de imitación hasta llegar a la innovación (López et al., 2006).

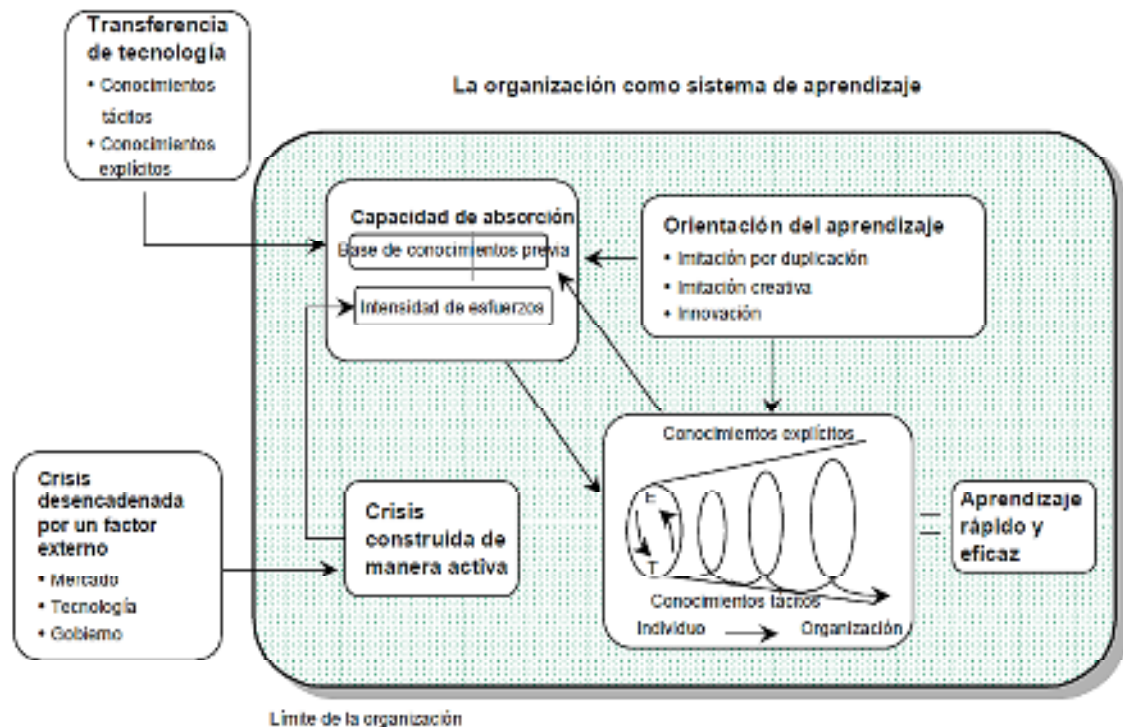


Figura 9: Modelo integrador

Fuente: (Kim, 2001)

2.1.6 Modelo en espiral SECI

Este modelo se sustenta en investigaciones realizadas en empresas japonesas con prácticas de gestión occidental que se **soporta** en dos tipos de conocimiento, tácito y explícito que interactúan entre el tipo de conocimiento y la creación de uno nuevo donde combinan patrones en diferentes categorías para dar origen a una espiral que incluye: Socialización, externalización, combinación e internacionalización (Nonaka & Konno, 2005).

El conocimiento explícito es expresado en palabras, números, fórmulas y manuales que permiten expresar de manera formal conocimiento para ser imitado (Ma, Wang, & Wang, 2011).

El conocimiento tácito es difícil de visualizar o expresar porque no utiliza palabras sino significados que parte de la experiencia individual, modelos mentales, emociones, ideales o corazonadas (del Socorro López, Cabrales, & Schmal, 2005). Esta aprehensión de conocimiento se da en tres dimensiones:

- Hay poder de aprendizaje en la experiencia, prueba error.
- Una vez realizado se da la innovación.
- El conocimiento organizacional no sólo se aprende con manuales; las metáforas y experiencias permiten acumular conocimiento (del Socorro López et al., 2005).

La conversión de este tipo de conocimiento se da a través de cuatro procesos que son propuestos por Nonaka & Takeuchi (1995):

- Socialización (tácito a tácito): El conocimiento es transferido por experiencia compartida a través de la imitación, observación o modelos mentales.
 - Combinación (codificado a codificado): Es la reconfiguración y categorización del conocimiento explícito para llegar a nuevo conocimiento explícito.
 - Externalización (tácito a codificado): Se asocia a la creación y codificación de conceptos a partir del conocimiento tácito.
- Internalización (codificado a tácito): Es la incorporación del conocimiento explícito de manera individual en forma de aprendizaje.

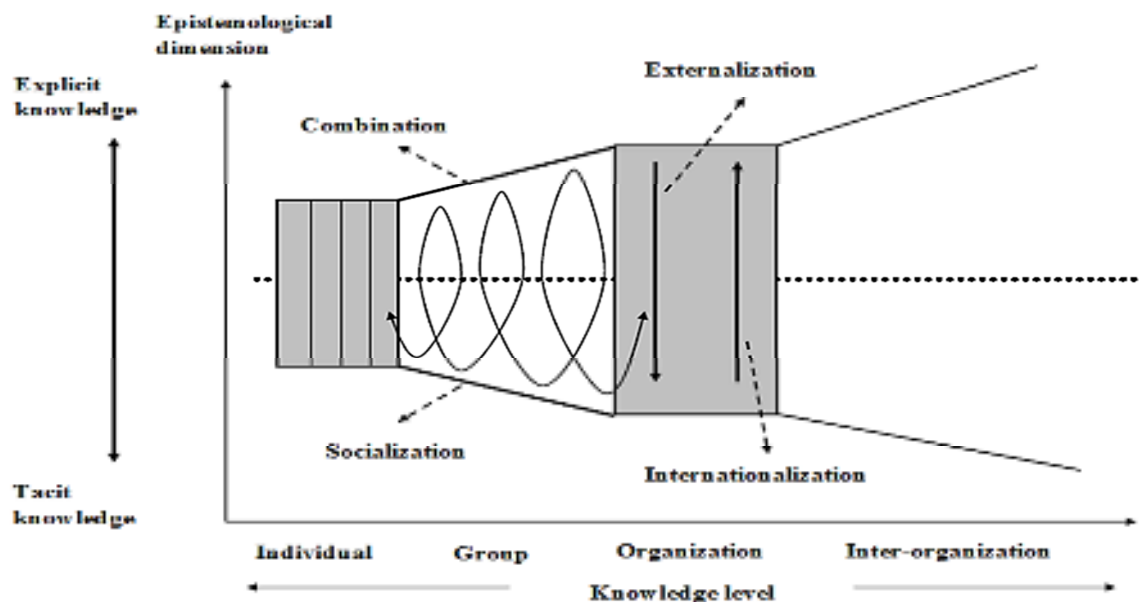


Figura 10: Espiral de creación de conocimiento organizacional

Fuente: (Nonaka, 1994)

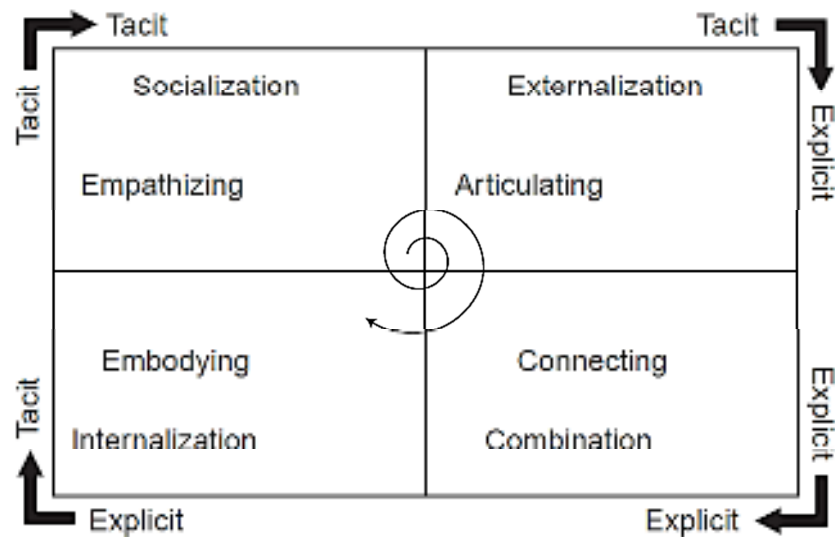


Figura 11: Proceso SECI

Fuente: (Nonaka, 2001)

El conocimiento cambia de manera constante y es desarrollado a través de estas acciones en un proceso dinámico (Feria Patiño, 2009). En un esfuerzo por ir más allá Lundvall y Johnson 1994 (citado en Feria Patiño, 2009) proponen las siguientes distinciones completas:

- Conocer qué (Know-what): Es el conocimiento que se refiere a los hechos y está ligado a la información.
- Saber porqué (Know-why): Es el conocimiento científico y los marcos interpretativos basados en experiencia e intuición, el cual varía de un individuo a otro.
- Saber cómo (Know-how): Se refiere a las capacidades y habilidades ligadas a la competencia para hacer algo.
- Saber quién (Know-who): Es la mezcla de habilidades incluyendo las sociales para acceder al conocimiento interno y externo.

En el año 2000 Nonaka, Toyama y Konno publicaron un modelo evolucionado que muestra como la administración puede conducir la creación de conocimiento, el cual comprende tres elementos que deben actuar de manera dinámica: Proceso SECI, contexto de creación del conocimiento y los activos del conocimiento (Nonaka, Toyama, & Konno, 2000). Estos últimos se convierten en la base del espiral y son definidos como

recursos indispensables para creación de valor que son: Experimentales, conceptuales, sistémicos y rutinarios (Feria Patiño, 2009).

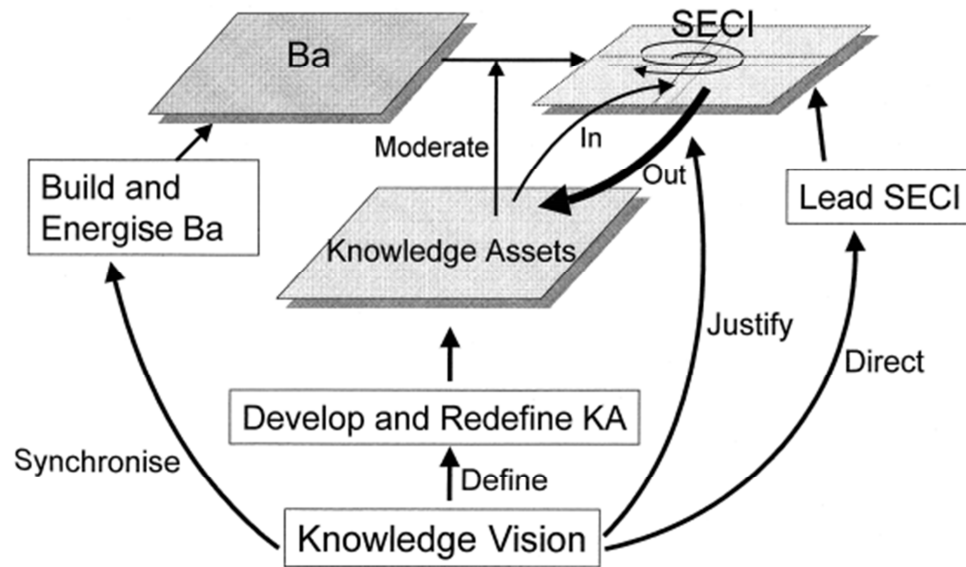


Figura 12: La dirección del proceso de creación de conocimiento

Fuente: (Nonaka et al., 2000)

2.2. FACTORES CLAVES DE DESEMPEÑO ASOCIADOS A LA INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN Y DOCENCIA EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS

Introducción

En una sociedad donde el desarrollo económico y social se basa en conocimientos generados a partir de procesos de investigación de las universidades; las cuales requieren de una infraestructura a nivel técnico y administrativo que permita llevar a cabo procesos de transferencia exitosos, ya que se ven influenciados por un sinnúmero de factores internos y externos que facilitan la adopción del nuevo conocimiento en una amplia gama de disciplinas (Mohrman, Ma, & Baker, 2008). Estudios han demostrado que las estructuras incentivan la comercialización (Baldini et al., 2007), al igual que la reglamentación interna, las políticas gubernamentales y las relaciones con la industria y el estado para asegurar los recursos externos ya que la demanda de la productividad no siempre viene acompañada de apoyo administrativo y financiero (Mohrman et al., 2008). A continuación se describen los factores que han influenciado los procesos de transferencia en las áreas de ciencias exactas y naturales en el mundo.

2.2.1 Globalización

La evolución causada por el fenómeno de la globalización ha hecho que la mayoría de las universidades inviertan recursos para crear condiciones óptimas para la comercialización de las investigaciones como resultado de su nuevo papel como proveedor de conocimiento, que incluye prácticas administrativas y organizacionales que buscan aprovechar las nuevas oportunidades a partir de las innovaciones (Baldini et al., 2006). Reducir las presiones de la globalización y la economía está cambiando las universidades ya que están en la mira para ser agentes generadores de recursos económicos a través de estrategias de difusión e intercambio con la empresa y la sociedad (Hagen, 2002).

La globalización trajo consigo oportunidades a los países menos desarrollados y con pocos ingresos para que aumentaran el PIB a través de la exportación de la tecnología; no obstante, las importaciones de tecnología aumentaron en los últimos años y los gobiernos han tenido que realizar esfuerzos para aumentar la producción de tecnología para reducir la brecha y elevar productividad (Mayer, 2000). Por otra parte, para los países de bajos ingresos se pueden incrementar de manera simultánea las importaciones en tecnología y la calificación de la mano de obra local acompañadas por políticas de

gobierno, como es el caso del Este de Asia donde se dio una rápida acumulación de industrialización y expansión de la educación paso a paso (Mayer, 2000). Estudios empíricos desarrollados por Coe y Helpman (1995), Keller (1998) y Coe, Helpman y Hoffmaister (1997) -henceforth CHH (1997) han mostrado que los países que importan y adoptan más tecnología crecen más rápido y acumulan habilidades y equipos desencadenando una interdependencia entre globalización, modernización y transferencia donde aumenta la demanda de mano de obra calificada (Mayer, 2000).

A nivel mundial ha surgido el Modelo Global Emerging (EGM) definido como la universidad del siglo 21 conformado por las universidades más prestigiosas a nivel mundial que se dedican a la investigación, trascendiendo las fronteras de su territorio y que se caracterizan por la intensificación y globalización del conocimiento (Mohrman et al., 2008).

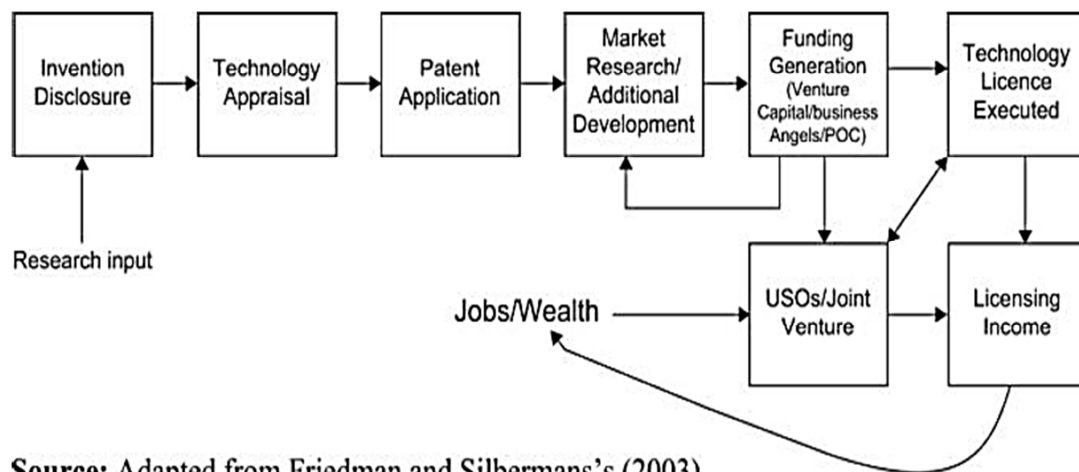
2.2.2 Redes de conocimiento

Dentro de un proceso de transferencia interactúan diferentes actores internos y externos en una amplia gama de actividades para superar la "brecha de conocimiento" (Siegel, Waldman, & Link, 2003), las redes pueden ayudar a retener el conocimiento en un escenario en el que se puede avanzar y crecer más allá de la transferencia (Nonaka, 1994); (Von Krogh, Ikujiro, & Kazuo, 2000), a partir de la interacción de académicos, empresa y estado (Etzkowitz, 2003). Las redes pueden mejorar la generación de ideas y la creación de conocimiento en las primeras etapas de la transferencia de tecnología (McAdam, McAdam, Galbraith, & Miller, 2010), sirven para identificar ideas, mejorar y estrechar vínculos, encontrar fuentes de financiación, mejorar la comercialización y facilitar la retroalimentación (Miller, McAdam, Moffett, & Brennan, 2011); lo que se constituye en una puerta de acceso a distintas áreas de conocimiento para las universidades pequeñas carentes de recursos porque se reducen costos, se aprovechan las competencias y se desarrolla conocimiento regional (Brescia et al., 2014).

La creación de redes con la participación de organizaciones públicas y privadas se convierte en factor clave para la transferencia de conocimientos, donde los grupos y sectores interesados pueden intercambiar o acceder de manera flexible y dinámica a los conocimientos, a través de procesos de comunicación formales que implican instrumentos jurídicos como las patentes o licencias; e informales como las reuniones y contactos entre el personal académico y la industria (Miller et al., 2011).

La transferencia requiere de una amplia interacción entre las partes y las redes, y entre la ciencia y la industria, permitiendo ir más allá de la tecnología universitaria, retener conocimientos y transferir en el marco de la triple hélice, dando lugar nuevos productos y servicios (Etzkowitz, 2003). Redes flexibles y dinámicas son las principales fuentes de conocimiento para las actividades de transferencia de tecnología (Knockaert, Spithoven, & Clarysse, 2010); (Perez & Sánchez, 2003), sin embargo, sostenerlas implica una gran cantidad de recursos para internalizar y evaluar constantemente el conocimiento (Lichtenthaler & Lichtenthaler, 2009).

Grimpe & Fier, (2010) distinguen la transferencia por ser formal e informal aunque la mayoría de la literatura se centra en la tecnología formal (Thursby, Siegel y Phan); sin embargo, Siegel y Link destacan que pueden ser complementarias ya que la transferencia informal ayuda a construir redes de intercambio que facilitan los procesos de transferencia formal (Miller et al., 2011). En la figura 13 (Friedman & Silberman, 2003) representan el proceso de comercialización universitaria que consiste en una gama de procesos y actividades donde interactúan las partes interesadas internas y externas que pueden mejorarse con las redes para retener el conocimiento, aumentar el potencial de innovación y crear capacidades de gestión.

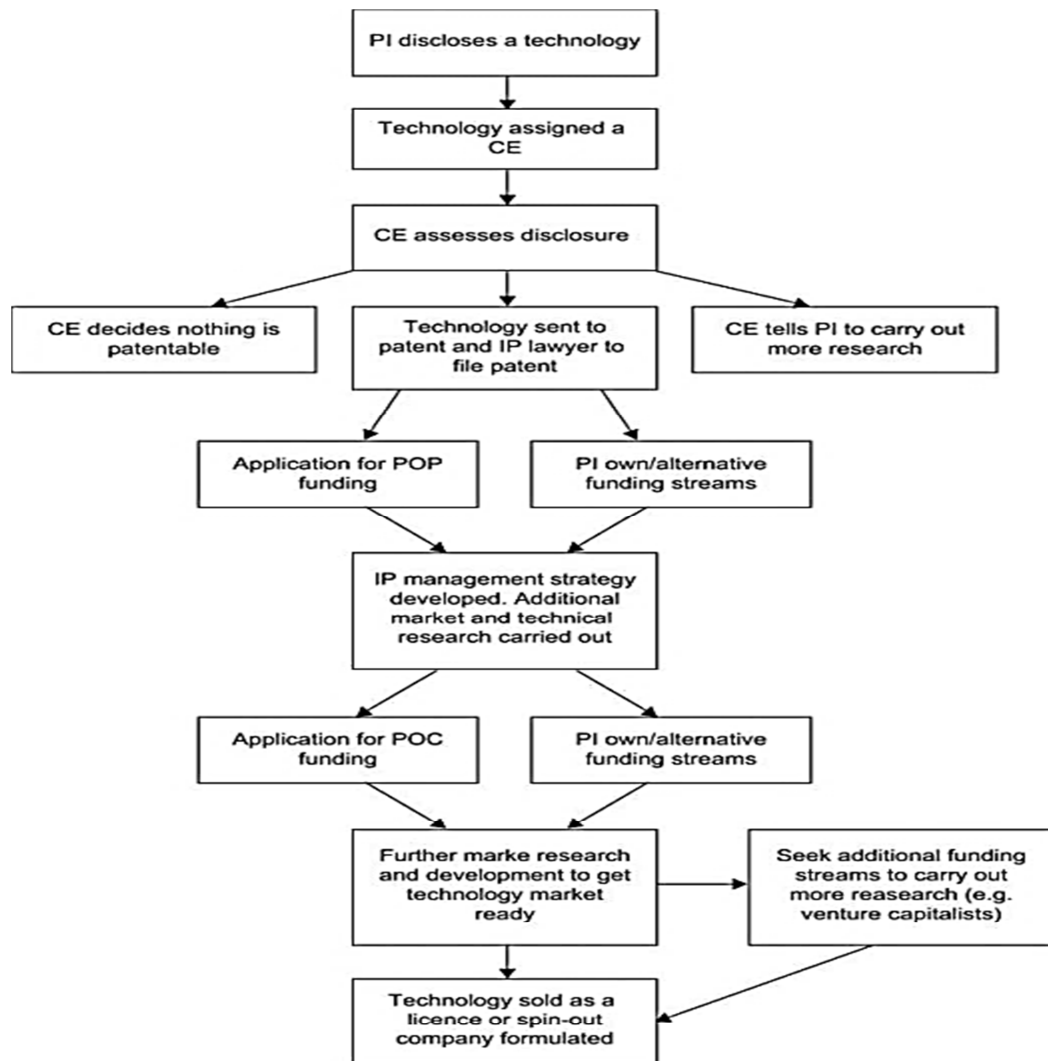


Source: Adapted from Friedman and Silbermans's (2003)

Figura 13: Proceso de transferencia de tecnología de la Universidad

Fuente: (Miller et al., 2011)

En muchos países se han propuesto modelos alternativos de organización en red con una sola oficina financiada por el gobierno o una institución filantrópica (Mohrman et al., 2008). En la figura 14 se muestra el proceso de transferencia en red de la Universidad de Ulster.



Note: POP is Proof of Principle and POC is Proof of Concept

Figura 14: Proceso de transferencia de tecnología dentro Universidad de Ulster

Fuente: (Miller et al., 2011)

2.2.3 Costos de la Investigación

La creación, transmisión y transferencia del conocimiento requieren una gran variedad de recursos, especialmente los recursos financieros (Stephan, 1996); lo que lleva a las universidades a ir más allá del apoyo del gobierno y los ingresos por estudiantes para buscar la financiación privada y la creación de empresas con fines de lucro como las spin-offs (Mohrman et al., 2008).

Cada vez más, las instituciones tratan de cubrir los costos operativos con fondos de costos indirectos provenientes de donaciones los cuales representan pequeños recursos que desalientan los investigadores (Whitmer et al., 2010). Por otra parte, las actividades de transferencia se convierten en más eficientes cuando los investigadores coordinan múltiples actividades que no son tomadas en cuenta por los administradores impidiendo el ahorro de costos (Landry, Saihi, Amara, & Ouimet, 2010).

En muchos países el estado no tiene capacidad para financiar la investigación en las universidades; en países como Estados Unidos el gobierno sólo financia entre el 10% y el 15% y las universidades deben recaudar los recursos faltantes a través de donaciones, matrículas, subvenciones, innovaciones, spin-off, contrataciones, reparto de costos. En el caso de Reino Unido el gobierno destina más de la mitad del presupuesto del Departamento de Comercio y de Industria en ciencia y la tecnología, y a través de iniciativas como el “Fondo de Innovación de Educación Superior”. No obstante, estos recursos son relativamente pocos en comparación a los generados por otras actividades que están plagadas de riesgos e incertidumbre que se han tratado de mitigar a través del concepto Parque Incubadoras (USI) donde el académico es el responsable de la tecnología embrionaria (Mcadam, Mcadam, & Miller, 2010).

2.2.4 Fuentes de financiación

Tradicionalmente el estado se ha mirado como fuente de financiación, sin embargo, está dejando de ser patrocinador para convertirse en facilitador para que las universidades busquen fondos en el sector privado a través de programas focalizados y agencias. Finlandia es un ejemplo, que tras la recesión económica de 1991 – 1992 al perder su principal socio comercial la Unión Soviética creó una estrategia nacional que dio prioridad a la aplicación de la tecnología creando una estrecha relación entre universidad y empresa, logrando así aumentar el PIB nacional como fruto de la intensificación de la investigación (Mohrman et al., 2008).

Las actividades de transferencia para la comercialización de la investigación, la enseñanza y la transferencia informal están fuertemente influenciadas por el nivel y la variedad de fondos que pueden provenir de fuentes internas, estatales y privadas (Landry et al., 2010). En el caso de la financiación interna por ser tan pequeña no fomenta las actividades de transferencia ya que la novedad implica inversiones significativas, mientras que la financiación privada se constituye en un factor determinante en la transferencia de conocimiento porque con ella aumenta la probabilidad de patentes, se incrementan los activos, la experiencia se eleva, se crean asociaciones con universidades más grandes y

propicia la creación de spin-off, además de influir positivamente en las publicaciones (Mohrman et al., 2008).

Las universidades de prestigio y las más grandes son más productivas porque tienen mayor acceso a los fondos para la investigación, facilitan la realización de actividades de transferencia y dan lugar a normas, incentivos y reconocimientos (Landry et al., 2010). La búsqueda de financiamiento adicional y motivos institucionales impulsan la transferencia de conocimiento, donde son importantes los contactos informales y las actividades educativas (Arvanitis, Kubli, & Woerter, 2008). No obstante, aunque son muchos los organismos que promueven la colaboración entre universidad industria, muchas de estas actividades son incluidas dentro de la categoría de servicio que en ocasiones es el menos valorado que la enseñanza y la investigación (Landry et al., 2010). La experiencia de EE.UU sugiere que la investigación en instituciones financiadas con recursos públicos y la comercialización son compatibles y se refuerzan mutuamente aunque en muchos países no se está dando porque la ciencia parece estar lejos de satisfacer la industria (Arvanitis et al., 2008).

En China el cambio de un apoyo total del estado a un sistema orientado al mercado trajo consecuencias tanto positivas como negativas, pasando de un sistema élite de educación a un sistema masivo de educación terciario donde se diversifican las fuentes de financiación, se aleja del control estatal y se acerca a una economía de mercado, donde se enfrentan múltiples presiones mientras avanza a una competencia global, y donde se no puede asumir con libertad la enseñanza y la investigación (Mohrman, 2008).

2.2.5 Infraestructura interna y el personal de apoyo

Casi todas las universidades de investigación organizan sus actividades de transferencia se ven influenciados por su estructura (Brescia et al., 2014), cuyo diseño puede afectar el comportamiento de sus miembros y la actuación de la propia organización (Drucker 1973). Los procesos de transferencia requieren de una mayor complejidad, una mayor integración de la investigación tales como centros interdisciplinarios y una mayor infraestructura tecnológica para el descubrimiento (Mohrman et al., 2008). Nuevas estructuras con experiencia en múltiples campos son fundamentales para facilitar la interacción con el sector público y privado, y prestar apoyo a los académicos para estimular su participación en los procesos de transferencia (Perkmann et al., 2013) en un entorno cambiante donde mayores demandas requieren de mayor eficiencia (Mohrman et al., 2008).

Las oficinas de transferencia juegan un papel importante en el asesoramiento y acompañamiento de los académicos, pero tienen dificultades por su falta de conocimiento a profundidad de la investigación y la tecnología (Mcadam et al., 2010), y por la desconfianza de los investigadores que ven la transferencia como un proceso largo lleno de trámites lentos y burocráticos (Mohrman et al., 2008). A nivel institucional la falta de apoyo y de recursos económicos para cubrir los costos de patentamiento puede conducir a una mayor probabilidad de concesión de licencias, mientras que financiación de la industria y la eficiencia de las oficinas de transferencia no tienen un impacto tan significativo (Wu, Welch, & Huang, 2015).

En comparación con la universidad estadounidense que invierte más en su personal con experiencia en la industria, la europea se da más importancia a los ingresos pero se generan menos inventos y patentes por las diferencias en sus sistemas de investigación, la industria relativamente débil, las oficinas de transferencia y la experiencia de su personal (Conti & Gaule, 2011). En Europa dos tercios de patente de un inventor académico no es propiedad de la universidad, en parte porque no están obligados a declarar sus invenciones y en muchos casos no tienen requisitos formales para informar a las oficinas de transferencia, lo que lleva a no tener un registro de patentes por investigadores en una institución. Por otra parte, la Comisión Europea hace hincapié en que no son tan buenos en transferir, que es lo que se conoce como “la paradoja europea”; se ha demostrado que la falta de recursos y la forma como gestionan influyen en los indicadores y el volumen de las publicaciones Bauwens et al. (2008). Sin embargo, Europa no ejecuta menos licencias que Estados Unidos, pero percibe menos ingresos por patentes, debilidades que se reflejan en su conocimiento transformado en innovación (Conti & Gaule, 2011).

Contrario a los estudios realizados de la “paradoja europea” que muestran a Europa como una entidad homogénea, existen diferencias significativas entre los países; Italia y Finlandia son los que menos producen licencias, Austria y Noruega generan menos rentabilidad, y en el otro extremo Suiza y Bélgica presentan mejores resultados (Conti & Gaule, 2011). Por otra parte, aunque Europa ha tenido un éxito menos notable, el rendimiento de Reino Unido es comparable con Estados Unidos teniendo en cuenta la multiplicidad de salidas (Conti & Gaule, 2011).

Las universidades cada día son más reconocidas como actores centrales en la producción de nuevos conocimientos lo que implica la realización de actividades que deben permitir la transferencia de conocimiento a través de un esfuerzo creciente y una estrategia que

oriente las actividades que por años han sido desarrolladas de manera informal por los investigadores y la industria (Brescia et al., 2014). Si bien estas relaciones siguen siendo importantes las universidades han creado nuevas estructuras organizativas gracias a sus recursos financieros, humanos y trayectoria que conducen y orientan las actividades de investigación al reconocimiento y aceptación por parte de la industria (Brescia et al., 2014).

2.2.6 Políticas gubernamentales

Dentro del contexto en el que operaran los académicos la afiliación a una disciplina y las políticas nacionales dan forma a reglamentos internos y normas que varían de un país a otro, los cuales establecen las reglas de cómo deben operar para realizar la actividad científica y cómo aumentar los ingresos para la universidad (Perkmann et al., 2013). Durante los últimos treinta años las políticas las universidades han experimentado cambios importantes con la ley Bayh-Dole en Estados Unidos y el abandono del privilegio del profesor en Europa (Baldini et al., 2006), sin embargo, se requiere de un cambio de cultura porque la legislación no es suficiente ya que algunos investigadores tienden a no publicar sus patentes, además de que existen otras barreras como los choques culturales, la burocracia, la ineficiencia de las oficinas de transferencia y la falta de credibilidad en los inversionistas en las nuevas tecnologías (McAdam et al., 2010).

El interés en la transferencia y el fomento de las relaciones universidad industria en Estados Unidos se impactó fuertemente con la aprobación de la Ley Bayh-Dole en 1980, dando lugar a que las universidades canalizaran sus actividades de difusión a través de un conocimiento centralizado (Conti & Gaule, 2011). El rápido crecimiento en el número de patentes universitarias que siguió la Ley Bayh-Dole se debe a la oferta de oportunidades tecnológicas caracterizadas por una competencia intensa, no obstante, en las universidades de ciencias básicas se mantuvo constante ya que la mayoría de las investigaciones se centra en ciencias de la vida donde la propiedad intelectual es de gran valor y se evidencia mayores niveles de confidencialidad que en otras áreas de la ciencia. (Perkmann et al., 2013). Por su parte, Europa aunque con menos éxito que en Estados Unidos, ha impulsado la transferencia de conocimiento incorporando la innovación abierta al implementar la agenda de Lisboa (Conti & Gaule, 2011).

2.2.7 Incentivos

Invertir en investigación básica genera un riesgo por la incertidumbre, además los investigadores deben sopesar la academia con la comercialización de la investigación que por lo general se limita a la divulgación. Lo que motiva a los académicos son las políticas de incentivos como reconocimiento a su labor y las políticas que permiten el desempeño empresarial y académico sin ser mutuamente excluyentes (Mcadam et al., 2010). La motivación para llevar a cabo la colaboración y transferencia de conocimiento implica un contraste de razones personales e institucionales que impulsan el compromiso académico para adquirir recursos económicos para sus investigaciones al mismo tiempo que se avanza en la carrera y se logran posiciones destacadas en el ámbito científico (Perkmann et al., 2013). Por otra parte, el pago de los incentivos en las actividades de transferencia las afecta positivamente (Conti & Gaule, 2011) porque hace que los académicos utilicen resultados como insumos de nuevas actividades (Landry et al., 2010).

Se especula que en Estados Unidos el aumento de la participación en las actividades de transferencia se debe a los incentivos para adquirir recursos con la empresa privada (Perkmann et al., 2013). En el Reino Unido en las facultades de ciencias físicas y de ingeniería se encontró que el compromiso académico fue impulsado por consideraciones de investigación, mientras que la comercialización es motivada por incentivos monetarios (D'Este & Perkmann, 2011). En Estados Unidos las oficinas de transferencia tienden a poner más importancia en el objetivo de "generar ingresos", mientras que varios países europeos han utilizado una ley conocida como "el privilegio del profesor", según la cual la propiedad intelectual generada a partir de una invención pertenece al investigador más que a la universidad y no se tiene la obligación de informar sobre las actividades de concesión de licencias para la transferencia (Conti & Gaule, 2011). Esta ley ha sido abolida en países como Alemania, Noruega, Finlandia y Dinamarca, sin embargo, todavía se aplica en Suecia e Italia (Conti & Gaule, 2011).

2.2.8 Rol de los investigadores

El entorno académico está cambiando rápidamente y los profesores están asumiendo nuevos roles pasando de patrones independientes a miembros de organizaciones y equipos que se orientan a problemas reales (Mohrman et al., 2008). En muchos países existe una nueva categoría de académicos ocupados en la comercialización de conocimientos que no enseñan y son contratados por proyectos o como consultores, mientras que otros son contratados para obtener actualización instantánea y prestigio (Mohrman et al., 2008). Instituciones como la London School of Economics, ETH Zurich y la Universidad de Hong Kong tienen más del 80% de su facultad de las fronteras nacionales exteriores", otras como las británicas y de la Commonwealth tiene más de la mitad de sus profesores provenientes de otras naciones (Mohrman et al., 2008).

La visión tradicional de la universidad es que los investigadores son inducidos a invertir parte su tiempo a las actividades de investigación, sin embargo, muchos se dedican en gran parte a la formación de personal calificado a expensas de la transferencia de conocimientos (Landry, Amara, & Ouimet, 2006). Estudios han demostrado que los profesores son más activos en actividades de transferencia de conocimientos no comerciales, y que las publicaciones no ponen en riesgo sus actividades científicas, siendo mucho más activos en ciertas áreas de conocimiento y dependiendo de su tipo de vinculación y experiencia (Landry et al., 2006). La libertad académica también se afectada porque la mayoría enseñan lo que consideran apropiado y desarrollan sus investigaciones sin ningún tipo de injerencia; y sólo cuando hay organismos de financiación las prioridades se comprometen, las investigaciones son orientadas por los intereses corporativos, y se limita la libertad de los investigadores para seguir sus instintos (Mohrman et al., 2008).

2.2.9 Relaciones con la empresa

El alcance y la intensidad de las relaciones entre la ciencia y la industria son considerados como factores importantes en el alto rendimiento de la innovación y la transferencia que puede causar descuidos en la investigación básica y la enseñanza. (Arvanitis et al., 2008). Empresarios y académicos despliegan todas sus capacidades para realizar la transferencia donde se involucran recursos financieros atributos del conocimiento, el prestigio de la institución y la experiencia de los investigadores (Landry et al., 2010). Los estudios han demostrado que los profesores con conexiones industriales son académicamente más productivos y tienen más impacto que los que no tienen. Dentro los problemas que se pueden generar para la transferencia y comercialización están las dificultades para encontrar socios industriales que estén interesados y que tengan las capacidades técnicas y los recursos financieros, además de estar listos para financiar una investigación conjunta (Arvanitis et al., 2008).

CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Introducción

La Universidad Nacional de Colombia es una institución de educación nacional de carácter público, con un régimen de contratación autónomo e independiente, creada mediante ley 66 expedida por el Congreso de la República el 22 de septiembre de 1867, y es establecida como persona Jurídica constituida por facultades, escuelas e institutos según la Ley 68 de 1935. La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, es una institución creada el 23 de octubre de 1975 mediante el Acuerdo 80 del Consejo Superior Universitario que inicialmente estuvo integrada por los Departamentos de Matemáticas, Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra; que con el transcurrir de los años reformo su estructura curricular hasta conformar las Escuelas de Matemáticas, Física, Química, Biociencias, Estadística y Geociencias; donde se desarrollan programas de pregrado y posgrado a nivel de maestría y doctorado.

A continuación se describen los principios misionales que orientan el quehacer de La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, las políticas, planes procesos, estructura y tipología de los proyectos que enmarcan los procesos de transferencia; los cuales fueron recopilados de las plataformas institucionales y la normatividad existe.

3.1. MISIÓN

“Como Universidad de la nación fomenta el acceso con equidad al sistema educativo colombiano, provee la mayor oferta de programas académicos, forma profesionales competentes y socialmente responsables. Contribuye a la elaboración y resignificación del proyecto de nación, estudia y enriquece el patrimonio cultural, natural y ambiental del país. Como tal lo asesora en los órdenes científico, tecnológico, cultural y artístico con autonomía académica e investigativa” (Universidad Nacional de Colombia).

3.2 OBJETIVOS

Los objetivos de la Universidad Nacional de Colombia se enmarcan dentro de los siguientes principios misionales:

- **Formación:** Planear, desarrollar, hacer seguimiento y evaluar la actividad académica en la Universidad Nacional de Colombia con el fin de garantizar la formación de los estudiantes en programas curriculares de pregrado y posgrado de alta calidad.
- **Investigación:** Fomentar y consolidar el Sistema de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia mediante la formulación de políticas, planes y proyectos estratégicos y a través de mecanismos de ejecución y seguimiento a las actividades de investigación y creación artística.
- **Extensión:** Intercambiar, aplicar e integrar en forma dinámica y coordinada el conocimiento científico, tecnológico, artístico y cultural que se produce en la Universidad Nacional de Colombia, en interacción con el entorno económico, político, cultural y social del país, a través de la formulación de políticas, programas estratégicos de extensión y del desarrollo de las modalidades de extensión, articulados con la docencia y la investigación”. (Universidad Nacional de Colombia).

3.3 PLANES

Teniendo en cuenta el plan desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia, la Facultad de Ciencias de la Sede Medellín estable su propio Plan de Acción, el cual se enmarca dentro de las políticas institucionales y los lineamientos del orden Nacional. Para el trienio 2013-2015 la Facultad de Ciencias incluyó la formulación del proyecto BPUN Fortalecimiento de la Formación para la Investigación a través del cual se financiaron los proyectos de la facultad en el marco de las convocatorias internas, con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y la Dirección de Investigación de la Sede. Por otra parte, en cumplimiento a las políticas de distribución de los recursos del Fondo de Investigación, la Facultad de Ciencias planea y aprueba cada semestre su presupuesto en investigación en las siguientes líneas de inversión:

- Apoyo a grupos de investigación e investigadores mediante convocatorias: Estos recursos son destinados a la financiación de convocatorias internas.
- Cofinanciar proyectos de investigación: Se utilizan para las contrapartidas y recursos de cofinanciación de proyectos financiados con recursos externos.

- Cofinanciación para la adquisición y mantenimiento de equipos: Estos recursos son empleados para el mantenimiento y reposición de equipos para el desarrollo de actividades de investigación.
- Apoyo a laboratorios; Se apoya la financiación de gastos operativos de los laboratorios de investigación y docencia.
- Apoyo a eventos: Estos recursos son destinados para financiar las movilidades de investigadores, docentes, estudiantes, administrativos, expertos y visitantes para participar en eventos de difusión o para realizar pasantías e intercambios en el marco del desarrollo de actividades de investigación.
- Financiación para la obtención y mantenimiento de las patentes: Con estos recursos se apoyan todos los procesos relacionados con la obtención, registro y sostenimiento de patentes de la Facultad

3.4. POLÍTICAS

La Universidad Nacional de Colombia es una institución orientada al conocimiento que busca a través de sus planes, programas y proyectos ofrecer soluciones eficaces que permitan el desarrollo del país. En este sentido, la Facultad de Ciencias de la Sede Medellín se acoge a las normas establecidas a nivel institucional para el desarrollo de sus actividades, las cuales crean, reglamentan sus estructuras, organizan y establecen los criterios para su desarrollo y control; enmarcadas dentro de su sistema integrado de gestión de la calidad “SIGA”.

En materia de investigación el Acuerdo 014 de 006 creó y organizó el sistema de investigación, y el Acuerdo 036 de 2006 aún vigente, “Por el cual se estructura y se establecen disposiciones para el funcionamiento del Fondo de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia”, estableció los lineamientos para la gestión de los recursos de investigación y permitió la creación de los Fondos de Investigación de las facultades para apoyar la investigación y la generación del conocimiento, dando origen a la creación de las Unidades de Gestión de Investigación UGI para la administración y ejecución de los recursos de investigación tanto internos como externos.

Por otra parte, en materia de extensión actualmente sus actividades se encuentran reguladas por el Acuerdo 036 de 2009 que establece sus modalidades de extensión, estructura, régimen financiero y reglas para su ejecución. A partir de estos Acuerdos de Investigación y Extensión la Universidad Nacional de Colombia ha establecido una serie de disposiciones a través de Acuerdos y Resoluciones que bridan mecanismos para

fomentar y consolidar sus principios misionales de investigación y extensión.

3.5 PROCESOS

En la Facultad de Ciencias la transferencia de conocimientos además de llevarse a cabo a través de la formación académica, se desarrolla a través de los procesos y procedimientos asociados a los macroprocesos misiones de Investigación y creación artística y Extensión, los cuales se apoyan en los macroprocesos de Gestión de recursos y servicios bibliotecarios, Gestión de laboratorios, Gestión de información, Gestión administrativa y financiera y Gestión jurídica.

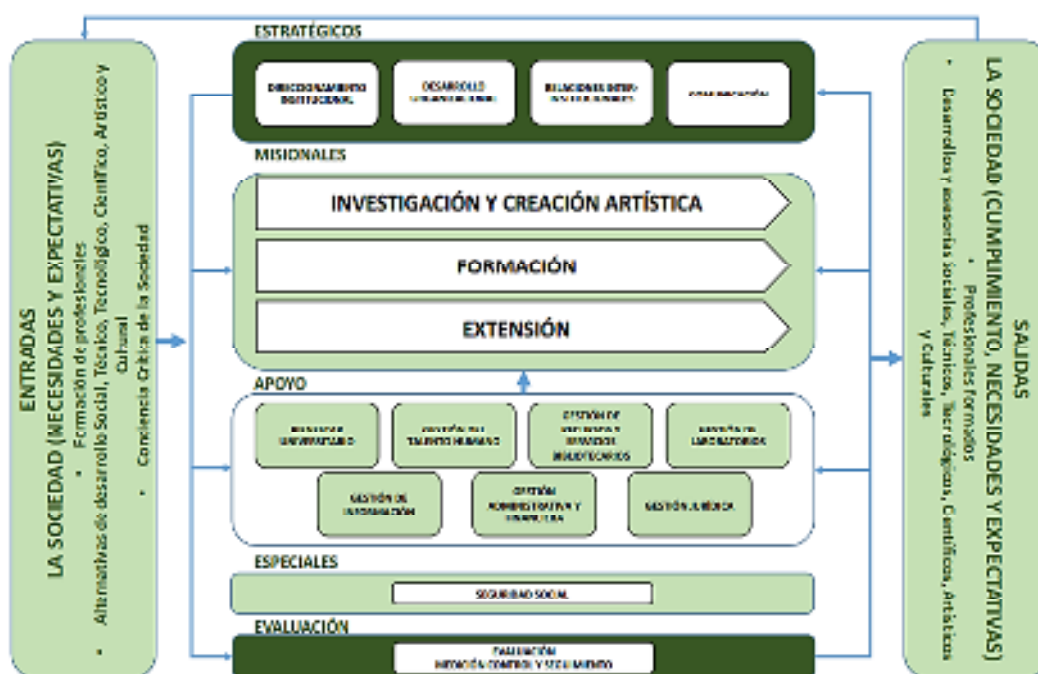


Figura 15: Mapa de procesos Universidad Nacional de Colombia

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2016)

A continuación se detallan los procedimientos desarrollados a través de la Facultad de Ciencias, los cuales están sujetos a revisión y ajustes de manera permanente.

3.6 MACROPROCESO DE INVESTIGACIÓN

Este se encuentra relacionado con la generación de conocimiento a partir del trabajo desarrollado por los docentes y los grupos de investigación, el cual se conjuga con actividades de formación e intercambio de investigadores. Actualmente es liderado por la Dirección Nacional de Investigación y Laboratorios y consta de los siguientes procedimientos que surgieron como resultado del trabajo conjunto de los niveles Nacional, Sede y Facultad.

- Formalización, ejecución y liquidación de actividades de investigación y creación artística: Establece las actividades para el desarrollo de las actividades de investigación. Inicia con el trámite de legalización de la actividad y termina con la liquidación. Esta actividad se desarrolla con el apoyo de otras unidades de gestión (Contratación, Jurídica, Dirección de Investigación y Extensión, Dirección Administrativa), e implica la utilización de diferentes aplicativos: HERMES – Investigación, QUIPU - Sistema financiero, SARA – Sistema de administración del recursos humano.
- Gestión de convocatorias internas para actividades de investigación y creación artística: Incluye las actividades para la gestión de recursos internos para investigación. Inicia con la elaboración de los términos de referencia y termina con su publicación. A la fecha la Facultad de Ciencias viene participando en los procesos académicos y administrativos de las convocatorias del Nivel Nacional y ha publicado dos convocatorias.
- Seguimiento y evaluación a la ejecución de actividades de investigación y creación artística: Este procedimiento busca cumplimiento compromisos adquiridos. Inicia con la identificación del objeto y finaliza con el cumplimiento de compromisos.
- Modificación a las actividades de investigación y creación artística: Inicia con la solicitud y termina con la aplicación de la modificación.
- Avals para proyectos o actividades de investigación y creación artística presentados a entidades externas. Tiene por objetivo gestionar avals para la presentación de propuestas a entidades externas; inicia con la solicitud y termina con la participación en la convocatoria.

3.7 MACROPROCESO DE EXTENSIÓN

Está asociado con la gestión y la transferencia de conocimientos generados a partir de los procesos de investigación y formación, la cual permite a su vez la creación y el fortalecimiento de redes y alianzas con otras instituciones dando lugar a proyectos conjuntos y a la construcción de propuestas que contribuyen al desarrollo regional del país. En la Facultad de Ciencias los procedimientos que se aplican fueron elaborados por la Dirección de Extensión de la Sede Medellín en conjunto con las Vicedecanaturas de Investigación y Extensión de las Facultades, Centros e Institutos.

- Celebración, creación y ejecución de proyectos de extensión: Define las etapas para el desarrollo de proyectos internos y externos de extensión. Inicia con la presentación de la propuesta y finaliza con la aplicación de la resolución de excedentes.
- Solicitud de practicantes y pasantes universitarios: Este procedimiento es desarrollado por la Vicedecanatura Académica, que tiene por objetivo contribuir con el medio a través de la inserción de estudiantes en práctica en el medio.

Actualmente los procedimientos asociados al proceso de gestión tecnológica son desarrollados por la Unidad de Gestión Tecnológica GTI de la Sede.

3.8 TIPOLOGÍA DE LOS PROYECTOS

Los proyectos de investigación y extensión en la Facultad de Ciencias son el instrumento que facilita los procesos de gestión y flujo de conocimiento a la sociedad, permitiendo dar cumplimiento de los principios misionales de la Institución. Estos proyectos corresponden a tipologías y modalidades distintas que se encuentran ligadas a la generación, difusión e integración del conocimiento, las cuales se encuentran clasificados así:

Proyectos de Investigación: Estos se encuentran ligados a los procesos de generación de conocimiento, los cuales pueden tener financiación interna a través de convocatorias financiadas por el Sistema Nacional de Investigación SIUN o a través de la contratación con terceros. En la Universidad Nacional Colombia los proyectos de investigación son clasificados en las siguientes tipologías:

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Desarrollo experimental
- Creación artística
- Conformación y fortalecimiento de grupos y redes de investigación
- Gestión académica de la investigación
- Programas y megaproyectos que articulan simultáneamente formación, investigación y extensión

De acuerdo con la procedencia de los recursos los proyectos son clasificados en las siguientes modalidades:

- Investigación financiación interna (convocatorias internas)
- Investigación financiación externa (convocatorias externas, contratación directa)
- Investigación jornada docente
- Proyectos en contrapartida (En asocio con otras instituciones sin aportes en dinero)
- Movilidades o eventos financiación externa
- Proyectos de regalías C + TI

Actualmente en la Facultad de Ciencias la mayoría de los proyectos desarrollados son de investigación básica, los cuales son financiadas a través de las diferentes modalidades.

Proyectos de extensión: Este tipo de proyectos se encuentran ligados a la interacción y al flujo de conocimientos generados por la institución, las cuales se integran y articulan con las actividades de investigación y docencia con el fin desarrollar soluciones eficientes a las demandas de la sociedad. Las modalidades a través de las cuales se puede realizar la extensión en la Universidad Nacional Colombia son:

- Participación en Proyectos de Innovación y Gestión Tecnológica
- Servicios Académicos
 - Consultorías
 - Interventorías
 - Evaluación de Programas y Políticas
 - Conceptos
 - Otros servicios de extensión
- Servicios de Educación
- Educación Continua y Permanente
 - Cursos de Extensión

- Cursos de actualización o de profundización
- Diplomados
- Programas de Formación Docente
- Eventos
 - ✓ Congresos-Seminarios-Talleres-Conferencias
 - ✓ Ferias Especializadas
 - ✓ Eventos temáticos
- Servicio Docente Asistencial
- Proyectos de Creación Artística
- Extensión Solidaria
- Prácticas y pasantías universitarias
- Proyectos de Cooperación Internacional

Actualmente en la Facultad de Ciencias se están desarrollando proyectos a través de las modalidades de servicios académicos, educación continua y permanente, y prácticas y pasantías.

A partir de la realización de los proyectos de investigación y extensión se pueden identificar como resultados y/o productos los siguientes:

- Tesis de doctorado
- Tesis de maestría
- Trabajo de grado
- Monografía de especialización
- Proyecto de investigación
- Proyecto de extensión
- Ponencia en evento nacional
- Ponencia en evento internacional
- Publicación de artículo nacional
- Publicación de artículo internacional
- Publicación de libro
- Realización evento nacional
- Realización evento internacional
- Articulación de redes
- Apertura de programa académico
- Curso
- Pasantía
- Dotación y mantenimiento
- Producto tecnológico
- Semillero
- Fortalecimiento de línea de investigación

- Fortalecimiento de proyectos vigentes

3.9 ESTRUCTURA

La administración de la Universidad Nacional de Colombia corresponde a una estructura orgánica descentralizada por Sedes que es orientada por Consejo Superior Universitario, la Rectoría, el Consejo Académico, las Vicerrectorías, la Gerencia Nacional Financiera y Administrativa, la Secretaría General y el Comité de Vicerrectores. A nivel de la Facultad de Ciencias de la Sede Medellín la dirección corresponde al Decano y al Consejo de Facultad, y el desarrollo de sus actividades a la Secretaria Académica, las Vicedecanaturas de Investigación y Extensión, Académica y Bienestar, y la Asistencia Administrativa; quienes coordinan las actividades académicas y administrativas con el apoyo de las direcciones de Escuela y Áreas curriculares.

Para el desarrollo de las actividades de transferencia asociadas a los procesos de investigación y extensión, la Facultad de Ciencias cuenta con la Vicedecanatura de Investigación y Extensión en el direccionamiento y control, y con la Asistencia Administrativa de la Facultad que se encarga de la adquisición de bienes y servicios necesarios para la ejecución de los proyectos.

Actualmente la Facultad de Ciencias cuenta 44 administrativos de planta y con 133 docentes de carrera (SARA, 2016), que desarrollan procesos docencia, investigación y extensión en diferentes áreas de conocimiento, para lo cual mantienen vínculos permanentes con la comunidad nacional e internacional.

CAPITULO 4 DIAGNÓSTICO DE LA INSTITUCIÓN

Introducción

El presente diagnóstico de la Facultad Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia describe los tres componentes básicos bajo los cuales se desarrollan los procesos de generación e intercambio de conocimientos, a partir de los macroprocesos de investigación y extensión que permiten materializar las propuestas e iniciativas de los grupos de investigación: Capital humano, capital estructural y capital relacional.

El objetivo de este diagnóstico es identificar los recursos con los que cuenta la facultad teniendo en cuenta que toda organización debe disponer de ciertas capacidades que garanticen su desempeño innovador que son: Capacidad de dirección estratégica, capacidad tecnológica, capacidad de producción, capacidad de mercadeo, capacidad de gestión de recursos (Robledo, Gómez, & Restrepo, 2009).

Este diagnóstico fue construido a partir de la revisión de las plataformas que permiten administrar la información académica, financiera y administrativa de los proyectos; y la revisión y análisis del historial de convocatorias, bases de datos, acervo documental e informes de gestión de la Vicedecanatura de Investigación y Extensión de la facultad.

4.1 CAPITAL HUMANO

Es el conocimiento tácito y explícito constituido por los conocimientos, habilidades y destrezas de los investigadores, docentes, estudiantes y administrativos que desarrollan actividades de investigación y extensión. En la actualidad en la Facultad de Ciencias tiene identificados 39 grupos de investigación, 35 internos, 1 interfacultades y 4 interinstitucionales, de los cuales 26 participaron en la convocatoria de clasificación COLCIENCIAS 694 de 2014, lo cual no representó un aumento significativo en relación a las últimas mediciones que registraron 24 grupos en 2006, 25 en 2008 y 2010; no

obstante el número de grupos internos aumento de 24 en 2006 a 35 en 2014 como se refleja en la tabla 1.

Tabla 1

Comportamiento de clasificación de Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín 2006-2014.

CLASIFICACIÓN	2006	2008	2010	2014
A1		2	3	6
A	16	3	3	3
B	2	8	6	11
C	3	6	7	5
D		6	6	1
R	1	0	0	0
SC	2	5	7	9
Total	24	30	32	35

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Vicedecanatura de Investigación y Extensión Facultad de Ciencias, 2015)

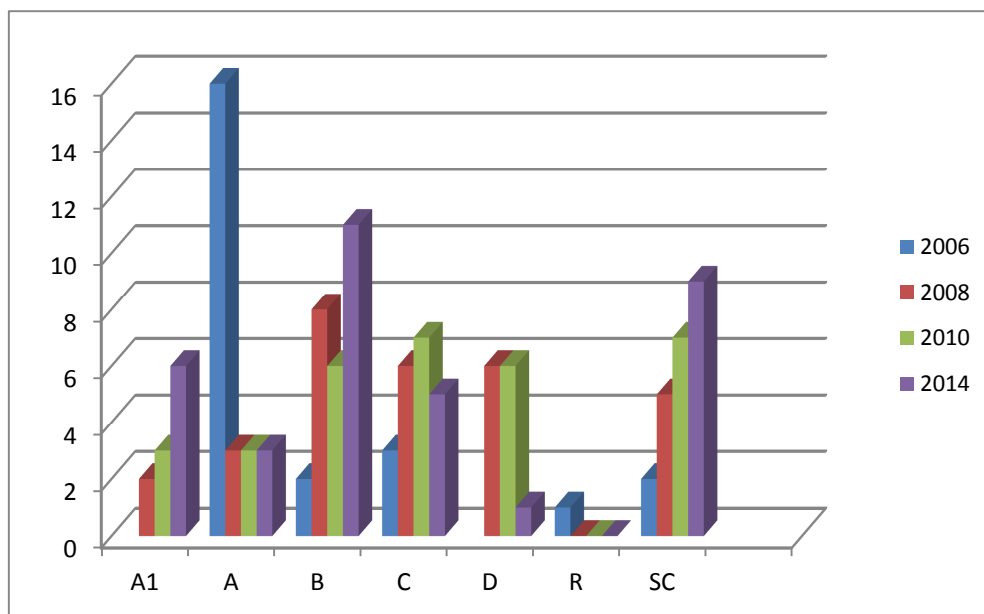


Figura 16: Comportamiento de clasificación de Grupos de Investigación Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Facultad de Ciencias, Vicedecanatura de Investigación y Extensión, 2015)

Como se puede observar en el año 2014 el mayor número de grupos se encuentra en la categoría B, seguido de los grupos sin clasificar, mientras que la clasificación A se ha mantenido constante durante los últimos periodos. En la figura siguiente se muestra la distribución de los 38 grupos identificados por escuelas donde se ve claramente que las Escuelas Biociencias y Química presentan el mayor número de grupos.

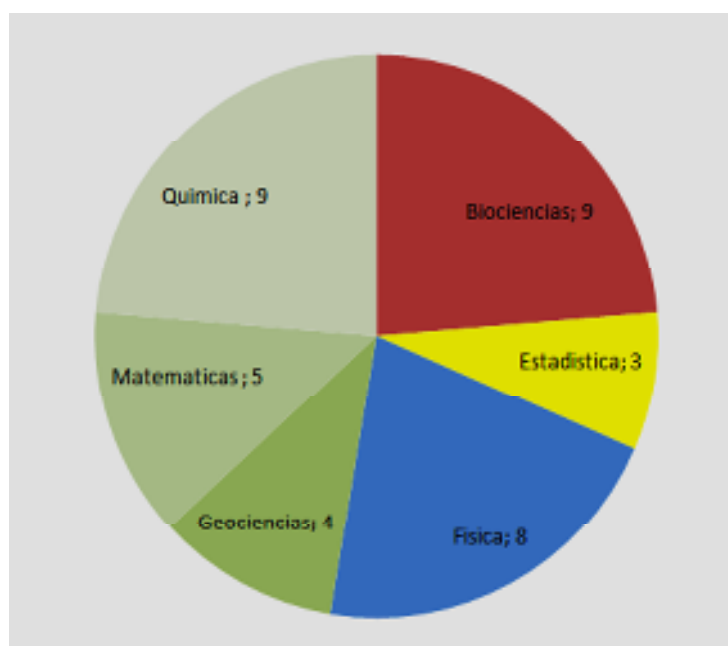


Figura 17: Distribución de los grupos de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín por Escuelas año 2015

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Facultad de Ciencias, Vicedecanatura de Investigación y Extensión, 2015)

En la siguiente tabla se muestran los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias donde se refleja el potencial de los grupos de investigación por la producción bibliográfica registrada que suma un total 647, mientras el número de proyectos suma 228.

Tabla 2

Grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015

Escuela	Grupo	Clasificación	Profesores	Líneas	Producción Bibliográfica	Proyectos
Biociencias	Biotecnología animal	A	7	4	2	4
Biociencias	Microbiodiversidad y bioprospección	A	3	7	5	6
Matemáticas	Grupo interinstitucional de investigación en geometría y topología	A	3	2	11	9
Matemáticas	Grupo interáreas de álgebra, geometría y topología	A	8	4	42	6
Estadística	Estadística industrial	A1	12	3	39	15
Estadística	Grupo de investigación en estadística Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín	A1	12	5	52	7
Física	Materiales cerámicos y vítreos	A1	6	7	93	13
Física	Óptica y procesamiento opto-digital	A1	3		1	3
Biociencias	Ecología y sistemática de insectos	A1	3	6	60	10
Matemáticas	Computación científica	A1	11	4	8	2
Química	Química de los productos naturales y los alimentos	A1	5	4	9	9
Biociencias	Biotecnología vegetal unalmed – cib	A1	4	5	5	3
Matemáticas	Grupo de investigación en matemáticas Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	A1	5	4	15	21
Química	Biotecnología industrial	B	5	4	20	14
Biociencias	Biotecnología microbiana	B	7	7	19	11
Física	Instrumentación científica e industrial	B	9	12	44	25
Física	Fotónica y opto-electrónica	B	6	4	35	8
Química	Fisicoquímica orgánica	C	3	6	17	4
Química	Grupo de investigación en síntesis, reactividad y transformación de compuestos orgánicos, SIRYTCOR	C	2	3	11	21
Química	Ciencia de materiales avanzados	C	2	5	69	5
Física	Láser y espectroscopía óptica	C	1	5	24	3
Biociencias	Sabio - sustancias activas y biotecnología	D	3	4	5	4
Biociencias	Palinología y paleoecología	D	7	7	17	13
Química	Aplicaciones en fotoquímica	SC	1	8	24	9
Geociencias	Agroxue	SC	2	6	20	3
TOTAL				126	647	228

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los productos generados, se obtuvieron 178 productos de 55 proyectos de investigación que fueron finalizados durante el 2015, presentando un aumento en el número de productos registrados en 2014 que fueron 158 derivados de 35 proyectos, como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3

Productos de investigación Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015

Producto	Número	%
Tesis	36	20%
Ponencias	37	21%
Publicaciones	46	26%
Eventos Nacionales	2	1%
Articulación a redes	1	1%
Expertos invitados	1	1%
Otros	55	31%
Total	178	100%

Fuente: Elaboración propia (2016)

En el siguiente gráfico se muestra como las publicaciones, ponencias y tesis son los principales productos de los proyectos los cuales son los mecanismos de transferencia de conocimientos más utilizados por los grupos de Investigación de la Facultad de Ciencias.

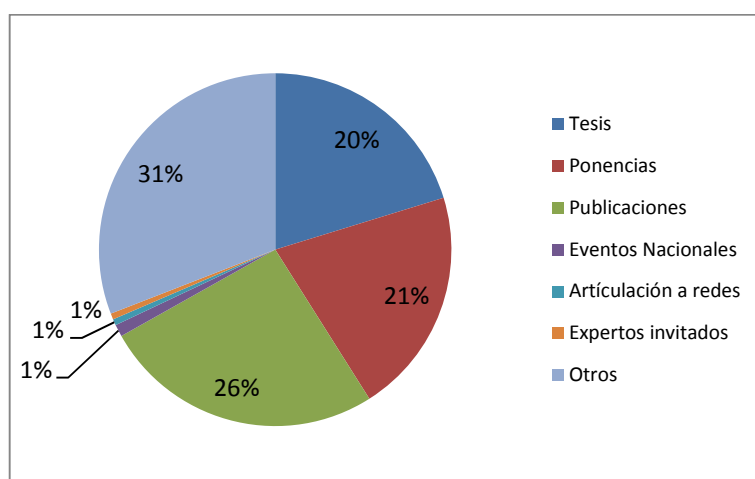


Figura 18: Porcentaje de productos de investigación Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015

Fuente: Elaboración propia

La investigación y la extensión aunque están ligadas al proceso de generación y transferencia de conocimiento no son lo mismo y no tienen el mismo alcance en los procesos de transferencia, ya que es la extensión la encargada de materializar la interacción y el flujo de conocimientos a la sociedad; sin embargo, como puede apreciarse a continuación en la tabla 4, el volumen de productos de extensión son muy bajos en comparación con los presentados por investigación.

Tabla 4

Productos de extensión Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, año 2015

Producto	#
Informe	1
Libro	1
Capítulo de libro	1
Cartilla	1
Desarrollo de metodologías	1
Diagnóstico	1
Evento	1
Total	7

Fuente: Elaboración propia

4.2 CAPITAL ESTRUCTURAL

Está constituido por el conocimiento explícito de la organización que permite sostener el capital humano y que son propiedad de la institución. Dentro de este capital se destacan los procesos propios de la institución los cuales permiten el desarrollo de las actividades de transferencia a través de los proyectos de investigación y extensión dentro de los que se destacan los recursos bibliográficos con los que cuenta y la infraestructura física propia de la facultad que es utilizada en los procesos de formación, investigación y extensión que en la actualidad está representada por 51 laboratorios que apoyan diferentes actividades, así:

Tabla 5

Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, año 2015

ESCUELA	DEDICACIÓN					TOTAL
	Docencia	Docencia / Investigación	Investigación	Investigación / Extensión	Docencia / Investigación / Extensión	
Biociencias	3	1	5		7	16
Física	4	2	2		5	13
Geociencias		1	1	1	2	5
Química	6	2	4	5		17
TOTAL	13	6	12	6	14	51

Fuente: Elaboración propia, 2016

De igual la manera dentro del capital organizacional se cuenta con bases de datos de los diferentes aplicativos de la institución que dan la trazabilidad a los procesos, permiten seguimiento permanente y facilitan la toma de decisiones y el control en la ejecución.

- **HERMES (Sistema de información de investigación):** Permite la gestión académica y financiera además de guardar la memoria institucional relacionada con los grupos de investigación, investigadores, convocatorias, avales, permisos, proyectos, oferta de actividades de formación, trámites académicos, trámites financieros, asistentes a las actividades de educación continua, solicitudes e indicadores.
- **QUIPU (Sistema financiero):** Permite realizar y guardar los trámites financieros y contractuales de la institución por áreas de responsabilidad y por proyectos lo permite identificar claramente por cada uno los ingresos, egresos y demás movimientos contables y financieros facilitando su seguimiento y control.

Además de estos dos sistemas se cuenta con el Sistema Académico SIA y el Sistema de Administración del Recurso Humano SARA que permiten la revisión de información relacionada con las actividades de investigación y extensión.

De igual manera, como parte del capital organizacional se destacan las agendas de conocimiento de la institución que ofrecen una perspectiva actual de las capacidades de los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias. A continuación en la figura 19 se detallan las agendas del conocimiento que fueron registradas por los grupos de investigación en la plataforma de investigación de la institución, no obstante, en un futuro

cercano la Vicedecanatura de Investigación y Extensión deberá emprender un trabajo conjunto con los grupos de investigación que permita construir la agendas sobre las cuales se enfocara la gestión de la Facultad.

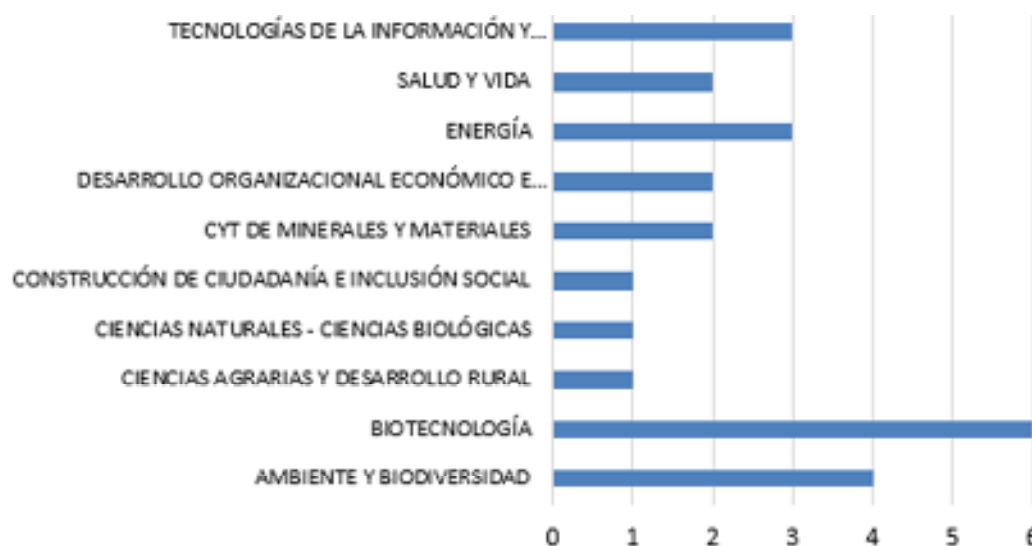


Figura 19: Agendas de conocimiento registradas por los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2015

Fuente. Elaboración propia, 2016

4.3 CAPITAL RELACIONAL

Proviene de la capacidad de relacionarse con el medio a través de clientes y proveedores que está asociado a los convenios y contratos, lo que demuestra la capacidad de gestión y negociación por parte de la institución. En este sentido durante el año 2015 la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín registró 59 propuestas presentadas a diferentes entidades externas de las cuales 38 fueron aprobadas lo que equivale al 64,4% de éxito en la gestión; sin embargo, aunque el porcentaje de aprobación bajo en relación al año 2014 donde el 100% de las 21 propuestas fueron aprobadas, la gestión aumento significativamente.

Tabla 6

Propuestas presentadas a entidades externas por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín durante el 2015

ENTIDAD	PRESENTADAS	APROBADAS
COLCIENCIAS	44	28
Banco de la República	7	5
Instituto Tecnológico Metropolitano	3	2
Politécnico Jaime Isaza Cadavid	2	1
Universidad de Antioquia	1	0
Universidad Cooperativa de Colombia	2	2
TOTAL	59	38

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como resultado de la gestión de la Facultad de Ciencias durante el año 2015 se lograron concretar 15 proyectos de investigación y 6 proyectos de extensión mediante contratos y convenios con entidades externas donde el principal aportante es Colciencias con un 64,3%.

4.4. SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y LA EXTENSIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS

Desde la creación de las Vicedecanaturas de Investigación y de extensión de la Facultad de Ciencias se ha pasado por diferentes etapas hasta su consolidación como una sola unidad de gestión de extensión e investigación de nominada UGI, que se encarga de la administración, seguimiento y control de proyectos. Esta unidad está conformada por tres personas que articulan los procesos y procedimientos, así:

- Vicedecano de Investigación y Extensión:
Perfil: Docente de planta con experiencia en procesos de investigación y extensión
Funciones: Planear, organizar, realizar el seguimiento y controlar de los procesos de investigación y extensión
- Asistente Administrativo:
Perfil: Profesional especializado
Funciones: Planear, asesorar, acompañar, controlar, hacer seguimiento y realizar la gestión administrativa y financiera de los procesos de investigación y extensión.

- Auxiliar de Investigación
Perfil: Tecnólogo en proyectos o con formación profesional en Administración de Empresas.
Funciones: Asesorar y brindar soporte académico a los procesos de investigación

Actualmente hace parte de la estructura de investigación y extensión el Comité de Investigación y Extensión que se encarga de la revisión y recomendación de las propuestas presentadas al Consejo de Facultad. Este comité se encuentra conformado por el Vicedecano de investigación y extensión, los coordinadores de investigación y extensión de cada escuela y el coordinador de laboratorios de la facultad.



Figura 20: Organización Jerárquica de la Investigación y la extensión en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Fuente: Elaboración propia, 2016

Cada uno de los docentes y grupos de investigación que presentan propuestas para realizar proyectos de investigación o extensión deben contar inicialmente con el aval de su respectiva Escuela, y a lo largo del desarrollo de sus proyectos interactúan y se relacionan con otras dependencias que realizan procesos de soporte que permiten el desarrollo de los proyectos.

Tabla 7*Actores y responsabilidades en los procesos de investigación y extensión*

ACTOR	RESPONSABILIDAD
Docente - director	Formula y presenta la propuesta, gestiona la propuesta ante la entidad financiadora (interna o externa)
Grupo de investigation / docente	Ejecuta el proyecto
Escuela	Revisa y avala la propuesta
Comité de investigación y extensión	Revisa y emite recomendación
Vicedecanatura	Presenta la propuesta al Consejo de Facultad, emite avales, formaliza el proyecto, apoya la legalización del contrato, realiza la apertura, seguimiento, control y liquidación del proyecto.
Consejo de Facultad	Aprueba la propuesta
Decanatura	Legaliza los contratos y actas, ordena los gastos
Asistencia administrativa	Recauda los ingresos y realiza los procesos contractuales para la ejecución del proyecto
Oficina jurídica	Revisa y recomienda la suscripción de contratos y actas
Dirección de investigación y extensión	Revisa los proyectos, autoriza la ficha de apertura del proyecto
Dirección administrativa	Abre el proyecto en el sistema financiero, realiza los pagos y tramites financieros asociados al proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2016

La Facultad de Ciencias para la financiación de sus propuestas a la fecha cuenta con varias fuentes de ingresos, sin embargo, a nivel de contratación se destacan los convenios de investigación con un 71,5% del total (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin, Facultad de Ciencias, Vicedecanatura de Investigación y Extensión, 2015). Como se puede apreciar en el siguiente gráfico durante el año 2015 se abrieron 88 proyectos de los cuales 63 corresponden a proyectos financiados por convocatorias internas, no obstante, los ingresos recibidos para estos proyectos representaron sólo 23% del total del presupuesto total de investigación de la Facultad, esto debido a que los montos de financiación van desde los 3.000.000, los cuales son muy bajos en comparación con los ingresos por concepto de contratos y/o convenios, los cuales pueden sobrepasar los 100.000.000 (Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin, Facultad de Ciencias, Vicedecanatura de Investigación y Extensión, 2015).

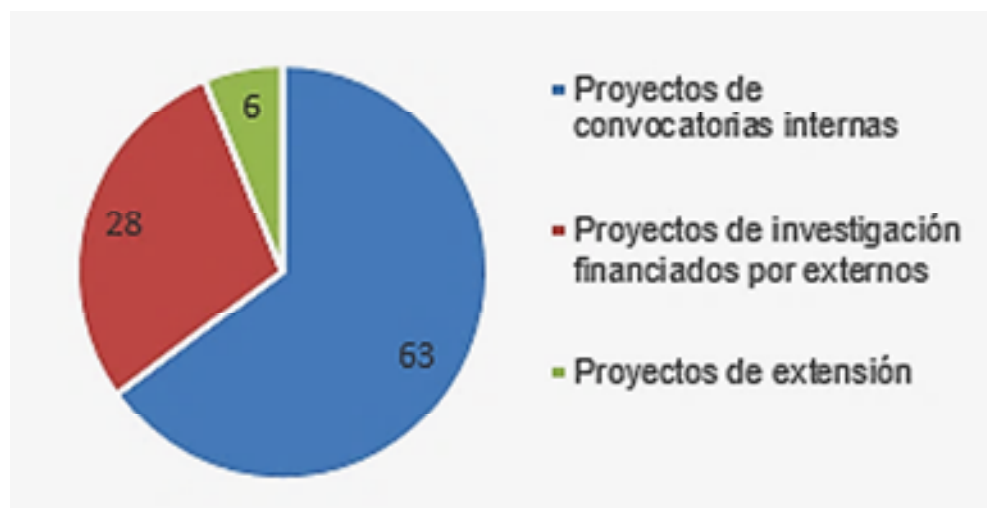


Figura 21: Proyectos abiertos en La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia durante el año 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2016

Hallazgos del diagnóstico

A partir del diagnóstico se pudo evidenciar que existe capital humano con experiencia y conocimientos en diferentes líneas de investigación que pueden agruparse en focos de oportunidad para realizar futuras investigaciones y proyectos de extensión. De igual manera, se evidencia la gestión que vienen realizando los grupos de investigación para relacionarse con el entorno a través de iniciativas que son presentadas en convocatorias externas, no obstante, se refleja que la mayoría de sus proyectos son financiados a través de convocatorias internas.

Por otra parte, la estructura académico administrativa de la facultad en materia de investigación y extensión se encuentra organizada para servir de soporte a los procesos y servir de canal de comunicación con otros actores para contribuir al desarrollo de los proyectos conforme a las directrices institucionales.

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS FACTORIAL

Introducción

Actualmente la investigación y la extensión de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín se está viendo afectada por un sinnúmero de factores que han llevado a la reducción del número de proyectos y de ingresos durante los últimos años, por eso, el objetivo del análisis factorial es identificar los factores más relevantes que afectan los procesos de transferencia de conocimientos para con ello plantear un modelo conceptual. A continuación se describen el perfil de la muestra y los resultados obtenidos del análisis factorial que fue completado con un análisis descriptivo, un modelo de análisis envolvente de datos (DEA), y un diseño de experimentos completamente aleatorizados. Para realización de estos análisis se empleó inicialmente la plataforma google drive para compilar las respuestas de los grupos de investigación, y el software estadístico R para el tratamiento de los datos y análisis de la información.

5.1. PERFIL DE LA MUESTRA

El universo de la muestra está compuesto por los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. De este universo de 39 grupos se tomó como muestra para el análisis 27 grupos que diligenciaron la encuesta como requisito para participar en la primera convocatoria de apoyo a Grupos de la Facultad donde se permitió la participación de los grupos activos y reconocidos con más de un año de experiencia que hubieran tenido proyectos internos y externos producto convocatorias, contratos o convenios interinstitucionales; que se encontraran al día con sus compromisos de investigación, y cuyo líder debía ser un docente de planta.

Para la recolección de datos se empleó una encuesta de diagnóstico electrónica que fue publicada en los términos de referencia de la convocatoria, la cual fue elaborada con base a los aportes realizados por investigadores y extensionistas de la Facultad de diferentes áreas. Dicha encuesta fue publicada en la plataforma HERMES, y remitida a los directores de los grupos que por su experiencia académica y administrativa en proyectos y actividades de investigación y extensión tienen una visión más amplia de la dinámica de

estas actividades. La mayoría de las preguntas del cuestionario son cerradas con escalas de selección múltiple de 1 hasta 7, aunque se incluyeron algunas preguntas abiertas para conocer las apreciaciones de los encuestados. El cuestionario fue estructurado con el apoyo y aprobación de la Vicedecanatura de investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias y su tasa de respuesta en las preguntas fue del 100% del total.

5.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE DATOS

Este análisis es realizado sobre la base de datos para analizar las capacidades de los grupos de investigación, en el que se incluyen factores como área de investigación, clasificación de Colciencias, número de profesores vinculados, líneas de investigación, producción bibliográfica y número de proyectos de investigación, además de que se analizan los resultados de cada una de las preguntas de la encuesta relacionadas con los macro factores analizados.

5.2.1 Capacidades de los grupos de investigación

En la siguiente tabla se muestra el número de proyectos por área y categoría de Colciencias, donde se observa que las áreas Biociencias y Física trabajan en más proyectos de investigación, lo cual se relaciona directamente con su categoría en Colciencias, siendo la categoría A1 la que tiene más proyectos.

Tabla 8

Número de proyectos según categoría de Colciencias y área de investigación

Area	Categoría de Colciencias							Proporción
	0	A	A1	B	C	D	Total	
Biociencias	5	29	47	7		8	96	39,67%
Estadística			15				15	6,20%
Física			23	19	21		63	26,03%
Matemáticas		12	28				40	16,53%
Química	3		5	6	14		28	11,57%
Total	8	41	118	32	35	8	242	100%
Proporción	3,31%	16,94%	48,76%	13,22%	14,46%	3,31%	100%	

Fuente: Elaboración propia

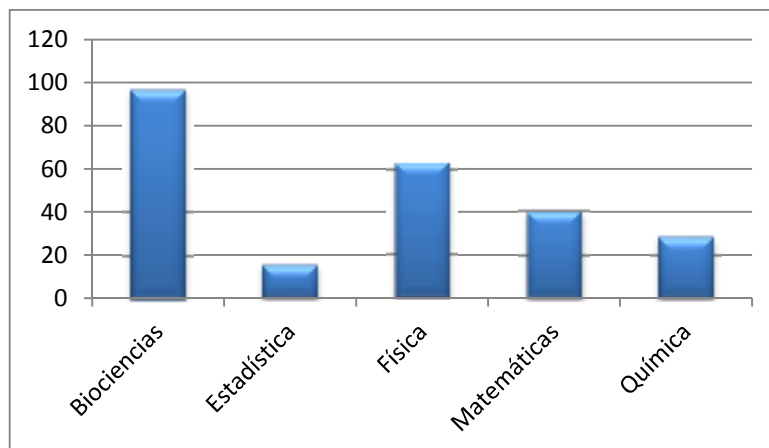


Figura 22: Número de proyectos según área de investigación

Fuente: Elaboración propia

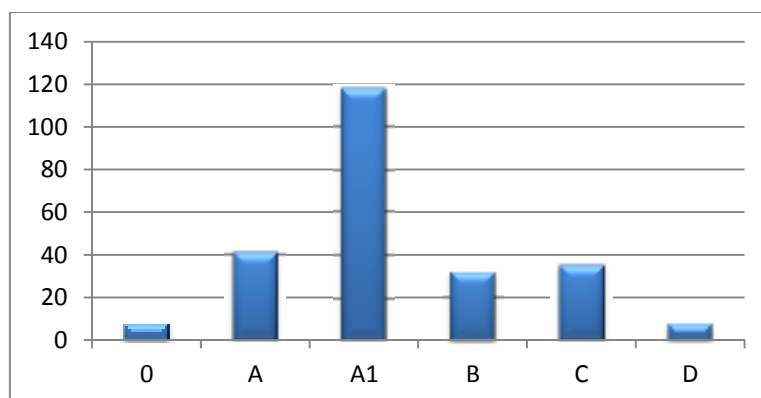


Figura 23: Número de proyectos según categorías de Colciencias

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran las líneas de investigación por área y categoría de Colciencias donde se observa que el área de Biociencias tiene más líneas de investigación en la categoría A1, mientras que el área de investigación de estadística presenta menos líneas y proyectos de investigación, y se encuentra en categoría A1, es decir, el número de líneas y proyectos de investigación no incide en la clasificación en las categorías de Colciencias.

Tabla 9

Líneas de investigación según categoría de Colciencias y área de investigación

Area	Categoría de Colciencias							Proporción
	0	A	A1	B	C	D	Total	
Biociencias	9	7	18	5		8	47	34,56%
Estadística			6				6	4,41%
Física			13	11	3		27	19,85%
Matemáticas		13	18				31	22,79%
Química	0		5	7	13		25	18,38%
Total	9	20	60	23	16	8	136	1
Proporción	7%	15%	44%	17%	12%	6%	1	

Fuente: Elaboración propia

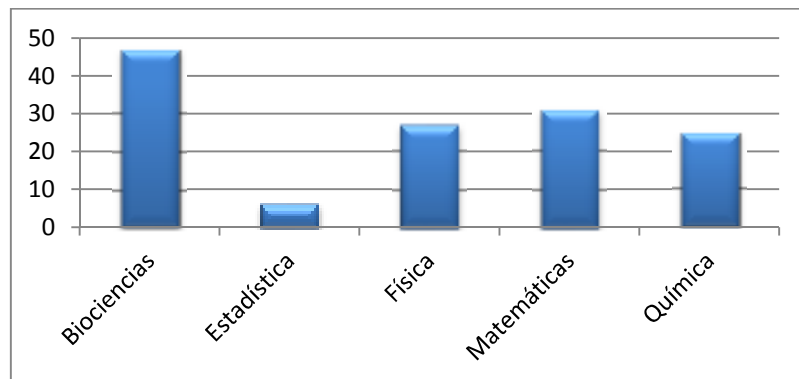


Figura 24: Líneas de investigación según área de investigación

Fuente: Elaboración propia

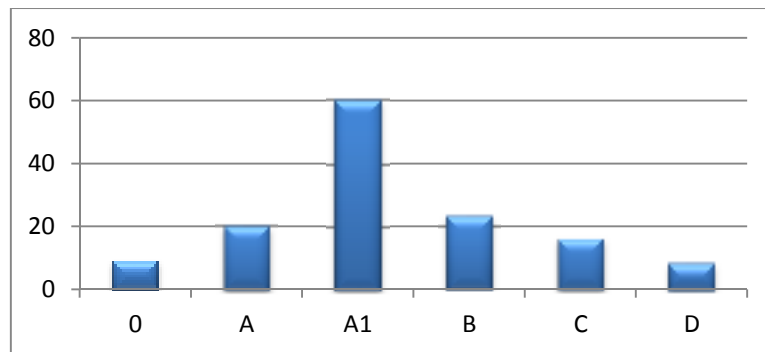


Figura 25: Líneas de investigación según categorías de Colciencias

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentra la producción bibliográfica por área y categoría de Colciencias, donde se observa que el área de Física tiene más producción bibliográfica, también se observa que la categoría A1 de Colciencias concentra 58.3% de la producción bibliográfica.

Tabla 10

Producción bibliográfica según categoría de Colciencias y área de investigación

Área	Categoría de Colciencias						Total	Proporción
	0	A	A1	B	C	D		
Biociencias	18	59	49	52		7	185	27,8%
Estadística			53				53	8,0%
Física			153	54	11		218	32,8%
Matemáticas		48	64				112	16,8%
Química	1		69	5	22		97	14,6%
Total	19	107	388	111	33	7	665	1
Proporción	2,9%	16,1%	58,3%	16,7%	5,0%	1,1%		

Fuente: Elaboración propia

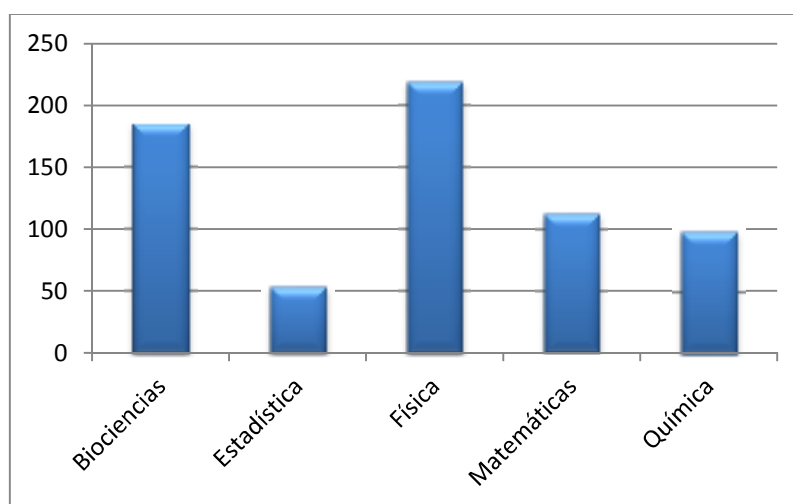


Figura 26: Producción bibliográfica según área de investigación

Fuente: Elaboración propia

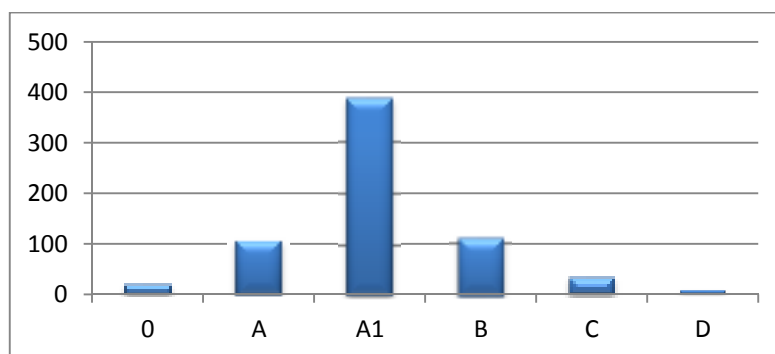


Figura 27: Producción bibliográfica según categorías de Colciencias

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Macro factor: perfil del investigador

En la tabla 11 se muestra que en su mayoría los directores de los grupos de investigación tiene dedicación exclusiva, en un 66,67% tienen doctorado y el 29.63% tiene Post doctorado, es decir, que han realizado investigaciones académicas o científicas después de su formación doctoral.

Tabla 11

Perfil del director del grupo de investigación

Perfil del director	Tipo de vinculación			
	Tiempo completo	Exclusivo	Total	Proporción
Maestría		1	1	3.70%
Doctorado	1	17	18	66.67%
Post doctorado	1	7	8	29.63%
Total	2	25	27	1
Proporción	7%	93%	1	

Fuente: Elaboración propia

En general se observa que se tiene mayor experiencia en investigación, donde el 9.26% afirmaron tener más de 15 años de experiencia en investigación; se observa también que muchos no tienen experiencia en actividades de extensión, es decir, están enfocados en

la generación de conocimiento, mientras que un 51.85% de los directores de los grupos afirmaron tener una experiencia entre 5 y 10 años en actividades de extensión.

Tabla 12

Experiencia en años en investigación y actividades de extensión

Experiencia en investigación	Experiencia en extensión					Proporción
	De 5 a 10 años	De 10 a 15 años	Más de 15 años	No tiene	Total	
De 5 a 10 años	2				2	7,41%
De 10 a 15 años	4	2		3	9	33,33%
Más de 15 años	8	2	4	2	16	59,26%
Total	14	4	4	5	27	100
Proporción	51,85%	14,81%	14,81%	18,52%	100	

Fuente: Elaboración propia

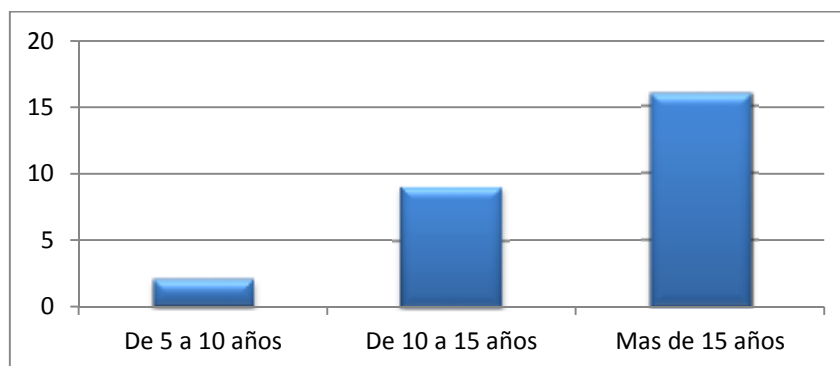


Figura 28: Experiencia del director del grupo en investigación

Fuente: Elaboración propia

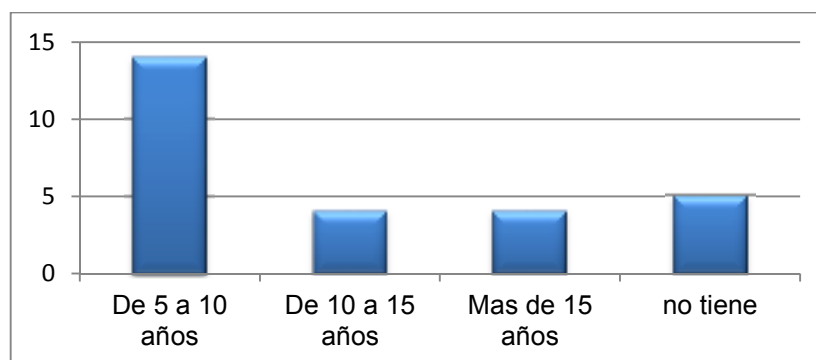


Figura 29: Experiencia del director en actividades de extensión

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Macro factor: redes de conocimiento

Todos los grupos de investigación afirmaron tener vínculos con otras instituciones bien sea nacionales o internacionales, en la siguiente tabla se evidencia que existe una relación continua con universidades tanto nacionales como internacionales, en menor proporción con centros de investigación, seguido de las empresas y entidades estatales.

Tabla 13

Instituciones nacionales e internacionales con las cuales se tienen vínculos

Instituciones	Nacionales		Internacionales	
	Conteo	Proporción	Conteo	Proporción
Universidades	27	100%	26	96%
Centros de investigación	8	30%	12	44%
Empresas	9	33%	1	4%
Entidades estatales	9	33%	2	7%

Fuente: Elaboración propia

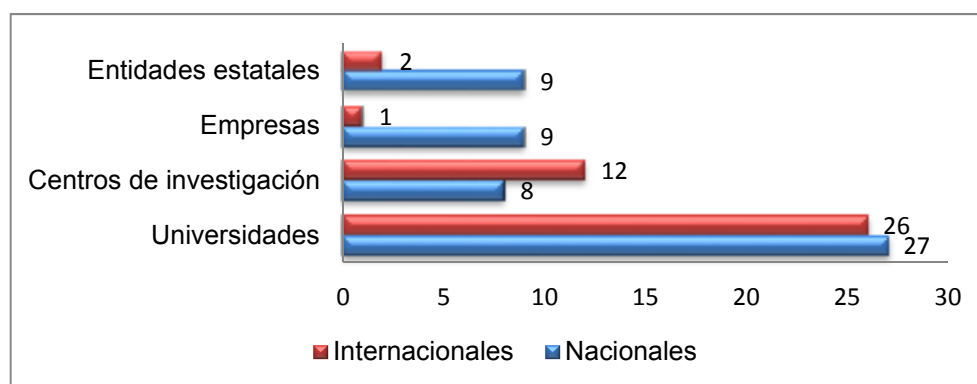


Figura 30: Instituciones nacionales e internacionales con las cuales se tienen vínculos

Fuente: Elaboración propia

Al revisar la trayectoria de los grupos de investigación con algunas entidades externas, se evidencia que la mayoría de las relaciones son con las universidades, y en menor medida con los centros de investigación, empresas y entidades nacionales.

Tabla 14

Experiencia en años de los grupos de investigación con algunas entidades externas

Trayectoria con	Tiempo	Cantidad	Proporción
Universidades	De 1 a 5 años	6	22,2%
	De 5 a 10 años	10	37,0%
	Más de 10 años	11	40,7%
Centros de investigación	no tiene	12	44,44%
	De 1 a 5 años	4	14,81%
	De 5 a 10 años	5	18,52%
	Más de 10 años	6	22,22%
Empresas	no tiene	15	56%
	De 1 a 5 años	7	26%
	De 5 a 10 años	2	7%
	Más de 10 años	3	11%
Entidades nacionales	no tiene	11	41%
	De 1 a 5 años	6	22%
	De 5 a 10 años	4	15%
	Más de 10 años	6	22%

Fuente: Elaboración propia

El origen de estos vínculos con dichas instituciones proviene principalmente, de las redes profesionales, seguido de trabajos conjuntos y contactos personales.

Tabla 15

Origen de los vínculos con las instituciones

Origen	Conteo	Proporción
Contactos personales	17	63%
Encuentros comités	11	41%
Estudiantes y exalumnos	12	44%
Trabajos conjuntos	22	81%
Redes profesionales	23	85%

Fuente: Elaboración propia

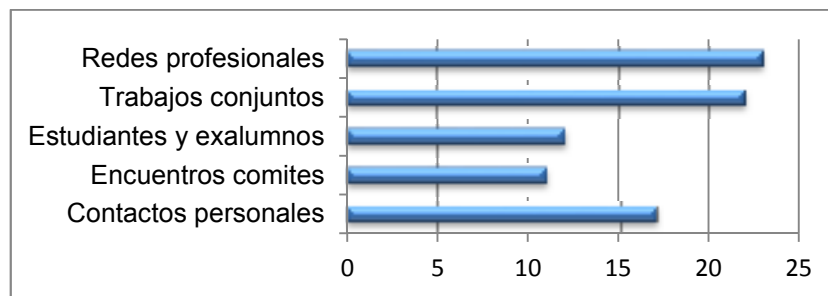


Figura 31: Origen de los vínculos con las instituciones

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las ventajas de generar vínculos con otras instituciones se encuentra la generación de estructuras de apoyo, seguido por el trabajo interdisciplinario y la facilidad para la ejecución.

Tabla 16

Ventajas de generar vínculos con otras instituciones

Ítem	Conteo	Proporción
Se generan estructuras de apoyo	26	96%
Facilita la ejecución	19	70%
Se permite el intercambio de recursos	17	63%
Se propicia el trabajo interdisciplinario	24	89%
Se generan reciprocidad y confianza	19	70%

Fuente: Elaboración propia

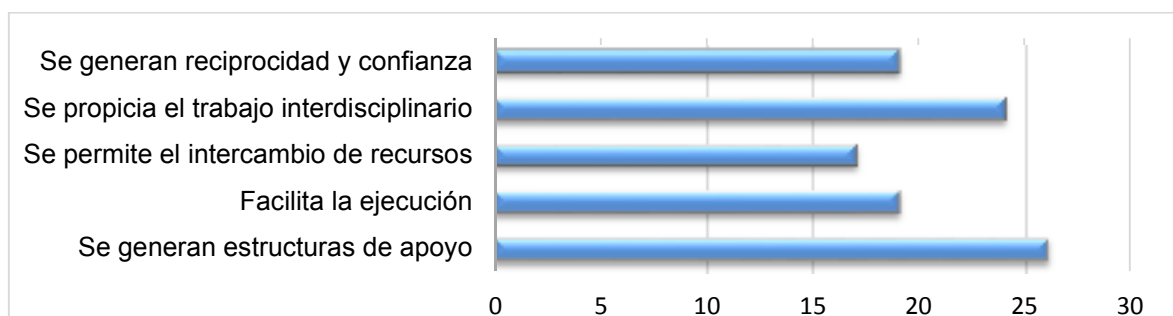


Figura 32: Ventajas de generar vínculos con otras instituciones

Fuente: Elaboración propia

Los miembros de los grupos de investigación participan generalmente como asesores, seguido de proveedores de servicios de investigación y co ejecutores de proyectos.

Tabla 17

Participación de los miembros de los grupos en las redes de conocimiento

Ítem	Conteo	Proporción
Proveedores de servicios de investigación	19	70.37%
Proveedores de servicios de extensión	11	40.74%
Proveedores de nuevo conocimiento	4	14.81%
Asesores	23	85.19%
Co ejecutores de proyectos	15	55.56%

Fuente: Elaboración propia

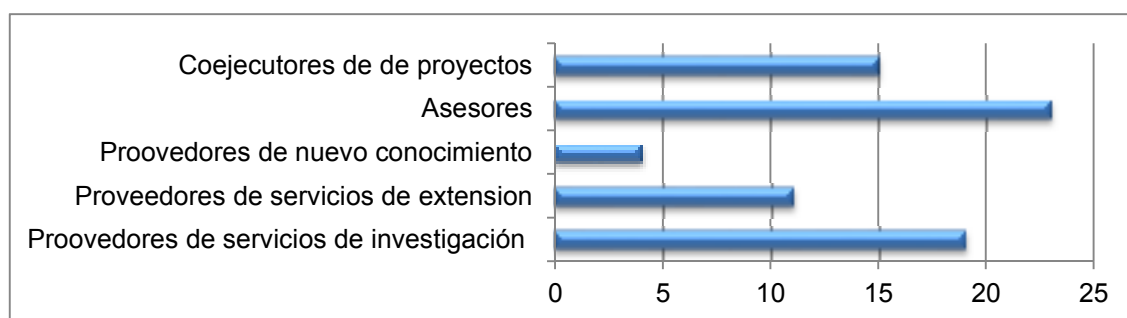


Figura 33: Participación de los miembros de los grupos en las redes de conocimiento

Fuente: Elaboración propia

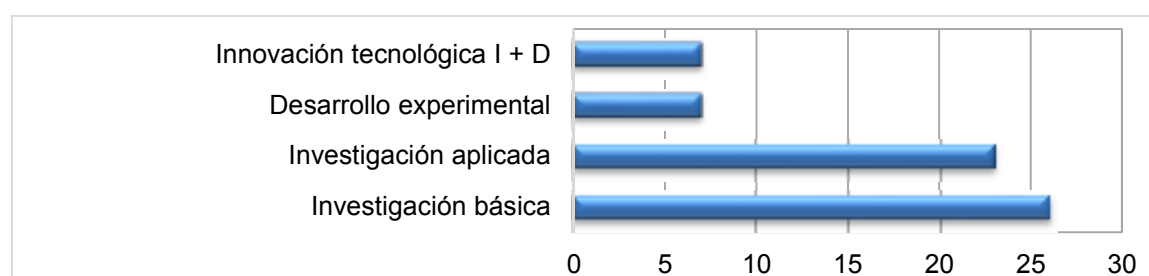
5.2.4 Macro factor globalización

La mayoría de los grupos tienen experiencia en investigación básica, seguido por la investigación aplicada y solo el 26% de los grupos tienen experiencia en Desarrollo experimental e Innovación tecnológica, como se ilustra a continuación.

Tabla 18*Tipo de experiencia del grupo de investigación*

Tipo de experiencia	Conteo	Total
Investigación básica	26	96.30%
Investigación aplicada	23	85.19%
Desarrollo experimental	7	25.93%
Innovación tecnológica I+D	7	25.93%

Fuente: Elaboración propia

*Figura 34: Tipo de experiencia del grupo de investigación.**Fuente: Elaboración propia*

En cuanto a mecanismos de difusión se observa que uno de los factores que más pesa son las publicaciones en revistas indexadas, seguido de los proyectos de investigación y los eventos y seminarios.

Tabla 19*Mecanismos de difusión de los resultados de investigación*

Ítem	Conteo	Proporción
Convenios de colaboración con otras instituciones	8	29.63%
Proyectos de extensión	5	18.52%
Proyectos de investigación	24	88.89%
Ferias científico tecnológicas	7	25.93%
Eventos seminarios	24	88.89%
Revistas indexadas	27	100.00%
Patentes	4	14.81%
Negociación de patentes	1	3.70%

Fuente: Elaboración propia

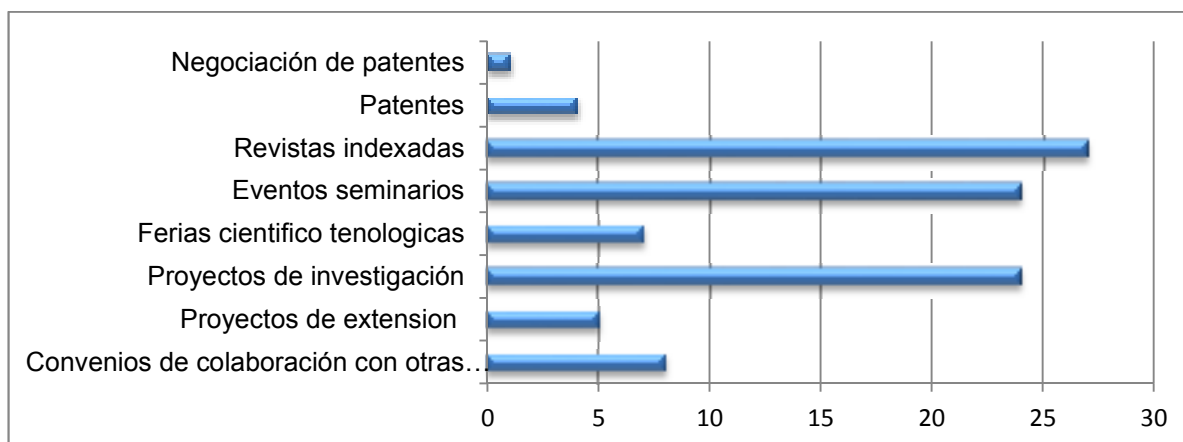


Figura 35: Mecanismos de difusión de los resultados de investigación

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Macro factor: infraestructura

En cuanto al concepto que debe tener la oficina de gestión tecnológica, los grupos consideran que la principal función debe ser la de generar recursos a partir de los proyectos de la facultad, seguido de asesoría en la presentación de los proyectos.

Tabla 20

Concepto del deber de una oficina de transferencia tecnológica

Ítem	Conteo	Proporción
Asesorar la presentación de proyectos	17	63%
Coordinar las actividades de investigación y extensión de la facultad	9	33%
Apoyar la formulación y presentación de proyectos	14	52%
Gestionar recursos a partir de los proyectos de la facultad	20	74%

Fuente: Elaboración propia

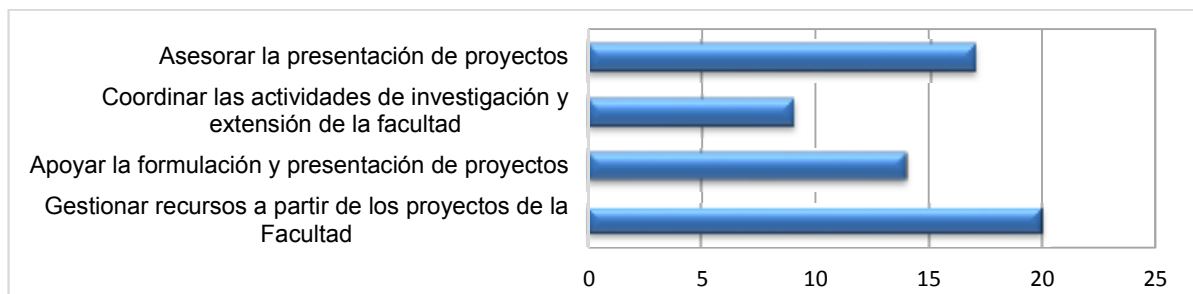


Figura 36: Concepto del deber de una oficina de transferencia tecnológica

Fuente: Elaboración propia

Para los grupos de investigación un modelo de financiación de facultad les permitiría fomentar sus actividades de investigación y facilitaría el acceso a los recursos.

Tabla 21

Contribución a los grupos de investigación de un modelo de financiación de la Facultad basado en convocatorias

Ítem	Conteo	Proporción
Fomenta las actividades de investigación	23	85.19%
Fomenta las actividades de formación	17	62.96%
Propicia el intercambio de conocimientos a través de la movilidad de investigadores	19	70.37%
Facilita el acceso a recursos	22	81.48%

Fuente: Elaboración propia

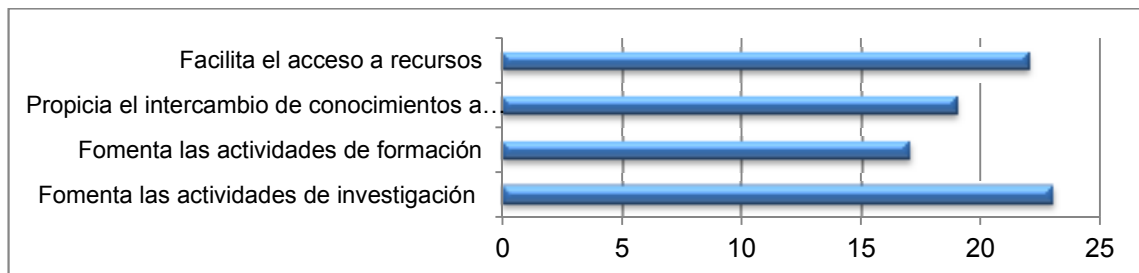


Figura 37: Contribución a los grupos de investigación de un modelo de financiación de la Facultad basado en convocatorias

Fuente: Elaboración propia

Entre las falencias encontradas para presentar un proyecto de extensión, se encontró como las más representativas la falta de recurso humano, seguido por la falta de ensayos certificados, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 22

Dificultades para presentar un proyecto de extensión

Ítem	Conteo	Proporción
Los laboratorios no cuentan con infraestructura adecuada	11	16.18%
No posee equipos necesarios	10	14.71%
No posee equipos en buen estado	3	4.41%
Carece de recurso humano	16	23.53%
No ha implementado buenas prácticas en el laboratorio	5	7.35%
No cuenta con ensayo certificados	13	19.12%
Otro	10	14.71%
Total	68	100

Fuente: Elaboración propia

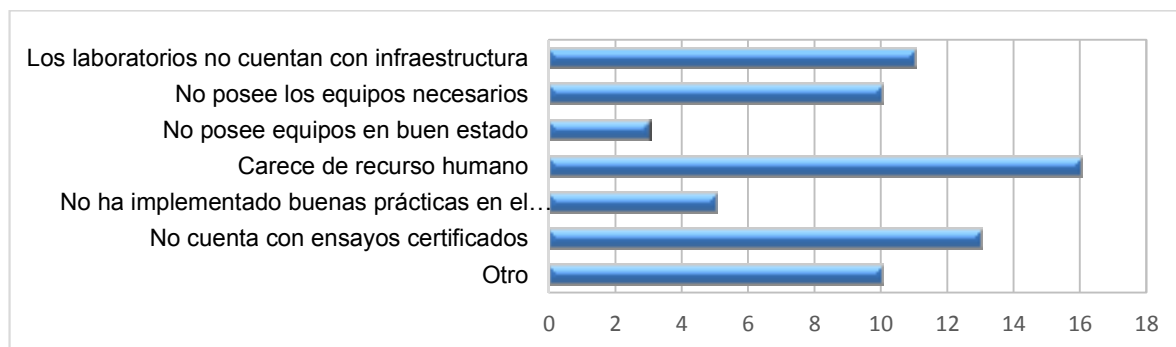


Figura 38: Dificultades para presentar un proyecto de extensión.

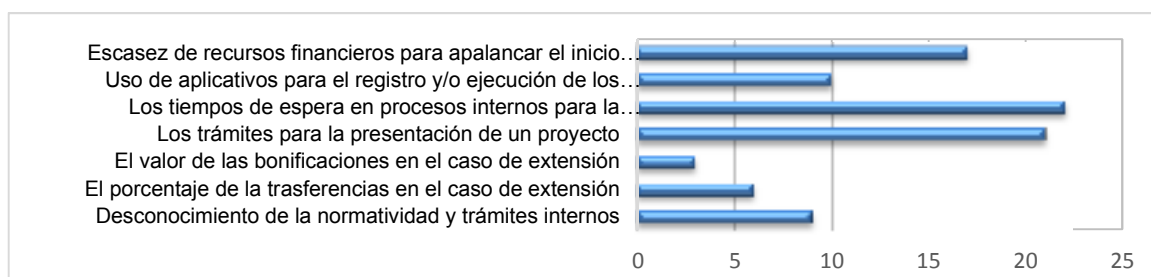
Fuente: Elaboración propia

Dentro de los factores que inciden en la presentación de un proyecto se encuentran las mayores dificultades los tiempos de espera en procesos internos y los trámites en la presentación de los proyectos.

Tabla 23*Factores que inciden en la presentación de un proyecto*

Ítem	Conteo	Proporción
Desconocimiento de la normatividad y tramites	9	10.23%
Porcentaje de transferencias	6	6.82%
Valor de las bonificaciones	3	3.41%
Trámites para la presentación de un proyecto	21	23.86%
Tiempos de espera en procesos internos	22	25.00%
Uso de aplicativos para el registro	10	11.36%
Escases de recursos financieros	17	19.32%
Total	88	1

Fuente: Elaboración propia

*Figura 39: Factores que inciden en la presentación de los proyectos*

Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Macro factor: incentivos

Todos los grupos se muestran interesados en apoyar programas de formación a nivel de especialización, maestría y doctorado en otras regiones del país o para otros países como mecanismo para la difusión de conocimiento, la mayoría están dispuestos a dirigir trabajos de grado y dictar cursos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 24*Forma de apoyar programas de formación en otras regiones*

Ítem	Conteo	Proporción
Dictando cursos	22	81.48%
Asesorando programas	16	59.26%
Dirigiendo trabajos de grado	24	88.89%
Apoyando la gestión académico administrativa	7	25.93%

Fuente: Elaboración propia

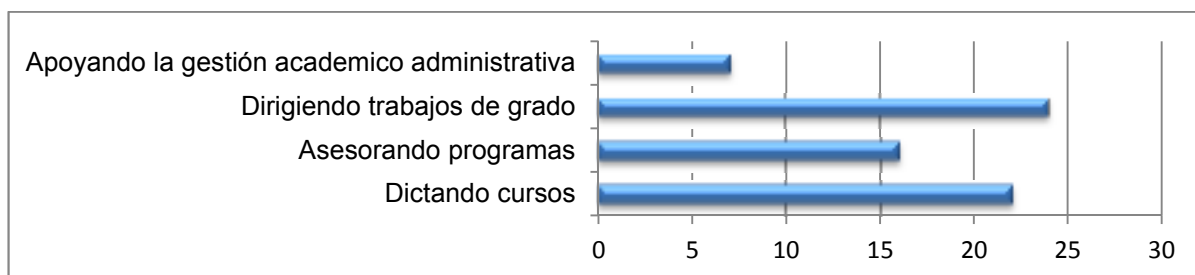


Figura 40: Forma de apoyar programas de formación en otras regiones

Fuente: Elaboración propia

Todos los grupos se mostraron dispuestos a desarrollar proyectos de ciencia; dentro de las estrategias que motivan a desarrollarlos se encuentra el apoyo y acompañamiento en el acercamiento a otras fuentes de financiación.

Tabla 25

Estrategias para motivar a los grupos para realizar proyectos de ciencia aplicada

Ítem	Conteo	Proporción
La articulación con otros grupos de investigación con experiencia	19	70.37%
Apoyo y acompañamiento en el acercamiento a otras fuentes de financiación	20	74.07%
Asesoría para la búsqueda de nuevas fuentes de financiación	17	62.96%

Fuente: Elaboración propia

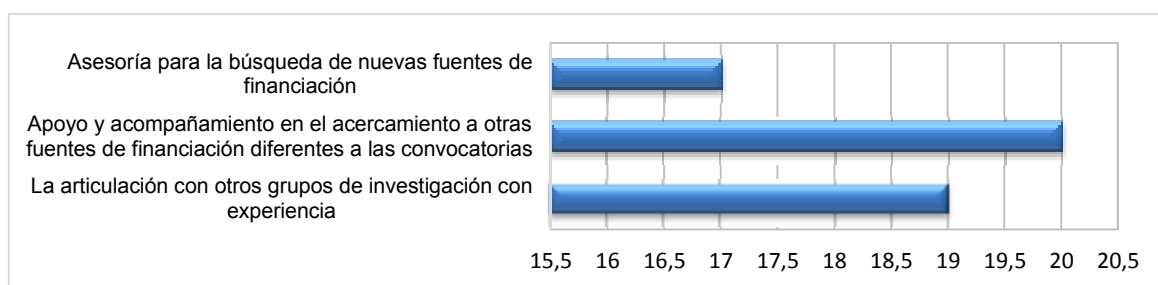


Figura 41: Estrategias para motivar a los grupos para realizar proyectos de ciencia aplicada

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los grupos (55.56%) prefieren presentar un proyecto por medio de investigación, mientras que para otra cantidad representativa (37.04%) de grupos le es indiferente el modo de presentar los proyectos.

Tabla 26

Modalidad de presentación de proyectos

Proyecto	Cuenta	Proporción
Investigación	15	55,56%
Extensión	2	7,41%
Indiferente	10	37,04%
Total	27	100%

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, a la hora de entrar en detalles con respecto a porque se prefiere la extensión, se prefiere en su gran mayoría debido a que se generan recursos para la investigación y como remuneración a los miembros del grupo.

Tabla 27

Factores que incentivan los proyectos de extensión

Ítem	Frecuencia	Proporción
Ninguno de los anteriores	2	2,86%
Generar recursos para investigación	21	30%
Generar recursos para remunerar a los miembros del grupo	17	24,29%
Visibilidad del grupo	14	20%
Promover profesionalmente a sus miembros	12	17,14%
Promover el reconocimiento de los miembros del grupo	4	5,71%

Fuente: Elaboración propia

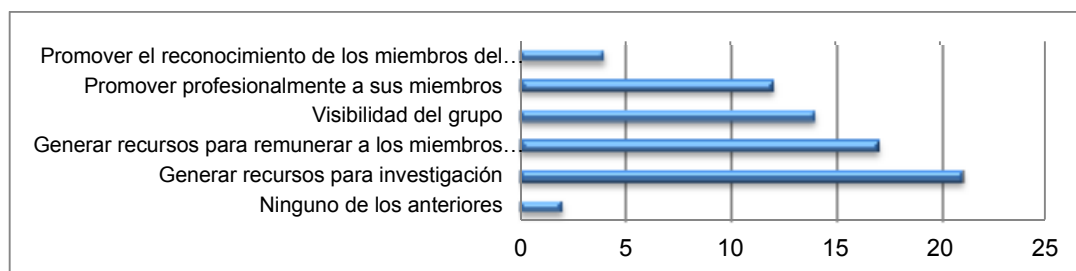


Figura 42: Factores que incentivan los proyectos de extensión

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los factores que más incentivan la investigación se encuentra la formación de estudiantes y ampliar el conocimiento de las líneas del grupo, como se ilustra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 28

Factores que incentivan los proyectos de investigación

Ítem	Frecuencia	Proporción
Ampliar el conocimiento en las líneas del grupo	24	18%
Formar estudiantes	26	20%
Intercambiar conocimiento	21	16%
Promover profesionalmente a sus miembros	16	12%
Visibilidad del grupo	21	16%
Promover el reconocimiento de los miembros del grupo	14	11%
Incorporar nuevas líneas de investigación y metodología	8	6%

Fuente: Elaboración propia

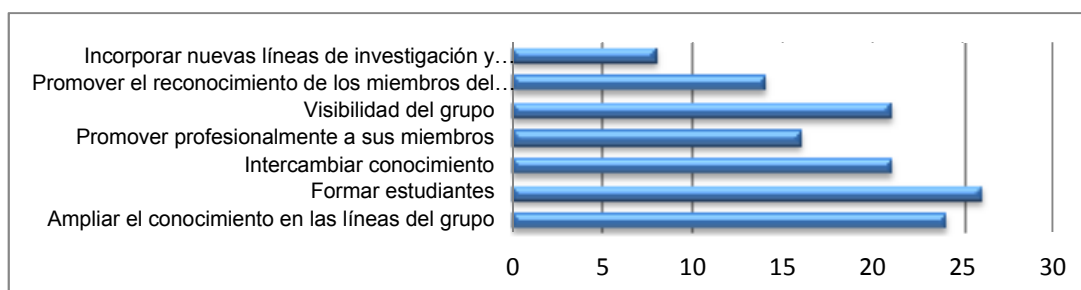


Figura 43: Factores que incentivan los proyectos de investigación

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se ilustra los factores que afectan el desarrollo de los diferentes proyectos, encontrando que la principal falencia es el exceso de trámites, conocido como tramitología; y la falta de articulación entre las áreas.

Tabla 29

Factores que afectan el desarrollo de los diferentes proyectos

Ítem	Conteo	Proporción
Falta de personal idóneo para el acompañamiento de los proyectos	5	8.47%
Falta personal calificado para soportar procesos	6	10.17%
Carencia de un modelo de gestión de proyectos	6	10.17%
Exceso de tramitología	27	45.76%
Falta de articulación entre las áreas involucradas	15	25.42%
Total	59	100%

Fuente: Elaboración propia



Figura 44: Factores que afectan el desarrollo de los diferentes proyectos

Fuente: Elaboración propia

5.2.7 Macro factor: financiación

La mayoría de los grupos de investigación se financian por medio de los recursos internos, convocatorias internas y apoyos de la facultad.

Tabla 30

Ingresos con los que se financia las actividades del grupo

Ítem	Conteo	Proporción
No cuenta con ninguna fuente	0	0%
Inversionistas de capital de riesgo	0	0%
Apoyos de la facultad	20	74%
Servicios de laboratorio	8	30%
Convocatoria interna	27	100%
Proyectos de extension	4	15%
Convocatoria externa a nivel nacional	23	85%
Convocatoria externa a nivel internacional	4	15%

Fuente: Elaboración propia

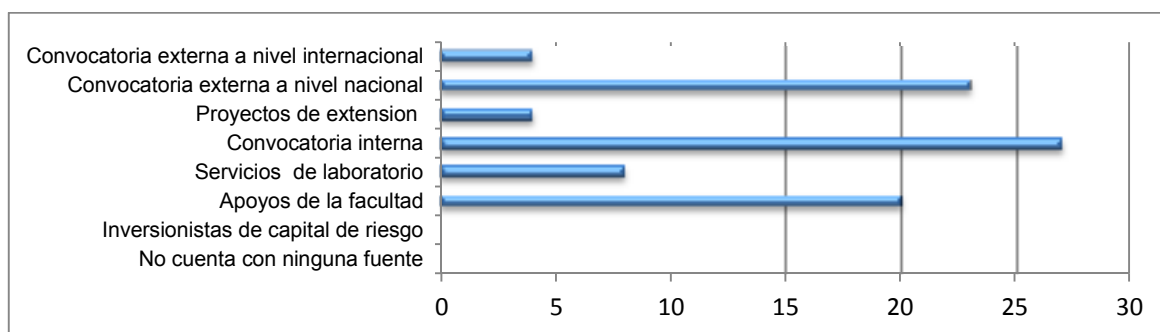


Figura 45: Ingresos con los que se financia las actividades del grupo

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los apoyos que se consideran incentivos se encuentran las convocatorias internas de la facultad, las convocatorias VRI y apoyo a la movilidad de los investigadores.

Tabla 31

Apoyos que se consideran incentivos para el desarrollo de la investigación

Ítem	Conteo	Proporción
Apoyo a laboratorios	20	74%
Solicitudes individuales	6	22%
Convocatorias VRI	24	89%
Convocatorias internas de la facultad	27	100%
Apoyo a la movilidad de investigadores	23	85%

Fuente: Elaboración propia

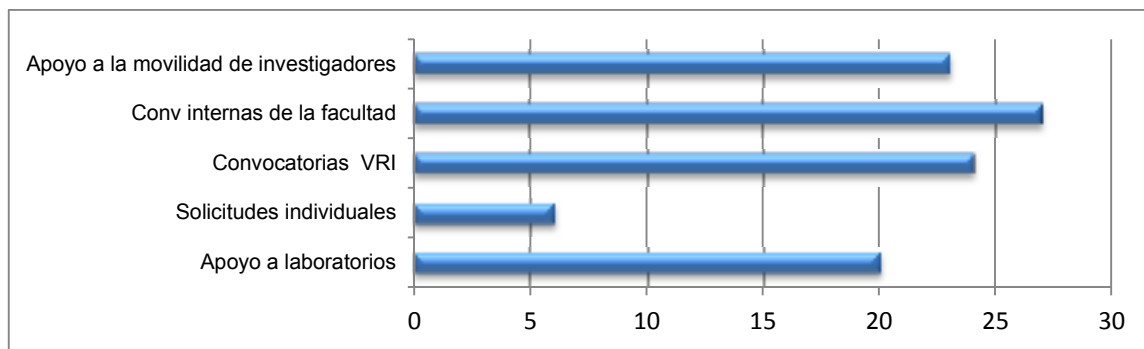


Figura 46: Apoyos que se consideran incentivos para el desarrollo de la investigación

Fuente: Elaboración propia

5.2.8 Resultados: análisis descriptivo

El análisis descriptivo permitió evidenciar que la experiencia de los investigadores, la carencia de contactos con empresa o centros de investigación, su dependencia de las convocatorias internas y la falta de apoyo lleva a que la mayoría de los proyectos sean de investigación. Por otra parte, se tiene la percepción de que la carencia de recursos humanos y los ensayos certificados dificultan la extensión, de igual manera la tramitología los tiempos de espera impiden la ejecución de los proyectos, lo que es clave a la hora de contratar con un externo.

5.3. MODELO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

Elaborar una aproximación a la medición de la calidad de los grupos de investigación, bajo las posibles interpretaciones del concepto de eficiencia, los cuales se relacionan con el nivel de logro en la realización de un objetivo con el mínimo de recursos, o la máxima consecución de los objetivos para cierto nivel de recursos, una aproximación a la estimación de valores de eficiencia puede lograrse con el Análisis de Datos Envolvente, DEA (Bogetoft & Otto, 2007). Con la información disponible se ajustó un modelo DEA análisis envolvente de datos, lo que permite obtener una eficiencia por cada grupo de investigación, donde la variable respuesta corresponde a la producción bibliográfica, y como variables de entrada las líneas de investigación, el número de profesores asociados y el número de proyectos vigentes, se observa el posicionamiento de cada uno de los grupos, y la densidad de las eficiencias halladas.

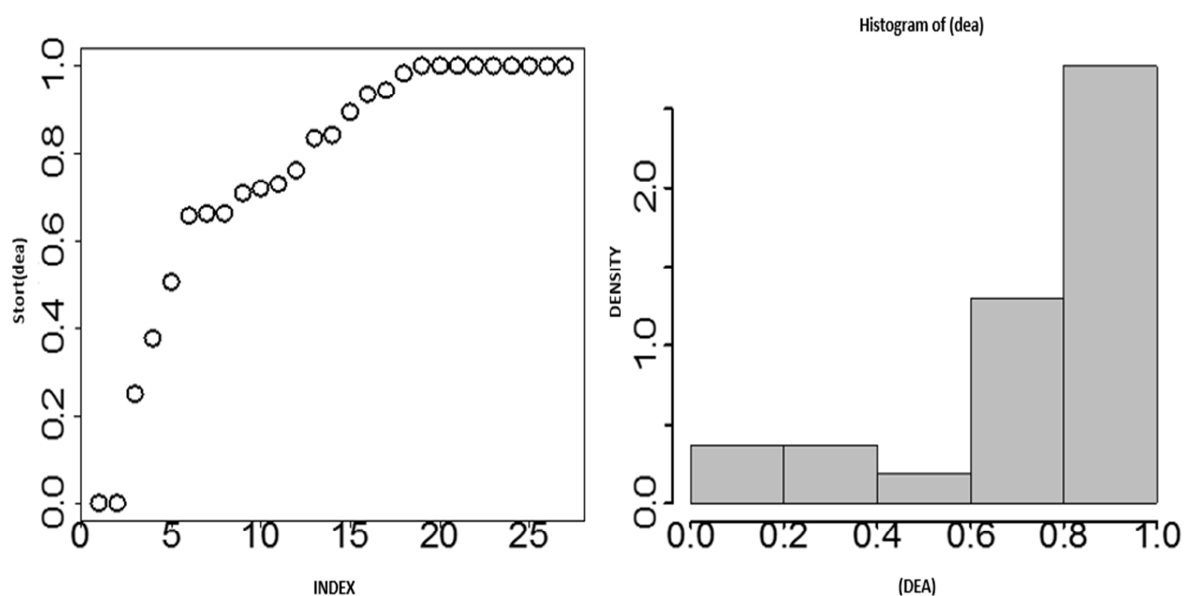


Figura 47: Eficiencias por grupo de investigación e histograma de la densidad de eficiencias

Fuente: Elaboración propia a partir de R

Los valores obtenidos de eficiencias son divididos en 5 grupos, según las disimilaridades encontradas, como se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla 32

Grupos encontrados según la eficiencia del modelo DEA

Posición	Número de grupos	Eficiencia Promedio	Publicación promedio
Alto	12	98,81%	37.16
Medio Alto	3	85,69%	33
Medio	7	70,02%	15
Medio Bajo	3	37,70%	4
Bajo	2	0	1

Fuente: Elaboración propia a partir de R

Este análisis permite obtener un posicionamiento de los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias, lo cual es consecuente con la clasificación otorgada por Colciencias. En la siguiente tabla se realiza una validación cruzada de la clasificación dada por Colciencias y la agrupación hallada a los grupos de investigación, a partir de las eficiencias encontradas.

Tabla 33

Validación cruzada de grupos de Colciencias y agrupación propuesta

Colciencias		Clúster						
		Alto	Medio Alto	Medio	Medio Bajo	Bajo	Total	Proporción
Alto	A1	6	1	3			10	37,04%
Medio Alto	A	2	1	1			4	14,81%
Medio	B	1	1	1	1		4	14,81%
Medio Bajo	C	2		2			4	14,81%
Bajo	D	1			2	2	5	18,52%
Total		12	3	7	3	2	27	
Proporción		44,44%	11,11%	25,93%	11,11%	7,41%		

Fuente: Elaboración propia a partir de R

5.4. DISEÑO DE EXPERIMENTOS COMPLETAMENTE ALEATORIZADOS

El diseño de experimentos permite la realización de pruebas de forma que los datos generados se analicen estadísticamente para obtener conclusiones válidas y objetivas sobre un proceso, además permite mostrar que tipo de efectos pueden tener los factores del experimento sobre la variable respuesta. En este caso se pretende analizar los resultados de la encuesta de diagnóstico de grupos de investigación, donde el objetivo es encontrar las disimilaridades entre los 7 macrofactores, los cuales tratan acerca de la gestión de los grupos de investigación a través de la variable respuesta, que corresponde a los resultados de la encuesta siendo 0 el menor grado de satisfacción, 5 el mayor grado de satisfacción.

Tabla 34

Factores fijos tenidos en cuenta en el análisis de varianza ANOVA

Macro Factor	Abreviatura factor	Niveles de macro factor
Area	Area	Bio ciencias Ciencias exactas (Estadística y Matemáticas) Física Química
Clasificación de Colciencias	Categoría	A1 A B C D No está clasificado
Factor Macro	Macro factor	Rol del investigador Incentivos Infraestructura Redes de conocimiento Políticas Globalización Financiación

Fuente: Elaboración propia

En total se analizaron 25 preguntas, a cada opción de respuesta se dio un valor, siendo 1 el mínimo valor y 4, 5, 6, 7, los máximos valores, dependiendo del número de posibles respuestas, si un grupo contesta múltiples respuestas, los valores son sumados. Esta cuantificación de las respuestas permite conocer el grado de satisfacción en cada macro factor. La información fue organizada de tal manera que se pudiera realizar un diseño experimental, para lo cual se asignó a cada macro factor las preguntas correspondientes, como se ilustra en las siguientes tablas.

Tabla 35*Preguntas del macro factor Rol del investigador*

#	Pregunta	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
1	Perfil del Director del Grupo	Maestría Doctorado Post doctorado	1 2 3
2	Experiencia del Director en Investigación	5 a 10 años 10 a 15 años más de 15 años	1 2 3
3	Experiencia del Director en Actividades y Proyectos de Extensión	0 a 5 años 5 a 10 años 10 a 15 años Más de 15 años	1 2 3 4
4	Tipo vinculación	Exclusivo Tiempo completo	2 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Preguntas del macro factor redes de conocimiento

#	Pregunta	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
5	¿Con qué tipo de Instituciones Nacionales tiene vínculos?	Universidades	1
		Centros de investigación	2
		Empresas	3
		Entidades estatales	4
6	¿Con qué tipo de Instituciones internacionales tiene vínculos?	Ninguno	0
		Universidades	1
		Centros de investigación	2
		Empresas	3
7	Trayectoria con Universidades	Entidades estatales	4
		0 a 5 años	1
		5 a 10 años	2
		10 a 15 años	3
8	Trayectoria con centros de Investigación	No tiene	0
		0 a 5 años	1
		5 a 10 años	2
		10 a 15 años	3
9	Trayectoria con Empresas	No tiene	0
		0 a 5 años	1
		5 a 10 años	2
		10 a 15 años	3
10	Trayectoria con Entidades Estatales	No tiene	0
		0 a 5 años	1
		5 a 10 años	2
		10 a 15 años	3
11	¿Cómo se dio origen a los vínculos con otras entidades?	Contactos personales	1
		Encuentros, comités	2
		Estudiantes y exalumnos	3
		Trabajos conjuntos	4
		Redes profesionales	5
12	¿Por qué es importante para el grupo hacer parte de una red o tener vínculos con otras instituciones?	Se generan estructuras de apoyo	1
		Facilita la ejecución	2
		Se permite el intercambio de recursos	3
		Se propicia el trabajo interdisciplinario	4
		Se generan reciprocidad y confianza	5
13	¿Cómo participan los miembros del grupo en estas redes de conocimiento?	Proveedores de servicios de investigación	1
		Proveedores de servicios de extensión	2
		Proveedores de nuevo conocimiento	3
		Asesores	4
		Co ejecutores de proyectos	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37*Preguntas del macro factor Globalización*

#	Factor	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
14	¿Qué mecanismos de difusión y comercialización le han permitido difundir sus resultados de INVESTIGACIÓN?	Convenios de colaboración con otras instituciones	1
		Proyectos de extensión	2
		Proyectos de investigación	3
		Ferias científico tecnológicas	4
		Eventos seminarios	5
		Revistas indexadas	6
		Patentes	7
		Negociación de patentes	8
15	Tipo de Experiencia del Grupo	Investigación Básica	0
		Investigación aplicada	1
		Todos	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38*Preguntas del macro factor Infraestructura*

#	Factor	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
16	¿Qué concepto tiene sobre lo que debería hacer una Oficina de Transferencia Tecnológica?	Asesorar la presentación de proyectos	1
		Coordinar las actividades de investigación y extensión de la facultad	2
		Apoyar la formulación y presentación de proyectos	3
		Gestionar recursos a partir de los proyectos de la facultad	4
17	¿Cómo podría contribuir a su grupo de investigación un modelo de financiación de la Facultad basado en convocatorias?	Fomenta las actividades de investigación	1
		Fomenta las actividades de formación	2
		Propicia el intercambio de conocimientos a través de la movilidad de investigadores	3
		Facilita el acceso a recursos	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Preguntas del macro factor Incentivos

#	Factor	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
18	¿El grupo estaría interesado en apoyar el desarrollo de programas de formación a nivel de especialización, maestría y doctorado en otras regiones del país o para otros países como mecanismo para la difusión de conocimiento?	Si No	1 0
19	En caso de estar el grupo dispuesto a apoyar programas de formación en otras regiones o países ¿cómo podría hacerlo?	Dictando cursos Asesorando programas Dirigiendo trabajos de grado Apoyando la gestión académico administrativa	1 2 3 4
20	¿Cuáles de estas estrategias considera podrían motivar a su grupo para que esté interesado en realizar proyectos de ciencia aplicada?	La articulación con otros grupos de investigación con experiencia Apoyo y acompañamiento en el acercamiento a otras fuentes de financiación Asesoría para la búsqueda de nuevas fuentes de financiación	1 3 2
21	¿Cuáles factores considera el grupo son incentivo para el desarrollo de proyectos de INVESTIGACIÓN?	Intercambiar conocimiento Incorporar nuevas líneas de investigación Formar estudiantes Visibilidad del grupo Promover el reconocimiento de los miembros Ampliar el conocimiento de las líneas de investigación del grupo Promover profesionalmente a sus miembros	1 2 3 4 5 6 7
22	¿Cuáles de estos factores son el incentivo para que el grupo desarrolle proyectos de EXTENSIÓN?	Ninguno de los anteriores Visibilidad del grupo Promover el reconocimiento de los miembros Promover profesionalmente a sus miembros Generar recursos para la investigación Generar recursos para la remuneración de los miembros	0 1 2 3 4 5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Preguntas de los macro factores políticas y financiación

MF	#	Factor	Niveles de factor	Abreviatura de niveles
Políticas	23	En caso de ofrecerle la posibilidad de celebrar un contrato para desarrollar una actividad propia del grupo por cuál de estas modalidades preferiría presentarlo	Proyecto de extensión	1
			Proyecto de investigación	2
			Indiferente	3
Financiación	24	¿De dónde provienen los ingresos con los cuales se financian las actividades del grupo?	No cuenta con ninguna fuente	0
			Inversionistas de capital de riesgo	1
			Apoyos de la facultad	2
			Servicios de laboratorio	3
			Convocatoria interna	4
			Proyectos de extensión	5
			Convocatoria externa a nivel nacional	6
			Convocatoria externa a nivel internacional	7
	25	¿Cuáles de estos mecanismos de apoyo financiero interno considera un incentivo para el desarrollo de la INVESTIGACIÓN?	Apoyo a laboratorios	1
			Solicitudes individuales	2
			Convocatorias VRI	3
			Convocatoria interna de la facultad	4
			Apoyo a la movilidad de investigadores	5

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la respuesta media de los diferentes macro factores con respecto a la categoría de Colciencias, se encuentra que los grupos que aún no están clasificados presentan promedios bajos en los macro factores de financiación e infraestructura, en relación con los promedios de los grupos que se encuentran en las otras categorías, como se observa en la siguiente figura.

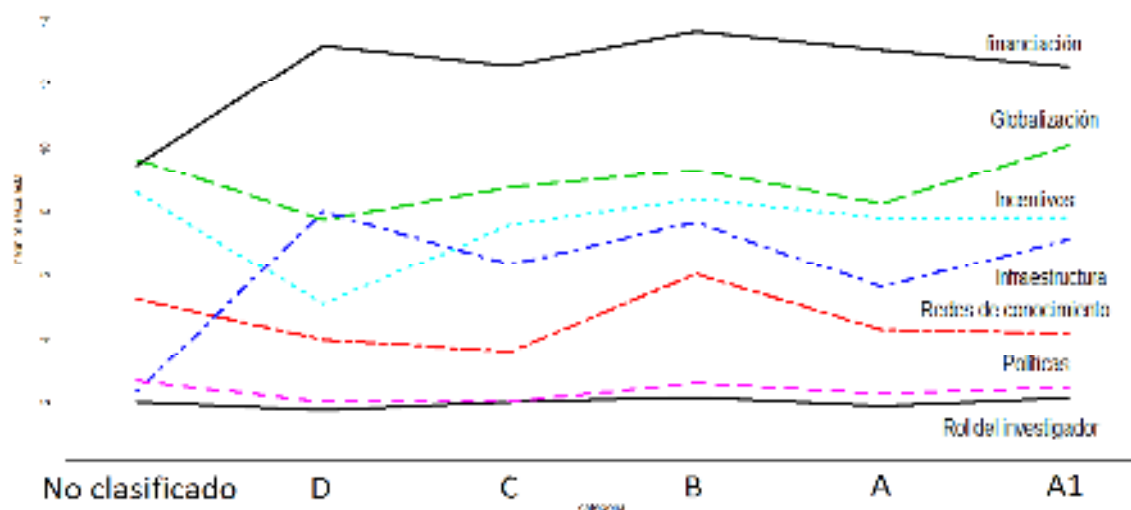


Figura 48: Respuesta promedio de los macro factores con respecto a la clasificación de Colciencias.

Fuente: Elaboración propia a partir de R

En la siguiente figura se ilustra la puntuación promedio obtenida en cada uno de los macro factores, donde se observa que algunas cajas no se traslapan, lo que da indicios de que hay diferencias significativas entre estos macro factores analizados.

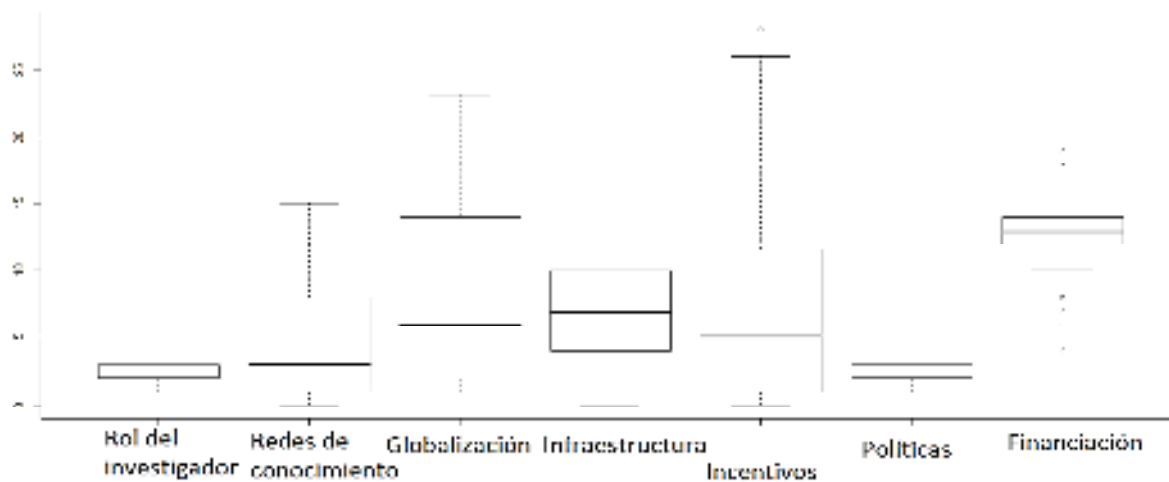


Figura 49: Puntuación promedio obtenida en cada uno de los macro factores

Fuente: Elaboración propia a partir de R

Se totalizaron los valores de puntaje obtenidos en cada pregunta y por ende en cada macro factor, asignándole a cada pregunta un peso equitativo, dando una puntuación ponderada para cada uno de los macro factores como se ilustra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 41

Valor ponderado de los macro factores encontrados

Macro factor	Ponderación
Rol del investigador	55
Redes de conocimiento	123.33
Globalización	236.5
Infraestructura	174
Incentivos	210
Políticas	64
Financiación	340

Fuente: Elaboración propia

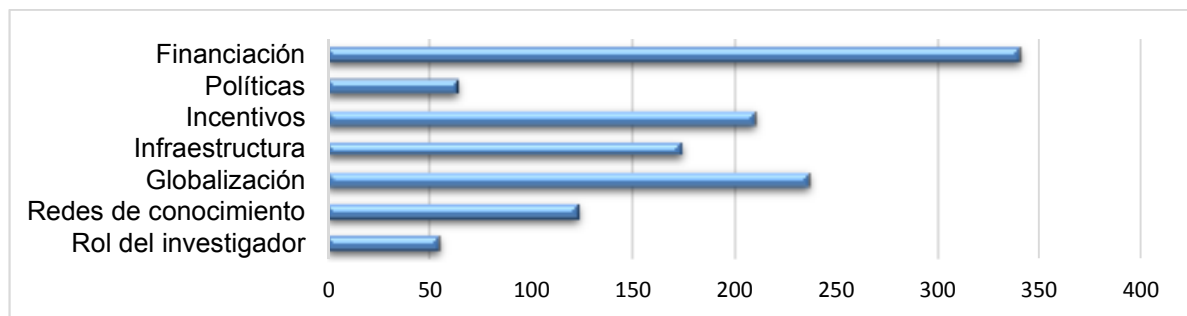


Figura 50: Puntaje ponderado en cada uno de los macro factores

Fuente: Elaboración propia a partir de R

El modelo de efectos fijos es;

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \vartheta_l + \sigma_m + \varepsilon_{ijklm}$$

Sujeto a:

$$\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2) \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad l = 1, 2, 3 \dots 25$$

$$\sum_{i=1}^7 \alpha_i = \sum_{j=1}^6 \beta_j = \sum_{k=1}^4 \gamma_k = \sum_{l=1}^{25} \vartheta_l = \sum_{m=1}^{18} \sigma_m = 0$$

Dónde:

Y_{ij} = Grado de satisfacción promedio de promedio en el i-ésimo macro factor, en la j-ésima categoría, en la k-ésima área, en la l-ésima pregunta, en el m-ésimo grupo.

μ = Promedio global de satisfacción α_i = Efectos fijos en el i-ésimo macro factor.

β_j = Efecto fijo de la j-ésima categoría γ_k = Efecto de la k-ésima área

ϑ_l = Efecto fijo de la l-ésima pregunta σ_m = Efecto fijo del m-ésimo grupo

ε_{ijk} = Error aleatorio en el i-ésimo macro factor, en la j-ésima categoría, en la k-ésima área, en la l-ésima pregunta, en el m-ésimo grupo de la i-ésima categoría, en la j-ésima área, en la k-ésima pregunta.

En la siguiente tabla se ilustra las variables del modelo ajustado con sus respectivas significancias.

Tabla 42

ANOVA modelo

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor p
Macro factor	6	5899	983.2	139.208	< 2e-16
Categoría	5	150	29.9	4.235	0.000856
Area	4	188	47	6.66	2.98E-05
Preguntas	18	11714	650.8	92.139	< 2e-16
Grupo	17	355	20.9	2.96	6.11E-05
Residuales	624	4407	7.1		

Fuente: Elaboración propia a partir de R

La hipótesis de interés, corresponde a determinar si los factores fijos de los macro factores son iguales para el grado de satisfacción.

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = 0$$

$$H_1: \text{algún } \alpha_i \neq 0$$

El estadístico de prueba corresponde a (3):

$$F = \frac{MSA}{MSE} H_0 \sim f_{a-1, (a-1)(b-1)}$$

$$F_0 = \frac{983.2}{7.1} = 139.21$$

De acuerdo con la tabla 37, es posible observar que debe, rechazarse la hipótesis nula planteada y concluir que si hay efectos diferenciados entre los 7 macro factores analizados. Complementario al análisis de varianza planteado se realiza la comparación de medias de Tukey (Ver tabla 43), con un nivel de confianza del 90%, encontrando diferencias en todos los niveles de este macro factor, menos entre políticas y rol del investigador, Infraestructura y globalización, y entre incentivos y Globalización.

Tabla 43

Comparación de medias con el intervalo de Tukey

Macro factores comparados		Diferencia	Límite		Decisión
			Inferior	Superior	
Redes conocimiento	Rol investigador	2.531	1.708	3.353	Hay diferencias
Globalización	Rol investigador	7.222	4.374	10.070	Hay diferencias
Infraestructura	Rol investigador	4.407	3.242	5.572	Hay diferencias
Incentivos	Rol investigador	5.741	3.993	7.488	Hay diferencias
Políticas	Rol investigador	0.333	-0.013	0.680	No hay diferencias
financiación	Rol investigador	10.556	9.391	11.720	Hay diferencias
Globalización	Redes conocimiento	4.691	1.669	7.714	Hay diferencias
Infraestructura	Redes conocimiento	1.877	0.441	3.312	Hay diferencias
Incentivos	Redes conocimiento	3.210	1.251	5.169	Hay diferencias
Políticas	Redes conocimiento	-2.198	-3.072	-1.323	Hay diferencias
financiación	Redes conocimiento	8.025	6.589	9.460	Hay diferencias
Infraestructura	Globalización	-2.815	-5.952	0.322	No hay diferencias
Incentivos	Globalización	-1.481	-4.890	1.927	No hay diferencias
Políticas	Globalización	-6.889	-9.812	-3.965	Hay diferencias
financiación	Globalización	3.333	0.196	6.470	Hay diferencias
Incentivos	Infraestructura	1.333	-0.761	3.428	No hay diferencias
Políticas	Infraestructura	-4.074	-5.268	-2.880	Hay diferencias
financiación	Infraestructura	6.148	4.513	7.783	Hay diferencias
Políticas	Incentivos	-5.407	-7.246	-3.569	Hay diferencias
financiación	Incentivos	4.815	2.642	6.988	Hay diferencias
Financiación	Políticas	10.222	9.007	11.437	Hay diferencias

Fuente: Elaboración propia a partir de R

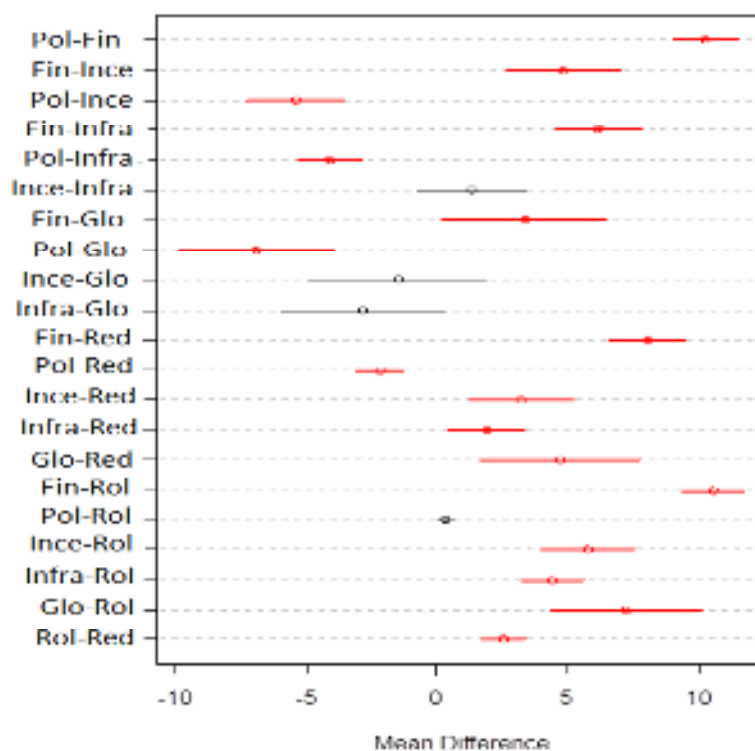


Figura 51: Prueba de intervalo de Tukey con un nivel de confianza del 90%

Fuente: Elaboración propia a partir de R

5.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL

Una vez realizado el análisis factorial se encontró que los factores que tienen más peso en la transferencia de conocimientos de la facultad al ser analizados en detalle reflejan las razones por las cuales se tiene más tendencia por hacer investigación. A nivel de financiación se evidenció que todos los grupos financian sus actividades con las convocatorias internas (100%) y los apoyos de la facultad (74,1%), mientras que la extensión representa ingresos sólo para un número reducido de grupos (14,8%). A nivel de globalización se siguen utilizando como principales mecanismos de difusión las revistas (100%), los proyectos de investigación (88,9%) y los eventos (88,9%), los cuales están estrechamente ligados a procesos de investigación. En cuanto a incentivos, existe un gran interés por la formación de estudiantes (96,4%) y la generación de recursos para investigación (77,8%). En cuanto a infraestructura de apoyo se espera que una oficina de transferencia gestione recursos a partir de los proyectos y potenciales de los grupos (80%) y que un modelo de gestión fomente las actividades de investigación (88,6%).

Uno de los factores que es considerado cómo importante en la transferencia de conocimiento está relacionado con el tipo de vínculos que se tiene con otras instituciones, siendo más productivos los que tienen conexiones con la empresa. El macro factor de financiación muestra que las actividades de transferencia de la Facultad de Ciencias se ven influenciados por la variedad de ingresos que financia los grupos de investigación como ocurre en las grandes universidades que son más productivas dependiendo del tipo de fondos a los que tiene acceso, además de que se promueve la transferencia en la búsqueda por el financiamiento.

El macrofactor de globalización muestra que la experiencia adquirida por los grupos en investigación básica ha implicado la acumulación de habilidades que les han permitido utilizar como uno de los canales más importantes de transferencia los productos de investigación y las publicaciones como en el caso de las universidades que crecen y acumulan conocimiento para traspasar sus fronteras. Por otra parte, los incentivos muestran que los intereses de los grupos varían de acuerdo a una serie de factores, pero se demuestra que es necesaria la existencia de ciertas consideraciones de tipo normativo y administrativo que incentiven la generación de ingresos como ocurrió en Estados Unidos y Reino Unido donde se promovieron leyes que impulsaron la transferencia de conocimientos.

CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE MODELO

Introducción

Un modelo conceptual es una herramienta que representa de forma gráfica un sistema permitiendo entender las relaciones que se generan a partir de conceptos que se vinculan; sirviendo de base para la planificación y la toma de decisiones. La propuesta de modelo conceptual para la transferencia de conocimiento busca contrastar el resultado del análisis factorial y con los factores identificados a través de la literatura; donde son tenidos en cuenta los atributos que debe tener el conocimiento y los actores que intervienen en el proceso ya que su motivación personal y las oportunidades que se les ofrece facilitan la generación de nuevo conocimiento y su transferencia.

Los resultados obtenidos del análisis factorial reflejan la necesidad de mejorar los procesos organizacionales en materia de investigación contratada y extensión, esto porque si bien la mayoría de los grupos de la Facultad de Ciencias solo tienen experiencia con procesos de investigación, es necesario que se familiaricen con los procesos de transferencia para que los resultados obtenidos de sus actividades se pongan al servicio de la sociedad a través de proyectos y actividades de formación. Si bien es cierto, que el tipo de organización y el perfil de los investigadores determinan la realización de sus actividades los limitantes que perciben en el desarrollo de sus actividades como la cantidad de trámites que se deben adelantar en los procesos, y los tiempos de espera se convierten en un condicionante para el desarrollo de actividades diferentes a la academia.

Dado lo anterior, se planea alinear las actividades y los procesos de cooperación interna y externa para facilitar el desarrollo de nuevo conocimiento y el acercamiento de los grupos a los procesos de extensión, por lo que el modelo apunta a considerar los factores determinantes hallados durante el análisis así como las buenas prácticas organizacionales que podrían adoptarse para la incentivar la transferencia de conocimiento. Como resultado de la identificación de los factores el modelo de gestión de conocimiento se busca abarcar: Objetivos esperados, etapas, actividades de soporte y los agentes que intervienen.

6.1. DIMENSIÓN DEL MODELO

La forma como se genera y se transmite el conocimiento de las universidades debe incluir un contexto de la gestión del conocimiento asociada a la gestión administrativa y financiera de los investigadores, los grupos y la misma universidad que utilizan la transferencia de conocimiento como un mecanismo de financiación y reconocimiento institucional. En este sentido los procesos de gestión de conocimiento requieren estar alineados con las estrategias y la estructura organizacional para responder a las demandas de productos y servicios donde los procesos de comunicación y las interrelaciones de los grupos permiten movilizar lo que se genera como conocimiento individual a un conocimiento grupal que se socializa hasta ser de carácter institucional.

Dentro de este contexto es claro que el éxito de la implementación de un modelo debe partir del cambio de paradigma sobre la concepción de los procesos de transferencia, ya que estos no se encuentran ligados únicamente a los servicios y proyectos de extensión, sino que reflejan las diferentes formas como se genera y se transmite el conocimiento a través de procesos de formación, servicios y proyectos; los cuales estructuran de acuerdo a las políticas institucionales, la estructura administrativa y el potencial de sus grupos, dados por la formación de sus integrantes, la experiencia y sus redes.

Por lo anterior, el modelo debe tener en cuenta que la creación y la transferencia de conocimientos es un proceso transversal a las actividades misionales de la institución, docencia, investigación y extensión; y debe partir de una estrategia organizada que permita estimular y acompañar a los diferentes grupos de investigación para que se propicie al generación y el intercambio de conocimiento, el cual debe partir de las siguientes premisas:

- El conocimiento individual debe gestionarse de manera que se transfiera de tácito a explícito al interior de los grupos y la organización.
- El apoyo económico y administrativo a los grupos de investigación estimula la generación y transferencia de conocimiento.
- La transferencia de conocimiento se da de manera cíclica y en diferentes direcciones y pueden ser codificado y no codificado a través de procesos formales e informales.
- La transferencia de conocimientos es resultado de trabajo multidisciplinario con visión a largo plazo enfocada en la integración de los principios misionales para ofrecer soluciones efectivas que contribuyan al desarrollo regional.

De acuerdo a la revisión de los diferentes modelos y a los factores identificados el modelo propuesto define un mapa de trabajo y las rutas de gestión interna que va desde la propuesta hasta la transferencia del conocimiento en forma de productos y resultados , las cuales incluyen procesos de planificación y estrategia organizacional donde interviene diferentes actores, partiendo de los recursos de los cuales se dispone, teniendo en cuenta que el modelo debe ir acompañado metas estratégicas a largo plazo con el propósito de crear a una dinámica donde la docencia, la investigación y la extensión sean tomadas como procesos en cadena que no riñen entre sí.

6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El modelo debe permitirle a la organización evidenciar las siguientes características en la gestión de la transferencia:

- Todas las áreas generan y tiene acceso a nuevos conocimientos.
- Los procesos en red permiten compartir, intercambiar y transferir experiencias y conocimientos con otras facultades de la institución, entidades y grupos externos.
- Los procesos de intercambio de conocimiento se producen de manera formal e informal.
- Se crean conexiones en torno a temas o problemáticas específicas que permiten el intercambio de conocimientos.
- El intercambio de conocimientos se genera con información interna y externa.
- Los procesos de gestión de conocimiento integran los principios misionales de docencia, investigación y extensión.
- Los procesos de transferencia requieren de la codificación del conocimiento para permitir que trascienda, sea transferido y asimilado.
- El conocimiento tácito debe transmitirse de manera implícita dentro del círculo primario de los grupos de investigación.
- Al fortalecer las capacidades de los miembros de los grupos de investigación se puede transformar el conocimiento tácito en explícito para ser transferido (socializado).
- Los conocimientos y experiencia de los grupos generan redes entre diferentes áreas que permiten mejorar las competencias y las oportunidades de socialización del conocimiento.
- Los procesos de internacionalización permiten mejorar las capacidades de los miembros de los grupos de investigación.
- Los conocimientos individuales tácito y explícito deben estar apoyados por un proceso de estímulo por parte de la organización para potenciar el aprendizaje a través de las experiencias compartidas y la difusión del conocimiento codificado.

6.3. CARACTERÍSTICA DE LOS ACTORES

La transferencia de conocimientos incluye un conjunto de actividades para materializar el conocimiento en producto o servicio. Uno de los elementos claves en la realización de las actividades para la transferencia efectiva del conocimiento requiere de unos actores con ciertas características que facilitan los procesos y garantizan que el conocimiento generado sea transferido de manera correcta al receptor, donde la cultura organizacional juega un papel preponderante a la hora de buscar alternativas para transferir. Así mismo la generación de conocimiento requiere de la interacción entre los actores para que las iniciativas generadas se den en medio de procesos participativos donde se motiva y se brindan las condiciones necesarias para crear y adquirir nuevos conocimientos.

Teniendo en cuenta que la gestión del conocimiento está dada por la intervención diferentes actores que cumplen funciones claves en el proceso se pueden identificar los siguientes:

Tabla 44

Actores que intervienen en el proceso de transferencia

ACTOR	PERFIL	FUNCIONES
Investigador	Docente Estudiante Administrativo Experto	Genera y transfiere conocimiento a través de la interacción o su codificación de acuerdo a sus capacidades e intereses personales y compromiso institucional.
Grupo de investigación	Grupo de investigadores que trabajan sobre unas líneas o temáticas definidas	Propicia la generación, intercambio y reconfiguración del conocimiento a través de la interacción de sus miembros y el establecimiento de redes.
Organización	Directivos Administrativos de nivel profesional, técnico y	Apoya los procesos de transferencia sirviendo de enlace con el medio externo y brindando soporte normativo, administrativo y logístico desde los ámbitos académico y

ACTOR	PERFIL	FUNCIONES
	asistencial	administrativo

Fuente, elaboración propia (2016).

La interacción de estos actores requiere del apoyo permanente por parte de las directivas para incrementar la confiabilidad de los investigadores y disminuir los errores en los procesos, lo cual puede generar una dinámica propicia para la generación e intercambio de nuevo conocimiento. Dentro de este contexto los actores deben asumir tareas y responsabilidades desde diferentes niveles de la institución que deben ser enmarcadas en dentro de unos procesos claves que integran el componente académico y administrativo dando como resultado la efectividad en la gestión. A nivel de procesos, los actores facilitan o condicionan los resultados con su intervención, por lo que es importante analizar como repercuten sus acciones y cómo las políticas existentes condicionan su desempeño.

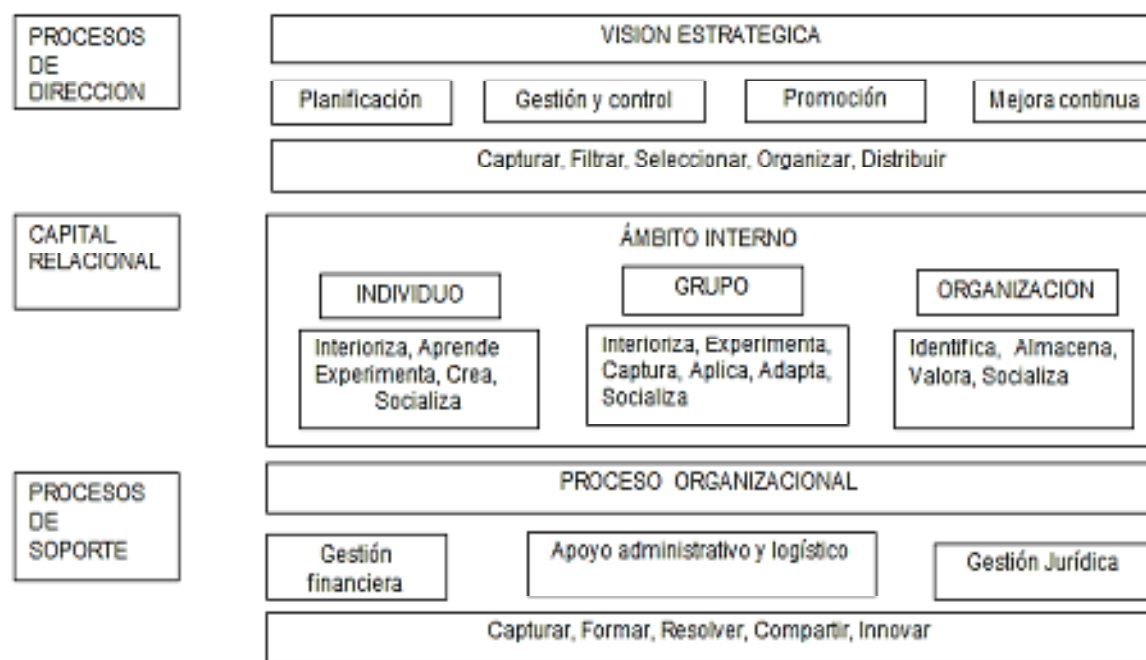


Figura 52: Procesos estratégicos de la organización

Fuente: Elaboración propia, 2016

6.4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Los resultados del análisis estadístico muestran la existencia de una serie de variables internas y externas que afectan la transferencia de conocimientos; por esta razón se requiere del desarrollo de diferentes líneas o canales de difusión de conocimientos que integren los principios misionales de la institución docencia, investigación y extensión.

El proceso de transferencia nace a partir del conocimiento tácito y explícito de los investigadores y grupos de investigación que se generan a partir de sus capacidades internas o lo adquieren a través de conocimientos externos se pueden dar por procesos formales de comunicación donde el conocimiento es codificado, o a través de procesos informales a través de las redes. Es necesario tener en cuenta que los procesos de transferencia son llevados a cabo por los individuos y los grupos de investigación, donde los artículos se destacan como el medio codificado más reconocido debido a que se constituyen en parte de la memoria institucional y representan un indicador de desempeño. Dentro de los procesos de transferencia se destacan:

Transferencia formal

- Proyectos
- Servicios de laboratorios
- Servicios de extensión
- Artículos
- Actividades de educación continua
- Bases de datos
- Cursos regulares en la modalidad de extensión
- Patentes
- Libros

Transferencia informal

- Asesorías personalizadas
- Cursos y exposiciones impartidos en reuniones o comités
- Participación en actividades gremiales o encuentros de profesionales

En esta investigación se propone un modelo conceptual que fue validado de manera experimental con el fin de lograr a futuro un modelo de gestión dinámico que permita la mejora continua evolucionando de acuerdo a las necesidades institucionales, el cual se construyó a partir de la revisión de la literatura y los resultados de un análisis factorial realizado con los grupos de investigación de la Facultad. Como lo muestra la literatura la transferencia de conocimiento puede darse a través de diferentes esquemas de organización que consideran diferentes estructuras para facilitar los procesos teniendo en

cuenta factores internos y externos que entrelazan y relacionan. De acuerdo a la revisión realizada los modelos más relevantes que son empleados en las universidades de ciencia exactas y naturales, se extrajeron las siguientes características que sirven de punto de partida para el modelo propuesto:

- Modelo lineal: Muestra la transferencia del conocimiento de manera progresiva y secuencial.
- Modelo dinámico: Muestra las interacciones y la retroalimentación en cada fase.
- Triple hélice: Plantea la creación de redes y alianzas estratégicas para dinamizar las actividades.
- Catch Up: Se enfoca en la movilización o acercamiento del conocimiento foráneo (tecnología, información), para desarrollar las propias.
- SECI: Muestra un ciclo continuo de generación de conocimiento donde interactúan los individuos y la organización.

El modelo propuesto parte de dos dimensiones académico y organizacional que inicia con las propuestas generadas a partir del conocimiento de los grupos de investigación que son retroalimentadas y que pasan por una serie de etapas y procesos para dar como resultado proyectos, actividades de formación o productos susceptibles de ser patentados o protegidos por parte de la institución, que son transferidos directamente a la comunidad académica, la sociedad o la unidad de gestión tecnológica para su valoración y patentamiento. El modelo propuesto incluye las siguientes etapas para ayudar a que el ciclo de transferencia se realice de manera eficiente y que muchas de las actividades que se realizan de manera informal sean apoyadas para que se generen productos y servicios que puedan ser inventariados y visualizados para su comercialización y difusión.

- Identificación y análisis de propuestas
- Planeación estratégica
- Gestión administrativa y financiera
- Identificación de productos para la transferencia y/o visualización



Figura 53: Propuesta de modelo conceptual para la gestión de transferencia

Fuente: Elaboración propia

6.5. ETAPAS DEL MODELO

El modelo parte de la identificación y análisis de las propuestas de los grupos de investigación que son generadas a partir del conocimiento y la experiencia individual y grupal, el cual se enriquece y transforma hasta ser transferido, lo que implica la existencia de herramientas que estimulen no solo la acumulación del conocimiento y la generación de productos para aumentar indicadores de calidad o medición, sino la realización de actividades de transferencia. En esta etapa la Facultad de Ciencias como uno de los actores que genera más investigación en su sede tiene la responsabilidad de identificar las iniciativas y necesidades de sus grupos para orientar sus recursos y capacidades a través de estructuración de líneas de acción enmarcados dentro de los planes de desarrollo institucional para brindar las condiciones óptimas para que estas se conviertan en propuestas concretas y viables.

Después de la identificación de las iniciativas de los grupos, la siguiente etapa implica planear estratégicamente los objetivos y el alcance del apoyo institucional definiendo unas metas claras dentro de un horizonte de tiempo de manera que se puedan visualizar los resultados, así como configurar una política de financiación acompañada de apoyo administrativo, la cual debe estar alineada a la estrategia organizacional y debe darse en dos dimensiones académica y administrativa teniendo en cuenta los factores determinantes identificados en el análisis factorial.

A partir de la planeación estratégica se continua con la etapa de gestión administrativa y

financiera donde intervienen diferentes actores para el desarrollo de las iniciativas hasta la obtención de los resultados; en la siguiente etapa se realiza la identificación los productos y su clasificación para ser transferidos para finalmente terminar con la transferencia y la retroalimentación.

6.5.1 Identificación y análisis de propuestas

La generación de conocimiento y su captura o asimilación del medio externo para su aplicación ocurre generalmente al interior de los grupos a partir de sus líneas de investigación donde prima la formación de los estudiantes, lo que conlleva a que muchos de los procesos de transferencia se den a través de la academia y el intercambio de conocimientos con el medio externo a través de procesos de movilidad nacional e internacional, lo cual se ve reflejado por el gran número de solicitudes de movilidad que son presentadas cada semestre en la facultad.

El estudio realizado a los grupos de investigación muestra que la generación del conocimiento está directamente ligada con su experiencia, trayectoria investigativa y su forma de gestionar su conocimiento, por tanto, en esta etapa la Vicedecanatura de investigación y extensión debe identificar el potencial y las necesidades de los grupos de manera que se promueva la presentación de sus iniciativas, creando una nueva cultura organizacional más abierta donde se le permita a los investigadores compartir su conocimiento de manera más ágil y flexible.

Por otra parte, la generación e identificación de las iniciativas de los grupos requiere no sólo del apoyo y orientación por parte de las directivas sino la creación de una dinámica donde el investigador adquiere un mayor compromiso con el proceso de gestión, y para ello es necesario abrir una comunicación directa con la administración que le permita expresar sus opiniones y sugerencias en los procesos para que se hagan participe de la construcción del nuevo modelo de transferencia.

De igual manera, se debe tomar en cuenta en la identificación y selección de alternativas por parte de la institución, que el punto de partida para dinamizar los procesos de transferencia es el fortalecimiento de los grupos de investigación para que estén en capacidad de ofrecer servicios de extensión.



Figura 54: Identificación y análisis de propuestas

Fuente: Elaboración propia

6.5.2 Planeación estratégica

En las universidades que trabajan en áreas de ciencias exactas y naturales a nivel mundial existen muchas formas de transferir que incluyen actividades informales y formales que parten de las capacidades individuales de los investigadores y el apoyo sostenido por parte de la institución, para lo cual es necesario tener en cuenta los factores que afectan el proceso.

La planeación de la facultad es aprobada por el Consejo de Facultad y es la Vicedecanatura de Investigación y Extensión la responsable de presentar y ejecutar las propuestas sobre el plan de acción, para lo cual debe abordar los procedimientos estandarizados de la institución para sus principios misionales y establecer una serie de estrategias que permitan el acercamiento de los grupos de investigación a la formalización de sus actividades, a través de una visión sistémica sobre su problemática y necesidades.

En esta etapa en primera instancia se debe tener en cuenta las políticas institucionales, los recursos disponibles y la estructura organizacional, a partir de los cuales se debe aprovechar las fortalezas y oportunidades de la facultad para desarrollar estrategias que apunten a los siguientes aspectos:

- Políticas de financiación flexibles
- Implementación de procesos ágiles
- Apoyo financiero a los miembros de los grupos

- Fortalecimiento de la infraestructura

Es de anotar que en este proceso se debe tener una línea clara sobre la cual se va a adoptar la política con el fin de medir los resultados obtenidos y realizar una retroalimentación que permita a las directivas tomar las acciones pertinentes para optimizar el proceso. Por otro lado, la planeación de la institución para dinamizar la transferencia de conocimientos debe basarse en la interacción de variables ya que inciden en gran medida en el proceso, donde además se debe tener en cuenta que los atributos y características del conocimiento generado influyen en el tipo de transferencia.

Para iniciar esta etapa las directivas de la facultad deben establecer una planeación con visión a largo plazo donde se construya un camino escalonado que facilite los procesos de transferencia que se centre en las siguientes líneas de acción para consolidarse hasta formar un sistema dinámico que propicie la integración de la docencia, la investigación y la extensión:

- Fortalecimiento de las líneas de investigación de los grupos
- Movilidad del conocimiento a través del intercambio de investigadores, expertos y estudiantes
- Fortalecimiento de la infraestructura para la investigación
- Creación y fortalecimiento de la infraestructura para la prestación de servicios de extensión
- Formación de profesionales para la empresa
- Formación de profesionales para la investigación
- Generación de conocimiento para su difusión y comercialización a partir de la identificación de los focos de oportunidad

Tomando como referente los planes de acción aprobados para la facultad, cada semestre la Vicedecanatura de Investigación y Extensión debe proponer para aprobación al Consejo de Facultad las líneas sobre las cuales invertir, su estrategia de asignación y las metas de acuerdo con los resultados esperados y las necesidades detectadas en los grupos de investigación y laboratorios, tomando como referente un análisis del comportamiento histórico de las solicitudes y los recursos disponibles.

Una vez aprobadas las líneas de inversión la Vicedecanatura de Investigación y Extensión para garantizar la trazabilidad, equidad e imparcialidad en el proceso debe presentar para aprobación del Consejo de Facultad una convocatoria para la selección de propuestas, la

asignación de los recursos, el seguimiento y control de los resultados, la cual debe ser administrada a través de la plataforma HERMES para eliminar las solicitudes individuales, acabar con la subjetividad en los apoyos, organizar los procesos y gestionar la información.

Dependiendo de la línea de inversión que se pretenda promover se diseñan los términos de referencia de la convocatoria que debe contener cómo mínimo los siguientes ítems:

- Modalidad: Corresponde al objetivo que se pretende lograr con la realización de la convocatoria, el cual debe enmarcarse dentro de las líneas de acción y las metas propuestas por la facultad
- Normatividad aplicable: Se refiere a las reglas y/o condicionales bajo las cuales se deben presentar y ejecutar las propuestas.
- Contenido de la propuesta: Corresponde a la información mínima requerida para someter la propuesta a evaluación que compila objetivos, productos, metodología, duración, alcance presupuesto.
- Cronograma de actividades: Es la programación de las actividades en el marco de la convocatoria relacionadas con la apertura, ejecución y liquidación.
- Montos y rubros a financiar: Corresponde al valor total disponible para la convocatoria, los valores asignados por propuesta y gastos que se pueden ejecutar.
- Criterios de evaluación: Corresponde a las pautas que serán tenidas en cuenta en el momento de la revisar las propuestas.



Figura 55: Planeación estratégica

Fuente: Elaboración propia

6.5.3 Gestión administrativa y financiera

Esta etapa inicia una vez aprobados los términos de referencia que corresponde al proceso operativo que soporta la convocatoria, la selección de las propuestas y el desarrollo de las actividades desde el ámbito académico y el administrativo, donde intervienen diferentes actores que interactúan en diferentes escenarios de acuerdo a su alcance y que cumplen funciones claves en el proceso.

En la gestión administrativa y financiera de proyectos la Vicedecanatura de Investigación y Extensión requiere organizar y priorizar tareas, establecer estrategias para realizar procedimientos operativos y asignar responsables lo que permite la asignación de los recursos de manera ágil y con pertenencia, disminuir los tiempos de ejecución y evitar los reprocesos.

- La organización y priorización de tareas: Incluye la concentración de actividades en una sola, la realización de tareas de manera paralela, o en simultánea para todas las propuestas, y la combinación de tareas de soporte académico y administrativo.
- El establecimiento de estrategias para realizar procedimientos operativos: Incluye el acompañamiento y asesoría en los procedimientos administrativos desde el

inicio de la convocatoria hasta su liquidación para disminuir los cambios de rubros durante la ejecución de la propuesta; la definición de plazos cortos para la ejecución de recursos, el establecimiento de plazos para el nombramiento del personal, y el monitoreo permanente de la ejecución para incentivar la ejecución.

- La asignación de recursos humanos: Incluye la conformación de una estructura organizacional compuesta por actores con experiencia y conocimiento que ayuden no solo en las tareas de soporte sino que actúen en ciertos niveles de la organización para monitorear y garantizar la ejecución de los recursos, y de igual manera se deben identificar al interior de los grupos los actores claves encargados de liderar los procesos administrativos para que sirvan como canal de comunicación, jalonan el resto del grupo y se apropien de los procesos.

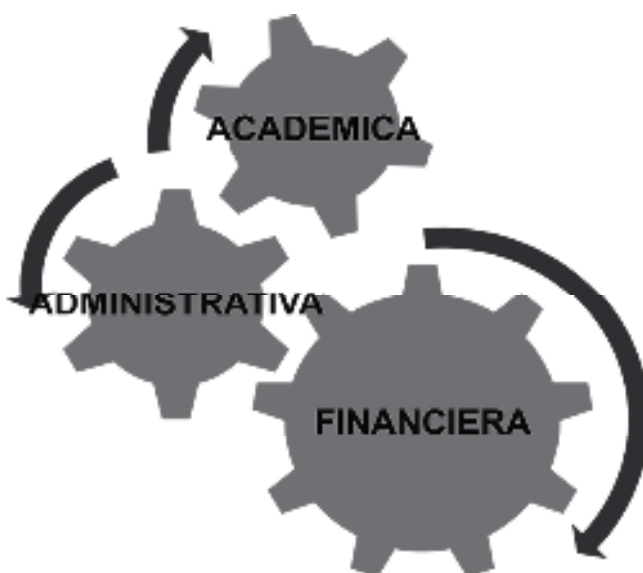


Figura 56: Gestión administrativa y financiera

Fuente: Elaboración propia

6.5.4 Identificación de productos para la transferencia y su visualización

La valoración de los resultados de investigación es un tema de carácter institucional que debe ser apoyado por la facultad desde el mismo momento que se generan las iniciativas de los grupos. Es responsabilidad de la Vicedecanatura de Investigación y Extensión de la Facultad hacer una correcta identificación y organización del conocimiento generado y susceptible de transferir para garantizar que sea difundido o protegido y para ello se debe almacenar la información de los proyectos, sus productos y resultados para posteriormente ser clasificados y transferidos a otras instancias a nivel institucional o al

medio externo.

Para asegurar la correcta administración de la información se recomienda la utilización de la plataforma de investigación HERMES lo que facilita la identificación de los productos y resultados porque integran la información académica de las propuestas; de igual manera, es responsabilidad de la Vicedecanatura implementar estrategias que permitan medir los resultados de los propuestas de manera ágil, lo que implica disponer de un esquema de trabajo donde se asignen tareas y responsables para la liquidación de los proyectos.

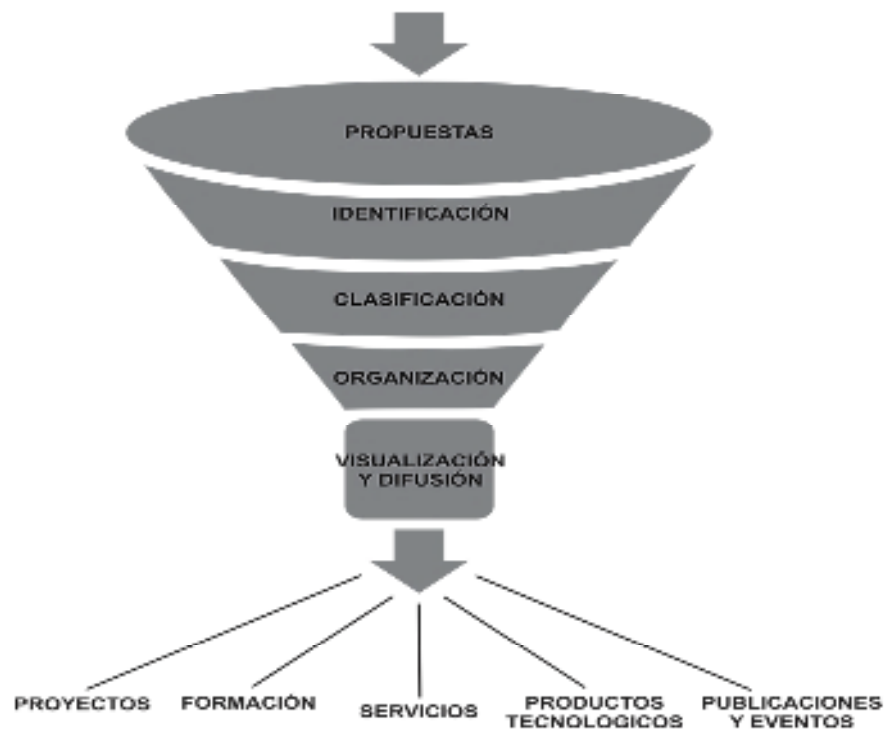


Figura 57: Identificación de productos para la transferencia y su visualización

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7 VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación y verificación del modelo conceptual permite determinar si es una correcta

representación del sistema real para obtener unas conclusiones y determinar si es aceptable o si se presentan fallas para su posterior corrección. Es de anotar que estos procedimientos buscan verificar si los procesos y las relaciones fueron correctamente planteados, y si los resultados del análisis estadístico concuerdan con los sucesos ocurridos durante la ejecución del modelo.

En este caso, el modelo presentado se evaluó con el propósito de conocer de manera técnica y práctica su pertinencia teniendo en cuenta los factores determinantes encontrados en el análisis factorial de manera que se pueda implementar con mayor probabilidad de éxito en un futuro de acuerdo con las capacidades y estrategias definidas para la Facultad.

7.1 OBJETIVOS

- Conocer si el modelo tiene posibilidades de aceptación y permanencia a través del tiempo en la Facultad.
- Determinar si el modelo es adecuado a las necesidades y expectativas de los grupos
- Identificar cómo los factores determinantes en los procesos de transferencia inciden en el desarrollo del modelo
- Determinar si el modelo encaja dentro de las estrategias de la Facultad
- Identificar debilidades y fortalezas en el modelo

7.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARA VALIDAR LA PROPUESTA

En el análisis factorial se determinó la existencia de factores y variables latentes que inciden en los procesos de investigación y extensión, que son los que permiten la transferencia de conocimientos, lo que puede inferir que la implementación de un modelo basado en un sistema dinámico y flexible como el propuesto, puede propiciar la generación de productos a partir del trabajo que desarrollan los grupos de investigación de la facultad. Para validar el modelo propuesto se tomó como muestra la primera convocatoria dirigida a los grupos de todas áreas de investigación de la Facultad de Ciencias presentada y liderada por la Vicedecanatura de la Investigación y Extensión, ya que permite evidenciar cuáles son los factores determinantes en los procesos de transferencia en contraste con la implementación de tareas y estrategias de soporte académico y administrativo para agilizar los procesos.

7.3 DESARROLLO DE LAS ETAPAS

A continuación se muestran como fueron abordadas cada una de las etapas del modelo.

7.3.1. Identificación y análisis de propuestas

Para dar inicio al modelo se debe comenzar con la identificación de las necesidades de los grupos. En esta etapa se tomaron como fuentes primarias de información las siguientes:

- Solicitudes tramitadas: Este permitió conocer cuál es la tendencia de las solicitudes financiadas por la facultad para establecer donde se concentra la demanda, dando como resultado que las movilidades son las que más demandan recursos seguida de la compra de equipos y apoyo a laboratorios.
- Presupuesto aprobado para investigación: Este evidencia cuáles rubros no se pueden financiar directamente con recursos del Fondo de Investigación y que son prioritarios para los grupos. En este caso la vinculación de estudiantes no se puede financiar directamente a través de los recursos del Fondo de Investigación.
- Requerimientos de los grupos: Permitieron conocer cuáles eran las necesidades y motivaciones de los grupos; dentro de las cuales se destacan los recursos para la investigación y para la vinculación de los miembros de los grupos, como lo evidencia la encuesta realizada para el análisis factorial.

Teniendo en cuenta esta información desde la Vicedecanatura de Investigación y Extensión se pudieron identificar las necesidades y analizar las propuestas que podían ser susceptibles de financiación.

7.3.2. Planeación estratégica

En esta etapa en la Vicedecanatura de Investigación y Extensión se analizaron las propuestas identificadas, en contraste con las posibilidades de financiación, montos

disponibles, programas y líneas de acción a fortalecer y normatividad aplicable; a partir de los cuales se estructuró la propuesta para financiar los grupos a través de una convocatoria que aprobada por el Consejo de Facultad, y publicada en la plataforma de investigación HERMES.

El objetivo de la convocatoria fue “Apoyar la labor de los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias con el propósito de fomentar su visibilidad y el intercambio de conocimiento” (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

La convocatoria fue dirigida a los “Grupos de investigación de la Facultad de Ciencias activos y reconocidos con más de un año de creación a la fecha de publicación de los términos de referencia”. (Universidad Nacional de Colombia, 2016).

Para dar conocer la convocatoria y lograr la participación de los grupos se recurrió a la publicación en la plataforma de investigación y el envío de correo personalizado a los directores, líderes y encargados de los trámites administrativos del grupo. Por otra parte, como estrategia para la financiación se estableció la distribución equitativa de los recursos disponibles entre los participantes y la entrega de un informe sobre el plan de trabajo propuesto, lo que dio libertad y flexibilidad a los grupos para proponer su propio plan de trabajo, productos a entregar y fechas de ejecución.

Con este nuevo mecanismo de financiación se lo logró que 25 grupos de la Facultad participaran, que corresponden al 64,1% del total, con un nivel de respuesta de 10 propuestas por día.

7.3.3. Gestión administrativa y financiera

Una vez aprobada la convocatoria la Vicedecanatura de Investigación y Extensión se establecieron las siguientes estrategias tendientes a disminuir los trámites y los tiempos en la apertura de los proyectos ya que esta es una de las causas más frecuentes de los reprocesos por cambios en los rubros, prórrogas, renuncia a proyectos, cambio de estudiantes, baja ejecución financiera, entre otros.

- Apropriación de recursos antes del inicio de la convocatoria.
- Establecimiento de un cronograma ajustado para la convocatoria que contemplaba once días para presentar propuestas y un día después del cierre para la publicación de resultados.
- Conformación de un panel de expertos evaluadores para revisión de propuestas.
- Establecimiento de un periodo de ajuste de presupuestos no superior a 5 días.
- Realización de tareas paralelas en bloque para la apertura de los proyectos: Revisión de ajustes, aprobación de propuestas en plataforma, elaboración de actas, apertura de proyectos en el sistema financiero.
- Establecimiento de un periodo para el compromiso de los recursos de alrededor de dos meses sin sobrepasar el cierre de la vigencia presupuestal.
- Asesoría y acompañamiento permanente para la realización de trámites administrativos
- Asignación de tareas de seguimiento y control de los proyectos tendientes a identificar retrasos y dificultades en la ejecución
- Envío de alertas a los directores, líderes y encargados de los trámites administrativos
- Fortalecimiento de la estructura administrativa con la contratación nuevo personal de apoyo

Con estas estrategias se logró incidir en las variables que afectan los procesos de investigación y extensión asociadas a tiempos de espera, tramitología y articulación en los procesos, así:

- Se garantizó que los recursos estuvieran disponibles a la fecha de inicio de los proyectos lo que permitió adelantar los procesos de convocatoria de estudiantes y la cotización de equipos y reactivos en forma paralela a la creación de los proyectos de manera que estuvieran listos para iniciar los trámite en la fecha de inicio.
- El número de proyectos que solicitaron modificaciones fueron siete
- Se logró comprometer el 96,8% del presupuesto asignado mientras que las demás convocatoria internas habían comprometido al 30 de noviembre el 72,61%
- Se lograron identificar puntos críticos en la ejecución de los recursos y se tomaron los correctivos como realizar adiciones y ajustes a los proyectos para no frenar la ejecución.
- Se vincularon 29 estudiantes mediante resolución
- Con la financiación de los grupos de investigación se aumentaron las solicitudes para mantenimiento y compra de equipos para las investigaciones con relación al primer semestre de 2015.

7.3.4. Identificación de productos para la transferencia y su visualización

Con este modelo de convocatoria abierta se logró identificar que partir de la financiación para el fortalecimiento de los grupos de investigación se pueden obtener un sinnúmero de productos asociados a sus actividades que pueden ser clasificados y transferidos a otras instancias.

Como inventario de los productos y resultados esperados de la facultad se han identificado los siguientes, los cuales evidencian que los grupos pueden generar un sinnúmero de resultados si cuentan con financiación interna, sin limitarse únicamente a los trabajos de grado, los artículos o ponencias.

Tabla 45

Productos esperados de la Convocatoria a grupos 2015

PRODUCTO ESPERADO	CANTIDAD
Informes	9
Artículos	6
Proyectos	2
Presentación en evento	3
Consolidación de semillero	1
Fortalecimiento de líneas de investigación	3
Formación de estudiantes	2
Prototipo industrial	1
Participación en programas de posgrado	1
Fortalecimiento de la infraestructura	2

Fuente: Elaboración propia (2016).

Debido a las prórrogas otorgadas a los proyectos a la mayoría de los proyectos empezaran a entregar sus productos a partir del segundo trimestre del año 2016. A la fecha sólo han entregado avances tres grupos de investigación donde informan sobre la presentación de un artículo para aprobación, la vinculación de estudiantes a las investigaciones y se mostraron los avances obtenidos en sus líneas; lo que no permitió verificar la última etapa con ésta convocatoria en particular.

La validación y verificación de ésta etapa se logró gracias a que la Vicedecanatura de Investigación y Extensión en forma paralela a ésta convocatoria, implementó un plan de acción tendiente a la liquidación de los proyectos, la identificación de sus productos y su transferencia; a partir de su restructuración administrativa y el establecimiento de planes de trabajo asociados al cumplimiento de cronogramas, lo que dio como resultado en el segundo semestre de 2015 la identificación de los productos de 65 proyectos liquidados que tenían entre 1 y 5 productos, en su mayoría tesis, artículos y proyectos de investigación, los cuales no se habían inventariado y transferido a la espera de su proceso de liquidación. Para el 2016 se inició el mismo proceso para 122 proyectos terminados.

7.4 EVALUACIÓN DEL MODELO POR PARTE DE LOS GRUPOS

Una vez terminado el periodo para comprometer los recursos, se evaluó el grado de aceptación del modelo por parte de los grupos a través de una encuesta dirigida a los participantes con el propósito de conocer sus apreciaciones con respecto al proceso realizado; de los cuales contestaron 13 grupos equivalentes al 52% de la población total.

Se evidenció que para muchos este tipo de alternativa es excelente (46,2%) y equitativa (46,2%), que contribuye a la gestión del conocimiento generado (92,3%). Por otra parte, se considera que el proceso adelantado por la Vicedecanatura de Investigación y Extensión fue notable y que sus esfuerzos se deben seguir enfocando en este modelo ya que le da la posibilidad de conocer el potencial de sus grupos, fortalecer sus capacidades y dotarlos con infraestructura propia para la investigación y la extensión.

De igual manera, se logró validar algunos aspectos como: La efectividad del canal de comunicación empleado que se basó en contactar los actores claves en el proceso a través de correo electrónico, con un 84,6%; la eficiencia en los trámites adelantados que fueron considerados en su mayoría como fáciles con 84,6%; y la eficiencia del personal en los procesos de la Vicedecanatura que fue considerada como ágil y adecuada en un 100%.

Por otra parte, se mostró que la planeación debe hacerse con una visión a largo plazo priorizando las necesidades existentes; enfocándose no sólo a las movilidades o al apoyo a grupos; sino a buscando apoyar otras opciones de convocatoria diferentes a las planteadas para incentivar la generación y difusión del conocimiento, como apoyo a

laboratorios (46,2%), dotación y mantenimiento de equipos (23,1%); al igual que otras (30,8%) enfocadas a la publicación de resultados y la formación de nuevos estudiantes.

7.5 DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

Se presentaron dificultades con la apertura de los proyectos debido a los retrasos ocasionados por uno de los grupos, lo que obligó en última instancia a dar inicio al trámite de apertura de 24 de 25 proyectos para no ocasionar más demoras en el proceso, aunque el propósito inicial era poner en marcha todos los proyectos al mismo tiempo.

Si bien, los tiempos de la convocatoria y los trámites académicos asociados al proceso se lograron reducir, los procesos asociados a la ejecución presupuestal siguen siendo lentos y engorrosos para los grupos debido a los formatos y requisitos de los trámites, aunque se vienen realizando esfuerzos por mejorar los procesos.

Aunque los cronogramas de trabajo se cumplieron y se logró comprometer el 96,8% de los recursos, las demoras en los trámites de compra y el desconocimiento de las normas implicaron que la mayoría de los proyectos fueran prorrogados para no frenar la entrega y pago de los bienes adquiridos; lo que trajo como consecuencia que muchos no entregaran los productos y resultados en el tiempo establecido.

No fue posible reducir los tiempos de ejecución de los recursos a través de la elaboración de órdenes de compra globales para materiales y equipos como inicialmente se consideró, debido a restricciones internas en los procesos.

CONCLUSIONES

En los procesos de transferencia de conocimientos es necesario antes de pensar en procesos de comercialización entender la naturaleza de los conocimientos generados y la capacidad de que se dispone para alinearlos a las necesidades de la sociedad de manera exitosa. Para ello la Facultad de Ciencias debe empezar un trabajo con sus grupos de investigación que le permita identificar sus capacidades a partir de su trayectoria y experiencias de manera que pueda ofrecer y comercializar sus productos y servicios.

La naturaleza cambiante y dinámica que impone la sociedad y disminución de recursos internos destinados para la investigación están llevando a que exista un cambio en la visión de la institución y que se generen procesos internos que buscan que se trascienda de la investigación y la academia a la extensión; y para ello, se debe contar con estructuras dinámicas y participativas, y marcos normativos que integren aspectos académicos y administrativos a partir de los cuales se pueda apoyar la gestión y fomentar la comercialización.

El cambio de la Facultad hacia un modelo más dinámico y participativo como el que se plantea, debe enfocarse hacia una visión a largo plazo que busque que sus investigaciones generen productos y servicios que no sólo tengan impacto académico, sino que le den reconocimiento a sus grupos y que le generen recursos para seguir investigando. Lo anterior, implica que debe existir un apoyo permanente por parte de directivas y la existencia de planes con unas metas concretas que trascienden los periodos de las administraciones.

La mejor forma para incentivar la transferencia de conocimientos hacia la solución de problemas concretos de la sociedad, es partir de la identificación de los factores que afectan el proceso para incorporar los instrumentos y medidas para guiar la gestión, permitir el trabajo conjunto y facilitar la integración con otras áreas de la institución.

Aunque son muchos los factores críticos que pueden incidir en los procesos de

transferencia, la falta de una cultura adecuada donde se mire este proceso como una actividad integradora puede seguir frenando la extensión en la facultad; por eso es necesario seguir desarrollando un trabajo conjunto entre investigadores y administrativos para crear una cultura organizacional flexible y un entorno dinámico que facilite la posibilidad de aplicar e intercambiar los conocimientos adquiridos, sin marcar diferencias entre la investigación y la extensión.

Antes de pensar en procesos de comercialización se deben fortalecer la investigación de la Facultad con miras a generar de productos y servicios acordes a las necesidades de la sociedad y para ello se debe invertir recursos y crear un sistema de incentivos que propicie la realización de trabajos conjuntos con otras instituciones y la búsqueda de nuevas fuentes de financiación.

Dentro de la validación del modelo propuesto algunos de los resultados más representativos apuntan que si se parte de las necesidades identificadas en los grupos es posible incentivar la generación y transferencia de conocimiento sin necesidad de condicionar los resultados; no obstante, en la medida que se identifiquen sus capacidades y una vez definidos los focos de acción se debe inducir a que presenten resultados más acordes a las necesidades y demandas de la sociedad.

Para que el modelo propuesto ayude a fortalecer la transferencia de conocimientos es fundamental que no se centre solamente en financiar los gastos de funcionamiento de los grupos, sino que además se concentre en invertir en la creación de una infraestructura propia para la extensión que no riña con los espacios dedicados para la investigación y la academia; en financiar la contratación de personal calificado y costear los ensayos certificados para poder brindar productos y servicios competitivos; ya que estos fueron identificados como algunos de los factores que dificultan las actividades de extensión.

Si bien, se pudieron identificar diversos resultados a partir de los apoyos otorgados que serán redireccionados internamente para continuar con su proceso de difusión, protección o transferencia, la Facultad debe seguir implementando la etapa de identificación y visualización de sus productos de manera ágil, y buscar el apoyo de la Unidad de Gestión Tecnológica de la Sede para que sus productos sean valorados y comercializados, y no se queden sólo en los informes o como patentes sin explotar.

RECOMENDACIONES

La Facultad debe seguir adoptando un modelo dinámico que responda a las necesidades de los grupos para fortalecer sus capacidades, y para ello debe orientar sus propias convocatorias, sin embargo, debe seguir invirtiendo en las iniciativas nacionales y de sede para cubrir parte de sus demandas.

Es importante que se construya un plan a largo plazo para brindar las condiciones óptimas en cuanto a infraestructura, dotación y certificación de ensayos; para que los grupos se motiven a presentar proyectos o prestar servicios de extensión.

Se debe crear una cultura donde los proyectos de investigación y extensión sean vistos como procesos complementarios que se dan en cadena, y no como actividades que riñen entre sí y con la misma academia.

Es importante que la Vicedecanatura de Investigación y Extensión cuente con un equipo calificado de carácter permanente que asuma a las responsabilidades de manera proactiva para facilitar los procesos y dinamizar la transferencia de resultados de manera eficiente con el apoyo de la oficina de gestión tecnológica de la sede.

Se deben seguir estableciendo cronogramas ajustados para la ejecución de los recursos desligándolos de los plazos para la entrega de los productos ya que esto garantiza su rápida ejecución.

Este tipo de iniciativas deben ejecutarse a inicios del segundo semestre de cada año para evitar inconvenientes contractuales por los procesos de cierre presupuestal y la pérdida de recursos por la no ejecución de las órdenes por el incumplimiento de los proveedores.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrol, I. P. (2007, October 10). Directed basic research or science for sustainable development. *Current Science* (00113891), pp. 902–904. Indian Academy of Sciences. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=27246586&lang=es&site=ehost-live>
- Albornoz, M. (2002). Documentos de trabajo Situación de la Ciencia y la tecnología en las Américas.
- Arvanitis, S., Kubli, U., & Woerter, M. (2008). University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises. *Research Policy*, 37(10), 1865–1883. doi:10.1016/j.respol.2008.07.005
- Baldini, N., Grimaldi, R., & Sobrero, M. (2006). Institutional changes and the commercialization of academic knowledge: A study of Italian universities' patenting activities between 1965 and 2002. *Research Policy*, 35(4), 518–532. doi:10.1016/j.respol.2006.01.004
- Bercovitz, J., Feldman, M., Feller, I., & Burton, R. (2001). Organizational structure as a determinant of academic patent and licensing behavior: An exploratory study of Duke, Johns Hopkins, and Pennsylvania State Universities. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 21–35.
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2007). *International Series in Operations Research & Management Science*. (U. Stanford University, Ca, Ed.) (Vol. 157).
- Brescia, F., Colombo, G., & Landoni, P. (2014). Organizational structures of Knowledge Transfer Offices: an analysis of the world's top-ranked universities. *The Journal of Technology Transfer*. doi:10.1007/s10961-014-9384-5
- Calvert, J. (2004). THE IDEA OF “ BASIC RESEARCH ” IN LANGUAGE AND PRACTICE
The term “ basic research ” is well established in the literature of sci- ence policy .
The language that it assumes has developed in a spe- cific historical context .
However , there is, 251–268.
- Castillo, H. G. C. (2010). El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 85–94.

- Conti, A., & Gaule, P. (2011). Is the US outperforming Europe in university technology licensing? A new perspective on the European Paradox. *Research Policy*, 40(1), 123–135. doi:10.1016/j.respol.2010.10.007
- D'Este, P., & Perkmann, M. (2011). Why Do Academics Engage with Industry? The Entrepreneurial University and Individual Motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316–339. Retrieved from <http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10961>
- Debackere, K., & Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 34(3), 321–342.
- Del Socorro López, M., Cabrales, F., & Schmal, R. (2005). Gestión del Conocimiento: Una Revisión Teórica y su Asociación con la Universidad. *Panorama Socioeconómico*, (30), 0.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as “quasi-firms”: the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109–121. doi:10.1016/S0048-7333(02)00009-4
- Etzkowitz, H., & Etzkowitz, H. (2009). La triple hélice : universidad , industria y gobierno Implicaciones para las políticas y la evaluación.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000a). The dynamics of innovation : from National Systems and “ Mode 2 ” to a Triple Helix of university – industry – government relations, 109–123.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000b). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. doi:10.1016/S0048-7333(99)00055-4
- Feria Patiño, V. (2009). Propuesta de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico para México.
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management, and location matter? *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17–30.
- González de la Fe, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor*, CLXXXV(738), 739–755. doi:10.3989/arbor.2009.738n1049
- Grimpe, C., & Fier, H. (2010). Informal university technology transfer: a comparison between the United States and Germany. *The Journal of Technology Transfer*, 35(6), 637–650.

- Hagen, R. (2002). Globalization, university transformation and economic regeneration: A UK case study of public/private sector partnership. *International Journal of Public Sector Management*, 15(3), 204–218.
- Henderson, R., Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965–1988. *Review of Economics and Statistics*, 80(1), 119–127.
- Huyghe, A., Knockaert, M., Wright, M., & Piva, E. (2014). Technology transfer offices as boundary spanners in the pre-spin-off process: the case of a hybrid model. *Small Business Economics*, 43(2), 289–307.
- Kim, L. (2001). *La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización*. Seúl, Edit. Universidad de Korea.
- Knockaert, M., Spithoven, A., & Clarysse, B. (2010). The knowledge paradox explored: what is impeding the creation of ICT spin-offs? *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(4), 479–493.
- Landry, R., Amara, N., & Ouimet, M. (2006). Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. *The Journal of Technology Transfer*, 32(6), 561–592. doi:10.1007/s10961-006-0017-5
- Landry, R., Saïhi, M., Amara, N., & Ouimet, M. (2010). Evidence on how academics manage their portfolio of knowledge transfer activities. *Research Policy*, 39(10), 1387–1403. doi:10.1016/j.respol.2010.08.003
- Lichtenthaler, U., & Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: Complementing absorptive capacity. *Journal of Management Studies*, 46(8), 1315–1338.
- López, S., C, J. C. M., & S, R. S. (2006). Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus diferentes manifestaciones, 81, 70–81.
- Ma, J., Wang, G., & Wang, X. (2011). Research on Knowledge Transference Management of Knowledge Alliance, 143–148.
- Mayer, J. (2000). Globalization, technology transfer, and skill accumulation in low-income countries. *Globalization, Marginalization and Development*.
- McAdam, M., McAdam, R., Galbraith, B., & Miller, K. (2010). An exploratory study of Principal Investigator roles in UK university Proof-of-Concept processes: an Absorptive Capacity perspective. *R&d Management*, 40(5), 455–473.

- McAdam, M., McAdam, R., & Miller, K. (2010). An exploratory study of Principal Investigator roles in UK university Proof-of-Concept processes: an Absorptive Capacity perspective.
- Mian, S. A. (1996). Assessing value-added contributions of university technology business incubators to tenant firms. *Research Policy*, 25(3), 325–335.
- Miller, K., McAdam, R., Moffett, S., & Brennan, M. (2011). An exploratory study of retaining and maintaining knowledge in university technology transfer processes. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 17(6), 663–684. doi:10.1108/13552551111174729
- Mohrman, K. (2008). The Emerging Global Model with Chinese Characteristics. *Higher Education Policy*, 21(1), 29–48. doi:10.1057/palgrave.hep.8300174
- Mohrman, K., Ma, W., & Baker, D. (2008). The Research University in Transition: The Emerging Global Model. *Higher Education Policy*, 21(1), 5–27. doi:10.1057/palgrave.hep.8300175
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14–37.
- Nonaka, I. (2001). *Managing Industrial Knowledge Creation Transfer And Utilization* (p. 344). London: Sage Publications.
- Nonaka, I., & Konno, N. (2005). The concept of “5, 4”: building a foundation for knowledge creation. *Knowledge Management: Critical Perspectives on Business and Management*, 2(3), 53.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford university press.
- 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.
- Perez, M. P., & Sánchez, A. M. (2003). The development of university spin-offs: early dynamics of technology transfer and networking. *Technovation*, 23(10), 823–831.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., ... Hughes, A. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442.
- Robledo, J., Gómez, F., & Restrepo, J. (2009). Relación entre capacidades de innovación tecnológica y el desempeño empresarial y sectorial. *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia*, Bogotá: Javergraf.

- Schofield, T. (2013). Critical Success Factors for Knowledge Transfer Collaborations between University and Industry. *Journal of Research Administration*, 44(2), 38–56. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=92582098&lang=es&site=eds-live>
- Scorsa, P. (2002). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva en las empresas. In Conferencia inaugural de los Estudios de Información y Documentación de la Universidad Oberta de Cataluña. Disponible en http://www.uoc.es/web/esp/art/uoc/escorsa0202/escorsa0202_imp.html. Leído el (Vol. 10).
- Shane, S. (2002). Selling university technology: patterns from MIT. *Management Science*, 48(1), 122–137.
- Shane, S. A. (2004). *Academic entrepreneurship: University spinoffs and wealth creation*. Edward Elgar Publishing.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1), 115–142.
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 27–48.
- Stephan, P. E. (1996). The economics of science. *Journal of Economic Literature*, 34(4), 1199–1235.
- Thursby, J. G., Jensen, R., & Thursby, M. C. (2001). Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: A survey of major US universities. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 59–72.
- Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Facultad de Ciencias, Vicedecanatura de Investigación y Extensión. (2015). *Informe de gestión*. Medellín.
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). HERMES. Recuperado el 20 de 2 de 2016, de <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/principal/Principal.xhtml>
- Universidad Nacional de Colombia, U. N. (2016). SIGA. Recuperado el 7 de 1 de 2016, de <http://unal.edu.co/siga/>
- Von Krogh, G., Ikujiro, N., & Kazuo, I. (2000). *Enabling Knowledge Creation: New Tools for Unlocking the Mysteries of Tacit Understanding*.

- Whitmer, A., Ogden, L., Sturmer, P., Halpern, B., Schlesinger, W., Raciti, S., ... Pickett, S. T. A. (2010). The Engaged University: Providing a Platform for Research That Transforms Society Authors, 8(6), 314–321.
- Wu, Y., Welch, E. W., & Huang, W.-L. (2015). Commercialization of university inventions: Individual and institutional factors affecting licensing of university patents. *Technovation*, 36-37, 12–25. doi:10.1016/j.technovation.2014.09.004
- Young, T. A., Krattiger, A., Mahoney, R. T., Nelsen, L., Thomson, J. A., Bennett, A. B., ... Kowalski, S. P. (2007). Establishing a technology transfer office. *Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices*, Volumes 1 and 2, 545–558.