



Propuesta de *Roadmap* como alternativa para lograr un mayor impacto de la transferencia tecnológica de la Universidad EIA. Modalidad Consultoría

Juliana Quiroz Estrada
Óscar David Correa Henao

Trabajo de grado de maestría presentado para optar al título de Magíster en Gestión de Ciencia,
Tecnología e Innovación

Director

Pablo Javier Patiño Grajales
Doctor en Ciencias Básicas Biomédicas

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación
Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Quiroz Estrada & Correa Henao, 2024)
Referencia Estilo APA 7 (2020)	Quiroz Estrada, J., & Correa Henao, Ó. D. (2024). <i>Propuesta de Roadmap como alternativa para lograr un mayor impacto de la transferencia tecnológica de la Universidad EIA. Modalidad consultoría</i> . [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Cohorte XIV.



Centro de Documentación Economía

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jair Albeiro Osorio Agudelo

Jefe departamento: Carlos Gilberto Restrepo

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A nuestras familias y amigos por su escucha y compañía en este camino de formación.

Agradecimientos

Toda nuestra gratitud para la Universidad de Antioquia, Pablo Patiño profesor y asesor, colegas de clase y a todos lo que contribuyeron con sus aportes para la culminación de este trabajo de grado, especialmente a nuestros entrevistados y a la Universidad EIA.

Tabla de Contenido

Resumen	8
Abstract	9
1 Identificación del problema.....	10
2 Objetivos	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 Marco conceptual	16
4 Metodología	24
4.1 Tipo de estudio	24
5 Diagnóstico.....	27
5.1 Universidad EIA: Ser, Saber y Servir	27
5.1.2 Plan de Desarrollo Institucional.....	28
5.1.3 Plan de I + D + i (investigación, desarrollo e innovación)	28
5.1.4 Los docentes y su relación con la investigación	29
5.1.5 Los estudiantes y su relación con la investigación	32
5.1.6 Proyectos de investigación en la Universidad EIA.....	32
5.1.7 Campos estratégicos de investigación de la universidad	35
5.1.8 Relacionamiento de la EIA con empresas, estado, sociedad	36
5.1.9 Patentes concedidas en la EIA	38
5.1.10 Transferencia.....	41
5.1.11 Programa de emprendimiento	44
5.2 Estudio de vigilancia, inteligencia y prospectiva	45
5.2.1 Modelo Universidad Illinois, USA	50

5.2.2 Modelo Universidad Georgia Tech, USA.....	51
5.2.3 Modelo Tecalia, España.....	53
5.2.4 Modelo del Massachusetts Institute of Technology (MIT).....	54
6 Plan de acción.....	56
6.1 Construcción del <i>Roadmap</i> tecnológico.....	56
6.2 Arquitectura del <i>Roadmap</i> Tecnológico	57
7 Conclusiones y recomendaciones.....	63
Referencias	65
Anexos.....	68
Anexo A. Cuestionario de entrevista a líderes de investigación	68
Anexo B. Análisis de entrevistas.....	69

Lista de tablas

Tabla 1 Sinopsis del problema	13
Tabla 2 Actores que intervienen en la transferencia	17
Tabla 3 Sinopsis del marco metodológico	26
Tabla 4 Profesores EIA 2021 reconocidos como Investigadores por Minciencias	30
Tabla 5 Indicadores de productividad anual en investigación	31
Tabla 6 Colaboración con entidades nacionales e internacionales en propuestas en 2021	37
Tabla 7 Patentes concedidas a noviembre de 2021	38
Tabla 8 Costo promedio de la gestión de patentes	40
Tabla 9 Ecuaciones de búsqueda.....	46
Tabla 10 Modelos de transferencia tecnológica	48

Lista de figuras

Figura 1 Activos intangibles	21
Figura 2 Integrantes de grupos de investigación reconocidos como Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano	29
Figura 3 Participación de estudiantes en los semilleros de investigación.....	32
Figura 4 Financiamiento de la investigación	33
Figura 5 Distribución de las fuentes de financiación de los proyectos activos en 2021	34
Figura 6 Presupuesto por grupos de investigación.....	35
Figura 7 Estado de patentes EIA - SIC	39
Figura 8 Co-ocurrencia de palabras clave	47
Figura 9 Esquema de Modelo Interactivo	50
Figura 10 Modelo de Universidad de Illinois, USA	51
Figura 11 Modelo general de transferencia Universidad Georgia Tech, USA	52
Figura 12 Modelo staged gate de transferencia Universidad Georgia Tech, USA	52
Figura 13 Modelo de integración de programas Universidad Georgia Tech, USA.....	53
Figura 14 Modelo de transferencia MIT	55
Figura 15 Roadmap de transferencia Universidad EIA	58
Figura 16 Modelo de gestión del conocimiento.....	61

Resumen

La propuesta de *Roadmap* como alternativa para lograr un mayor impacto de la transferencia tecnológica de la Universidad EIA, tiene como objetivo analizar el contexto de la Universidad EIA en las dimensiones de I+D+i, transferencia de tecnología e investigación. En esta perspectiva, el plan de acción que se propone en esta tesis de la Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación podrá ser incorporado de acuerdo con la dinámica organizacional de la Universidad EIA.

La Universidad EIA es una institución de educación superior que ofrece programas de pregrado y posgrado en las áreas de la salud, ingeniería y ciencias administrativas con acreditación de alta calidad. La institución propende por la formación integral de la más alta calidad a partir del fomento de la investigación y la interacción con el entorno, con lo cual busca el desarrollo tecnológico, económico, cultural y social del país.

Este trabajo de grado se desarrolló bajo una metodología con enfoque mixto y de alcance descriptivo-explicativo, que busca caracterizar a la Universidad EIA desde su labor de investigación y desarrollo; además de la identificación de los modelos de transferencia tecnológica que apliquen a la EIA para proponer un *roadmap* que aumente el impacto de la universidad en la sociedad por medio de la transferencia. La recolección de los datos se realizó mediante la aplicación de la técnica de encuesta con dos criterios incluyentes de muestra: “ser investigador activo con proyectos de posible transferencia de la EIA” y “ser parte de la oficina de innovación o transferencia de alguna institución de educación superior de la ciudad”. A partir de los resultados obtenidos en la caracterización de la Universidad y en contraste con la literatura académica, científica, técnica y legal hallada en la vigilancia tecnológica y prospectiva estratégica, se entrega a la Universidad EIA, especialmente a la dirección de investigación, una propuesta de plan de acción visibilizada de manera gráfica en un *Roadmap* (hoja de ruta). Estos hallazgos, con sus respectivos análisis, podrán ser retomados por la dirección de investigación para impactar de manera estratégica la cultura institucional en relación con el desarrollo de proyectos de investigación con enfoque de transferencia, lo cual logrará reflejarse en el aumento del impacto de la Universidad en la sociedad por medio de su labor de investigación y extensión.

Palabras clave: Transferencia tecnológica, investigación y desarrollo, modelos de transferencia tecnológica, activos intangibles, oficinas de transferencia tecnológica.

Abstract

The Roadmap proposal, positioned as an alternative to enhance the technological transfer impact at EIA University, aims to analyze the University's context within the dimensions of R&D&i and the technology transfer process. From this standpoint, the action plan outlined in this Master's thesis in Science, Technology, and Innovation Management could be integrated, aligning with the organizational dynamics of EIA University.

EIA University is a higher education institution that offers undergraduate and graduate programs in the areas of health, engineering and administrative sciences with high educational quality. The institution strives for comprehensive training of the highest quality by promoting research and interaction with the environment, thereby seeking the technological, economic, cultural and social development of the country.

This degree work was developed under a methodology with a mixed approach and a descriptive-explanatory scope, which seeks to characterize the EIA University from its research and development work. Furthermore, it sought to identify technology transfer models applicable to EIA, proposing a roadmap aimed at increasing the university's societal impact through effective transfer. Data collection was carried out by applying the survey technique with two inclusive sample criteria: “being an active researcher with projects of possible transfer of the EIA” and “being part of the innovation or transfer office of some institution of higher education of the city. Based on the results obtained in the characterization of the University and in contrast with the academic, scientific, technical and legal literature found in technological surveillance and strategic prospective, an EIA proposal is delivered to the University, especially to the research direction action plan graphically visible in a Roadmap. These findings, with their respective analyses, may be taken up by the research management to strategically impact the institutional culture in relation to the development of research projects with a transfer focus, which will be reflected in the increase in the impact of the University in society through its research and extension work.

Keywords: Technology transfer, research and development, technology transfer models, intangible assets, technology transfer offices.

1 Identificación del problema

En nuestro medio las universidades, según la Ley 30, tienen las misiones de docencia, investigación y extensión. En ese sentido, su misión de investigación se ha ido adecuando a la complejidad de la sociedad actual. La apropiación y aplicación de la investigación básica trae consigo mejores beneficios en el aprovechamiento de estos procesos en la resolución de problemas sociales. La relación universidad y empresa, mediada por el Estado, es una de las estrategias para implementar y desarrollar este tipo de actividades de transferencia tecnológica. Este proceso de transferencia es entendido como el acceso del sector privado a los desarrollos científicos para generar bienes y servicios con fines comerciales (López *et al.*, 2006).

La Universidad es un escenario donde la producción de conocimiento sigue las dinámicas propias de la ciencia, en todas sus alternativas, que pretende mover la frontera del conocimiento. Es por ello que la universidad debe trascender a modelos de investigación que den respuesta a las necesidades económicas y sociales, y a los desafíos ambientales del mundo actual, así se proponen alternativas para aumentar la producción de conocimiento. En ese contexto surge el denominado modo 2, como alternativa para resolver las limitaciones de relacionamiento de la investigación académica y disciplinar con las empresas y la sociedad, enmarcado en las necesidades sociales, con aplicación real por medio del conocimiento transdisciplinar que integra diversas organizaciones y la sociedad es partícipe a través del control de calidad de esa información (Gibbons *et al.*, 1994).

De esta manera, se crea un escenario propicio para que la investigación aplicada encuentre lugar en el mercado y aportar desde las universidades al desarrollo científico-técnico de los países y mejorar la competitividad de las empresas y las universidades.

Para la implementación de este proceso se requiere identificar a los actores interesados en cada etapa del mismo, el cual inicia en la generación de nuevo conocimiento. Luego, se incorpora a un ecosistema que tiene muchos más actores y cada uno de ellos con un papel relevante, y esto determina la ruta de trabajo para generar desarrollo científico-técnico y económico.

En ese sentido, y hablando del marco global, Abdul (2022) menciona que las oficinas de transferencia tecnológica (OTT) deben ser vistos como elementos fundamentales de la relación universidad industria. Estas oficinas desarrollan un papel fundamental en el sentido en que proporcionan políticas de propiedad intelectual, consiguen financiación e incentivan las prácticas de investigación que apuntan a una innovación tecnológica.

Por ejemplo, en Estados Unidos la Ley Bayh–Dole permite de manera uniforme que las organizaciones sin fines de lucro y los contratistas de pequeñas empresas mantengan la propiedad de las invenciones realizadas con financiación federal y que hayan adquirido, siempre que cada invención se divulgue oportunamente y el contratista opte por conservar la propiedad de esa invención. Otro cambio clave fue autorizar a las agencias federales a otorgar licencias exclusivas a las invenciones propiedad del gobierno federal.

Además, controla las invenciones resultantes de la financiación del Estado, y busca promover que las empresas inviertan en las patentes y financien su escalabilidad Abdul (2022). Asimismo, sucede en China, en donde se creó una Ley con las mismas características y se le inyectó dinero a las cuatro universidades más prestigiosas y antiguas del país para desarrollar investigación que derivaran en patentes para generar innovación. En ese sentido, el gobierno decidió apoyar la creación de políticas de propiedad intelectual que posibilitará un mejor desarrollo de estas investigaciones y conseguir patentes Abdul (2022). El problema aquí es que la mayoría de esas patentes no se han comercializado.

En China, se evidencia un caso de éxito como lo es la figura de Tsinghua Holdings que se encarga de la gestión de activos de propiedad intelectual, que pretende contribuir a la ejecución de planes de desarrollo impulsados por la innovación, así como a la comercialización de los logros científicos y tecnológicos de las universidades Abdul (2022).

Asimismo, han creado un sistema integral de investigación en donde participan activamente la industria, la academia y el gobierno por medio de sus ministerios. Para ello se apoyan de una plataforma que permite la integración de diversos actores por todo el país, cursos en línea de propiedad intelectual y un sistema de incentivos en donde al menos el 25 % de los ingresos obtenidos a través de la concesión de licencias de propiedad intelectual deben compartirse con los inventores en forma de efectivo o acciones Abdul (2022).

En esta revisión, se encontró que los modelos más relevantes de transferencia tecnológica son los modelos lineales, los dinámicos, los de la triple y cuádruple hélice. El primero, conformado por etapas sucesivas y en orden, inicia en el laboratorio, pasa por la intervención de la oficina de transferencia tecnológica y finalmente llega a licenciamientos para empresas. El modelo dinámico contempla las mismas etapas del modelo lineal, pero le agrega elementos como el análisis de factores internos que pueden afectar la negociación con la empresa, como los recursos para la investigación asignados por la universidad, la interculturalidad para negociar y la capacidad que

tengan las oficinas de transferencia tecnológica para la negociación. En el modelo de triple hélice el papel clave lo cumplen las universidades que facilitan la creación de organizaciones híbridas (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). En cambio, en el triángulo de Sábato si es el Estado el que tiene un papel preponderante, pues establece canales de comunicación para que el nuevo conocimiento se incorpore al proceso productivo, generando así la innovación. Finalmente, el modelo de la cuádruple hélice propone a la sociedad civil como elemento clave para la generación de productos y servicios innovadores que priorizan el interés colectivo y el intercambio de conocimiento.

La Universidad EIA, a través del plan de desarrollo 2011-2014 y dentro de la estrategia institucional “*fortalecimiento académico centrado en el conocimiento*”, propuso los procesos de investigación focalizados en campos estratégicos y ejes transversales que permitieron el fortalecimiento de las funciones sustantivas basadas en las fortalezas académicas de la EIA, los campos estratégicos fueron tecnologías para la salud, energía, recursos naturales, minerales y biodiversidad, infraestructura y gestión del territorio, organización e industria; los ejes transversales estuvieron enfocados en desarrollo sostenible, modelación computacional, gerencia, finanzas y mercadeo, materiales, educación, automatización e instrumentación.

Una vez definidos los campos estratégicos y los ejes transversales, surge la necesidad de verificar cómo, desde las diversas actividades de investigación e innovación, se posicionan y se les da diferentes énfasis según las capacidades institucionales y las oportunidades que ofrece el entorno, y se evidencia el potencial que se tiene en todas ellas para aportar al menos a un campo o eje (Universidad EIA, 2011).

Actualmente, los procesos de investigación en la Universidad EIA obedecen a una dinámica que se puede considerar global, pues tiene en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas, y a partir de esta línea macro desarrolla campos estratégicos por Escuela que van en dirección de estas grandes tendencias.

Sin embargo, las tecnologías desarrolladas por la EIA alcanzan un nivel promedio de desarrollo tecnológico de TRL 4,5 (Technology Readiness Level), es decir con un prototipo funcional en ambiente de laboratorio. En este sentido el escalamiento industrial, por parte de la universidad, se hace inviable en términos de costos, tiempos, y riesgos debido al alto nivel de incertidumbre comercial de la tecnología. Así mismo, cuando se ofrece la tecnología a empresas para que la compren o la adapten a sus procesos operacionales, existe una fuerte restricción dado que no hay interés o simplemente no cumple con las necesidades reales del mercado.

Este panorama demuestra la creciente necesidad de contar con estrategias y rutas de trabajo acordes con las necesidades y características de la universidad y sus empresas aliadas, es por esto que se hace necesario pensar en un modelo de transferencia que permita niveles óptimos de desarrollo de nivel tecnológico (con niveles TRL 7,8) que facilite la adecuada introducción del producto en el mercado y crecimiento del mismo.

Tabla 1

Sinopsis del problema

Problema	Bajo impacto de la transferencia de tecnología que está realizando la Universidad EIA, por ende, el aporte es bajo o limitado en la generación de riqueza y bienestar para la sociedad.
Posibles causas	<ul style="list-style-type: none"> ● Baja aplicabilidad de mecanismos de transferencia tecnológica. ● Baja articulación entre empresa y grupos investigación. ● Limitado presupuesto en investigación y pocos incentivos para los docentes. ● Baja articulación entre las líneas de investigación actuales con las necesidades o demandas del sector productivo.
Posibles consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> ● Bajo aporte de la Universidad a la generación de riqueza y mayor bienestar de la sociedad. ● Bajo impacto de la transferencia tecnológica al sector real. ● Bajo nivel de relaciones entre la EIA y la empresa privada. ● Alta dependencia de tecnologías de empresas extranjeras.
Posible solución	Proponer un <i>Roadmap</i> para las actividades de transferencia tecnológica de la Universidad EIA, que mejore su eficacia relativa a la articulación con las necesidades de las empresas y la sociedad.

El panorama actual de los modelos de transferencia tecnológica nos muestra que hay diversas formas de realizarla y que hay condiciones que garantizan que este proceso se dé. Sin embargo, el porcentaje de transferencia tecnológica de la Universidad EIA a la empresa es muy bajo, lo cual se evidencia porque de las diez tecnologías protegidas solo una ha sido transferida al mercado (Datos tomados de la dirección de Investigación).

La transferencia tecnológica en las instituciones de educación superior es de gran relevancia para aumentar la generación de nuevo conocimiento e incentivar la investigación en diversas áreas del saber que aporten a la solución de problemas sociales, así como la generación de riqueza para la sociedad, teniendo como fundamento el desarrollo de bienes y servicios de base tecnológica desde las empresas y por qué no, también desde las mismas universidades. Según López *et al.* (2006) la transferencia tecnológica está directamente relacionada con el aumento de la producción de nuevo conocimiento en las universidades.

Lo anterior trae consigo beneficios enfocados en mayor financiación de la investigación y aplicación de la misma, promoviendo la apropiación del conocimiento como elemento del desarrollo tecnológico en la sociedad. Es de anotar que todo esto se consigue con la integración de diversos actores que tienen intereses y objetivos comunes, de ahí la importancia de la cuádruple hélice para orientar procesos de investigación que permitan la adopción de actividades comerciales a partir de la transferencia de tecnología. También, se busca impulsar la generación de valor y el desarrollo de capacidades en la universidad, y que esta sea de verdad un actor relevante para el desarrollo económico de su entorno y de la sociedad.

Este trabajo es de carácter explicativo y pretende diseñar un *roadmap* de transferencia tecnológica para la Universidad EIA, que contempla aspectos generales de la transferencia. La metodología de trabajo está compuesta por revisión y análisis de la literatura a la luz de los objetivos trazados. Se desarrollará bajo un alcance descriptivo explicativo.

El alcance es descriptivo y pretende especificar las propiedades y características de actores, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Además, recoge información de manera independiente sobre conceptos o variables. Los estudios explicativos se fundamentan en comprender por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Proponer un *roadmap* para las actividades de transferencia tecnológica de la Universidad EIA, que permita lograr un mayor impacto de la producción de conocimiento a partir de la articulación con las necesidades de las empresas y la sociedad.

2.2 Objetivos específicos

- Reconocer el modelo de investigación y desarrollo y de transferencia tecnológica de la Universidad EIA.
- Identificar las características de modelos de transferencia tecnológica que puedan ser adoptados y adaptados a la Universidad EIA
- Diseñar un *roadmap* tecnológico que trace la ruta a seguir desde los modelos evidenciados y las necesidades identificadas en la universidad en su proceso de transferencia.

3 Marco conceptual

El entorno cambiante de las organizaciones hace que ellas se evalúen y se comparen con sus competidores para adaptarse a los cambios y generar ventaja competitiva desde la diferenciación de productos o servicios.

Las universidades, enmarcadas en una economía basada en el conocimiento, interactúan con diversos actores para crear relaciones por medio de las cuales se puedan generar nuevos enfoques e ideas de fuentes internas y externas que se integran en función de la transformación social mediada por el conocimiento y la tecnología. Dicha interacción se refleja en la transición hacia una relación con la industria donde las universidades obtienen mayores beneficios al realizar procesos de cocreación con estudiantes, docentes e investigadores que trabajan con la industria para dar respuesta a necesidades globales que van encaminadas a la generación de nuevo conocimiento y la transferencia de tecnología (Cai y Ahmad, 2021).

Inmersos en esta transformación del contexto de la actividad económica, diferentes autores han conceptualizado sobre la transferencia tecnológica y su aporte al desarrollo económico. Conceptos base que en este ejercicio de investigación se asocian a otras categorías como: investigación y desarrollo experimental (I+D), unidades de transferencia tecnológica, activos intangibles, *roadmap*. Los cuales se abordan desde una perspectiva teórica en el ámbito local e internacional.

Es así como se entiende que la transferencia de tecnología es el proceso por el cual las empresas tienen acceso a los avances tecnológicos desarrollados a partir de la producción de conocimiento científico, a través del traslado de dichos desarrollos a las empresas productivas para su transformación en bienes, procesos y servicios útiles aprovechables comercialmente, es decir innovación. Esta transferencia se realiza a través de acuerdos, licencias o convenios entre la universidad, los institutos o centros de investigación no universitarios y la empresa. Su objetivo es la generación de desarrollo científico y la creación de condiciones económicas que incentiven la innovación (López *et al.*, 2006).

Asimismo, la transferencia de tecnología es un esfuerzo en el que las universidades intentan identificar la mejor manera de patentar y otorgar licenciamientos a sus descubrimientos científicos. Las empresas, generalmente, realizan el proceso de escalamiento y comercialización

de la tecnología cuando esta se ajusta a sus necesidades y le aporta a la competitividad de la misma. El Estado participa por medio de políticas que permiten la adopción de tecnologías (Brown *et al.*, 2022).

Como se mencionó, el proceso de transferencia tiene diversos actores que interactúan en función de unos objetivos individuales, pero que se requiere de un trabajo en red para obtener los fines propuestos, en la Tabla 2 se relacionan estos actores.

Tabla 2

Actores que intervienen en la transferencia

Actor	Alcance
Proveedor de tecnología	Es el generador o transmisor de la tecnología que pueden ser universidades, instituciones de investigación, empresas que realizan I+D y generan conocimiento.
Receptor de tecnología	Es el usuario o cliente de la tecnología que busca beneficiarse de la aplicación y el uso de una tecnología específica.
Intermediario	Es el que facilita la transferencia de tecnología entre el proveedor y el receptor; puede ser una oficina de transferencia tecnológica que ayuda a superar barreras y facilitar la transferencia exitosa de conocimientos y tecnologías.

Nota. Fuente (Sánchez y López, 2018).

El proceso de transferencia también se da de manera directa o indirecta. En la primera el creador o proveedor de la tecnología realiza el proceso directo con el receptor, y en la segunda hay un intermediario que conecta la tecnología con el receptor. Esta transferencia debe darse de manera formal por medio de un contrato o escrito que soporte el proceso, también se debe considerar si el proceso es a nivel local, nacional, regional o internacional. En este proceso es clara la contraprestación acordada que puede ser económica, en donde se realiza un pago de determinada cuantía; en especie, en la cual se hacen intercambios de equipamiento, tecnología, bases de datos, o personal; en alianza, para pertenecer a consorcios y crear relaciones con nuevos socios; por imperativo legal, que es cuando hay un mandato gubernamental; por último, desinteresada, que tiene relación con la responsabilidad social (Ministro de Ciencia, Tecnología

e Innovación de Colombia [Minciencias], 2022).

La transferencia de tecnología requiere de la identificación de los proyectos para conocer el estado de estos, para ello existen diversos estándares y métricas que permiten evaluar el desarrollo y potencial de una tecnología como, por ejemplo:

- CRL - Customer Readiness Level (Nivel de madurez del cliente): verifica la necesidad del mercado y el interés de los clientes objetivo.
- TRL- Technology Readiness Level (Nivel de madurez tecnológica): nivel de madurez de la tecnología propuesta.
- BRL- Business Readiness Level (Nivel de madurez del negocio): valida el modelo de negocio y el potencial comercial.
- IPRL - Intellectual Property Readiness Level (Nivel de madurez de propiedad intelectual): evalúa y desarrolla una protección adecuada de la propiedad intelectual (IP).
- TMRL - Team Readiness Level (Nivel de madurez del equipo): evalúa y prepara el equipo humano requerido con las adecuadas competencias.
- FRL - Funding Readiness Level (Nivel de madurez para la financiación): evalúa la preparación para la inversión y financiación segura.
- SRL - Sustainability Readiness Level (Nivel de madurez de la sostenibilidad): comprende la madurez económica y ambiental de los proyectos de base biológica.

Tener en cuenta estas escalas de maduración es muy importante al momento de iniciar un proceso de transferencia para seleccionar el mejor mecanismo y canal. En ese sentido, la transferencia puede darse desde un canal interno que está compuesto por actores del mismo país, y cuando son actores de diversos países se dice que el canal es externo; y también se puede nombrar como canal vertical si se da entre actores de sectores e industrias diferentes, y horizontal si son del mismo sector económico e industrial (Minciencias, 2022).

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI] (2023) define que el conocimiento y la tecnología creados en las universidades debe ser transferido con fines científicos, técnicos, socioeconómicos y comerciales. Para ello define los siguientes mecanismos:

- Publicaciones (revistas técnicas, revistas científicas, etc.).
- Presentaciones y contactos personales (congresos, cursos, organizaciones profesionales,

etc.).

- Patentes.
- Investigación por contrato, investigación patrocinada y colaboraciones de I+D con empresas.
- Intercambio de personal institución-industria.
- Proyectos de posgrado.
- Consultoría por parte de las universidades.
- Cesión y licenciamiento de tecnología.
- Spin-off y start-up.

Es así como el proceso de transferencia de tecnología implica diversas actividades, actores, mecanismos y canales que le permite a las instituciones, en este caso a las universidades evaluar sus activos intangibles para transferir a las empresas y generar desarrollo económico.

Así mismo, la investigación y desarrollo experimental (I+D) se ha convertido en un medio para materializar la transferencia de tecnología en la sociedad. En la mayoría de los modelos, la universidad es el punto de partida de las investigaciones que pretenden aportar a la solución de necesidades de la sociedad para generar desarrollo económico. Según el Manual de Frascati (2015) “la I+D comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible” (p.47). La I+D es una actividad que se realiza de manera deliberada para producir nuevo conocimiento.

El Manual clasifica las actividades de I+D en tres categorías principales:

- **Investigación básica:** trabajos experimentales o teóricos dirigidos a ampliar el conocimiento científico de un fenómeno sin otorgarles ninguna aplicación. Sus resultados se difunden a través de revistas científicas y entre colegas.
- **Investigación aplicada:** actividades que se emprenden para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica, o para determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos predeterminados. Los resultados se pueden proteger con instrumentos de propiedad intelectual, incluyendo la confidencialidad.
- **Desarrollo experimental:** actividades sistemáticas basadas en conocimientos existentes

o adquiridos previamente, con el objetivo de producir nuevos materiales, productos o dispositivos o mejorar los ya existentes.

A su vez, el mismo Manual, presenta cinco criterios para identificar las actividades de I+D. El primero, es que sea novedoso, es decir, que los hallazgos sean nuevos en materia de conocimiento o del negocio y que aún no se empleen en esos campos. El segundo, es que sea creativo, que los conceptos e ideas mejoren el conocimiento ya existente y aporte nuevos métodos para desarrollar tareas. Un tercer factor es la incertidumbre, aceptar que todo proceso de investigación es incierto y que no se pueden controlar todos los factores que intervienen. En cuarto lugar, que el proceso sea sistemático, se debe planear y registrar cada paso de la investigación para poder realizar un seguimiento del cumplimiento de los objetivos y resultados. Finalmente, debe ser transferible y reproducible, es decir, garantizar la aplicación de ese conocimiento y su divulgación a otros investigadores para que puedan hacer uso de ellos en sus proyectos.

Por otro lado, se encuentran los activos intangibles como elementos generadores de valor en las organizaciones y en las universidades. Según la Asociación Interamericana de Contabilidad [AIC] (2022) un activo intangible es un activo inmaterial y se ve reflejado en la propiedad intelectual de la empresa (tales como patentes, marcas, derechos de autor, metodologías de negocio), y que son susceptibles de valoración económica.

De esta manera, el capital intelectual como activo intangible está compuesto por el conocimiento de la organización. Según Pérez y Tangarife (2013) está conformado por tres elementos: capital humano como conocimientos, habilidades y destrezas de las personas; el capital estructural que está conformado por tecnologías, metodologías y procesos propios de la organización; y el capital relacional que trata sobre las relaciones establecidas con los clientes y la capacidad comercial de la empresa que a su vez puede evidenciar cómo los clientes perciben el valor de la empresa.

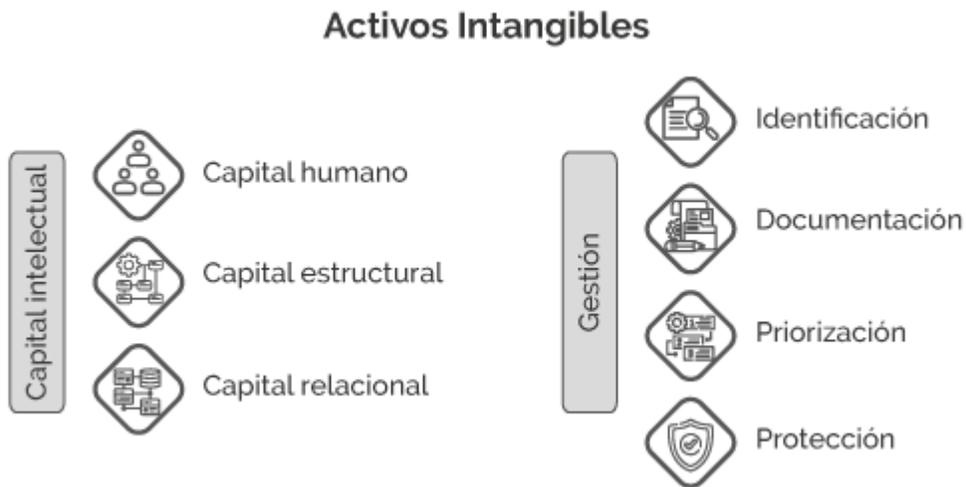
La Oficina Española de Patentes y Marcas [OEPM] (2012) menciona algunas características de estos activos como que pueden ser objeto de comercio como las patentes; pueden contribuir al plan estratégico de la empresa, generando nuevas ideas o líneas de negocio; proporcionan prestigio y reconocimiento y pueden utilizarse como herramienta para promocionar la empresa; funciona como barrera de mercado y da ventaja competitiva al disuadir a la competencia.

Asimismo, la gestión de estos activos que se basa en la identificación, documentación, priorización y protección es fundamental para realizar la valoración económica de los mismos y tomar decisiones informadas para crear ventajas futuras para las empresas. En este mismo contexto es que se empiezan a contemplar los activos tecnológicos como valor agregado y fuerza de negociación y diferenciación (OEPM, 2012).

En la Figura 1 se presenta un resumen de los activos intangibles y sus características.

Figura 1

Activos intangibles



Así pues, la gestión de los activos intangibles permite que las universidades y organizaciones reconozcan el potencial de las tecnologías que poseen para tomar decisiones informadas y generar valor agregado para fortalecer el proceso de gestión del conocimiento y de transferencia como mecanismos de relacionamiento con sus clientes y aliados. La gestión de estos activos tiene como objetivo la transferencia que como ya se mencionó tiene diversas etapas y mecanismos.

Como se mencionó, la transferencia de tecnología se da por medios de diversos canales, actores y mecanismo. En su mayoría esta gestión se realiza desde las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) que se encuentran en las universidades u otras instituciones productoras de conocimiento. En ese sentido, una oficina de transferencia tiene como objetivo comercializar los resultados de la investigación y al mismo tiempo hacer frente a los desafíos que implica la transferencia en una universidad. Las universidades son consideradas el principal motor

del desarrollo económico y el actor crítico en la economía del conocimiento. Las universidades se han convertido en centros de desarrollo de nuevas empresas de alta tecnología (Alkhazaleh *et al.*, 2022). Es por eso que estas oficinas o áreas tienen un papel preponderante en este proceso.

Así pues, una OTRI es un intermediario que tiene un amplio campo de actuación para facilitar el relacionamiento y negociación entre quienes disponen del conocimiento y la tecnología y quienes requieren de su aplicación para fines productivos y sociales (Ruiz *et al.*, 2016). Estas oficinas deben contar con personal capacitado para realizar este tipo de contacto y generar un proceso de transferencia exitoso, que pasa por la capacidad de explicar en un lenguaje apropiado las funciones del producto a transferir, las ventajas y beneficios del mismo; así como de exponer los métodos para vincularlo a prácticas empresariales existentes y la documentación del proceso para entender cómo se realiza e identificar sus logros (Theodorakopoulos *et al.*, 2012).

Además, las OTRI articulan diferentes instrumentos para promover un mayor acceso a la información y desarrollo científico como, por ejemplo, la colaboración de proyectos universidad-empresa, el uso de incentivos fiscales, la capacitación y formación de profesionales en el área, el uso de patentes como mecanismos de protección de los resultados de sus investigaciones, la implementación de los acuerdos de licencia y transferencia tecnológica, y la conformación de redes y alianzas con diferentes actores del ámbito tecnológico (Álvarez *et al.*, 2019).

Las oficinas de transferencia de tecnología deben enfocar sus esfuerzos en la promoción de una cultura empresarial en la universidad, ya que la relación con la empresa se da por medio de la experiencia profesional y de conocimientos de gestión de empresas. Además, estas organizaciones tienen valor para el sistema o para las universidades en la medida en que los propios actores (investigadores y empresarios) no hayan logrado desarrollar capacidades y mecanismos de diálogo y relacionamiento de manera autónoma (Ruiz *et al.*, 2016).

De esta manera, la gestión de la tecnología en las universidades requiere de planeación estratégica para garantizar que estos recursos e intangibles apunten a la solución de necesidades internas y externas. Así, un *roadmap* se convierte en una herramienta efectiva para plasmar en las dimensiones espacial y temporal planes de acción en función de la gestión tecnológica, pues las hojas de ruta proporcionan un medio para evaluar el entorno empresarial y las oportunidades o amenazas en el negocio, además de evaluar el impacto de las tecnologías y mercados potenciales

(Phaal *et al*, 2004). Una hoja de ruta es una cronología estructurada de una intención estratégica, es decir, refleja de manera visual las respuestas a las preguntas de ¿A dónde queremos llegar? ¿Dónde estamos ahora? y ¿Cómo queremos llegar? (Kerr & Phaal, 2021). El *roadmap* es un método flexible y visual que apoya la alineación de estrategias enfocadas en la innovación y proporciona variedad en cuanto a formato y conceptos facilitando la comunicación de ideas y planes relacionados con la gestión de la tecnología y la innovación, así como el establecimiento de conexiones entre todos los factores que lo componen y movilizar acciones (Universidad de Cambridge, 2023).

La eficiencia de la hoja de ruta radica en la integración coherente de procesos y recursos de la organización. Es decir, que se alinee con los recursos y flujos de información para respaldar los objetivos de la empresa, lo que da cuenta de la capacidad que tiene la organización para trabajar de manera sistémica para contribuir a la toma de decisiones y asignación de recursos en el logro de los objetivos estratégicos de la empresa (Universidad de Cambridge, 2023).

4 Metodología

En este apartado se presenta la construcción metodológica que se utilizó en la consultoría, la cual es de carácter cualitativo descriptivo. Además, se explica el caso de estudio y las técnicas empleadas para la recolección y el análisis de información.

4.1 Tipo de estudio

Este trabajo pretende diseñar un *roadmap* de transferencia tecnológica para la Universidad EIA. La metodología está compuesta por revisión de la literatura y por el planteamiento de los objetivos trazados, con el enfoque de consultoría. Se desarrolló bajo un alcance descriptivo-explicativo con enfoque mixto; la recolección de los datos se hizo mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas a través del cuestionario como instrumento.

Se desarrolló bajo un alcance descriptivo explicativo y busca especificar las propiedades y características de actores, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Además, recoge información de manera independiente sobre conceptos o variables. Los estudios explicativos se fundamentan en comprender por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

Este estudio es transversal, pues mide las variables en un momento determinado de tiempo, dadas las limitaciones que se tienen en el alcance de este trabajo. Es un proyecto que se asemeja al estudio de caso, lo cual infiere, que los hallazgos y conclusiones de este trabajo, no se pueden trasladar a otras organizaciones. Este estudio combinará variables de tipo cualitativo y cuantitativo.

En este trabajo de grado, el esquema de estudio se configuró sobre los siguientes actores involucrados: profesores, investigadores, profesional de transferencia, profesional de emprendimiento. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la entrevista, que según Hernández-Sampieri y Mendoza (2008) la define como una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados).

Para este caso específico, se seleccionó la entrevista semiestructurada, que según los mismos autores ya mencionados precisan que se basa en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u

obtener mayor información.

La selección de los entrevistados se basó en identificar a las personas con mayor impacto y reconocimiento en la universidad en su área de investigación, esto se logró a través de la revisión de los líderes de grupos de investigación, de esta manera se entrevistaron a 3 investigadores y a un representante del sector de otra universidad. La invitación a la entrevista se hizo por medio de correo electrónico institucional de manera individual; el desarrollo de la misma se hizo a partir de preguntas abiertas y de manera presencial. Se estructuró en tres categorías de análisis a saber:

- Actividades de investigación, para analizar si el proceso es ágil, claro, permite la toma de decisiones y si se identifican los responsables.
- Incentivos económicos o de otro tipo.
- Impacto.

Por último, para el proceso de análisis de información se realizó una combinación de orden cuantitativo y cualitativo en relación con las respuestas a las preguntas de la entrevista, que permitieron, a partir de la verificación y comparación de los datos obtenidos, establecer la triangulación y clasificación de los ítems más relevantes y comunes a las entrevistas y que apuntaban al objetivo general del presente trabajo (Ver Anexo B).

Este trabajo se considera un caso de estudio en particular, la modalidad de consultoría se configura sobre el contexto de la Universidad EIA y el *roadmap*. Entre las razones más comunes por las cuales las organizaciones recurren a la consultoría están las de identificar y abordar desafíos gerenciales; establecer metas claras y acciones para lograrlas; analizar nuevas posibilidades de crecimiento y fomentar un entorno de gestión del cambio (Kubr, 2004).

A continuación, en la Tabla 3, se presenta un resumen de los pasos metodológicos del proyecto para alcanzar los objetivos trazados.

Tabla 3*Sinopsis del marco metodológico*

Objetivos específicos	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer el modelo de I +D y de transferencia de la Universidad EIA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión documental a partir del plan de desarrollo e informe de gestión de la Universidad EIA. Haciendo énfasis en los siguientes puntos: I + D, transferencia y marco legal. - Aplicación de entrevistas semiestructuradas.
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las características de modelos de transferencia tecnológica exitosos que puedan ser adoptados y adaptados a la EIA 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de vigilancia, inteligencia y prospectiva para presentar un análisis documental de los modelos de transferencia tecnológica.
<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar un <i>roadmap</i> tecnológico que trace la ruta a seguir desde los modelos evidenciados y las necesidades identificadas en la universidad en su proceso de transferencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar un <i>roadmap</i> tecnológico - Seleccionar el <i>roadmap</i> más adecuado para las circunstancias de la EIA, de acuerdo a las características anteriormente seleccionadas.

5 Diagnóstico

Con el objetivo de caracterizar las actividades de I+D y de transferencia en la Universidad EIA en términos de los programas de formación, publicaciones, grupos de investigación y semilleros que orientan la generación de conocimiento universitario, se realizó una búsqueda de información estructurada que permitió la identificación del contexto organizacional y competitivo de la universidad.

5.1 Universidad EIA: Ser, Saber y Servir

La Universidad EIA es una entidad privada sin ánimo de lucro, fundada en 1978, que tiene como finalidad la educación superior y que inicialmente se especializó en las áreas de ingeniería. Tiene como misión la formación integral de profesionales de la más alta calidad en sus programas de pregrado y posgrado, el fomento a la investigación y la interacción con el entorno, con lo cual procura el desarrollo tecnológico, económico, cultural y social de la nación. Actualmente, los programas formativos conservan la acreditación de alta calidad académica. Posee 30 programas activos, 14 pregrados, 11 especializaciones, cuatro maestrías y un doctorado. Igualmente, cuenta con 2014 estudiantes de pregrado, 99 de posgrado y 93 profesores de tiempo completo, 147 de cátedra y 183 personas en el área administrativa. Al igual que muchas instituciones de educación superior, la EIA concibe las funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión. Respecto a la docencia, cuenta con procesos formativos planificados, desarrollados y evaluados de modo sistémico, riguroso y eficiente, orientado por los profesores para el desarrollo de habilidades de pensamiento y de competencias personales y profesionales que potencian desempeños idóneos y de alta calidad de los egresados.

La investigación se concibe como un proceso creativo y metodológico orientado a la búsqueda y aplicación de soluciones innovadoras a problemas de la sociedad y a la generación de conocimiento que aporte al desarrollo científico, tecnológico, social y económico de la región en un contexto global. El proceso de extensión, se proyecta como una estrategia que logra la interacción entre la institución con los demás agentes de la sociedad, en un diálogo permanente para su mutuo enriquecimiento académico y cultural, con el fin de procurar el progreso, bienestar y transformación de la comunidad, mediante el intercambio, difusión, y transferencia de

conocimiento, información y experiencias, así como la prestación de servicios propios de su misión institucional

5.1.2 Plan de Desarrollo Institucional

Según el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) de la EIA (2019 - 2022) “La EIA fortalecerá sus escuelas consolidando los programas existentes y ofreciendo nuevos que sean pertinentes a la misión y a la sociedad; así como, aumentará en forma significativa los resultados de su Sistema I+D+i en cada programa, el cual generará sus propias fuentes de financiación; fortalecerá los vínculos con la empresa y los egresados para tener una relación efectiva e impactante en el quehacer institucional”.

5.1.3 Plan de I + D + i (investigación, desarrollo e innovación)

Respecto a investigación en el PDI (2019 - 2022) el objetivo estratégico planteó lo siguiente: “I+D+i alcanzará unos resultados que superarán ampliamente los del anterior PDI tanto desde cada programa como en el agregado institucional, en lo cual incidirá en forma notoria la participación de los investigadores en varias redes nacionales e internacionales. Estos resultados académicos conllevarán a aumentar los ingresos para alcanzar la auto sostenibilidad de la investigación institucional”.

Este mismo plan propone programas, proyectos e indicadores. En los programas se identifican lo siguientes: activos de propiedad intelectual y transferencia, innovación tecnológica, emprendimiento, grupos de investigación y semilleros y Fondo Editorial. En proyectos se evidencian estos: proyectos de investigación en convocatorias nacionales e internacionales, así como internas y externas, proyectos de investigación por áreas temáticas, revistas científicas, proyectos de acompañamiento a nuevos negocios. Como indicadores se encuentran los siguientes: clasificación de profesores en Minciencias, número de semilleros activos por año, estudiantes en semilleros de investigación, producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico e innovación, proyectos de investigación activos, índice h de la institución en Scopus, patentes concedidas en el periodo, tecnologías comercializadas, acompañamiento empresarial, proyectos de emprendimiento acompañados, capacitación en I+D+i.

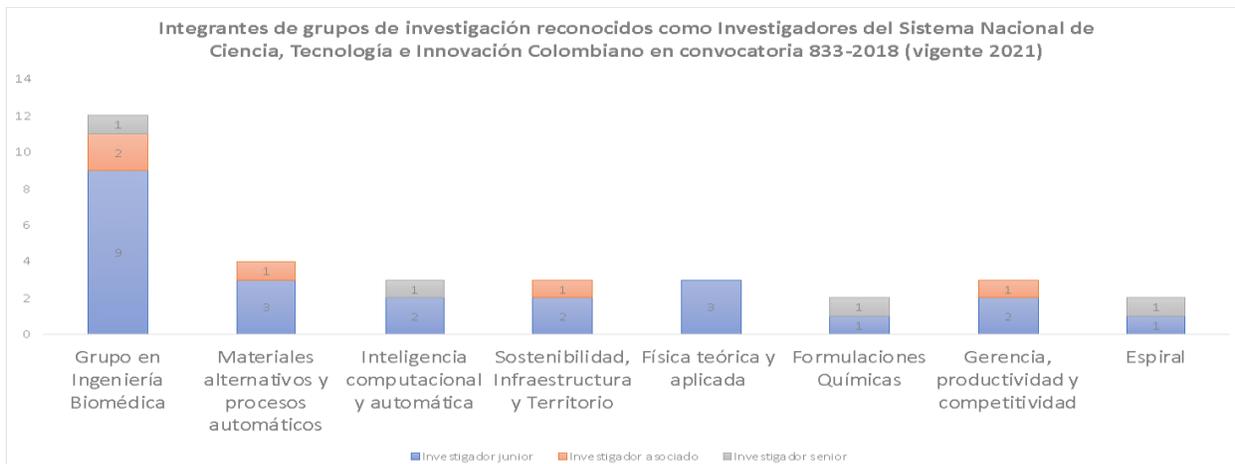
Se puede evidenciar que la investigación juega un papel importante en los procesos organizacionales y procura un equilibrio con las demás funciones sustantivas de la organización. Sin embargo, en los últimos planes de desarrollo se abre la posibilidad de hacer procesos de innovación tecnológica orientada a la protección de la propiedad intelectual y como consecuencia la universidad produjo 10 patentes de las cuales solo dos se han transferido al mercado. Como se puede ver el nivel de transferencia de las tecnologías hacia el sector productivo es muy bajo.

5.1.4 Los docentes y su relación con la investigación

5.1.4.1 Grupos de investigación. La Universidad EIA cuenta con nueve grupos de investigación clasificados así ante Minciencias: 1 en categoría A1, 3 en categoría A, 3 en categoría B, 1 en categoría C, 1 no reconocido. En este escenario es fundamental el papel y participación del profesorado en los procesos de investigación y transferencia. Para el año 2021, el 82% (74/90) de los profesores de planta de la EIA participaron como integrantes de los grupos de investigación. De ellos, 27 están reconocidos como Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano en convocatoria 833-2018, lo cual corresponde a un 36% (27/74) del total de profesores participantes en los grupos y 30% del total de los profesores de planta (27/90). Los grupos a los que pertenecen se muestran en la Figura 2.

Figura 2

Integrantes de grupos de investigación reconocidos como Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombiano



Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

Es importante anotar que los profesores pertenecen a una categoría según el tipo de investigador: senior, asociado y junior, el cual permite identificar con cuáles se puede trabajar en proyecto de alto valor agregado. En la Tabla 4 se relaciona la información.

Tabla 4

Profesores EIA 2021 reconocidos como Investigadores por Minciencias

Tipo de Investigador	Profesores EIA reconocidos como Investigadores por Minciencias en convocatoria:			
	Convocatoria 693-2014 (resultado 2015)	Convocatoria 737-2015 (resultado 2016)	Convocatoria 781-2017 (resultado 2017)	Convocatoria 833-2018 (resultado 2019)
Investigador Sénior	-	-	1	3
Investigador Asociado	5	5	7	5
Investigador Junior	8	14	16	19

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

Se puede observar como la clasificación de los docentes en el sistema de reconocimiento de investigadores de Minciencias ha evolucionado de forma incremental, pues en los últimos 2 años se han clasificado como senior 3 docentes y como junior 19. Todo esto indica que la investigación en la Universidad EIA se está fortaleciendo para generar mayor impacto científico.

5.1.4.2 Productos científicos y tecnológicos. El Ministerio de Ciencia, tecnología e Innovación (Minciencias) (2020) define cuatro tipologías de productos de investigación:

- NC. Nuevo conocimiento: artículos en revistas científicas, libros de investigación, capítulos de libros, patentes, modelos de utilidad

- DTi- Desarrollo tecnológico innovación: prototipos, registros de software, diseño industrial, planta piloto, empresas de base tecnológicas, spin off.
- ASC: Apropriación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia. Participación en eventos, libros de divulgación, libros de formación, semilleros de investigación, artículos de divulgación, *working paper*.
- Formación: Dirección de TG, tesinas y tesis (pregrado, maestría y doctorado). Apoyos de creación de programas de maestría y doctorado. Creación de cursos en los programas de maestría y doctorado.

La Universidad EIA tiene un consolidado de la producción desde el año 2015 según clasificación definida anteriormente, la cual se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Indicadores de productividad anual en investigación

	Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Profesores	Profesores de planta	81	81	85	84	86	86	90
	Profesores de planta integrantes de grupos de investigación	66	61	70	76	77	73	74
	Profesores integrantes de grupos de investigación y con participación en proyecto de I+D+i activo en el año	40	37	42	46	51	51	47
Producción	Producción NC+DTi TOP y A	28	33	44	48	47	38	47
	Producción ASC	95	126	96	110	105	147	168
Productividad	NC+DTi TOP y A /año/profesor con participación en proyecto de I+D+i activo en el año	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	0,7	1,0
	ASC/año/profesor con participación en proyecto de I+D+i activo en el año	2,4	3,4	2,3	2,4	2,1	2,9	3,6

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

5.1.5 Los estudiantes y su relación con la investigación

Los estudiantes se vinculan a la investigación desde los primeros semestres por medio de los semilleros de investigación que están enfocados en diversas áreas del conocimiento. Respecto a la participación de estudiantes en los semilleros de investigación, en el año 2021 el 14% de la población se involucró en estas actividades (Figura 3).

Figura 3

Participación de estudiantes en los semilleros de investigación



Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

Se observa que la participación de los estudiantes en los semilleros se mantiene, sin embargo, para el 2021 se evidencia una baja de los semilleros activos y por ende de estudiantes participantes. El eje y1 indica el promedio de los semilleros activos por año y el eje y2 indica el porcentaje de los estudiantes en los semilleros en el tiempo.

5.1.6 Proyectos de investigación en la Universidad EIA

Durante el año 2021 se tuvieron 70 proyectos activos de los cuales 31 iniciaron en esta misma vigencia (13 de I+D y 18 de innovación o transferencia y asesorías y consultorías) y 39 venían en desarrollo desde años anteriores. Entre los proyectos iniciados en 2021 se encuentran algunos financiados por el Fondo Newton (Royal Academy of Engineering), Minciencias, Makaia, Clínica

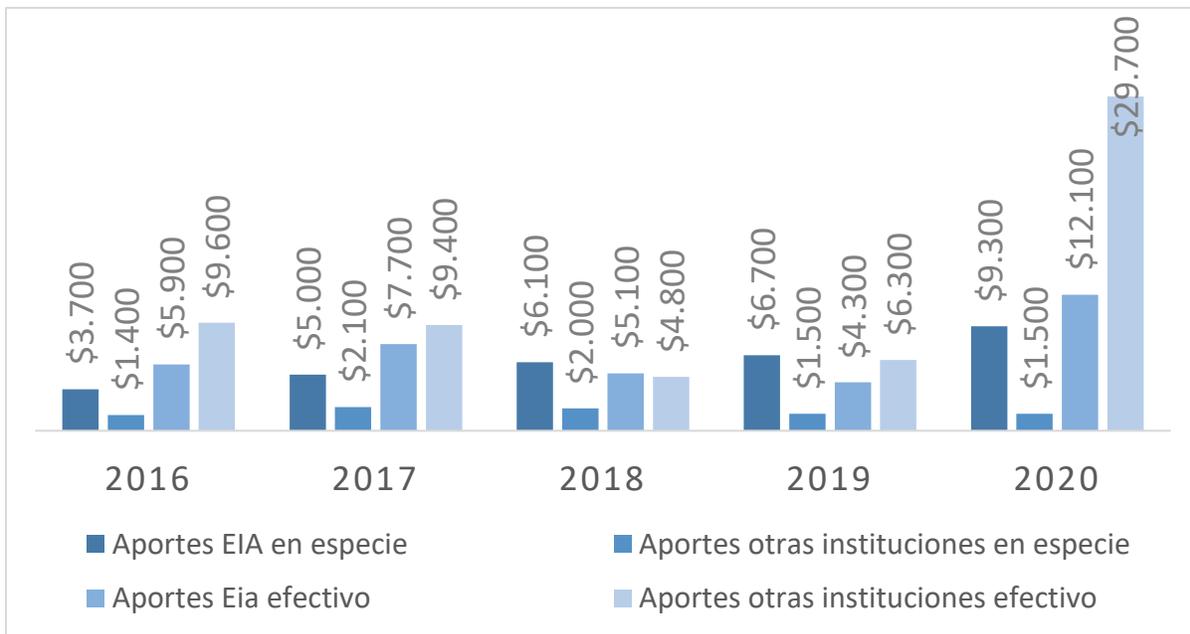
las Américas, Concreto, Argos, entre otros, fruto del trabajo de cooperación con el sector académico y productivo a nivel nacional e internacional.

5.1.6.1 Presupuestos por áreas y por carreras

Se realiza una discriminación del presupuesto I + D de aportes en especie y en dinero, en los últimos cinco años. Se destaca en que la variación de crecimiento en aportes en efectivo de la EIA fue de 181% en 2020 respecto a 2019 y que el aporte de otras entidades en efectivo creció en un 371% en el mismo periodo de tiempo (Figura 4).

Figura 4

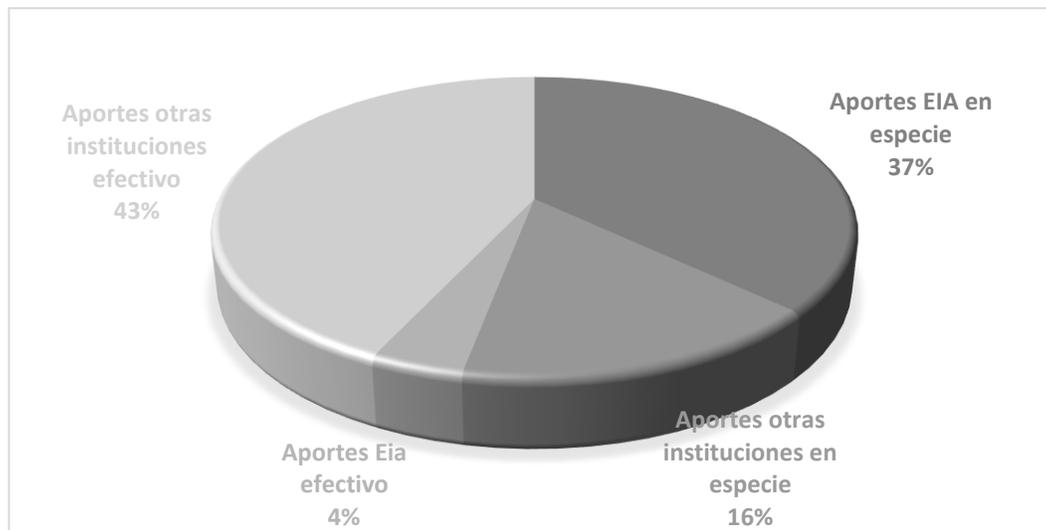
Financiamiento de la investigación



Nota. Cifras en millones de pesos.

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

Así mismo, se puede evidenciar, en la Figura 5, que el 43% de las fuentes de financiación en efectivo de los proyectos provienen de otras instituciones externas a la EIA.

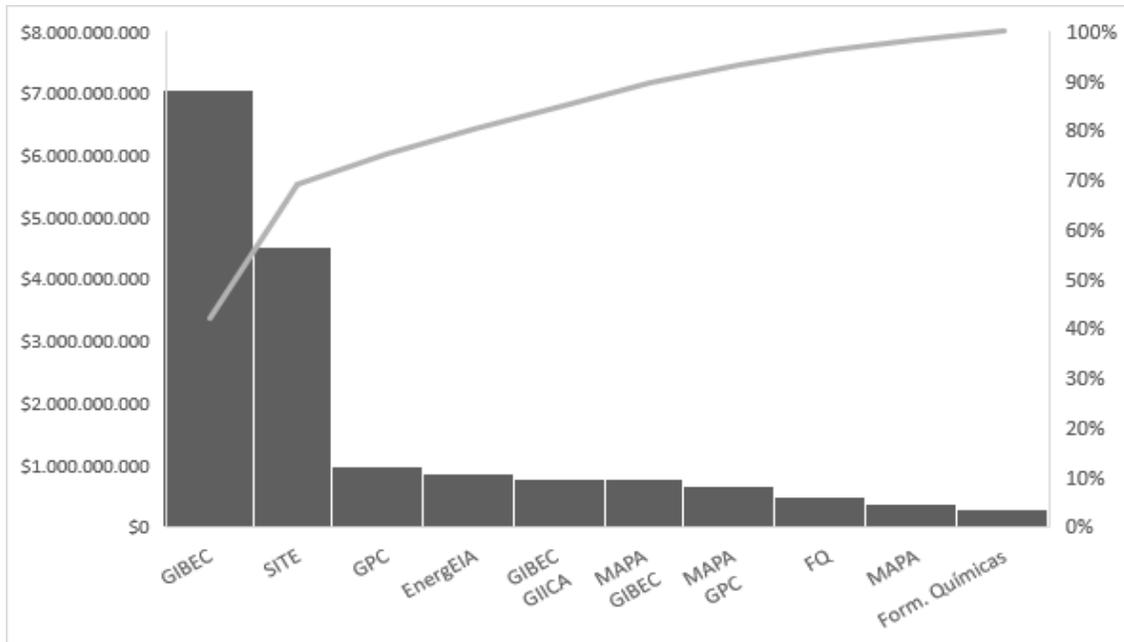
Figura 5*Distribución de las fuentes de financiación de los proyectos activos en 2021*

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

5.1.6.2 Participación en investigación por grupos. Respecto a la participación en los proyectos por aparte de los grupos de investigación, se observa que el grupo de investigación GIBEC, el cual desarrolla soluciones tecnológicas, científicas y administrativas a problemas relacionados con la salud humana, representa un 42% del total del presupuesto, debido en parte por su buen relacionamiento con entidades como: Aula abierta, CITER (México), Ecole Nationale Supérieure d'arts et métiers (Francia), Ecoprado LTDA, Escanografía Neurológica S.A., Fundación Multiimpedidos, Hospital General de Medellín, Hospital San Vicente Fundación, Hospital Santa Sofía.

El grupo denominado SITE, el cual desarrolla soluciones en ingeniería civil y ambiental en el contexto local, regional y nacional, representa el 27 % del presupuesto y ha prestado servicio a estas entidades: Alcaldía de Envigado, Alcaldía de Medellín, Alcaldía de Rionegro, Alcaldía de Santafé de Antioquia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Argos, Asociación de Ingenieros Estructurales, Camacol, entre otros.

En la Figura 6 se puede evidenciar que el grupo Gibec junto con el grupo Site concentran el 69% del presupuesto de los grupos de investigación de la EIA.

Figura 6*Presupuesto por grupos de investigación*

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

5.1.7 Campos estratégicos de investigación de la universidad

La dirección de investigación, definió por medio de su agenda (2019) unas temáticas acordes con los campos estratégicos en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS.

1. Salud y vida
2. Energía
3. Recursos naturales e Infraestructura y gestión del territorio
4. Organización e industria

Para estos campos estratégicos surgen 13 líneas temáticas que son:

1. Abordaje integral de la enfermedad crónica
2. Tecnologías para potenciar las capacidades humanas
3. Inteligencia en salud
4. Biotecnología
5. Fuentes no convencionales de energía renovable
6. Prosumidores de energía

7. Recursos y servicios ambientales
8. Cambio climático y riesgos naturales
9. Territorios inteligentes
10. Economía circular y bioeconomía
11. Transformación digital
12. Tecnologías Informáticas habilitadoras de la industria 4.0
13. Eficiencia y productividad

Esta agenda temática de investigación permite que la Universidad EIA se piense internacionalmente y contribuya al desarrollo económico de la sociedad desde sus conocimientos y capacidades.

Además, permite enfocar las propuestas de investigación en las líneas de interés para la Universidad y darle mayor peso y valor a las investigaciones que tendrán un mayor impacto.

5.1.8 Relacionamiento de la EIA con empresas, estado, sociedad

El relacionamiento inicia principalmente por medio de exploración de oportunidades en común y una de las vías más trabajadas ha sido la convocatorias nacionales e internacionales. En el año 2021, se identificaron con profesores, investigadores, empleados y directivos 27 oportunidades de financiación internacional para actividades de CTel. El 14% (6/42) de las propuestas presentadas a convocatorias externas para actividades CTel (42) se gestionaron en oportunidades que administran recursos internacionales. La construcción de las propuestas y el respaldo para presentarlas a las diferentes opciones externas de financiación se logró con las entidades nacionales e internacionales que se indican en la Tabla 6.

Tabla 6*Colaboración con entidades nacionales e internacionales en propuestas en 2021*

Entidades nacionales		Entidades internacionales	
Académicas	Otros actores	Académicas	Otros actores
Universidad Nacional de Colombia	El Comité de Rehabilitación de Antioquia	TUM, Alemania	Palmas del Espino, Perú
Universidad de Antioquia	Alcaldía de Medellín - Secretaría de Educación	TWI, Reino Unido	
Universidad de Medellín	Isagen	De Montfort University, Reino Unido	
Universidad EAFIT	Concreto	École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Suiza	
Universidad Militar Nueva Granada	Sistema de Alerta Temprana del valle de Aburrá - SIATA, Área Metropolitana del Valle de Aburrá	Universidad Autónoma de Madrid (UAM), España	
Universidad Pontificia Bolivariana, UPB	VT SAS	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil	
Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario	Prótesis Avanzadas S.A.S	Universidade de Marília – UNIMAR, Marília, São Paulo, Brasil.	
Fundación Universidad del Norte, UNINORTE	Máscapacidad S.A.S	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Brasil	
Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM	Grupo HOJARASCA SAS		
Institución Universitaria Pascual Bravo	ROIC SAS		
Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Corporación Biointropic		
Universidad CES	Corporación Investigación Innovación e Industria		
Universidad Francisco de Paula Santander	Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC		
Universidad Antonio Nariño	Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite		
Institución Universitaria Salazar y Herrera	Colcircuitos S.A.S		
Corporación Universitaria Minuto de Dios (UniMinuto)	Clínica UPB		
Universidad Tecnológica de Pereira	Makaia		
	Clínica Las Américas		
	Argos		
	Sofasa		
	Servibarras		
	Hospital Pablo Tobón		
	Uribe		
	Alcaldía de Rionegro		
	Secretaría de Desarrollo Económico		
	Gobernación de Antioquia		

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

Los proyectos en ejecución durante el 2021 contaron con la participación de instituciones nacionales e internacionales que ayudan al fortalecimiento de la EIA y a hacer visibles sus

resultados. El 63% (30/48) de la producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico publicada en 2021 tiene coautorías con personas externas a la EIA. De estos productos, el 57% (17/30) tienen coautores con filiación a instituciones internacionales.

5.1.9 Patentes concedidas en la EIA

La universidad EIA ha estado activa en el proceso de patentamiento de las tecnologías durante los últimos seis años como se muestra en la Tabla 7. Sin embargo, validando la información con el área de transferencia tecnológica de la EIA se evidencia que la tasa de adopción en el mercado es baja dado que solo el 10% de estas tecnologías tiene un modelo comercial funcional.

Tabla 7

Patentes concedidas a noviembre de 2021

#	Nombre de la tecnología	Titular (es)	Gestor	Estado
1	Procesos para obtener materiales compuestos a partir de celulosa residual obtenida de papel y cartón	EIA	EIA	Publicada Gaceta No. 811. Se contestó el primer examen de fondo el 3 de mayo de 2019. Concedida bajo resolución 60345 del 5 de diciembre de 2019.
2	Proceso de obtención de sic a partir de cascarilla de arroz	EIA UPB	UPB	Atendiendo las conversaciones con la UPB, se han adelantado gestiones para comercializar la tecnología a través de Tecnova, sin embargo, a la fecha no se han concretado negocios.
3	Método para la manufactura de materiales compuesto de aleación con base aluminio de estructura globular y partículas cerámicas dispersas	EIA UPB	UPB	
4	Máquina para la manufactura de materiales compuesto de matriz metálica de estructura globular con partículas cerámicas *	EIA UPB	UPB	
5	Estructura rígida articulada	EIA CES	CES	La universidad CES, como gestora, está encargada de adelantar los trámites de comercialización de la tecnología y para ello se firmó un contrato de propiedad intelectual
6	Mecanismo de simulación pulmonar	EIA CES	CES	Concedida bajo resolución 66335 del 25 de noviembre de 2019.

7	Dispositivo y método para controlar el flujo de un líquido	EIA, CES	EIA	Concedida bajo resolución 1226 del 23 de enero de 2020.
8	Método y dispositivo para la detección de apnea	EIA, CES	EIA	Concedida bajo resolución 46879 del 17 de septiembre de 2019.
9	Dispositivo para realizar terapias respiratorias con base en la detención de la diferencia de presión generada en el dispositivo	EIA, CES	EIA	Concedida bajo resolución 60347 del 5 de noviembre de 2019.
10	Riostra de pandeo restringido con refuerzo y su método de fabricación	EIA F' prima C / Diseño de estructur ar SA		Concedida bajo resolución 40694 del 3 de noviembre de 2022.

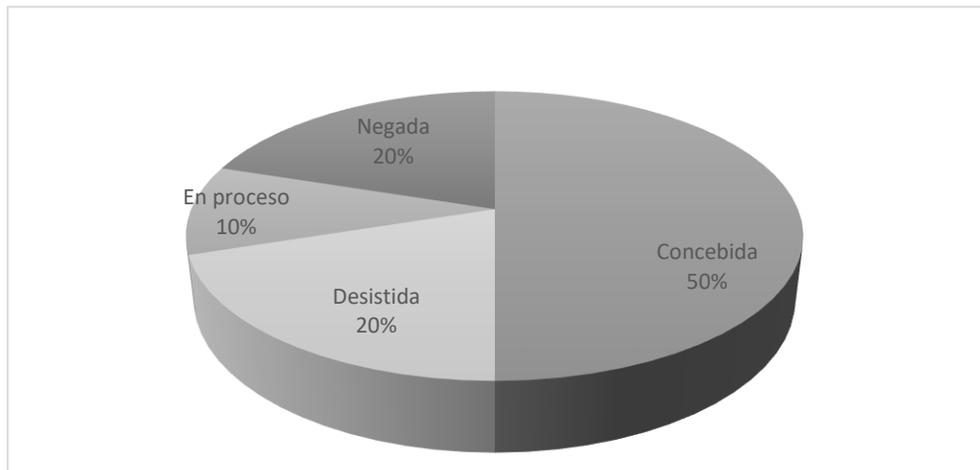
*Se contabilizan como una misma tecnología.

Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

A continuación, en la Figura 7 se presentan las patentes según su estado ante la SIC, se evidencia la gestión realizada en temas de propiedad industrial y se destaca que de 20 solicitudes enviadas el 50% de las mismas fueron otorgadas por medio de patentes como mecanismo de protección clave en los resultados de los procesos de investigación.

Figura 7

Estado de patentes EIA - SIC



Nota. Fuente Informe de Gestión y sostenibilidad Universidad EIA (2021).

5.1.9.1 Costos promedio de realizar una patente. Se realiza una estimación promedio de los costos por patentes con el fin de tener un referente del valor a asumir como organización, cuando se quiere hacer el trámite de proteger las nuevas tecnologías, en la Tabla 8 se puede observar las variables a tener en cuenta y los costos asociados a la misma.

Es importante aclarar que la EIA tiene cuatro tecnologías con protección PCT (tratado de cooperación de patentes) dado su importancia en la futura comercialización en el mercado, estas son: método y dispositivo para la detección de apnea; riostra de pandeo restringido con refuerzo y su método de fabricación, método para controlar el flujo de un líquido; procesos para obtener materiales compuestos a partir de celulosa residual obtenida de papel y cartón.

Tabla 8

Costo promedio de la gestión de patentes

Tasas patentes de invención - solicitudes nacionales	Costo
Solicitud de Patente de Invención	\$98.000
Solicitud de examen de patentabilidad de una solicitud de Patente de Invención	\$1.516.000
Invocación de una prioridad	\$252.500
Actuaciones posteriores a la concesión – patentes de invención	
Divisional de una solicitud de patente de Invención	\$92.500
Solicitud de examen de Patentabilidad de una Solicitud Divisional de una Patente de Invención	\$1.325.500
Solicitud de prórroga de términos o plazo adicional	\$167.000
Solicitud de modificaciones y correcciones a solicitudes en trámite	\$196.000

Presentación de oposición	\$510.000
Presentación de caución	\$408.000
Modificación o limitación al alcance de las reivindicaciones	\$782.000
Inscripción de cambios de titularidad de la nueva creación	\$403.000
Inscripción de licencias.	\$446.000
Tasas de mantenimiento patente de invención	
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del primero al cuarto año.	\$322.000
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del quinto al octavo año.	\$500.500
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del noveno al duodécimo año.	\$750.000
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del decimotercero al decimosexto año.	\$1.163.000
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del décimo séptimo al vigésimo año	\$1.545.500
Costo promedio de la patente	\$10.500.000
Costo trámite de PCT	\$3.986.000
Costo de patentar en Estados Unidos	USD 10.000
Costo de patentar en China	USD 6.500

Nota. Fuente Superintendencia de Industria y Comercio (2023); Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2017;2022).

5.1.10 Transferencia

En la Universidad EIA, la decisión de participación en los mecanismos de transferencia está a cargo de la Dirección de I+D y sus unidades dependientes.

La titularidad de los derechos de propiedad intelectual será siempre de la EIA y de las instituciones participantes en la generación de la tecnología. En caso de que no exista interés por parte de la EIA de protección de los derechos, los docentes podrán registrar a título personal los resultados de investigación, previa negociación y autorización por escrito de parte de la Institución.

Los beneficios económicos, en los casos que estos apliquen, se distribuyen entre los participantes de acuerdo con la negociación realizada o términos preliminares.

Algunos mecanismos de transferencia definidos son:

- **Acuerdo de licencia:** hace referencia a la obtención de la autorización legal para la fabricación, uso y/o explotación comercial de tecnología y conocimiento protegidos mediante derechos de propiedad industrial e intelectual, es decir, que aplica para la tecnología materializada en forma de invenciones (dispositivos, componentes, procedimientos, metodologías...) protegidas mediante alguna o varias de las modalidades existentes de derechos de propiedad industrial e intelectual (patentes, modelos de utilidad, diseños, marcas, derechos de autor) y/o secreto industrial.
- **Cooperación tecnológica:** es aquella que consiste en la colaboración en el marco de un proyecto de investigación y desarrollo (I+D) y/o innovación (i), para generar nuevas tecnologías, productos o procesos. La transferencia de la tecnología se materializa a través de los productos resultantes de un proyecto.
- **Asesoría y consultoría:** es aquella que consiste en la prestación de asesoramiento técnico y/o servicios especializados.
- **Alianza tecnológica:** proyectos de codesarrollo entre aliados con fines de comercialización de los resultados (para este tipo de proyecto, la EIA percibirá beneficios por la comercialización del producto, sin embargo, el proceso comercial será 100% responsabilidad del aliado).
- **Spin off:** el concepto de Spin-off corresponde con “Empresa con personería jurídica independiente que emerge en base a una tecnología resultado de investigación de la cual la Universidad posee los derechos de propiedad intelectual y que son transferidos o compartidos a la empresa para su explotación” (Hoja Ruta Spin Off, 2015). De acuerdo con el concepto anterior, la EIA permite la creación de

Empresas de Base Tecnológica – ETB – tipo spin off con el objetivo de explotar la propiedad intelectual resultante de los procesos de investigación. La Institución tiene participación en la nueva empresa como socio accionista o como miembro de la junta directiva.

- Tipos de Spin off que se pueden implementar en la universidad:
 - **Spin-off independiente:** en este tipo no existe la participación formal de la universidad. Es una spin-off constituida por miembros de la comunidad universitaria para explotar el conocimiento acumulado durante el desarrollo de sus actividades académicas. La universidad no tiene participación como socia, tampoco en la junta directiva. La relación entre ambas, en principio, es una relación informal.
 - **Spin-off vinculada:** en este caso sí hay participación efectiva de la universidad. Surge como iniciativa de los miembros de la comunidad académica o de la misma universidad para crear una nueva empresa que permita explotar resultados de investigación desarrollados en la universidad. La universidad tiene participación, ya sea como socia o en la junta directiva.
 - **Spin-off joint venture:** en este tipo de spin-off la iniciativa para crear la empresa es de la universidad, quien establece una relación contractual con otras instituciones, ya sean empresas, fondos de capital de riesgo, con el Estado, entre otros. La universidad participa directamente, de forma activa y protagónica; hay casos en que la universidad se limita a celebrar un contrato o convenio de colaboración sin la necesaria formación de una nueva entidad empresarial, sin embargo, es socia en el contrato de joint venture.
 - **Spin-off subsidiaria:** se observa este tipo de spin-off cuando una universidad recurre a un socio externo (empresa ya existente) para que lleve la tecnología al mercado, o cuando una empresa preexistente busca una tecnología creada en la universidad para comercializarla a través de una nueva empresa.

5.1.11 Programa de emprendimiento

La Universidad EIA tiene un programa de emprendimiento denominado **Laboratorio de Innovación y Emprendimiento**, el cual busca fortalecer las habilidades de los estudiantes en ideación e inicio de iniciativas empresariales basadas en tecnología e innovación, brindar un acompañamiento estratégico en la creación de empresas, fomentar la cultura de emprendimiento, establecer conexiones de valor con programas y entidades que apoyan la consolidación de nuevos negocios. El propósito es continuar mejorando y fortaleciendo el programa del laboratorio con actividades encaminadas a crear valor en su oferta para estudiantes, egresados y empresas.

Los principales objetivos son a). Cultivar el espíritu emprendedor e innovador en todos los miembros de la comunidad EIA, y b). Apoyar esfuerzos existentes o nuevos de aquellos en la comunidad EIA que decidan perseguir oportunidades de emprendimiento, con base en tecnologías propias o desarrolladas por la Universidad EIA.

Los ejes estratégicos del laboratorio son:

- **Programa de pre incubación:** tiene como propósito iniciar proyectos de emprendimiento en etapa de preincubación para lograr un empalme con el ecosistema de la ciudad de Medellín.
- **Ecos innovadores:** conferencias o charlas semestrales, abierto a toda la comunidad, donde empresarios y emprendedores cuentan sus experiencias, aprendizajes y anécdotas alrededor de la innovación y el emprendimiento.
- **Red de empresarios EIA:** es una red de empresas y emprendimientos de la Universidad EIA donde pueden conectar y compartir recursos, experiencias y aprendizajes de manera orgánica para crecer en conjunto.
- **Innovaton EIA:** evento anual donde equipos interuniversitarios se reúnen para resolver retos empresariales, gubernamentales o sociales en un periodo determinado.
- **Creación de equipos emprendedores:** iniciativa que busca propiciar acercamiento y creación de equipos emprendedores con propósitos comunes para gestionar una iniciativa de negocios que sea escalable, sostenible y rentable.
- **Podcast CTI+E:** es una estrategia que pretende comunicar las iniciativas de emprendimiento de los egresados de la Universidad y sus aliados estratégicos.

Para finalizar el estudio del contexto de la Universidad, se realizaron entrevistas a investigadores y representantes del sector. En dichas entrevistas se identificaron 3 variables principales: Actividades de investigación, incentivos e impacto.

A partir de estas variables se obtuvieron respuestas en vía de estos componentes:

- Alinear la estrategia organizacional con procesos de investigación y extensión
- Mejorar la relación empresa-Universidad
- Consolidar los procesos del área de I+D+i
- Reforzar la infraestructura física de laboratorios
- Definir mecanismos de incentivos para docentes

Estos ítems hacen parte de los insumos que se considerarán para plantear el *roadmap*, al igual que el estudio del contexto y la vigilancia.

5.2 Estudio de vigilancia, inteligencia y prospectiva

Para el desarrollo del objetivo número dos, que pretende identificar las características de modelos de transferencia tecnológica, se evidenciaron tendencias sobre los modelos de transferencia tecnológica, y se estableció un método de búsqueda que se realizó en bases de datos especializadas con suscripción, que permitiera identificar las tendencias en el tema y obtener elementos para la construcción del *Roadmap* de transferencia tecnológica para la Universidad EIA.

Al buscar literatura sobre los conceptos clave de este trabajo, seguimos el método de revisión sistemática de la literatura. La búsqueda y selección de literatura se realizó en cuatro pasos. El primer paso fue seleccionar las bases de datos científicas relevantes para nuestro análisis. Identificamos siete bases de datos (Scopus, ScienceDirect, Taylor & Francis, Sage Journals, Emerald, Springer Link y Oxford Journals).

El segundo paso implicó la selección de las palabras clave y las ecuaciones de búsqueda. Estas palabras se conectaron con diversos operadores booleanos. Se destacan las siguientes en la Tabla 9:

Tabla 9*Ecuaciones de búsqueda*

Ecuaciones de búsqueda
Technology Transfers AND university
(Models OR mechanisms) AND "Technology transfer"
"Technology transfer" AND models AND policies
"Technology transfer" AND "university focused"

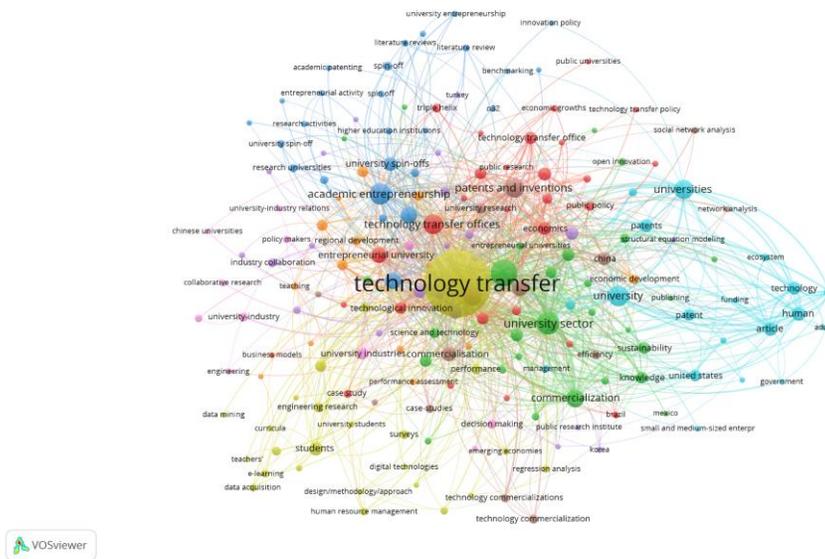
En el tercer paso, reducimos nuestra búsqueda de literatura revisando manualmente los resúmenes de cada uno de los artículos. Como nuestro objetivo era identificar artículos de investigación, excluimos artículos de revisión, ensayos, reseñas de libros, artículos en actas de congresos y editoriales.

El análisis de la literatura lo basamos en los artículos que ofrecen información clara de la transferencia tecnológica y sus modelos o mecanismos, y cómo esto genera transformación social y desarrollo económico.

Otro método de análisis de los resultados, lo realizamos con el software gratuito VOSviewer, se procesaron los datos de la búsqueda TITLE-ABS-KEY ("technology transfers" AND university) de la base de datos Scopus, en un periodo de tiempo entre 2017 y 2023, con un total de 635 documentos a los cuáles se aplicó un análisis de co-ocurrencia de palabras claves (Ver Figura 8) identificando las temáticas predominantes del tema en cuestión (Figura 8).

Figura 8

Co-ocurrencia de palabras clave



Nota. Fuente VOSviewer (2023).

En la Figura 8 podemos observar que existen seis clusters representados por color, y que se encuentran interrelaciones entre las publicaciones por medio de las palabras clave. Las de mayor co-ocurrencia son: *technology transfer*, *Innovation*, *technology transfer offices*, *university sector*, *patents and inventions*, *academic entrepreneurship*. Este mapa de co-ocurrencia muestra que la selección de las palabras clave para este trabajo ha sido oportuna en la medida en que hay artículos que se conectan y tienen asociados los términos validados en esta investigación.

Así pues, se identificaron diferentes modelos de transferencia tecnológica, algunos se proponen como eje central el trabajo en red y otros la unidireccionalidad (Tabla 10).

Tabla 10*Modelos de transferencia tecnológica*

Modelo	Descripción
Modelo lineal	Es un proceso que va desde la investigación básica a la investigación aplicada, continúa con el desarrollo hasta llegar a la comercialización. Las patentes y las licencias son el mecanismo más efectivo en este tipo de transferencia y es la empresa la encargada de realizar la comercialización.
Modelo dinámico o triple hélice	Incorpora elementos internos del proceso y se enfoca en objetivos específicos, teniendo en cuenta la participación de las empresas, en este modelo es necesario que haya una inversión e incentivos para el personal y la tecnología que intervienen en el desarrollo de las habilidades que permitan la comercialización. El modelo no lineal integra la universidad, la empresa y el Estado y tiene beneficios para todos los integrantes. Es una expansión del papel del conocimiento en la sociedad y de la universidad en la economía. El Estado participa con políticas que permiten la interacción de la empresa con la universidad. Las universidades realizan investigaciones que luego se comercialicen con proyectos asociativos con empresas que proporcionan toda su experiencia en el mercado.
Modelo de apropiabilidad	Enfatiza la importancia en la calidad de la investigación y la transferencia tecnológica se produce cuando la tecnología ha encontrado usuarios o ha sido descubierta por el mercado.
Modelo de difusión	Se encarga de mostrar la tecnología y la innovación a los potenciales usuarios y establece vínculos, la nueva tecnología pasará del experto al no experto.
Modelo de utilización del conocimiento	Se centra en cómo organizar el conocimiento

	para un uso eficaz en el entorno de los usuarios de tecnología. Incluye el uso rentable de la tecnología en el mercado, hace énfasis en el papel de la comunicación entre los desarrolladores, investigadores y usuarios de tecnología.
Cuádruple Hélice	Este modelo está centrado en la sociedad civil representando una “dimensión democrática” para favorecer el desarrollo de productos y servicios basadas en innovación, que priorizan el interés de la sociedad.

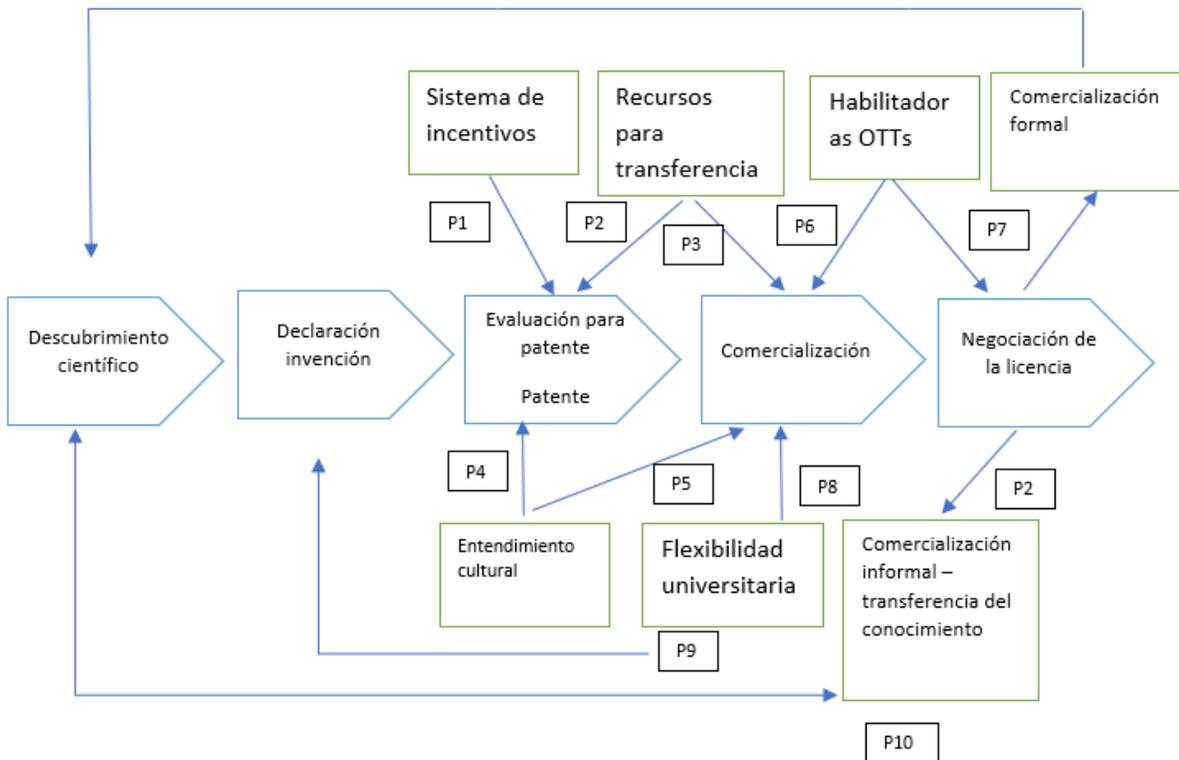
Nota. (Londoño *et al.*, 2018; Passarelli *et al.*, 2018; Carayannis y Campbell, 2009).

El modelo de la triple hélice, como se mencionó anteriormente, pone como actor central a la universidad en sociedades cada vez más basadas en el conocimiento como elemento de desarrollo económico. En este modelo se evidencia la transformación de la universidad, pues ya no es una institución dedicada exclusivamente a la enseñanza, sino que combina su quehacer con la investigación en un ambiente de tensión, sin embargo, esta fusión de actividades es más productiva para la universidad en términos de su relación con el entorno gubernamental y empresarial. A su vez, este modelo supone cambios en la línea de Estado y empresa, pues las alianzas estratégicas superan las divisiones sectoriales tradicionales; los gobiernos pueden actuar a nivel nacional, regional o, cada vez más, también a nivel internacional. Las corporaciones adoptan posturas "globales", ya sea dentro de una estructura corporativa formal o por medio de alianzas (Etzkowitx y Leydesdorff, 2000).

Por último, el modelo interactivo o evolucionista, opuesto al modelo lineal, desarrollado en los años ochenta, implica cambios radicales para la gestión tecnológica de las empresas o el diseño de la política tecnológica por parte de la administración pública. Este modelo se basa en la idea de una interacción continua entre los distintos actores y elementos durante todo el proceso de innovación y la comercialización posterior de los resultados. Incluso una vez que el producto esté plenamente introducido en el mercado, este proceso interactivo sigue mediante el perfeccionamiento y diversificación de los productos y procesos de producción y de las tecnologías utilizadas (Figura 9).

Figura 9

Esquema de Modelo Interactivo



Nota. Fuente Siegel et al. (2004).

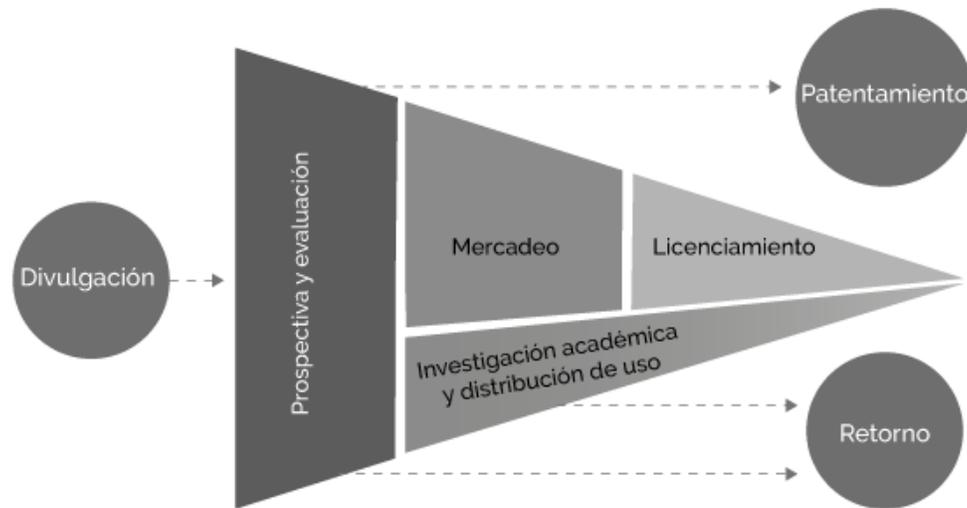
También, y a partir del estudio de modelos en diversas instituciones con características similares a las de la Universidad EIA, se eligieron los siguientes modelos como referentes que ofrecen elementos para crear el *roadmap* de transferencia tecnológica.

5.2.1 Modelo Universidad Illinois, USA

La Oficina de Gestión Tecnológica es la responsable de gestionar la propiedad intelectual generada por actividades de investigación y educación en la Universidad de Illinois. La misión de la oficina es fomentar innovación, mejorar la investigación y facilitar el desarrollo económico a través de la transferencia de propiedad intelectual. Han desarrollado un sistema documentado, un proceso sistemático y oportuno para el análisis, protección y comercialización de propiedad intelectual. En la Figura 10 se puede observar esta estructura.

Figura 10

Modelo de Universidad de Illinois, USA



Nota. Fuente adaptado de Ossa (2021).

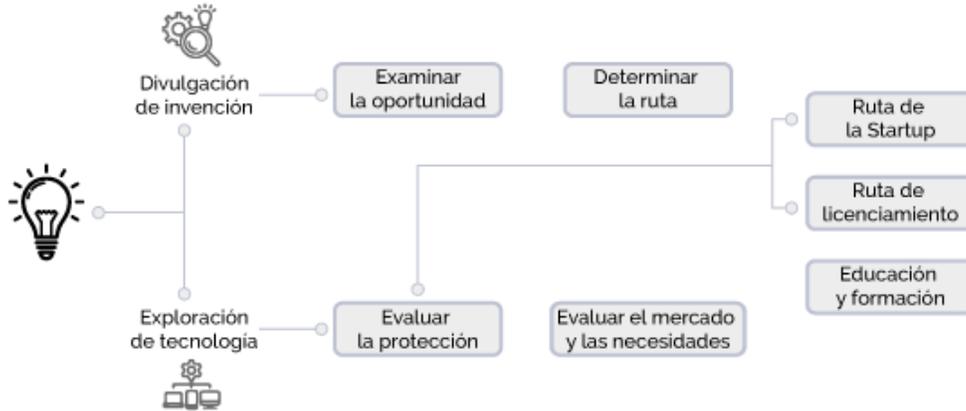
5.2.2 Modelo Universidad Georgia Tech, USA

La gestión de la transferencia basa su proceso en el stage gate (Robert G. Cooper), donde a partir del examen de la oportunidad del mercado y el mecanismo de protección determinan el camino a seguir, si es por medio de un startup o es por medio de una licencia. Tienen diseñado y estructurado un sistema de formación, de incubación y aceleración empresarial, de licenciamiento, y conexión con fondos de inversión que minimicen el riesgo de la tecnología en el mercado.

En la figura 11 el modelo general de transferencia inicia con la exploración tecnológica y las divulgaciones de las invenciones, se evalúa la protección de activos intangibles y el potencial del mercado, para finalmente determinar si continua hacia la ruta del startup o hacia la ruta de del licenciamiento.

Figura 11

Modelo general de transferencia Universidad Georgia Tech, USA

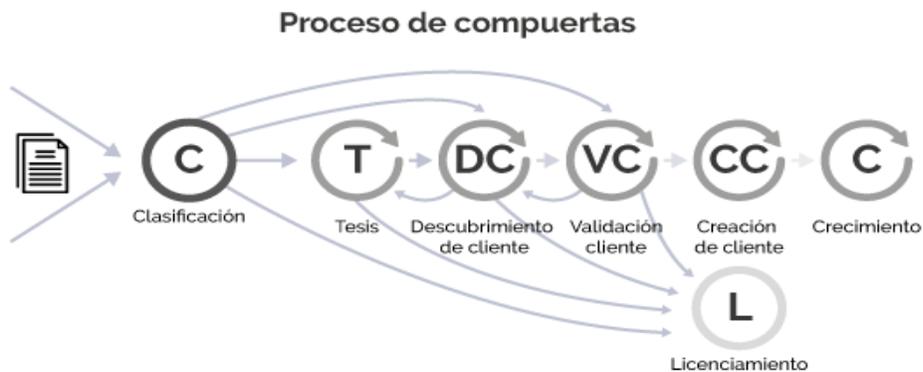


Nota. Fuente adaptado de Georgia Tech. (2023).

La Figura 12, muestra el modelo de etapas, donde por medio de validaciones tempranas de la tecnología, se decide crear un nuevo negocio o licenciar a un tercero.

Figura 12

Modelo staged gate de transferencia Universidad Georgia Tech, USA

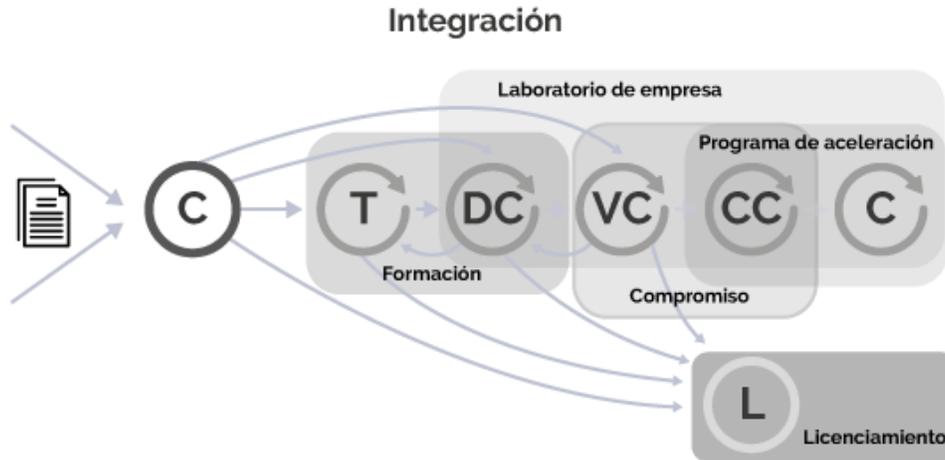


Nota. Fuente adaptado de Georgia Tech. (2023).

Finalmente, la Figura 13, muestra que la Universidad Georgia Tech tiene un modelo de gestión integrado de la innovación por medio de formación, incubación de negocios, aceleración empresarial y licenciamiento de tecnologías

Figura 13

Modelo de integración de programas Universidad Georgia Tech, USA



Nota. Fuente adaptado de Georgia Tech. (2023).

5.2.3 Modelo Tecnalía, España

Tecnalia es el mayor centro de investigación aplicada y desarrollo tecnológico de España, el modelo se basa principalmente en:

1. Proyectos de I+D+i: como socios estratégicos de las empresas, desarrollan de forma personalizada proyectos de I+D+i con un solo objetivo: que el negocio sea más competitivo a través de la tecnología. Conjuntamente desarrollan la tecnología capaz de transformar el presente; servicios de laboratorio: con más de 60 años de experiencia, para certificar y validar los procesos, sistemas y productos de cara al mercado; transferencia de tecnología: a través de Tecnalia Ventures, se valoriza el proyecto de I+D que conecta con los tres pilares del proceso de transferencia de tecnología al mercado: ideas y activos tecnológicos orientados a mejorar la cuenta de resultados de tu empresa; personas con perfil de negocio capaces de convertir dichas ideas en soluciones, e inversores dispuestos a apostar por las mismas que, además de aportar el músculo financiero necesario, se comprometen a apoyar su desarrollo.

5.2.4 Modelo del Massachusetts Institute of Technology (MIT)

El Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) es un referente en el sector de la tecnología, un ámbito que ha permitido ser el embrión de 34.000 empresas activas, con 4,6 millones de empleados y USD 1.900 millones de ingresos.

El énfasis inicial del MIT en la tecnología aplicada en los niveles de pregrado y posgrado, condujo a una estrecha cooperación con la industria. Las reformas curriculares en 1930 volvieron a hacer hincapié en la investigación científica básica. Los investigadores trabajaron en computadoras, el radar y el sistema de navegación inercial en la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) y la Guerra Fría (1947-1991). La Investigación de defensa de la posguerra contribuyó a la rápida expansión del Instituto y de su campus.

El Doctor Degroof es inversor en startups de tecnología, y se dedica a actividades filantrópicas en el campo de educación empresarial e innovación. Menciona que: “El espíritu empresarial es el resultado lógico del lema del MIT, *Mens et Manus* (mente y manos), que traduce las teorías y los descubrimientos científicos en productos y negocios, muchos de los cuales tienen el objetivo de resolver algunos de los problemas más urgentes del mundo”.

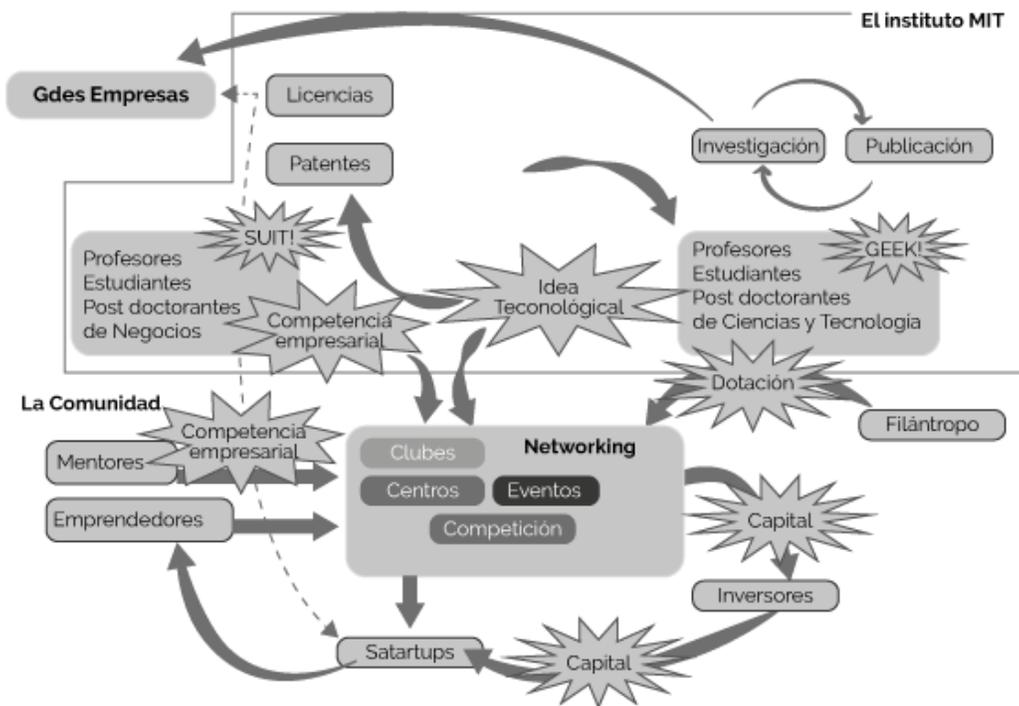
MIT solo puede cumplir su misión sirviendo como un imán para la más amplia variedad de personas talentosas. La composición de la comunidad de estudiantes, personal, postdoctorados, profesores y de nuestro liderazgo deben reflejar un compromiso con la diversidad.

Establecer objetivos para todo el Instituto, definir pasos prácticos para alcanzarlos, ampliar los mecanismos formales para recopilar datos de identidad más allá de la raza, la etnia y género, y establecer criterios claros para el éxito, permite ver la institución más claramente y lograr un progreso real (Fontaine, 2012).

La Figura 14, muestra un modelo de convergencia del MIT, donde estudiantes, egresados, profesores, grandes empresas, sociedad, startups, fondos de inversión confluyen para gestionar innovaciones tecnológicas con alto potencial de impacto y crecimiento en el mercado.

Figura 14

Modelo de transferencia MIT



Nota. Fuente adaptado de Fontaine (2012).

6 Plan de acción

El objetivo general de este trabajo de grado se centró en Proponer un *roadmap* para las actividades de transferencia tecnológica de la Universidad EIA, que permita lograr un mayor impacto de la producción de conocimiento a partir de la articulación con las necesidades de las empresas y la sociedad.

De acuerdo con el desarrollo de los objetivos específicos, como primer paso, se hizo la caracterización del modelo de investigación, desarrollo y transferencia de la Universidad EIA, por medio de los planes de desarrollo institucionales e informes de gestión entre los años 2019-2022, también por medio de entrevistas a líderes de investigación relacionados con este tema. Luego, se realizó la búsqueda y recopilación de información, y posteriormente con los hallazgos, un análisis que permitió identificar las características de los modelos de transferencia tecnológica, a través de bases de datos especializadas.

La información obtenida en la vigilancia tecnológica y en conjunto con la triangulación de los datos proporcionados en las entrevistas realizadas a los líderes de investigación de la Universidad EIA y de otras instituciones, se encontraron algunos puntos en común para desarrollar el *roadmap* como alternativa para mejorar el impacto de la transferencia de tecnología.

Producto de esta consultoría se identificaron cinco componentes a priorizar de acuerdo con las temáticas estratégicas definidas por medio de las entrevistas y la búsqueda de información.

6.1 Construcción del *Roadmap* tecnológico

Producto de este trabajo de grado se identificaron cinco componentes a priorizar de acuerdo con las temáticas estratégicas identificadas en las entrevistas, el análisis del contexto institucional y la vigilancia tecnológica.

- Alineación de la estrategia organizacional con procesos de investigación y extensión
- Mejoramiento de la relación empresa-Universidad
- Consolidación de los procesos del área de I+D+i
- Fortalecimiento la infraestructura de los laboratorios
- Definición de mecanismos de incentivos para docentes

6.2 Arquitectura del *Roadmap* Tecnológico

La estructura del *roadmap* se construyó con énfasis en las capacidades internas y de relacionamiento de la Universidad. Así se definieron tres focos principales: estrategia, fortalecimiento de procesos, infraestructura. Para cada uno se establecieron unos procesos y actividades para alcanzar la integración de los focos y aumentar así el impacto de la transferencia tecnológica.

Roadmapping u hoja de ruta es una herramienta de gestión interesante y flexible para apoyar la estrategia y la innovación. Tiene aplicaciones mucho más allá de los sectores de alta tecnología donde se originó, incluidas iniciativas empresariales, corporativas, sectoriales y nacionales. Como marco visual estructurado, la hoja de ruta apoya la comunicación y la alineación, proporcionando una plataforma escalable para desarrollar conjuntos de herramientas de gestión estratégica coherentes. La hoja de ruta tiene un enfoque flexible en términos de propósito, respaldado por un marco conceptual genérico simple, que brinda soporte a los procesos de estrategia e innovación (Universidad de Cambridge, 2023).

Del banco de herramientas de la Universidad de Cambridge, se usará la plantilla conocida como sunshine chart o gráfico solar, la cual usa coordenadas polares estableciendo una visión y unas variables que definen el camino a seguir para llegar a la meta con unos objetivos en el corto, mediano y largo plazo.

El principal objetivo del *roadmap* es aumentar el impacto positivo en la sociedad a partir de los procesos de transferencia de la Universidad EIA, que pueden reflejar un aumento de los ingresos del proceso de investigación.

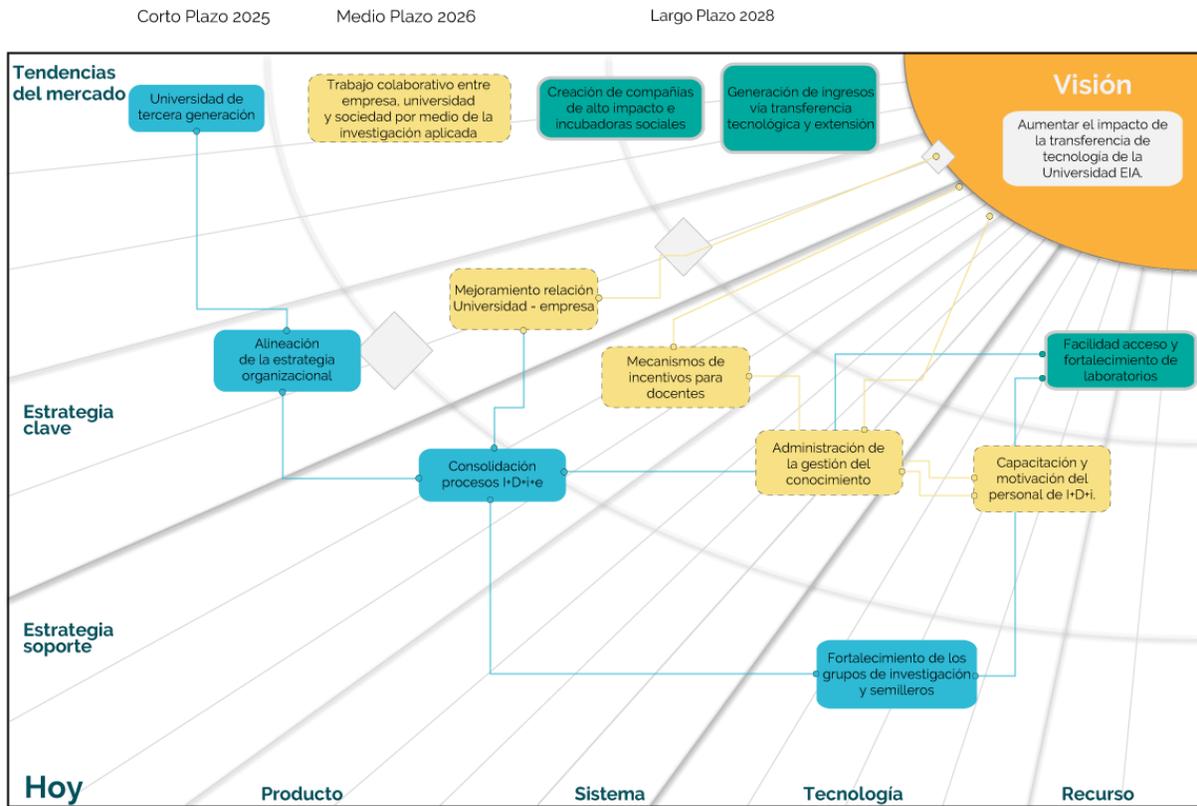
En la adaptación del *roadmap* se establecieron los siguientes elementos: tendencias en los procesos de I+D universitarios, estrategia clave, estrategia soporte, sistemas, tecnologías y recursos. Lo anterior se divide en un espacio temporal de corto, mediano y largo plazo, que está alineado con el Plan de Desarrollo Institucional 2022 - 2028 en el cual se incluye al área de investigación como un elemento estratégico para alcanzar los objetivos.

Cada uno de los componentes priorizados a partir del trabajo se incluye en los elementos o tópicos del *roadmap* así como en los periodos de tiempo establecidos para su desarrollo. Estos elementos representan una línea que apuntan a la visión estratégica que se tiene como objetivo y a su vez se conectan e interactúan entre sí.

A continuación, se muestra la representación gráfica del *roadmap*.

Figura 15

Roadmap de transferencia Universidad EIA



Finalmente, se presenta una explicación de cada uno de los puntos clave priorizados:

1. **Alinear la estrategia organizacional con procesos de investigación y extensión:** Si bien la EIA ha tenido avances en temas I+D+i en los últimos planes de desarrollo institucionales, se evidencia que su estrategia corporativa ha estado enfocada en los procesos académicos, dando lugar a posibles mejoras en los procesos de transferencia tecnológica. Por esta razón, se sugiere que la Universidad tenga una visión estratégica hacia la investigación y extensión que permita la convergencia de saberes y la asignación de recursos, para ser reconocida por el alto impacto en sus sistemas de investigación, innovación y emprendimiento. En este punto se sugiere que la Universidad proyecte relaciones con la sociedad por medio de las denominadas incubadoras sociales, que se pueden pensar desde el área de la salud, ya que se tiene un buen relacionamiento con este tipo de entidades como el Hospital Pablo Tobón Uribe para realizar iniciativas que a la larga impactan y mejoran la relación con la sociedad.

- 2. Mejorar la relación empresa-Universidad y sociedad:** De acuerdo con las entrevistas realizadas uno de los puntos identificados más relevantes fue que el sector empresarial tiene poca información y desconoce los beneficios del proceso de investigación y de financiación que realiza la universidad. Por ello, es muy importante que la Universidad EIA desarrolle un plan de relacionamiento y de comunicación en el cual se den a conocer los grupos de investigación, las temáticas y líneas, los beneficios tributarios en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTi). De esta manera las empresas están informadas de los procesos y actividades de investigación y pueden decidir alinear sus objetivos estratégicos con los de los grupos de investigación de la Universidad y trabajar de manera articulada para el desarrollo tecnológico y social del país. Recientemente, la Universidad realizó una redefinición organizacional de roles y cargos, en los cuales se creó la dirección de relacionamiento que está enfocada en el mejoramiento de la relación entre empresa y universidad, por lo que desde esta área se puede impulsar proyectos de investigación que deriven en transferencia y comercialización, así como el aumento del impacto social.

Asimismo, es importante abordar el relacionamiento con incubadoras de empresas de base social, de nivel nacional e internacional, para fomentar el desarrollo de diversas comunidades con necesidades y potencialidades específicas con la intención de promover el potencial productivo de sus miembros y asesorarlos en la creación de negocios.

- 3. Consolidar los procesos del área de I+D+i:** la Universidad ya cuenta con una dirección de investigación que ha realizado algunos avances en temas de transferencia. Sin embargo, se debe mejorar los procesos, roles, funciones del equipo para que realicen un apoyo más estandarizado y estructurado en procesos de investigación, innovación, transferencia y emprendimiento que tengan impacto en el mercado.

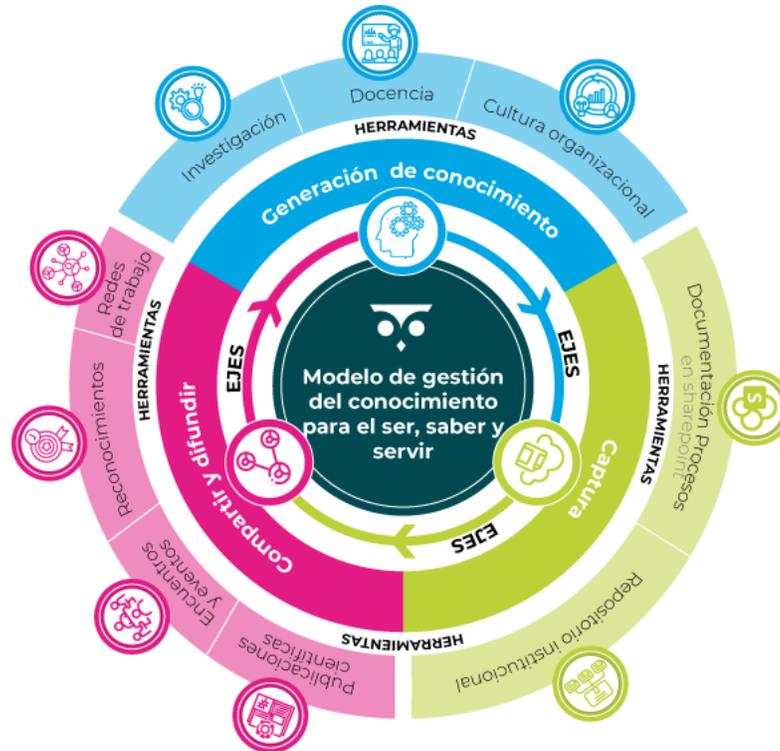
Así mismo, esta oficina de I+D+i debe identificar desde el inicio de los proyectos de investigación los mecanismos de transferencia que pueden aplicar. También, debe existir un mayor acompañamiento institucional desde la oficina de I+D+i iniciando con un estudio de mercado que apoye y soporte los procesos de investigación para identificar tendencias y mercados potenciales de las tecnologías.

Además, es relevante que se realicen capacitaciones a los profesionales de esta área para que tengan conocimientos en relacionamiento con empresas y otros sistemas de innovación y transferencia que permitan mejorar el impacto de la comercialización.

Finalmente, se propone trabajar en un modelo de gestión del conocimiento que permita la generación, captura y difusión del mismo para fortalecer los procesos internos y potenciar las alianzas estratégicas con los grupos de interés. La generación de conocimiento surgiría principalmente en las actividades de docencia, investigación y de la cultura de la organización. En esta herramienta se sugiere incluir a estudiantes y profesores enfocados en brindar soluciones de ciencia, tecnología e innovación desde los proyectos de investigación, potencializar las actividades como los proyectos integradores en las aulas de clase, enfocados en las necesidades empresariales desde la óptica de ciencia, tecnología e innovación. También fortalecer la iniciativa de células de innovación que pretende mejorar la relación con la empresa a través de proyectos y prácticas organizacionales con estudiantes de pregrado y con el acompañamiento y metodología de un docente de la Universidad, en su fase inicial, el alcance de la célula es teórico llegando a pruebas de conceptos, y finalmente podría convertirse en prototipo funcional con el apoyo financiero de ambas entidades; en este mismo orden, se propone crear un énfasis temático en ciencia, tecnología e innovación desde el sexto semestre donde inician la exploración de asignaturas relacionadas con el trabajo de grado. Posteriormente, realizar una vigilancia estratégica y prospectiva tecnológica que permita identificar las tendencias del mercado y la educación para crear un programa de posgrado de CTi teniendo en cuenta las fortalezas y características de la formación que ofrece la EIA. Por otro lado, la captura de información se haría por medio de la documentación de los procesos y el repositorio institucional; y la difusión se haría principalmente a través de publicaciones, encuentros y eventos académicos, redes de trabajo y reconocimientos desarrollados por los docentes y estudiantes de pregrado y posgrado.

Figura 16

Modelo de gestión del conocimiento



4. **Reforzar la infraestructura de los laboratorios:** la escalabilidad de las tecnologías de la EIA a niveles TRL 5 o superior solo es posible identificando una gran empresa que quiera trabajar en el desarrollo de la tecnología, siempre y cuando esté alineado con la estrategia corporativa o en sus procesos misionales. En ese sentido, es fundamental que los laboratorios que se disponen en el campus de la EIA estén debidamente regulados y certificados para adelantar los procesos de escalamiento del prototipo a niveles TRL superiores a 5. Pues como lo menciona González (2020) las infraestructuras tecnológicas como laboratorios universitarios de investigación y desarrollo son fundamentales para la generación de nuevos productos y servicios de alto impacto en la sociedad.
5. **Definir mecanismos de incentivos para docentes:** la Universidad debe propiciar la formación en investigación de los docentes para mantener y potencializar las capacidades de enseñanza, investigación y de relacionamiento con la empresa, así sostener una planta docente de alta calidad. Por medio de actividades como pasantías empresariales en las

compañías aliadas para desarrollar proyectos académicos y científicos, pasantías en otras universidades reconocidas por la gestión de transferencia tecnológica, participación en grupos de investigación interdisciplinarios con otras Instituciones de Educación Superior nacionales e internacionales que promuevan el desarrollo científico. Definir mecanismos de incentivos que mejoren y fortalezcan los procesos de investigación con la empresa. Finalmente, evaluar los incentivos económicos y en especie que motiven el trabajo en estos temas como, por ejemplo, utilidades de las regalías netas producto de los resultados de investigación y del desarrollo tecnológico, distribuido en los grupos de investigación, docentes e investigadores del proyecto.

7 Conclusiones y recomendaciones

La Universidad EIA es una institución que tiene grupos de investigación en categoría A1, A, B y C de Minciencias, así como el 82% de su planta docente asociada a grupos de investigación. La clasificación de los docentes en las categorías de senior (22), asociados (3) y junior (6) evidencia que se realiza una inversión en la investigación. También cuenta con estrategias de financiación interna, externa, nacional e internacional que tiene diversos mecanismos de transferencia como los son los programas de emprendimiento y las patentes. Además de una producción científica que sustenta la calidad de los productos de investigación, sin embargo, se evidencia que hay una baja articulación del área de la dirección de investigación con el sector productivo con el relacionamiento con la empresa, haciendo que el impacto de la transferencia tecnológica de las patentes sea bajo, dado que solo el 10% llega al mercado. Es por ello que es relevante que la institución enfoque su estrategia y visión, haciendo un mayor énfasis en una universidad de investigación y de extensión para potencializar proyectos con efectos en la sociedad por medio de programas sociales, tecnológicos y de innovación. Además de pensar en el mejoramiento de los procesos del área de investigación desde la gestión del conocimiento para apalancar los desarrollos tecnológicos que se realizan desde los grupos de investigación y otras estrategias.

A partir del ejercicio de vigilancia tecnológica, se identificaron diversos modelos de transferencia de tecnología para las universidades y centros de investigación. Cada uno de ellos con características y ventajas que permiten ser adaptados a la institución que lo requiera, en este caso, para Universidad EIA, se concluye que el modelo que la universidad podría adoptar es el modelo de la cuádruple hélice y el modelo dinámico, teniendo en cuenta algunos elementos claves identificados en los procesos de transferencia de tecnologías de características similares a la EIA. Este modelo fortalece las relaciones que se han tejido entre las diversas hélices como lo son la universidad, empresa, Estado y sociedad, dando lugar a proyectos de investigación con alto impacto en la sociedad y por ende en el desarrollo económico del país. La Universidad EIA, al igual que cualquier otra organización, debe ser consciente de la ventaja competitiva que proporciona la generación, captura y difusión del conocimiento gestado en las diversas actividades de su quehacer. Convertirlo en desarrollos tecnológicos y disponerlos a sus aliados y a la sociedad genera ventajas competitivas en la reducción de la incertidumbre frente al entorno y la estratégica toma de decisiones.

Todo esto nos permitió condensar la información en una *roadmap*, que traza una visión estratégica que da línea al aumento del impacto de la transferencia y por consiguiente de los ingresos, por medio de unos tópicos clave y una línea de tiempo enmarcada en el plan de desarrollo institucional a 2028, que se articula con el entorno de la organización. El *roadmap* es una estrategia para intencionar el futuro de la universidad en función de la ciencia, tecnología e innovación como pilares de una institución que se visualiza como un ente generador y articulador de conocimientos de alto impacto en diversos sectores productivos.

La transferencia de tecnología en las universidades es un tema que se encuentra en constante discusión y desarrollo, hasta hoy algunas organizaciones han comprendido que una buena gestión y plan estratégico de la transferencia permite impactar e impulsar también otras actividades de las instituciones de educación pública como la gestión de conocimiento, participación en ecosistemas de innovación, creación de incubadores sociales y *startups*, posicionamiento de las instituciones, entre otros.

Finalmente, se recomienda continuar con el estudio de este tema en la Universidad EIA y avanzar hacia la fase de ejecución e implementación del actual proyecto con los ajustes que se requieran por las diversas áreas implicadas con la intención de alcanzar los resultados en la ventana de tiempo propuesta desde el *roadmap* y aumentar el impacto de la transferencia y la presencia de la institución en la sociedad.

Referencias

- Abdul Fasi, M. (2022). An Overview on patenting trends and technology commercialization practices in the university Technology Transfer Offices in USA and China. *World Patent Information*, 68, 1-17.
- Alkhazaleh, R., Myconiatis, K. & Alahmer A. (2022). The Success of Technology Transfer in the Industry 4.0 Era: A Systematic Literature Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4), 1-18. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040202>
- Álvarez, I. Natera, J. y Castillo, Y. (2019). *Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina*. Documentos de trabajo 19. Fundación Carolina. https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/10/DT_FC_19.pdf
- Asociación Interamericana de Contabilidad [AIC]. *Intangibles en Contabilidad*. <http://contadores-aic.org/intangibles-en-contabilidad/>
- Brown, A., Wood, M., y Scheaf, D. (2022). Discovery sells, but who's buying? An empirical investigation of entrepreneurs' technology license decisions. *Journal of Business Research*, 144, 403-415. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.02.021> <https://link-springer-com.recursosbiblioteca.eia.edu.co/article/10.1057/s41307-021-00243-z>
- Cai, Y. y Ahmad, I. (2021). From an Entrepreneurial University to a Sustainable Entrepreneurial University: Conceptualization and Evidence in the Contexts of European University Reforms. *Higher Education Policy*, 36(2).
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). "Mode 3" and "Quadruple Helix": Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3-4), 201-234. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2009.023374>
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy* 29,109–123.
- Fontaine, A. S. (2012). *El modelo MIT - Ecosistema emprendedor tecnológico y valorización de la ciencia* [Video]. YouTube.. https://youtu.be/OwR_Uz8znp4?si=rvFKxyO5efhpz6mr
- Georgia Tech. (2023). ITCP. *About the Innovation & Technology Commercialization Professional Program*. <https://grow.gatech.edu/itcp/>
- González, A., Laví, J. y Pedraza, N. (2020). El papel de los actores de la cuádruple hélice en el emprendimiento tecnológico de Tamaulipas. *Revista de economía regional y sectorial*, 12(2), 93-124. <https://www.redalyc.org/journal/4315/431564346005/html/>

- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2149/stage.aspx?il=&pg=&ed=>
- Kerr, C. & Phaal, R. (2021). *Roadmapping and Roadmaps: Definition and Underpinning Concepts*. <https://api.repository.cam.ac.uk/server/api/core/bitstreams/f2392b0b-1cdc-4f0c-938a-531f68bac287/content>
- Kubr, M. (2004). *Naturaleza y objeto de la consultoría de empresas*. En *La consultoría de empresas: guía para la profesión* (Tercera ed., págs. 3-29). Limusa.
- López, M., Mejía, J. y Schmal, R. (2006). Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70-81. <https://www.redalyc.org/pdf/399/39903208.pdf>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciaAmérica*, 3(1). 47-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2022). *Guía para la transferencia de tecnología*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/271022_guia_para_la_transferencia_de_tecnologia.pdf
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2023). *Investigación aplicada*. <https://minciencias.gov.co/glosario/investigacion-aplicada#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20se%20emprende,de%20alcanzar%20objetivos%20espec%C3%ADficos%20predeterminados>
- Oficina Española de Patentes y Marcas [OEPM] (2012). *Instrucciones para la realización del Inventario de Activos Intangibles Una guía de utilización de la herramienta para identificación y gestión de su Capital Intelectual*. https://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/sobre_oepm/Aula_de_Propiedad_Industrial/InstruccionesRealizacionInventarioActivosIntangibles_versión_agosto_2012.pdf
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI] (2017). Doce maneras de gestionar los costos globales de las patentes. https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/04/article_0007.html
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI] (2022). Cómo proteger sus invenciones en otros países: Preguntas frecuentes sobre el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT). <https://www.wipo.int/pct/es/faqs/faqs.html>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI] (2023). *Conceptos básicos de transferencia de tecnología*. <https://www.wipo.int/technology-transfer/en/faq.html>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]. (2018). *Manual de Oslo*. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-es>

- Ossa, Á. (2021). *Del laboratorio al mercado*. Editorial de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Passarelli, M., Cariola, A. y Vecellio, P. (2018). Beyond multidirectional technology transfer: The case of a ‘proof-of-concept network’. *Industry and Higher Education*, 32(5). 312–325. <https://journals-sagepub-com.udea.lookproxy.com/doi/full/10.1177/0950422218790538>
- Pérez, G. y Tangarife P. (2013). Los activos intangibles y el capital intelectual: una aproximación a los retos de su contabilización. *Saber, Ciencia y Libertad*, 8(1). 143-166.
- Phaal, R., Farrukh, C. y Probert, D. (2004). Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1-2). 5-26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Ruiz, W.L., Ramírez, S.Q. y Velásquez, J.R. (2016). Impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación. *Journal of technology management & innovation*, 11(2), 130-138.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L. y Enlace, A. (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, (1–2), 115-142. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923474803000626>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2023). *Tasas patentes 2023*. <https://www.sic.gov.co/tasas-patentes>
- Tecnalia. (2023). *Colaboración con empresas*. <https://www.tecnalia.com/colaboracion-con-empresas>
- Theodorakopoulos, N., Sánchez, D. y Bennett, D. (2012). Transferring technology from university to rural industry within a developing economy context: The case for nurturing communities of practice. *Technovation* (32), 550-559. DOI:10.1016/j.technovation.2012.05.001.
- Universidad de Cambridge. (2023). *Roadmapping as process*. <https://www.cambridgeroadmapping.net/roadmapping>
- Universidad de Cambridge. (2023). *Roadmapping*. <https://www.cambridgeroadmapping.net/roadmapping>
- Universidad EIA. (2011). *Plan de desarrollo 2011-2014*. Universidad EIA.
- Universidad EIA. (2019). *Plan de Desarrollo Institucional (2019 - 2022)*. Universidad EIA.
- Universidad EIA. (2019). *Portafolio investigación, desarrollo e innovación*. Documento institucional.
- Universidad EIA. (2021). *Informe de gestión y sostenibilidad 2021*. https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2022/04/Informe-de-gestion-2021_.pdf

Anexos

Anexo A. Cuestionario de entrevista a líderes de investigación

Técnica de recolección de información: entrevista

Herramienta: cuestionario

Metodología:

- Diseño de preguntas
- Selección de los entrevistados
- Realización de la entrevista
- Clasificación de las respuestas
- Análisis de las respuestas

Entrevistados

- Director de investigación Universidad EIA
- Líder profesor - investigador (uno por escuela)
- Líder de innovación Universidad de Antioquia

La selección de los entrevistados fue intencional, pues son personas que han realizado trabajos con la industria y son referentes en el tema en las instituciones a las que pertenecen.

A continuación, se presentan las categorías de análisis que se encontraron a partir de la revisión bibliográfica enfocada en la transferencia tecnológica y el contexto de la Universidad EIA.

- Actividades de investigación, para analizar si el proceso es ágil, claro, permite la toma de decisiones y si se identifican los responsables.
- Incentivos económicos o de otro tipo.
- Impacto.

Preguntas

Actividades de investigación: analizar el contexto de la investigación y la transferencia en la Universidad EIA.

1. ¿Cómo surge la idea de investigación?
2. ¿Conoce cuáles son las líneas de investigación de la EIA? Sí, no. ¿Cuáles?
3. ¿Qué tan maduro es el apoyo de la oficina de investigación?

En esta pregunta se utilizó la escala que mide la madurez de los procesos (maturity of business process) Así:

- a) Estado inicial
- b) Repetible
- c) Estandarizado

- d) Gestionado
- e) Optimizado

4. ¿Tienen un socio empresarial para sus investigaciones?
5. ¿Qué entregables tiene la investigación?
6. De estos mecanismos de transferencia tecnológica ¿cuáles ha usado?
 - a. -Spin-off
 - b. -Startups
 - c. -Patentes
 - d. -Licencias y acuerdos
7. ¿Hay claridad sobre los roles que existen en los equipos de investigación?
8. ¿Realiza investigación interdisciplinar en sus procesos?

Incentivos: identificar cuáles incentivos son representativos para los actores del proceso de transferencia en las universidades.

9. ¿Por qué investigan?
10. ¿Conoce los incentivos de investigación dados por la universidad? ¿De estos cuáles ha usado o cuáles conoce? bonos, dinero, etc.
11. ¿Qué otros incentivos deberían existir para aumentar los resultados en la transferencia tecnológica de las investigaciones?

Impacto: Reconocer los factores que influyen en el desarrollo e impacto de las actividades de investigación y transferencia.

12. ¿Cuál es el alcance de la investigación?
13. ¿Han sido coinvestigadores de otras instituciones de educación superior?
14. ¿Están trabajando con nuevos aliados que financien los proyectos de investigación?

Anexo B. Análisis de entrevistas

Categorías de análisis	Preguntas	José William Restrepo Investigador Líder EIA	Javier Camacho Director Doctorado EIA	Adriana Quinchia Directora Investigación EIA	Robinson Cardona Jefe Innovación UdeA
Actividades de investigación	¿Cómo surge la idea de investigación?	Revisión de macrotendencias globales, agenda 2030 y ODS.	Inquietud del estudiante, docente o la línea. Revisión de convocatorias internas y externas que	Revisión de macrotendencias, iniciativa de estudiantes de posgrado. Revisión de la agenda regional de investigación.	El Plan de Desarrollo Institucional define unos lineamientos respecto a los procesos académicos, de

			tienen temas preestablecidos.	Convocatorias internas y externas.	investigación y extensión. “La UdeA compromete con un enfoque territorial que oriente sus funciones misionales y contribuya a renovar las acciones de regionalización e internacionalización, al reconocer la interacción diferencial en los contextos geográficos en los que participa. Teniendo en cuenta el contexto del territorio en el ámbito académico y político”.
	¿Las empresas inciden en el proceso de investigación?	Sí inciden, pero las empresas son cortoplacistas, ven la investigación como gasto y no como inversión. La investigación en la empresa es empírica.	Sí se hacen investigaciones pero no se tienen en cuenta los procesos de negociación.	Sí, pero las empresas tienen tiempos e intereses diferentes y la financiación es baja.	Las 25 unidades académicas existentes en la UdeA tienen que hacer gestión de relacionamiento con el sector privado, siendo la investigación unos de los objetivos de este acercamiento
	¿Conoce cuáles son las líneas de investigación de la EIA? Sí, no. ¿Cuáles?	Sí, y la línea que el profe lidera es transversal a las otras líneas, y en función de la agenda 2030.	Sí conoce la línea de su especialidad, sin embargo no sabe en qué trabajan los otros grupos o líneas. También las líneas son rígidas y no hay flexibilidad para	Sí	En la UdeA tienen definida las líneas de investigación, afines con las fortalezas académicas de la entidad. Así mismo, tiene un portafolio tecnológico

			ampliar el campo de estudio.		clasificado por sectores económicos, donde destacan los beneficios, el mercados, los clientes potenciales, el estado de desarrollo tecnológico y el estatus de la propiedad intelectual
	¿Qué tan maduro es el apoyo de la oficina de investigación? En esta pregunta se utilizará la escala que mide la madurez de los procesos (maturity of business process) Así: Estado inicial Repetible Estandarizado Gestionado Optimizado	Repetible, pero la Universidad tiene un enfoque más hacia la docencia y no a la investigación. Falta estandarizar procesos y crear manuales de funciones, roles y responsabilidades ya que el proceso de transferencia y negociación es bajo.	Estado inicial, no hay claridad sobre la estructura y procesos internos de esa área.	Estado inicial, pero la Universidad tiene un enfoque más hacia la docencia y no a la investigación.	La UdeA tiene estandarizado el proceso de la oficina de investigación.
	¿Tienen un socio empresarial para sus investigaciones?	No en todas. Y se busca en alianza con otras IES.	Sí, a través de un proyecto de doctorado en salud.	Sí, pero no todos los proyectos tienen ese aliado y es el docente el que lo debe gestionar.	Dentro el esquema de colaboración empresarial, tienen definido formas ayudan el proceso, como lo son: Pasantías empresariales Trabajos de grados Publicaciones Investigación

					Desarrollo de nuevos productos Acuerdos de cooperación
	¿Qué entregables tiene la investigación?	Nuevo conocimiento (Artículos, patentes), divulgación (Ponencias, eventos), formación (Dar clase o asesorar a un investigador). El nivel de escalabilidad solo aplica para empresas grandes.	Artículos, publicaciones.	Artículo, paper, proyecto de investigación, becas de estudiantes (ayuda en la creación de semilleros, etc)	Trabajos de grados Publicaciones Investigación Desarrollo de nuevos productos Acuerdos de cooperación
	De estos mecanismos de transferencia tecnológica ¿cuáles ha usado? -Spin-off -Startups -Patentes -Licencias y acuerdos	Patente	Ninguno, la prioridad es responder a los requisitos de las convocatorias e investigaciones para terminarlas y por lo general se pide un paper. No se tiene en cuenta desde el inicio de la investigación.	Patente	La UdeA tiene actualmente 112 patentes, algunas de las cuales son en colaboración con la empresa Registros de marcas Nexentia es el caso de éxito de spinoff universitaria, se creó a partir de los conocimientos científicos desarrollados en un entorno académico, pero también es considerada una startup corporativa ya que es un nuevo negocio de una compañía madre Sumicol

		Año sabático Remuneración por Q1 y Q2 y Q3 que sea claro	proyectos de investigación.		
Impacto	¿Cuál es el alcance de la investigación?	Desde el inicio y definición del reto se sabe cuál es el alcance, que es solucionar una problemática. Falta alcance en la transferencia, no hay claridad sobre qué es publicable y que no. La empresa va a pedir capacidades demostrables, para que puedan llevar al mercado la solución.			Buscan tener un impacto regional, principalmente en Antioquia, “Contribuimos al mejoramiento de la calidad de vida y la transformación de los territorios a partir del conocimiento generado en la Universidad y co-creado con la comunidad”
	¿Han sido coinvestigadores de otras instituciones de educación superior?	Sí, EAFIT, UPB, UDEA.	Sí	Sí	
	¿Están trabajando con nuevos aliados que financien los proyectos de investigación?	Sí, pero no hay acompañamiento de la dirección de investigación	No se puede delegar los temas de financiación a los profesores. Hay que llegarle a la empresa con una visión empresarial, no debe ir el profesor solo a estas reuniones. Que haya alguien que articule la relación entre la empresa y el docente. Debe haber alguien de la EIA que articulen los	Sí, pero no hay acompañamiento de la dirección de investigación	Sí, en proyectos de regalías enfocados en CTi, proyectos locales que incentiven la innovación, la transferencia de conocimiento, el emprendimiento, la innovación social.

			esfuerzos de los profesores, investigadores, etc En temas de salud: Partner de USA, FDA en USA Ir a ruedas de negocios para conocer gente, conferencias, congresos.		
--	--	--	---	--	--