

Transferencia de conocimiento y su relación actual con el desarrollo de la innovación en Colombia

Agudelo Pardo, Laura Nataly

Egresada no graduada, Facultad de Negocios Internacionales, Universidad Santo Tomás,
Seccional Tunja, Colombia, laura.agudelop@usantoto.edu.co

Resumen

El desarrollo tecnológico y la innovación se han convertido en pilares esenciales para la formulación de políticas estatales orientadas al crecimiento económico y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Este artículo académico analiza el estado de la transferencia de conocimiento en Colombia desde el año 2013, con la creación de alianzas entre generadores y administradores de conocimiento, hasta el 2023, con la evolución del concepto en estudio y la posición del país en el índice global de innovación.

Se emplea una metodología de revisión bibliográfica, observacional y cualitativa de carácter transversal, dividida en dos fases. La primera fase aborda conceptos clave, los actores involucrados y el estado de la innovación en Colombia. La segunda fase examina dos estudios con evidencia de fuentes secundarias para identificar sus procesos de transferencia.

La selección de los casos se basó en la disponibilidad de la literatura de proyectos transferidos, que ilustran la participación de universidad, empresa y administradores de conocimiento y

tecnología. El primer caso la colaboración entre Universidad de La Sabana, el Grupo Éxito y Connect Bogotá Región, y el segundo, entre la Universidad EAFIT y Cementera Argos. Entre los resultados más relevantes se identificaron factores influyentes en la transferencia de conocimiento, como la institucionalidad, la motivación, los recursos, los mecanismos, los impactos y los beneficios, que son cruciales en el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación de Colombia.

Palabras Clave

Transferencia de conocimiento, innovación, desarrollo científico, tecnología.

Abstract

Technological development and innovation have become essential pillars for the formulation of state policies aimed at economic growth and the fulfillment of the Sustainable Development Goals. This academic article analyzes the state of knowledge transfer in Colombia since 2013, with the creation of alliances between knowledge generators and managers, until 2023, with the evolution of the concept under study and the country's position in the global innovation index. A cross-sectional, observational and qualitative literature review methodology is used, divided into two phases. The first phase addresses key concepts, the actors involved and the state of innovation in Colombia. The second phase examines two studies with evidence from secondary sources to identify their transfer processes. The selection of the cases was based on the availability of literature of transferred projects, which illustrate the participation of university, business and knowledge and technology managers. The first case is the collaboration between Universidad de La Sabana, Grupo Éxito and Connect Bogotá Región, and the second between Universidad EAFIT and Cementera Argos. Among the most relevant results, influential factors in knowledge transfer were identified, such as institutional

motivation, resources, mechanisms, impacts and benefits, which are crucial in Colombia's science, technology and innovation ecosystem.

Keywords

Knowledge transfer, innovation, scientific development, technology.

Introducción

El desarrollo tecnológico y la innovación se han convertido en pilares esenciales para la formulación de políticas en los Estados, orientadas al crecimiento económico y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹. Estos términos son de gran importancia en el proceso de transferencia de conocimiento teniendo en cuenta que, desde una perspectiva metodológica, existen elementos que atribuyen a las interacciones que facilitan el avance tecnológico e innovador de una sociedad. Como lo menciona Villalobos et al. (2016) se ha motivado a establecer estructuras formales que promuevan la comercialización y la transferencia a la industria del eje movilizador de métodos y bienes: el conocimiento.

Teniendo como punto de inicio la crisis económica entre 1970 y 1980 a nivel mundial, junto con los fenómenos de la globalización y sus implicaciones en todos los componentes de una sociedad, surge la preocupación por destacar y dar respuestas a necesidades productivas o sociales en constante evolución. En este sentido, se reconoce la importancia del trabajo en conjunto entre la academia, la empresa y el Estado, tal como lo propone el clásico modelo de “Triple Hélice”, el cual es descrito por Olaya et al. (2014) como un modelo que destaca la

¹ Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, forman parte de la Agenda 2030 establecida por la Organización de las Naciones Unidas en 2015. Estos objetivos representan un punto de partida para que países y otros actores de la sociedad trabajen conjuntamente hacia un desarrollo inclusivo, digno y en armonía con el medio ambiente. Los ODS abordan desafíos globales, incluyendo la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, industria, innovación e infraestructura, entre otros (Organización de las Naciones Unidas, 2018).

necesidad de compartir el conocimiento entre las instituciones de investigación y el sector productivo.

La literatura sobre la transferencia conocimiento y tecnología destaca la sinergia de esos tres actores². En primer lugar, según Sánchez (2018) las universidades se han caracterizado por cumplir tres misiones, las cuales son: la creación de conocimiento y su difusión; la docencia como eje de transmisión de información; y, por último, los instrumentos que contribuyen a resolver las necesidades de la industria y al desarrollo económico y social. En segundo lugar, la empresa como actor que no solo busca clientes, sino que está constantemente buscando soluciones y, en tercer lugar, el estado o la administración pública, que según Olaya et al. (2014) se encarga del diseño de políticas que incentiven y faciliten la interacción necesaria entre las universidades y las empresas.

Medina (2021) menciona que, en Colombia al inicio de la década de los noventa se empleó la “Misión de Ciencia y Tecnología” o también conocida como la “Misión de Sabios”, la cual planteaba que la ciencia y la tecnología son factores indispensables en el desarrollo del país. En ese momento, se propone (con la promulgación de la Ley 29 de 1990, conocida como la Ley de Ciencia y Tecnología), establecer las bases para la creación de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que buscara la articulación entre el Plan Nacional de Desarrollo y la participación regional. Inicialmente, la ruta de ejecución se guiaba por la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación planteada por los gobiernos de turno. No obstante, en el 2022 el Gobierno Nacional presidido por el presidente Gustavo Petro, presentó las Políticas Orientadas por Misiones (POM), de acuerdo con los pilares de su Plan

² Este artículo denomina “actores” a las instituciones, entidades, organizaciones y demás entes que participan dentro del proceso de transferencia de conocimiento.

Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”³. En este orden de ideas, las POM tienen como propósito responder a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y redireccionar la innovación hacia la solución de desafíos sociales del país.

En el marco institucional del Estado, están presentes otros actores que interactúan a partir de los cambios significativos en la política científica y tecnológica de Colombia, impulsados por la consciente necesidad de la investigación y el desarrollo tecnológico como motores del progreso social y económico. Uno de estos actores son las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI). Según Donneys González & Blanco Campins (2016) estas oficinas tienen dentro de sus objetivos, ser intermediarias entre los investigadores y las empresas, facilitando de esta forma la identificación de oportunidades de colaboración, la protección de la propiedad intelectual, la negociación de contratos de transferencia de tecnología y la promoción de una cultura de innovación.

De acuerdo con lo expuesto, se busca analizar la participación e impactos de los procesos de gestión en la transferencia de conocimiento y tecnología para determinar el alcance sobre la competitividad tecnológica y de innovación del país, abordando las metodologías y los resultados obtenidos al analizar casos de éxito transferidos a la industria. En este orden de ideas, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores que inciden en la transferencia de conocimiento y tecnología de proyectos de investigación a la industria en el escenario de la innovación en Colombia?

³ El Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida” busca transformar al país en un líder global en la protección de la vida, el medio ambiente y la prosperidad social (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2022b).

Metodología

Se utilizó una metodología de revisión bibliográfica, observacional y de carácter transversal de tipo cualitativa, estructurada en dos fases. La primera fase aborda la descripción de los conceptos clave, los actores involucrados y la innovación en Colombia. La segunda fase, se centra en la revisión de dos estudios de caso con evidencia de fuentes secundarias para identificar sus procesos de transferencia. El proceso de análisis bibliográfico seguirá los siguientes pasos:

1. Identificación y recopilación de los documentos relevantes de la muestra.
2. Revisión y clasificación de los documentos en función de su relevancia para la investigación.
3. Análisis crítico de los documentos para identificar información relevante y datos clave relacionados con la transferencia de conocimiento en Colombia.
4. Codificación y categorización (con enfoque inductivo) de la información obtenida a partir de los documentos analizados.
5. Interpretación de los hallazgos y su relación con la literatura existente sobre el tema.

El análisis de datos se basó en la codificación y categorización de la información obtenida a partir de los documentos analizados. Se utilizará un enfoque inductivo para identificar patrones y temas emergentes en los datos.

Una de las principales limitaciones de esta investigación es que se basa en la disponibilidad y accesibilidad de los documentos relevantes, lo que puede limitar la representatividad de la muestra. Además, el análisis documental no permite la recolección de datos primarios, lo que podría restringir la cantidad de información disponible para el estudio. Por tal motivo, se priorizó la selección de recursos con fecha de publicación comprendida desde 2013 hasta

2023, debido a la evolución que han tenido los conceptos en estudio y la disponibilidad de fuentes secundarias de los casos de estudio.

Marco de referencia

Transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) en Colombia

Según García et al. (2014) la Transferencia de Tecnología o KTT por sus siglas en inglés (knowledge and technology transfer) permitió en principio la incorporación de la tecnología extranjera y así posteriormente ampliarse el concepto a Transferencia de Conocimiento y tecnología (TCT). Esta última ha enfrentado cambios en su metodología, pasando de limitarse solo de la oferta y la demanda, a convertirse en una relación interactiva entre actores con enfoque interdisciplinar, que vinculan todas las áreas de conocimiento como: ingeniería, medicina, ciencias sociales, humanidades, entre otras, que juegan un papel importante en la innovación de los procesos empresariales o industriales.

Actualmente, la Transferencia de Conocimiento y Tecnología (TCT) se califica según Ávila et al. (2018) como un “modelo de desarrollo que busca involucrar las cunas del conocimiento, es decir, las universidades, y los sectores económicos como empresas e instituciones, con el objetivo de adaptarse mejor a los cambios y generar mayor aprovechamiento en el desempeño organizacional” (p.18). En este mismo sentido, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia o Minciencias, describe la TCT como un “conjunto de actividades desempeñadas por una agrupación de instituciones o independientes que aprovechan, usan, modifican o divulgan nuevas tecnologías e innovaciones con enfoque hacia el desarrollo, que en el entorno competitivo de un país deben ser construidas con políticas gubernamentales” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [Minciencias], 2022b).

Para comprender la TCT en términos de su funcionamiento, Testar (2012) analiza dos modalidades: en primer lugar, el *market pull* que hace referencia a los requerimientos del mercado de los resultados de investigación; y en segundo lugar, el *science push*, cuando la ciencia entrega al mercado dichos resultados. En este orden de ideas, según Minciencias (2022b) las operaciones de transferencia se realizan mediante procesos o canales como el intercambio de bienes, la inversión extranjera directa, concesiones, la venta de derechos de propiedad intelectual, el licenciamiento de activos, adquisición de derechos de producción, distribución y *know how*, la elaboración de estrategias de comercialización y planes de negocio para la tecnología, además de acuerdos de colaboración, *Joint Ventures* y la creación de nuevas empresas tecnológicas como spin-offs y startups.

Actores en la transferencia de conocimiento y tecnología en Colombia

En Colombia están presentes actores que contribuyen o intervienen en la transferencia de conocimiento para la innovación y el desarrollo tecnológico los cuales pueden ser según López, Mejía y Schmal (2006) citado por Sánchez (2018):

- **Científicos e investigadores universitarios:** estos son los encargados de la producción primaria de conocimiento, tecnología o innovación, convirtiéndose en la posición más importante del proceso que constituye la transferencia de conocimiento. En el caso colombiano, estos hacen parte de instituciones técnicas profesionales, instituciones tecnológicas, instituciones universitarias, escuelas tecnológicas o universidades. Asimismo, se encuentran integrados en grupos de investigación que, según un informe del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021b), comprenden un total de 6.160 grupos de investigación clasificados por áreas de conocimiento, tales como: ciencias sociales, ciencias agrícolas, ingeniería y tecnología,

humanidades, ciencias naturales, ciencias médicas y de la salud. En cuanto a sus resultados por productos, según su tipología se destaca la generación de conocimiento con un 52,09%, en desarrollo tecnológico e innovación un 4,58%, apropiación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia un 18.30% y en la formación de recurso humano un 25.03%. Algunos grupos de investigación clasificados y reconocidos en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021a) son: CIBIOP es el grupo de investigación de Ciencias Biológicas y Bioprocesos de la Universidad EAFIT que se caracteriza por sus líneas de investigación de sistemas moleculares y celulares, bioprocesos y Biotecnología e innovación (Universidad EAFIT, 2023); ECITRONICA es el grupo de investigación de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, el cual investiga y genera productos de conocimiento bajo sus líneas de investigación de automatización, control y energía, sistemas inteligentes y robótica, y sistemas de comunicación (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2021); GEGI - Gestión Empresarial & Gestión de Innovación- es el grupo de investigación del área de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia y se caracteriza por su línea de investigación de gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales (Universidad Católica De Colombia, 2021); GIDOT – Investigación y Desarrollo en Operaciones del Tránsito- pertenece a la facultad de ingeniería civil de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el cual tiene como líneas de investigación análisis territorio con sistemas de información geográfica, sig. - movilidad sostenible, capacidad y nivel de servicio de la infraestructura de transporte, formación ingenieros de tránsito, planeación, diseño y operación del tránsito, seguridad vial y simulación del tránsito (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2021); entre otros.

- **Administradores de conocimiento y tecnología universitaria:** en este eslabón se encuentran entidades público-privada que cumplen la función de intermediar entre las universidades y el sector industrial, o entre las universidades y el Estado. Estos actores se disponen según su tipología como oficinas o centros, los cuales se caracterizan de acuerdo con su grado de operatividad o de los servicios que ofrecen. En el caso de Colombia se encuentran: Centros o Institutos de investigación, Centros de Desarrollo Tecnológico, Centros de Innovación y Productividad, Centros de Ciencia, Unidades de I+D+i de empresas, Empresas Altamente Innovadoras (EAI), Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT), Parques Científicos Tecnológicos y de Innovación (PCTI), y Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs).
- **Industria, empresas o sector privado:** son aquellos que se convierten en receptores de conocimiento o de tecnología, con diversos propósitos como satisfacer las demandas del mercado, mejorar la eficiencia productiva, lograr mayor competitividad, entre otros. La transferencia no se limita de la extensión operativa de la empresa ya que no solo se desempeña en grandes organizaciones, sino que también puede adaptarse a las PYMES.
- **Estado y sus instituciones:** son los actores encargados de contribuir a través de lineamientos políticos y facilitación de recursos, la regulación para el proceso de transferencia e intermediación. No obstante, también actúan como receptores de tecnología y conocimientos.

Actores significativos en el proceso de transferencia de Conocimiento y Tecnología en Colombia.

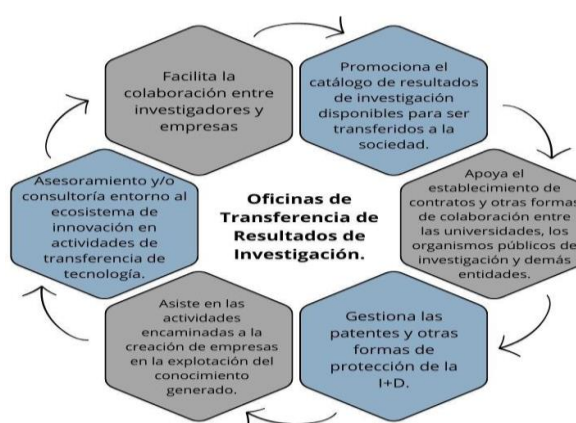
De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023) las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs) son organizaciones de carácter regional, públicas o privadas, con personería jurídica propia o dependientes de otra entidad, dedicadas a promover la Transferencia de Conocimiento y Tecnología (TCT) mediante el alistamiento de invenciones ofertadas por las universidades, hacia las empresas u organizaciones productivas o sociales que lo demandan. Además, según Ávila et al. (2018) estas gestionan la transferencia de la ciencia, tecnología y el emprendimiento de Empresas de Base Tecnológicas (EBTs).

Como indica Sánchez (2018) estas oficinas se establecen cuando Colciencias (ahora Minciencias), promulgó la Ley 1286 de 2009 que apoyó la creación y el fortalecimiento de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs), a través de la convocatoria 621 del 2013. Esta iniciativa fomenta el establecimiento de alianzas entre universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y empresas, además contar con la participación de organizaciones expertas en gestión de propiedad intelectual.

Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación tienen un papel preponderante en la intermediación, puesto que tienen bajo su seguimiento a los Centros de Desarrollo Tecnológico, Innovación y Productividad, los cuales se encargan de dinamizar, potenciar y transferir los conocimientos generados en las universidades, al sector industrial del país, con el fin de generar valor agregado y contribuir a la transformación productiva de los sectores económicos del país.

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2022a) la naturaleza de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación depende por una parte de si es de ámbito público, privada o mixto y por otra parte si es un tipo de centro autónomo, dependiente o no reconocido. En cuanto a las funciones de estas instituciones, la figura 1 describe algunos servicios generales que pueden ofrecer las OTRIs:

Figura 1: Servicios de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de Ávila et al. (2018).

De acuerdo con las necesidades de los mercados, se coordina la creación de redes nacionales de transferencia tecnológica, surgiendo por parte de la Alianza del Pacífico la Red de Oficinas de Transferencia Tecnológica denominada “TransferenciAP” para fortalecer y coordinar las capacidades de transferencia tecnológica de empresas y startups, para la utilización y comercialización de las tecnologías de los cuatro países miembros de la alianza (Alianza del Pacífico, 2023). Ante esto, en Colombia surge la Red Nacional de Transferencia Tecnológica denominada “Red Joinn” (de la cual hacen parte cinco OTRIs), con la finalidad de articular y potenciar las oportunidades de transferencia tecnológica a nivel nacional e

internacional (*RedJoinn*, 2022). La red está conformada por Connect Bogotá, Tecnnova en Medellín, Cientech en Barranquilla, OTRI Estratégica de Oriente en Bucaramanga y Reddi Agencia de Desarrollo Tecnológico en Cali, las cuales han sido reconocidas como actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) lo que significa que pueden acceder a beneficios tributarios, como el Sistema General de Regalías, por inversiones en ciencia, tecnología e innovación, oportunidad de participar en convocatorias del gobierno nacional, entre otros (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021c).

Innovación en Colombia

La innovación, es considerada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2010) como un impulsor del crecimiento de los países, ya que implica la creación, difusión e inmersión de un bien, servicio o proceso, nuevo o mejorado, al mercado o a las economías. La innovación es fuente de crecimiento para varios países, especialmente en donde se busca diversificar y aumentar la competitividad de economías emergentes.

La evolución del ser humano y de los fenómenos muestran la necesidad de innovar en soluciones que van desde lo económico en materia de inversión, infraestructura, entre otros, hasta lo social, como, por ejemplo, crisis climática, educación y desigualdad. Es por esto que Schultz (2017) explica que existen diferentes tipos de innovación y diversas actividades que abarca el concepto de innovación, la cual es reflejada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) en el Índice Mundial de Innovación.

El Índice Mundial de Innovación o Global Innovation Index (GII) clasificó en 2023 a 132 países y economías de distintas regiones del mundo. Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2023b) este instrumento permite conocer las economías más innovadoras y las últimas tendencias en dicha materia, asimismo muestra los principales 100

polos de innovación en ciencia y economía. En esta versión del índice se toma en consideración las coyunturas económicas, geopolíticas y sociales que se han desarrollado desde los años pandémicos y post-pandémicos. Asimismo, clasifica los países en grupos de acuerdo con el desempeño de los niveles de ingresos de cada país. Colombia, se encuentra en el grupo “ingresos medios altos” y en la posición 66th del índice a nivel global. A continuación la clasificación según OMPI (2023):

Figura 2: Resultados de la innovación en 2023 por nivel de ingresos.



Fuente: Tomado de OMPI (2023)

Figura 3: Países latinoamericanos con mayor puntuación en el índice Mundial de innovación – 2023



Fuente: Tomado de Statista (2023)

Casos de estudio

Caso 1: Transferencia de conocimiento y tecnología entre universidad, empresa y administradores de conocimiento.

La Universidad de La Sabana, en colaboración con el Grupo Éxito, desarrolló en 2021 una prueba piloto de un “Higienizador de rayos ultravioleta”. La sinergia entre la universidad y la empresa fue impulsada por la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación “Connect Bogotá Región” (entendiéndose como el actor estatal). Según la Universidad de La Sabana (2021a) la máquina patentada tiene una tecnología que permite eliminar microorganismos presentes en bebidas, a través de luz ultravioleta que cambia los aditivos químicos del producto, es decir, la radiación disminuye el contenido de microorganismos alterantes o patógenos. Con esto logran extender la vida útil de las bebidas, las cuales no son alteradas en su composición nutritiva o sensorial como si lo hacen otros tratamientos convencionales.

Imagen 1: Higienizador de rayos ultravioleta desarrollado por la Universidad de la Sabana, Grupo Éxito y Connect Bogotá.



Fuente: Tomado de (Universidad de La Sabana, 2021a).

La experimentación rápida llevada a cabo con costos reducidos y en entornos controlados por la universidad y la empresa, demuestra que se pueden ejecutar soluciones integrales que aportan a la generación de nuevos productos o servicios de calidad. Al desarrollar el 100% del dispositivo en Colombia, se evidencia que el país cuenta con un alto potencial en la generación de conocimiento y soluciones tecnológicas para los sectores productivos, lo que favorece el desarrollo económico.

La participación de *Unisabana Hub* (centro de innovación de la Universidad de La Sabana) tuvo un papel importante, pues no solo transfiere conocimiento al entorno y fomenta el emprendimiento, sino que también genera innovación social y tecnológica. Para la institución de educación superior, los beneficios pueden ser diversos. En el ámbito económico, pueden obtener ingresos por regalías por cada dispositivo vendido, lo que les permite financiar nuevas investigaciones o mejorar su infraestructura. Además, fortalecen su imagen institucional al

destacarse en innovación y desarrollo tecnológico, permitiendo establecer nuevas alianzas con empresas del sector industrial.

Los beneficios académicos son igualmente importantes para mantener el prestigio de la universidad, ya que añaden valor a la optimización de sus procesos y a la experiencia que adquieren los estudiantes mediante prácticas de investigación. Algunos beneficios pueden ser: oportunidades de investigación para los estudiantes y profesores, generación de nuevo conocimiento o productos de investigación, la formación práctica en investigación del talento humano, y el reconocimiento por sus contribuciones en investigación y desarrollo en Colombia. Por otro lado, el conglomerado de Grupo Éxito obtiene beneficios que impactan la calidad y la seguridad de sus bebidas de marca propia, el aumento de la eficiencia, productividad y sostenibilidad, ahorro de recursos y reducción de pérdidas, posicionamiento en materia de calidad y seguridad alimentaria, oportunidades de innovación, entre otros.

Este caso fue seleccionado porque ejemplifica la interacción entre los tres actores esenciales de la transferencia (Universidad, Empresa y Estado), además demuestra el interés de las empresas por generar sinergias que impulsen el desarrollo de nuevos productos y servicios, entendiéndose también como innovación abierta, la cual promueve la colaboración entre empresas o instituciones, convirtiéndose en una herramienta fundamental para la TCT.

Caso 2: Transferencia de conocimiento y tecnología entre Universidad y Empresa

La empresa Cementera Argos mantiene su compromiso con la sostenibilidad a través de la ejecución de proyectos con objetivos enfocados a minimizar el impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible. Uno de los proyectos que ha venido trabajando la empresa desde 2010, junto con la Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico), es el desarrollo de un mecanismo modular para cultivar microorganismos que

capturen el dióxido de carbono (CO₂). La propuesta que la universidad recibió de parte de Argos comenzó siendo una investigación denominada “Adaptation” y pasó a ser un proyecto de largo plazo para la compañía denominado “SP1”. Según la Universidad EAFIT (2013) el enfoque del proyecto se centra en reducir los gases contaminantes mediante microalgas, dado que estas tienen la capacidad de capturar hasta 50 veces más dióxido de carbono que una planta normal o terrestre.

De acuerdo con la Universidad EAFIT (2018), esta colaboración ha permitido obtener numerosas patentes hasta el momento. La primera fue en 2017 otorgada por la Oficina Japonesa de Patentes al “*Método y dispositivo para medir cambios volumétricos en una sustancia*”. La segunda, fue concedida en el mismo año al “*Proceso de cultivo y selección de microorganismos fotosintéticos multirresistentes*” por la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia, misma entidad que concedió en 2018 la tercera patente por invención del “*Mecanismo modular para cultivo y análisis de microorganismos autótrofos*”.

Esta innovación se enfoca en optimizar las condiciones de cultivo de diversas especies de microalgas a través de un fotobiorreactor. Este dispositivo permite recopilar información sobre el microorganismo fotosintético que presenta mayor potencial para la captura de CO₂ bajo condiciones específicas y precisas, como el control de la luz, la temperatura y los nutrientes. En consecuencia, no solo se incrementa la productividad del cultivo, sino que también se reduce considerablemente el consumo de energía.

Imagen 2: Fotobiorreactores desarrollados por Argos y el Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos de la Universidad EAFIT.



Fuente: Tomado de (Universidad EAFIT, 2018)

Según Cementos Argos Colombia (2023), la empresa es consciente del alto porcentaje de dióxido de carbono (CO_2) que produce la industria de construcción, razón por la cual se han desempeñado en la ejecución de proyectos de sostenibilidad, entre los que se incluye el ya mencionado “proyecto microalgas” para la captura de este gas, contribuyendo así a mitigar el calentamiento global. Además de este proyecto, la empresa está liderando iniciativas adicionales como:

- a. Proyecto biomasa: este tiene como objetivo desarrollar un combustible alternativo y renovables a partir de cultivos energéticos de diversas especies de árboles, arbustos y pastos.
- b. Concreto que captura CO_2 : este proyecto busca incorporar la tecnología dentro de su proceso de producción de concreto, de manera que el CO_2 se recicle químicamente en el producto.
- c. Coprocesamiento: la empresa recolecta neumáticos fuera de uso que no son recicladas y los convierte en combustible alternativo para los hornos de cemento.

En este sentido, el trabajo mancomunado entre la universidad y la empresa surgió cuando Argos expresó su interés de tener un laboratorio en el campus de EAFIT, de modo que podían aprovechar el recurso humano, la ciencia y el conocimiento de la institución (Universidad EAFIT, 2018). La construcción del “Centro Argos para la Innovación” ha proporcionado a la empresa la oportunidad de avanzar en diversos estudios destinados a mitigar los impactos ambientales derivados de sus operaciones. A medida que la investigación y el desarrollo tecnológico avanzan, se han abierto nuevas oportunidades para que EAFIT y Argos utilicen los microorganismos como una fuente de soluciones sostenibles.

Este caso fue seleccionado por la articulación directa entre generadores de conocimiento con la industria, dado que la Universidad contribuyó con su experiencia científica e investigadores capacitados, mientras que la empresa, como actor del mercado, aportó capital financiero e infraestructura. Esto ejemplifica una efectiva transferencia de conocimiento y tecnología en la modalidad de *market pull*, ya que Argos, para mantener su competitividad en términos de sostenibilidad y adaptarse a los cambios del consumo responsable, requirió de la colaboración de EAFIT para desarrollar innovaciones en su operatividad y en los productos que ofrece al mercado, generando así beneficios mutuos.

Resultados

A partir del análisis de los casos de estudio en los que se muestran los diferentes modos de interacción entre los actores de la Transferencia de Conocimiento y Tecnología de Colombia, se relacionaron evidencias textuales con los factores y variables que inciden en el proceso de la TCT en Colombia.

Factores que inciden en la Transferencia de Conocimiento y Tecnología de Colombia

Sánchez & Caicedo (2022) determinaron en su investigación diversos factores que inciden en la transferencia tecnológica de sistemas de innovación agroindustrial. Estos se agruparon en siete dimensiones: ambiental, económica, sociocultural, tecnológica, infraestructura y político institucional. Además, los autores señalan que estos factores pueden convertirse en obstáculos, tales como institucionales, incompatibilidad de tecnologías, obstáculos de las industrias y organizaciones, obstáculos culturales, normativos y económicos, e incertidumbre de las innovaciones. Por otro lado, Berbegal, J., & Solé, F. (2011) citados por Villalobos et al. (2016) identificaron factores determinantes en el desempeño de los generadores y administradores del conocimiento, clasificados en siete categorías que pueden ser medibles con el fin de evaluar los resultados de investigación y desarrollo de las universidades. Las categorías son: ambientales, legales, estructurales, financieros, capital humano, relacionales y productividad.

De acuerdo con lo anterior y mediante los casos de estudio se identificaron los siguientes factores que inciden en la Transferencia de Conocimiento y Tecnología:

Tabla 1

Factores que inciden en la Transferencia de Conocimiento y Tecnología en Colombia

Evidencia textual	Factores	Variables
Caso 1: “Universidad de La Sabana, en colaboración con el Grupo Éxito, sinergia impulsada por la Oficina de Transferencia de Resultados Connect Bogotá Región (entendiéndose esta como el actor estatal)”	Institucionalidad (condiciones de los actores y del ambiente en que se desarrollaría la transferencia)	• Actores participantes • Estructura organizacional • Cultura organizacional

Evidencia textual	Factores	Variables
Caso 2: “La empresa Cementera Argos...” “junto con la Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico)”		• Capacidad financiera • Infraestructura • Capital humano
Caso 1: “la máquina patentada tiene una tecnología que permite eliminar microorganismos presentes en bebidas”	Motivación (intereses que impulsan a las partes a participar en la transferencia)	• Necesidades y objetivos • Generación de impacto social, económico, ambiental...
Caso 2: “minimizar el impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible”		• Desarrollo de tecnología innovadora
Caso 1: “UniSabana aportó infraestructura y conocimiento especializado, mientras que el Grupo Éxito aportó recursos necesarios para la prueba piloto”	Recursos (medios necesarios para llevar a cabo la transferencia)	• Capital humano capacitado • Financiamiento • Infraestructura y equipos
Caso 2: “La Universidad EAFIT contribuyó experiencia científica e investigadores capacitados, mientras que la empresa Argos... aportó capital financiero e infraestructura”		
Caso 1: “desarrollo conjunto de la prueba piloto de un “Higienizador de rayos ultravioleta”.	Mecanismos (métodos y estrategias utilizados para facilitar la transferencia)	• Modo de interacción: directa, intermediación o indirecta • Comunicación y confianza
Caso 2: “desarrollo conjunto de un mecanismo modular para cultivar microorganismos que capturen el dióxido de carbono”		• Negociación y acuerdos • Gestión del conocimiento y de la propiedad intelectual • Marco regulatorio

Evidencia textual	Factores	Variables
Caso 1: “Transferencia de conocimiento y tecnología al entorno, fomenta el emprendimiento y genera innovación social y tecnológica”	Impactos (efectos positivos o negativos que genera la transferencia)	• Impactos económicos, ambientales, sociales y tecnológicos
Caso 2: “minimizar el impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible”		
Caso 1: “Para Unisabana, los beneficios pueden ser diversos...” y “Grupo Éxito obtiene beneficios que impactan la calidad y la seguridad de sus bebidas de marca propia...”	Beneficios (ventajas tangibles e intangibles que las partes obtienen como resultado de la transferencia)	• Formativos e investigativos • Económicos • Competitividad • Reducción de costos y desperdicios • Calidad y seguridad • Imagen corporativa • Oportunidades de negocio
Caso 2: “mantener la competitividad en términos de sostenibilidad y adaptarse a los cambios del consumo responsable...” “...desarrollar innovaciones en su operatividad y en los productos que generen así beneficios tanto para EAFIT como para Argos”		

Fuente: Elaboración propia

A partir de las evidencias secundarias, se analizaron seis factores y sus variables específicas, obteniendo una comprensión del contexto en el que se desarrolla la transferencia para cada caso. La categorización permitió evaluar el desempeño de los proyectos, la importancia de la interacción y optimización entre actores, las motivaciones o necesidades para crear sinergias y el papel de la transferencia de conocimiento en la generación de beneficios e impactos no solo para los involucrados, sino también para el país en términos de innovación y desarrollo tecnológico.

Conclusiones

Tras la revisión de la literatura, se reconoce que transferencia de conocimiento y tecnología es fundamental en el desarrollo de proyectos de gran impacto que mejoren las condiciones actuales de la innovación, la competitividad y la gestión económica del país, tal como lo menciona Medina (2021), sin embargo, estos procesos de transferencia en Colombia no se han impulsado lo suficiente para ser significativos en la industria y para mejorar las condiciones de la innovación.

Los casos de estudio permitieron identificar factores asociados a los descritos por Sánchez & Caicedo (2022) y por Villalobos et al. (2016). Entre estos se encuentran los beneficios e impactos, que los autores asocian con la productividad; la institucionalidad, la cual se relaciona con los obstáculos institucionales mencionados por Sánchez & Caicedo (2022), destacando la importancia de una estructura organizacional sólida y la coordinación entre los actores involucrados y el capital social. Por otro lado, Villalobos et al. (2016) señala que los recursos, específicamente el capital humano, son fundamentales, ya que los actores requieren de personal con habilidades y experiencia para facilitar el proceso de transferencia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, es imperativo reconocer que la transferencia de conocimiento puede presentar factores adicionales, la cultura investigativa, los contextos socioeconómicos, las oportunidades de acceso a la investigación, la madurez de las investigaciones o de los proyectos, entre otros.

Ante la limitación de información de casos de éxito, se destacó la importancia de que proyectos con potencial de transferencia e iniciativas de investigación sean de libre acceso, con el fin de que las empresas participen, siendo inversionistas o beneficiarios de los posibles resultados de investigación. Como oportunidad de futuras investigaciones se podría consolidar

una base de datos o un sistema compartido, para los proyectos a nivel regional y nacional que den solución a problemas productivos y económicos, sociales, tecnológicos e institucionales. Eso permitiría que dichos proyectos que no pueden iniciarse por recursos, infraestructura o convenios, sean impulsados gracias a la vinculación con la industria, el estado y la sociedad.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de Desarrollo Rural. (2023). *Agencia de Desarrollo Rural y UPTC firman convenio para brindar asistencia técnica a más de 6.230 productores en Boyacá.* – Agencia de Desarrollo Rural. <https://www.adr.gov.co/agencia-de-desarrollo-rural-y-uptc-firman-convenio-para-brindar-asistencia-tecnica-a-mas-de-6-230-productores-en-boyaca/>
- Alianza del Pacífico. (2023). *Grupo Técnico de Ciencia, Tecnología e Innovación – Alianza del Pacífico.* <https://alianzapacifico.net/grupotecnico-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>
- Ávila Grijalba, D. P., Rivera Espinosa, R., & Ríos Alvarado, A. (2018). *Oficina de transferencia de resultados de investigación: Una apuesta del fortalecimiento a la gestión del conocimiento en la Universidad Libre.* Universidad Libre de Cali.
<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/15679>
- Berbegal, J., & Solé, F. (2011). Caracterización del proceso de valorización de la I+D universitaria. 558-567. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/13947>
- Cementos Argos. (n. d.). *Cambio climático | Argos.* Cementos Argos: Empresa multinacional líder y sostenible. Recuperado 21 de abril de 2024, de <https://argos.co/cambio-climatico/>

Cementos Argos Colombia. (2020). *Construcción Sostenible*. Cementos Argos Colombia.

<https://colombia.argos.co/construccion-sostenible/>

Cementos Argos Colombia. (2023). *Proyectos | Argos*. Proyectos Argos. <https://argos.co/proyectos/>

Colombia Visible. (2022). Los 12 logros en ciencia e investigación más relevantes de Colombia en 2022. *Colombia Visible*. <https://colombiavisible.com/los-12-logros-en-ciencia-e-investigacion-mas-relevantes-de-colombia-en-2022/>

Conozca aquí el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia, potencia mundial de la vida.

(2023). Presidencia de la República. <https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Conozca-aqui-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2022-2026-Colombia-potencia-mundial-de-la-vida-230510.aspx>

D'Este-Cukierman, P., García Quevedo, J., & Mas Verdú, F. (2014). Transferencia del conocimiento: Del modelo transaccional al relacional. *Mediterráneo económico*, 25, 279-296.

Donneys González, F., & Blanco Campins, B. (2016). La transferencia de tecnología en universidades colombianas. *Economía y Desarrollo*, 157(2), 182-198.

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2021). *Grupo de Investigación Ecitrónica—Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://www.escuelaing.edu.co/es/investigacion-e-innovacion/grupo-de-investigacion-ecitronica/>

García, J., Mas Verdú, F., & d'Este, P. (2014). *Transferencia del conocimiento: Del modelo transaccional al relacional*. *Mediterráneo económico*, 25, 279-296.

- Jaime, J. A. (2016). *Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos*. [Review of *Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos*, por P. L. L. Calvo]. 93.
- Medina, C. (2021). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (2010-2014): Características de la política pública* [Universidad El Bosque].
<https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/800ab70a-c96d-484e-a03f-05d2720ddae2/content>
- Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos De Metodologia Cientifica*. Atlas.
- Lorduy, J. (2023). *¿Cómo está Colombia en ciencia e innovación? Entrevista con Arturo Luna, el minCiencias | Gobierno | Economía | Portafolio*.
<https://www.portafolio.co/economia/gobierno/como-esta-colombia-en-ciencia-e-innovacion-entrevista-con-arturo-luna-el-minciencias-576634>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021a). *Grupos de Investigación reconocidos 2021 | Datos Abiertos Colombia*. Minciencias. <https://www.datos.gov.co/Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion/Grupos-de-Investigacion-reconocidos-2021/b5ub-mixn>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021b). *Grupos de Investigación reconocidos por Minciencias*. Minciencias. <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021c). *GUÍA TÉCNICA PARA RECONOCIMIENTO ACTORES DEL SNCTI OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN OTRI*.
https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/M601PR05G05%20Guia%20Tecnica%20Reconocimiento%20Oficinas%20Transferencia%20Resultados%20Investigacion%20%20OTRI%20V00.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022a). *NOTAS METODOLÓGICAS Y EXPLICATIVAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA GRUPOS DE INVESTIGACIÓN MEDIDOS Y RECONOCIDOS POR MINCIENCIAS E INVESTIGADORES RECONOCIDOS POR MINCIENCIAS.*

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/notas_metodologicas_y_explicativas.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022b). *Políticas Orientadas por Misiones para la Solución de Grandes Desafíos del País.*

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politicas_orientadas_por_misiones_-_minciencias_2022-2026.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022c). *TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA* [Minciencias]. Minciencias.

<https://minciencias.gov.co/glosario/t-ransferencia-conocimiento-y-tecnologia>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2023). *Reconocimiento de Oficinas Transferencia de Resultados de Investigación -OTRI.* Minciencias.

<https://minciencias.gov.co/reconocimiento-actores/reconocimiento-oficinas-transferencia-resultados-investigacion-otri>

Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2018). UNDP. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

OECD. (2010). *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow.* OECD.

<https://doi.org/10.1787/9789264083479-en>

OMPI. (2023). *Colombia ranking in the Global Innovation Index 2023.*

<https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023/co.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe* (Repositorio de la CEPAL). Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2023). *Índice Mundial de Innovación*. WIPO. https://www.wipo.int/global_innovation_index/es/index.html
- Pep Simo, Olaya, E. S., Duarte, O. G., & Berbegal-Mirabent, J. (2014). Evaluación de las oficinas de transferencia universitarias colombianas respecto a su labor como intermediarias en el mercado del conocimiento. 2014. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3545.2963>
- RedJoinn. (2022). Joinn. <https://redjoinn.com/>
- Sánchez Salazar, A. E. (2018). *Diseño de una Red para la Transferencia de Conocimientos y Resultados de Investigación. Una Mirada desde la Dinámica de Sistemas*. [Tesis de Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13506>
- Sánchez, E. H., & Caicedo, L. M. (2022). ar [Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/04e1d6ee-9661-421f-b3f3-b0853ef37e89/content>
- S.A.S, E. L. R. (2023). *Nacional lidera ranking de mejores universidades en formación en ciencia y tecnología*. Diario La República. <https://www.larepublica.co/empresas/mejores-universidades-para-estudiar-ciencia-tecnologia-e-innovacion-3613329>
- Schultz, M. F. (2017). *La innovación: El gran regalo de la historia*. https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/03/article_0003.html

Statista. (2023). Gráfico: Brasil, el país más innovador de América Latina | Statista [Statista].

<https://es.statista.com/grafico/18823/paises-latinoamericanos-mejor-calificados-en-innovacion/>

Testar, X. (2012). *La transferencia de tecnología y conocimiento universidad-empresa en España: Estado actual, retos y oportunidades* (17/2012). <https://doi.org/10.13140/2.1.2638.9441>

Universidad Católica De Colombia. (2021). Grupos de Investigación. *Universidad Católica De Colombia*. <https://www.ucatolica.edu.co/portal/grupos-de-investigacion/>

Universidad de La Sabana. (2021a). *Higienizador de rayos ultravioleta, transformando la industria de alimentos*. Universidad de La Sabana. <https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/al-dia/higienizador-de-rayos-ultravioleta-transformando-la-industria-de-alimentos/>

Universidad de La Sabana. (2021b). *Grupo Éxito, Universidad de La Sabana y Connect Bogotá trabajan juntos para transformar la industria de alimentos*. Universidad de La Sabana. <https://www.unisabana.edu.co/menu-superior-1/saladeprensa/comunicados-de-prensa/detalle-de-comunicados/noticia/grupo-exito-universidad-de-la-sabana-y-connect-bogota-trabajan-juntos-para-transformar-la-industria/>

Universidad EAFIT. (2013). *Investigación / Un proyecto que utiliza algas para reducir las emisiones de CO₂—Agencia de Noticias / Abril 2013—Universidad EAFIT*. Universidad EAFIT. <https://www.eafit.edu.co/agencia-noticias/historico-noticias/2013/noticias-abril/Paginas/investigacion-sp1-proyecto-reduce-co2-algas-eafit-argos.aspx>

Universidad EAFIT. (2018). *EAFIT y Argos consiguen nueva patente en el cultivo de microalgas* [Educación]. Universidad EAFIT.

<https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2018/eafit-y-argos-consiguen-nueva-patente-en-el-cultivo-de-microalgas>

Universidad EAFIT. (2023). *Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop)—Investigación / Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop)—Universidad EAFIT.*

<https://www.eafit.edu.co/investigacion/grupos/Cibiop/Paginas/inicio.aspx>

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2021). *Grupos Investigación.* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

https://www.uptc.edu.co/sitio/portal/sitios/universidad/vic_inv_ext/din/1_grupos/index.html

Villalobos, B., Ovallos Gazabón, D., Maldonado Perez, D., & De La Hoz Escorcía, S. (2016).

Factores que inciden en el desempeño eficiente de una Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI): Caso Cientech. 14/012016, 37(9), 10.

Jiménez, Viviana. (2022). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Julio 2022*, 8(1), 141-150.