

# Perspectiva correlacional sobre instituciones generadoras de conocimiento y dinámica de transferencia tecnológica en empresas del clúster NorTic

 Harnol Alexander Cáceres Cáceres\*

**Fecha de recepción:** 29 de febrero de 2024

**Fecha de aceptación:** 26 de septiembre de 2024

**Para citar este artículo:** Cáceres Cáceres, H. A. (2024). Perspectiva correlacional sobre instituciones generadoras de conocimiento y dinámica de transferencia tecnológica en empresas del clúster NorTic. *Universidad y Empresa*, 27(48), 1-36. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.14254>

## Resumen

**Objetivo:** analizar la relación entre la transferencia de tecnología ( $\pi$ ) y la generación de conocimiento en el ámbito de las empresas del clúster NorTic, teniendo en cuenta la influencia de la colaboración entre la academia y las empresas, entendida como el proceso de transferencia tecnológica que vincula la capacidad de absorción, asimilación y transmisión de conocimientos y tecnologías de las organizaciones, frente a fuentes externas o internas del entorno, con la finalidad de desarrollar ventajas competitivas e innovadoras. **Metodología:** para lo anterior, se planteó un estudio correlacional con organizaciones de base tecnológica y vinculadas a un clúster regional, para comprender los procesos de  $\pi$  e identificar su relacionamiento con los conocimientos y recursos tecnológicos generados y a disposición de su entorno. **Resultados principales:** se evidencia una correlación positiva significativa entre las variables de generación de conocimiento y  $\pi$ . Esto indica el aprovechamiento de recursos tecnológicos disponibles, apoyado en la capacidad de absorción que tienen las organizaciones derivadas del cúmulo de conocimientos a través de la formación académica y la generación de conocimientos propios. **Conclusiones:** la investigación sugiere que la dimensión “transferencia informal” no presenta una correlación significativa con las demás variables, lo que indica que los mecanismos de transferencia informal no están necesariamente asociados con la presencia de las demás dimensiones.

**Palabras clave:** transferencia tecnológica en clústeres; generación de conocimiento organizacional; clúster NorTic; innovación tecnológica.

---

\* Corporación Universitaria Minuto de Dios (Cúcuta, Colombia). Correo electrónico: [harnol.caceres@uniminuto.edu](mailto:harnol.caceres@uniminuto.edu)

## *A Correlational Perspective on Knowledge Generating Institutions and the Dynamics of Technology Transfer in Companies of the NorTic Cluster*

### **Abstract**

**Objective:** This article analyzes the relationship between technology transfer (TT) and knowledge generation in the NorTic cluster companies, taking into account the influence of collaboration between academia and companies, which is understood as the process of technology transfer that links the capacity of absorption, assimilation and transmission of knowledge and technologies of organizations, in front of external and/or internal sources of the environment, in order to develop competitive and innovative advantages. **Methodology:** For the above, a correlational study is proposed with technology-based organizations linked to a regional cluster, in order to understand the TT processes and identify their relationship with the knowledge and technological resources generated and available to their environment. **Key findings:** There is a significant positive correlation between the variables of knowledge generation and TT. This indicates the use of available technological resources, supported by the absorption capacity of organizations derived from the accumulation of knowledge through academic training and the generation of their own knowledge. **Conclusions:** The research suggests that the “Informal Transfer” dimension does not present a significant correlation with the other variables, indicating that informal transfer mechanisms are not necessarily associated with the presence of knowledge generation and TT.

**Keywords:** technology transfer in clusters; organizational knowledge generation; NorTic cluster; technological innovation.

## *Uma perspectiva correlacional sobre instituições geradoras de conhecimento e dinâmica da transferência de tecnologia nas empresas do cluster NorTic*

### **Resumo**

**Objetivo:** este artigo busca analisar a relação entre a transferência de tecnologia (TT) e a geração de conhecimento no âmbito das empresas do cluster NorTic, considerando a influência da colaboração entre o meio acadêmico e as empresas, entendida como o processo de TT que vincula a capacidade de absorção, assimilação e transmissão de conhecimentos e tecnologias das organizações ante as fontes externas e/ou internas do ambiente, com o objetivo de desenvolver vantagens competitivas e inovadoras. **Metodologia:** para tanto, propõe-se um estudo correlacional com organizações de base tecnológica vinculadas a um cluster regional, a fim de compreender os processos de TT e identificar sua relação com o conhecimento e com os recursos tecnológicos gerados e disponíveis em seu ambiente. **Principais resultados:** há correlação positiva significativa entre as variáveis de geração de conhecimento e TT. Isso indica o aproveitamento dos recursos tecnológicos disponíveis, apoiado na capacidade de absorção das organizações derivada do acúmulo de conhecimento por meio da formação acadêmica e da geração do próprio conhecimento. **Conclusões:** esta pesquisa sugere que a dimensão “transferência informal” não apresenta correlação significativa com as outras variáveis, o que indica que os mecanismos de transferência informal não estão necessariamente associados à presença das outras dimensões.

**Palavras-chave:** transferência de tecnologia de cluster; geração de conhecimento organizacional; cluster NorTic; inovação tecnológica.

# Introducción

La globalización ha reconfigurado profundamente el panorama empresarial internacional, lo que ha dado lugar a una intensificación de la competencia y a que se haga hincapié en la generación de valor. Esta transformación es evidente en varios sectores y está impulsada por varios factores interconectados.

En primer lugar, la integración de los mercados globales ha requerido que las empresas adopten estrategias innovadoras para mantener su ventaja competitiva. Como señaló Fernández (2023), la cadena de valor global se ha convertido en un área crítica de estudio, en la cual se destacan las diversas estructuras y modelos de innovación que las corporaciones multinacionales deben navegar para tener éxito en un entorno competitivo.

De hecho, los avances tecnológicos han desempeñado un papel crucial en la transformación del panorama empresarial, porque les permiten a las empresas obtener ventajas competitivas a través de una transferencia de tecnología (TT). Este fenómeno se pone de relieve en varios estudios recientes sobre la importancia de las tecnologías innovadoras para mejorar la competitividad mundial y la eficiencia operativa.

Un aspecto significativo de esta transformación es el efecto de las tecnologías innovadoras en la competitividad global. Según Kubitskyi et al. (2024), la adopción de tecnologías de vanguardia permite a las empresas aumentar la eficiencia, reducir costos y ampliar su alcance en el mercado. Esto requiere un enfoque estratégico que incluya inversiones en investigación y desarrollo, adquisición de habilidades y sistemas de desarrollo de competencias. Estas inversiones son esenciales para que las empresas sigan siendo competitivas en un mercado cada vez más globalizado, en el que la destreza tecnológica puede diferenciar a los líderes de los rezagados.

Esta transferencia se ha convertido en una estrategia fundamental para impulsar la competitividad organizacional y promover una sociedad basada en el conocimiento (Audretsch et al., 2012). En este contexto, la gestión de los esfuerzos de investigación y desarrollo es crucial para mejorar la innovación y el desempeño organizacional (Lavoie & Daim, 2019).

En agrupaciones de empresas de innovación, la dinámica de la TT se ve influida por diversos factores, como la cooperación, la relación con las instituciones, la movilidad de la mano de obra y la proximidad geográfica (Fioravanti et al., 2021). Estos factores, en ciertas condiciones del entorno, actuarían como barreras para la transferencia eficaz de conocimientos en las pequeñas empresas de base tecnológica (Chan et al., 2012).

Para optimizar la transferencia tecnológica, las formas organizativas en red y las tecnologías de información y comunicación integradas son cruciales (Massey & Montoya-Weiss, 2002). Las tecnologías de redes sociales, aplicadas a través de la gestión del conocimiento, impulsan la agilidad organizacional, esencial para responder a las demandas cambiantes del mercado y facilitar la TT (Ahmadi & Ershadi, 2021). Además, la investigación sobre TT destaca la importancia de las redes organizacionales bien estructuradas para conectar diferentes entidades, fomentar la colaboración y promover el intercambio de conocimientos (Bengoia et al., 2020).

Los procesos de TT dentro de clústeres empresariales pueden analizarse desde una perspectiva de relacionamiento con su entorno, especialmente con aquellas instituciones que generan conocimiento en su ámbito cercano. Según Rake (2019), las estructuras y redes por las cuales fluye el conocimiento incluyen las organizaciones académicas, y resulta beneficioso establecer relaciones con estas, especialmente para las pequeñas empresas. Estas afirmaciones son respaldadas por Herstad et al. (2014), quienes destacan el papel que el relacionamiento y la contratación con universidades e institutos de investigación desempeñan en la mejora de la capacidad de las empresas en el contexto de las invenciones técnicas. Además, Dangelico (2015) subraya la importancia de las dimensiones de proximidad en la creación y transferencia de conocimiento, particularmente en las redes tecnológicas globales, que también incluyen a la academia.

De manera que la capacidad de construir redes extendidas de relaciones no debe solo limitarse dentro del mundo de los negocios, sino también incluir a la comunidad universitaria, pues resalta como una habilidad importante que los propietarios y gerentes de empresas de base tecnológica deben poseer (Harmon et al., 1997). La TT, desde el vínculo universidad-empresa, se presenta a través de mecanismos como convenios y contratos, licencias de patentes, movilidad de recursos humanos, creación de empresas *spin-off*

(de base tecnológica), formación de personal, publicaciones científicas, participación en congresos y proyectos de colaboración con el sector externo (Arenas & González, 2018).

Por otro lado, el débil vínculo entre la *TT* y el desarrollo en Colombia es un reto importante evidenciado en estudios previos como el de Castellanos Domínguez et al. (2009) y Fernando (2009), sumado también a la falta de competencia tecnológica en las empresas colombianas, que obstaculiza su capacidad para adoptar y beneficiarse de nuevas tecnologías, lo cual es crucial en la mejora de la ventaja competitiva (Ramírez & Zapata, 2021). En el ámbito académico, la transferencia de la propiedad industrial de las universidades públicas al sector productivo se ve obstaculizada por la falta de involucramiento de los beneficiarios y los procesos de investigación incompletos (Morales Rubiano et al., 2014). También se hace hincapié en la importancia de la gestión de la información y las tecnologías de apoyo para las pymes en Colombia, con la necesidad de cerrar la brecha digital (Castellanos Galeano et al., 2016).

En lo particular para esta investigación, analizar las interacciones en el interior de un clúster empresarial, cuya visión se basa en el conocimiento, permite destacar las relaciones e intercambios de tecnologías que pudiesen influir en sus capacidades y, a su vez, permitirles generar competitividad (Moreira et al., 2019). A la vez que se identifican los elementos participantes que median en la promoción de la *TT* y la generación de conocimientos en escenarios regionales.

En el escenario nacional, NorTic —un clúster empresarial de base tecnológica presente en Colombia, conformado por 20 empresas de diferentes subsectores de las tecnologías de la información— se erige como una iniciativa empresarial con alianzas estratégicas nacionales e internacionales, dedicada a proyectos de impacto con proyección global. Su misión primordial consiste en generar valor mediante la sofisticación de los negocios, al apoyar procesos innovadores que otorguen agilidad, rentabilidad y escalabilidad a las empresas involucradas (NorTic, 2020).

Según Ramón Montes y Celis Ardila (2023), este clúster busca lograr la transformación digital de las empresas de Norte de Santander, y convertir a Cúcuta en un centro regional de *start-ups* y desarrollo de tecnología e innovación. Esta dinámica señala la aspiración de

fortalecer flujos de conocimiento entre países desarrollados y en desarrollo, aspectos fundamentales de la *TT* que brinda beneficios a los involucrados (Ayad et al., 2020).

Dentro de los clústeres, la literatura destaca la importancia y lo complejo de la colaboración entre el mundo académico y las empresas, situación asimilada por NorTic, cuya relación con las instituciones generadoras de conocimiento se considera incipiente. Aunque el clúster ha establecido algunas alianzas estratégicas con universidades e instituciones de investigación, aún es limitada la colaboración. Estas limitaciones se deben principalmente a los escasos mecanismos específicos para facilitar la colaboración, la dificultad para conectar las necesidades del clúster con las capacidades de las instituciones académicas y la falta de recursos para financiar proyectos conjuntos. Este es un desafío que limita el acceso del clúster a conocimientos especializados y entorpece el desarrollo de tecnologías propias (Ceballos Camargo & Bohórquez Aparicio, 2022).

Esto se agudiza más con la delimitación de conceptos entre la *TT* y la comercialización de propiedad intelectual según los marcos regulatorios. La *TT* implica compartir conocimientos, habilidades, técnicas, equipo, información o diseños para su uso por otra organización; mientras que la comercialización de la propiedad intelectual se refiere al proceso de convertir la propiedad intelectual (patentes, marcas, diseños, etc.) en valor comercial (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI], 2005). Aunque la propiedad intelectual puede ser un elemento clave en la *TT*, esta última no siempre implica propiedad intelectual. La legislación colombiana (Ley 23 de 1982) regula la propiedad intelectual estableciendo procedimientos para la obtención de patentes, los derechos de licencia, y para las condiciones de *TT* recientemente se ha emitido una guía por parte del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. Sin embargo, la delimitación clara entre *TT* y la comercialización de la propiedad intelectual en el marco legal colombiano es un desafío, con posibles ambigüedades que pueden generar barreras para la *TT* en el país (Khvostenko et al., 2019).

Da Silva et al. (2021) destacan que las empresas pertenecientes a los clústeres empresariales, que están inmersas en las industrias 4.0 de países en desarrollo, se ven enfrentadas a limitaciones de recursos que repercuten de forma negativa en los procesos de adquisición y *TT*, lo cual afecta su competitividad internacional. De ahí que la investigación haya tenido como objetivo abordar esta problemática en una región que ha dado poca atención a este tema hasta el momento, lo cual puede sentar las bases de estudios en otras regiones o países.

Las investigaciones han resaltado que el éxito de la *TT* se encuentra estrechamente ligado a la cooperación efectiva entre proveedores, centros de investigación e industrias (Gausemeier et al., 2014; Brings et al., 2018; Radičić & Pinto, 2019). Sin embargo, diversos estudios, como la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020); el Índice Departamental de Innovación para Colombia, publicado por el Departamento Nacional de Planeación (2020); el Informe de Indicadores de CTel, publicado por el Observatorio de Ciencia y Tecnología (2020), y otros, han documentado una colaboración relativamente baja en Colombia. Esta situación implica consecuencias negativas en el ámbito internacional, ya que limita la capacidad de ciertas regiones del país para aprovechar plenamente las ventajas de la *TT* y su impacto en el desarrollo económico y social. Es esencial abordar esta problemática y promover estudios que fomenten la cooperación y el intercambio de conocimientos en el contexto global, para así potenciar la transferencia tecnológica en economías emergentes y, de esta manera, mejorar su inserción en la economía mundial.

En efecto, esta investigación reviste una importancia cardinal, porque abordó una problemática que aqueja a numerosos países de la región: la colaboración deficiente entre el ámbito académico y las empresas, especialmente en sectores de alta tecnología. Al ahondar en las barreras y facilitadores de la cooperación efectiva entre proveedores, centros de investigación e industrias, factores clave para el éxito de la transferencia tecnológica según la literatura especializada, los hallazgos del estudio podrían ser relevantes y ser extrapolables a otros clústeres empresariales de base tecnológica en Latinoamérica.

Por consiguiente, el objetivo de este artículo consiste en llenar esa brecha mediante un estudio correlacional que analizó la *TT* entre las empresas integrantes del clúster NorTic y las organizaciones encargadas de generar conocimiento y tecnologías en su entorno.

Aunado a ello, esta investigación contribuye a subsanar un vacío sustancial en la literatura académica, al centrarse en el análisis detallado de la *TT* en empresas de tecnología avanzada en contextos regionales específicos, un ámbito que ha sido insuficientemente explorado. En consecuencia, el estudio en cuestión podría sentar un precedente valioso y servir como referencia para futuras investigaciones en otras regiones y países de la región, al sentar las bases para un mejor entendimiento y abordaje de esta problemática crítica para el desarrollo económico y social en economías emergentes latinoamericanas.

A continuación de esta introducción, se presenta el marco teórico y una revisión de la literatura que aborda los conceptos fundamentales relacionados con la investigación. Posteriormente, se describe la metodología empleada, seguida de la presentación de los principales resultados obtenidos. Para concluir, se exponen las contribuciones teóricas y prácticas más significativas derivadas del análisis; además de destacar las posibles limitaciones que podrían considerarse áreas para futuras investigaciones.

## Revisión de la literatura

Durante décadas, el cambio tecnológico y la innovación impulsados por la investigación y el desarrollo (I+D) han representado la principal fuente de crecimiento de la productividad y el bienestar social (Edquist, 2000, citado en Aponte, 2016). La creciente interdependencia de los mercados mundiales ha aumentado los costos de las actividades de investigación; de ahí la necesidad de acceder a notables avances e innovaciones técnicas. La globalización creciente evidencia que el desarrollo industrial está inextricablemente ligado al progreso de flujos tecnológicos, entendidos como la transferencia de conocimientos y equipos.

En el contexto de los países emergentes, se observan restricciones que obstaculizan el desarrollo, la transferencia y la aplicación de tecnologías propias basadas en las capacidades de innovación e investigación de los actores locales; una situación común en países latinoamericanos (Da Silva et al., 2021). Estas restricciones fomentan una dependencia de proveedores internacionales que sumen a las organizaciones en una baja competitividad.

Por ello es esencial un enfoque teórico para comprender los sectores involucrados en la generación de conocimiento, así como en la divulgación, transferencia y aplicación de tecnologías. Este enfoque se sustenta en la incidencia positiva del desarrollo competitivo de las organizaciones, incluyendo estrategias empresariales como la clusterización, cuyo fin es contrarrestar las restricciones comúnmente presentes en países emergentes.

## La teoría de la triple hélice

El modelo de la triple hélice, que hace hincapié en la colaboración entre el gobierno, la academia y la industria, es crucial para impulsar la innovación y la  $\pi$  (Etzkowitz & Leydesdorff, 1998). Este modelo ha sido particularmente efectivo en los países desarrollados, donde ha facilitado el rápido avance de la ciencia y la tecnología (Milán, 2010). En los países emergentes se ha comprobado que la inclusión de la inversión extranjera directa dentro de este modelo cataliza la  $\pi$  y la innovación (Rivera, 2006). El modelo también ha dado lugar a la aparición de la *universidad emprendedora*, que ha contribuido significativamente al progreso socioeconómico (Jiménez & Dittmar, 2019). Además, el modelo de la triple hélice se ha propuesto como un mecanismo de asociación entre el Estado, las empresas y la comunidad científico-educativa, particularmente en el contexto de la innovación nacional (Dudin et al., 2014).

El modelo experimenta varias etapas. En la primera fase se concibe el Estado como un agente que acompaña el comportamiento entre universidades, centros de I+D y empresas, asumiendo la responsabilidad de regir las relaciones e interacciones entre estas entidades. En la segunda fase del modelo, empresas, gobiernos, universidades y centros de investigación tienen roles y áreas de actividad específicas, mediante relaciones, pero sin interferir entre sí.

La última etapa del modelo de la triple hélice hace hincapié en el carácter interdisciplinario de la  $\pi$ , porque este es un proceso complejo en el que influyen diversos factores. Tanto Lipinski et al. (2008) como Harmon et al. (1997) destacan la importancia de las relaciones y el trabajo en red en este proceso, y este último advierte contra la sobrestimación del impacto económico directo de las nuevas empresas tecnológicas. Yamaguchi et al. (2017) profundiza en la relación entre la  $\pi$  y las actividades universitarias, proponiendo una estructura de tres niveles que incluye la investigación básica, la colaboración entre la industria y la academia y la  $\pi$ . Boguszewicz-Kreft et al. (2021) identifican los principales factores que influyen en la  $\pi$  y presenta un proceso relevante para las universidades.

Estos estudios subrayan colectivamente la naturaleza intrincada y multifacética de la  $\pi$ , que implica la creación de empresas por parte de las universidades, el establecimiento de

unidades de investigación por parte de las empresas y el papel del Estado en la creación de unidades públicas de investigación y empresas.

## *Transferencia de tecnología*

La *TT*, tal como la define la *OMPI* (2005), implica el traslado de tecnología existente para su uso en el mismo campo de aplicación o en uno nuevo. Este proceso puede llevarse a cabo a través de diversos medios, como la contratación de trabajadores cualificados, la celebración de contratos o el uso de invenciones y conocimientos técnicos. En el contexto de las instituciones académicas, la *TT* se ve facilitada por las oficinas de *TT* que gestionan y comercializan los derechos de propiedad intelectual (Van Norman et al., 2017). El mercado internacional también desempeña un papel importante en la *TT*, y factores como las relaciones internacionales y las restricciones financieras influyen en el proceso (Millman, 1983). Además, la *TT* no se limita a la tecnología física, sino que también abarca la tecnología intangible (Chatterjee & Ireyes, 1981).

González Sabater (2009), del Instituto de Transferencia de Tecnología y Conocimiento, destaca la *TT* como una necesidad imperativa para las organizaciones que buscan innovar y prosperar en el mercado, porque mejora su competencia esencial a través de innovaciones tecnológicas. Esta innovación se logra mediante fuentes internas, como departamentos de I+D, y mediante fuentes externas, que involucran colaboraciones con proveedores y socios externos para adquirir o desarrollar tecnología.

En el contexto de la *TT*, se identifican participantes clave, siendo el proveedor de tecnología la entidad que la codesarrolla o comercializa, ya sea una organización generadora de conocimiento, como universidades o centros de investigación, o empresas que utilizan la *TT* como medio de financiación. El receptor de tecnología, según la perspectiva de González Sabater (2009), es la empresa que utiliza la *TT* como estrategia para mejorar su competitividad por medio de invenciones, conocimientos especializados, contratación de personal cualificado y adquisición de licencias.

El recurso valioso transferido en el proceso de *TT* incluye elementos tangibles e intangibles, como conocimientos técnicos y experiencia. Tradicionalmente centrada en la gestión de activos industriales e intelectuales, la *TT* ha evolucionado hacia la transferencia de

conocimiento, incorporando dimensiones más amplias que abarcan personas, sociedad y cultura, además de diversos medios de transferencia como licencias, capacitaciones y movilidad del personal.

Esta investigación adoptó una perspectiva integral de la  $\pi$ , integrando las dimensiones, elementos y medios de transferencia de conocimiento, según la Comisión Europea (2009), y la definición del Consejo Privado para la Competitividad en Colombia (2021).

## **Tecnología**

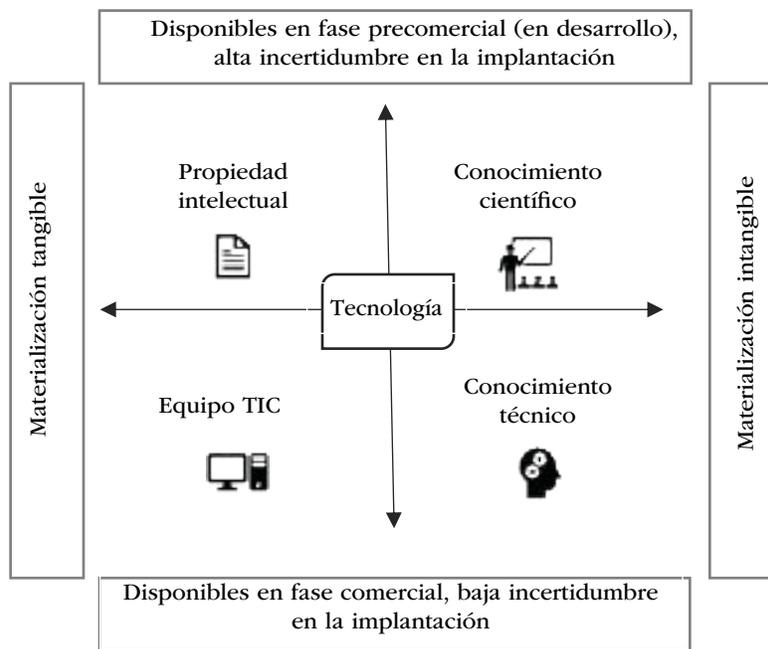
El concepto de tecnología es complejo y multifacético. Abarca diversas áreas del conocimiento humano y su aplicación (Echarri & Pendás, 1999; Agar, 2019). Las dimensiones de la tecnología incluyen el artefacto, el conocimiento, el proceso y la volición, cada uno de los cuales desempeña un papel distinto (Custer, 1995). A pesar de su dificultad de interpretación, la tecnología y su transferencia han sido ampliamente estudiadas y definidas en la literatura (Wahab et al., 2011).

Comprender el proceso de  $\pi$ , implica definir una postura conceptual referente al componente tecnológico. Algunos estudios subrayan colectivamente la complejidad de la implantación de la tecnología (Rigby, 2016; Wouters, 2009) y la necesidad de un enfoque integral que tenga en cuenta tanto sus factores tangibles como los intangibles (Peshkov, 2020; Chiesa et al., 2008).

Partiendo de lo anterior, se tiene que los activos tecnológicos intangibles basados en el conocimiento, como la propiedad intelectual y el conocimiento científico, no son replicables, son únicos y están —en algunos casos— patentados en las industrias basadas en el conocimiento (Kavida & Sivakoumar, 2008); por tanto, es incierta su viabilidad de implantación en la empresa (Günter & Gisler, 2005).

Por otro lado, en el contexto de los mercados empresariales, el conocimiento técnico es un activo valioso, especialmente en la adquisición y comercialización de bienes y equipos (Ghingold, 1997). Su implantación por parte de las empresas da estatus y refuerza la imagen competitiva, al posicionarlas mejor en el mercado y lograr una mejor aceptación de los clientes actuales y futuros (Díaz, 2024).

Dado lo anterior, el concepto tecnología se representa en la figura 1, tal como lo propone González Sabater (2009), a través del Instituto de Transferencia de Tecnología y Conocimiento en Irlanda. Clasifica la tecnología según su disponibilidad comercial y su grado de materialización. En el eje horizontal se representa la disponibilidad comercial, que va desde una baja disponibilidad (izquierda) hasta una alta disponibilidad (derecha). En el eje vertical se representa su materialización, con las tecnologías tangibles en la parte superior y las tecnologías intangibles en la parte inferior. La figura 1 muestra, entonces, que las tecnologías tangibles, como los productos y equipos, tienen una alta disponibilidad comercial; mientras que las tecnologías intangibles, como los conocimientos y las patentes, una menor disponibilidad.



**Figura 1.** Tecnología según su disponibilidad comercial y materialización

**Fuente:** tomada de González Sabater (2009).

## Generación de conocimiento

Como Drucker (1995) hizo hincapié en su célebre libro *La sociedad postcapitalista*, “el verdadero recurso dominante y factor de producción absolutamente decisivo no es ya ni el capital, ni la tierra, ni el trabajo. Es el conocimiento” (citado en Garnica, 2016, p. 2). A partir del conocimiento, las organizaciones crean innovaciones (nuevos productos o

mejoras en procesos o servicios) (Nonaka et al., 2000; Nonaka & Takeuchi, 2011; García, 2004; Konno et al., 2014).

Nonaka (citado en Garnica, 2016) define la generación de conocimiento organizacional como la capacidad de una empresa en su conjunto para crear y transferir nuevos conocimientos a toda la organización y materializarlos en productos, servicios o sistemas, al fundamentarse en la interrelación entre el conocimiento tácito y explícito. Aquí el conocimiento tácito se crea a través de la experiencia del individuo y se convierte en explícito cuando se conceptualiza, y a través del diálogo continuo entre los miembros de la organización se transforma en un explícito social (Barradas Martínez, 2021).

Ferrer et al. (2001) le atribuyen la generación de conocimiento a las instituciones encargadas del proceso del aprendizaje en la sociedad, refiriéndose a las instituciones de educación superior, porque las consideran una función propia en su misión, materializada en la provisión de capital humano cualificado y formativa en la generación de herramientas válidas para percibir la cambiante realidad del entorno.

Las necesidades de conocimiento e innovaciones tecnológicas de los sistemas productivos pueden resolverse en los contextos de la educación superior (Ghilic et al., 2011), a partir de desarrollo investigativo básico y aplicado, información científica y tecnológica, apoyados en los procesos de difusión y divulgación, es decir, en la transferencia. Lo anterior sustenta las relaciones dadas entre instituciones educativas y sector privado, en el que diferentes tipos de recursos y motivaciones permiten en conjunto generar nuevos conocimientos que desencadenen competitividad en la empresa. Este traslado de conocimiento utiliza mecanismos como las patentes, las licencias, la investigación asociativa, las consultorías, los *spin-off*, entre otras (Agrawal, 2001).

Sin embargo, la generación de conocimiento comercializable en respuesta a las necesidades empresariales se produce también en la empresa, especialmente en países con infraestructura tecnológica avanzada (Kale, 2005). No obstante, a menudo, esta creación de conocimiento interno se complementa con la adquisición de tecnología externa, que es fundamental para la productividad en las empresas manufactureras, especialmente en los países de bajos ingresos (Hou & Mohnen, 2013). La capacidad de beneficiarse del cambio tecnológico, un factor

clave en una economía competitiva, se ve reforzada por la capacidad de generar, explotar y difundir nuevos conocimientos de fuentes nacionales y extranjeras (Wamae, 2006). Por lo tanto, si bien la creación interna de conocimientos es importante, se complementa con la obtención de conocimientos externos, especialmente en los países en desarrollo.

La investigación en Colombia ha demostrado que las instituciones generadoras de conocimiento, como los institutos de investigación y los centros de innovación, desempeñan un papel crucial en la aplicación del conocimiento científico para el desarrollo tecnológico (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021). Estas instituciones son monitoreadas a través de diversos mecanismos, entre estos el número de investigadores por millón de habitantes, el porcentaje de empresas que cooperan en actividades de innovación y el número de becas de maestría y doctorado (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Los estudios también han encontrado una relación positiva entre la innovación y la productividad en las industrias manufactureras y de servicios colombianas, siendo la inversión en laboratorios de I+D y el tamaño de la empresa factores clave (Gallego et al., 2015). Sin embargo, existen desafíos en el proceso de innovación, dentro de los cuales los más comunes son los procesos informales y no planificados (Naranjo Valencia & Calderón Hernández, 2010).

## Metodología

La investigación fue descriptiva-correlacional, cuya primera parte fue implementada para “describir lo que existe, determinar la frecuencia en que este hecho ocurre y clasificar la información [...] los resultados establecen la base del conocimiento para la hipótesis, lo que dirige para posteriores estudios [...] correlacionales” (Sousa et al., 2007, p. 3). Por su parte, la investigación correlacional fue ejecutada por medio de dos variables que estudiaron hasta qué punto se han de relacionar entre sí (Valle & Valqui, 2019), teniendo en cuenta la influencia de la colaboración entre la academia y las empresas. El método investigativo fue no experimental transeccional, donde las variables ni se manipularon ni se controlaron.

El estudio se llevó a cabo en 2023 y se centró en las empresas que forman parte del clúster NorTic, con el objetivo de analizar el estado actual de las variables y su relación. Se pretendía determinar hasta qué punto la generación de conocimiento de instituciones y organizaciones proveedoras del entorno se relaciona con la TT en las empresas del clúster, así como la influencia de la colaboración entre la academia y las empresas en este proceso.

Tomando en cuenta lo planteado en la revisión bibliográfica y el objeto de estudio de analizar las variables en un escenario concreto, se plantearon las siguientes hipótesis:

**H1.** Existe una relación significativa entre la generación de conocimiento de las instituciones y organizaciones proveedoras del entorno y la TT en las empresas del clúster NorTic.

Asimismo, el diseño del estudio permitió profundizar en qué grado se correlacionan estas variables, partiendo de los indicadores asociados del estudio, por lo que se planteó la segunda hipótesis:

**H2.** Existe una relación significativa entre la generación de conocimiento de instituciones y organizaciones proveedoras del entorno y la utilización de conocimientos especializados, la utilización de invenciones y la contratación de trabajadores cualificados en las empresas del clúster NorTic.

El instrumento de recolección de información se diseñó como un cuestionario estructurado, compuesto por 50 preguntas, con el fin de recolectar información primaria de las empresas del clúster NorTic. Para asegurar su validez y confiabilidad, el instrumento se sometió a un proceso de validación por parte de dos expertos,<sup>1</sup> quienes evaluaron su relevancia, claridad, redacción y estructura. De este modo, gracias a sus valiosas observaciones, este se ajustó y se aseguró su capacidad para recopilar la información necesaria.

El instrumento se divide en tres secciones principales. La primera sección, “Datos descriptivos de las organizaciones del clúster y actores involucrados”, buscaba recopilar

<sup>1</sup> La Dra. Luisa Stella Paz Montes, administradora de empresas, magíster en Gerencia de Empresas y doctora en Educación, y el Dr. Wolfgang Mario Grozo Costa, licenciado en administración, magíster en Desarrollo de Seguridad Nacional y doctor en Desarrollo y Seguridad Estratégica.

información básica sobre las empresas, incluyendo aspectos económicos (año de creación, actividad económica principal, tipo de organización y año de vinculación al clúster), aspectos organizacionales (número de empleados, nivel educativo de los empleados, existencia de un área de I+D), generación de conocimiento (fuentes internas de generación de conocimiento) y transferencia de tecnología (mecanismos de protección del conocimiento).

La segunda sección, “Diagnóstico de la generación de conocimientos y transferencia de tecnología”, exploraba la generación de conocimientos a partir de universidades y centros de I+D, así como la utilización de conocimientos y tecnologías provenientes de procesos de transferencia. La tercera sección, “Relación entre la generación de conocimientos de instituciones y organizaciones externas y procesos de transferencia de tecnología hacia empresas del clúster NorTic”, analiza la relación entre la generación de conocimiento externa y los procesos de transferencia de tecnología en las empresas, teniendo en cuenta las tecnologías tangibles e intangibles y los mecanismos formales e informales de transferencia. El instrumento de recolección de información se responde mediante diferentes formatos: 37 preguntas de selección múltiple única respuesta, 12 preguntas de selección múltiple, múltiple respuesta, una pregunta abierta de texto y 13 preguntas que se responden con una escala de Likert de tipo valoración y de frecuencia, la cual solicita a los encuestados que valoren o indiquen la frecuencia con la que se presenta una situación o comportamiento determinado.

La población del estudio se limitó a las empresas que forman parte del clúster NorTic. Así se constituyó una población finita de 20 empresas, según lo indicado en su informe más reciente. No obstante, la muestra estuvo constituida por 15 empresas, luego de utilizar un método de muestreo intencional no probabilístico, caracterizado por la selección de elementos basados en el criterio del investigador. Esta elección se vio motivada por la complejidad asociada a la recopilación de datos en el trabajo de campo, ya que se requería la participación directa de los gerentes de las empresas para proporcionar respuestas al instrumento aplicado. Algunos de los datos y características asociadas a las organizaciones pertenecientes al clúster son que el 40% tiene menos de 8 años de existencia, el 50% se dedica a la prestación de servicios de tecnología en información, el 30% genera más de 21 puestos de trabajo por organización y el 40% dispone de empleados con escolaridad de maestría.

Teniendo en cuenta el marco teórico de la investigación, se plantearon las siguientes dimensiones para las variables del estudio, lo que a su vez permitió diseñar el instrumento de recolección de información por medio de 13 indicadores. A través del alfa de Cronbach se midió la consistencia interna de las dimensiones para evaluar la fiabilidad del cuestionario diseñado (tabla 1).

**Tabla 1.** Alfa de Cronbach del instrumento diseñado y aplicado

Variable	Dimensión	Alfa	Indicador
		<b>0.85</b>	
Generación de conocimientos	Tecnologías tangibles	0.93	Propiedad intelectual-equipos TIC
	Conocimientos especializados	0.84	Científico-técnico
		<b>0.88</b>	
Transferencia de tecnologías	Movilidad de personal	0.82	Contratación de personal cualificado/movilidad de practicantes/pasantes/investigadores
	Mecanismos de transferencia de tecnologías	0.86	Contratos de licenciamiento y patentado
	Investigación asociada	0.89	Consultoría, proyectos de investigación conjunto
	Transferencia informal	0.9	Transmisión del conocimiento

**Fuente:** elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la tabla 1, para todas las dimensiones se alcanzó un coeficiente superior a 0.80, por lo que se concluye que, en general, hubo una fiabilidad interna de buena a excelente en el instrumento utilizado.

Adicionalmente, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (tabla 2), particularmente apropiada para muestras pequeñas (menos de 50 observaciones), porque tiende a ser más potente que otras pruebas de normalidad, como la prueba de Kolmogorov-Smirnov o la prueba de Anderson-Darling, cuando se trata de identificar desviaciones de la normalidad (Razali & Wah, 2011). Para el caso de interés, se realizó una prueba de normalidad para establecer la utilización de pruebas paramétricas o no paramétricas del análisis correlacional.

**Tabla 2.** Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
¿Con qué frecuencia la organización se ha beneficiado de la propiedad intelectual transferida por organizaciones generadoras de conocimiento de su entorno?	0.930	10	0.445
¿Con qué frecuencia la organización ha participado en conjunto con organizaciones generadoras de conocimiento en el desarrollo de tecnologías e invenciones?	0.756	10	0.004
¿Con qué frecuencia la organización suscribe acuerdos de adquisición de equipo TIC?	0.899	10	0.212
¿Con qué frecuencia la organización suscribe acuerdos de protección de propiedad intelectual para proteger sus invenciones o conocimientos generados?	0.896	10	0.198
¿Con qué frecuencia la organización usa conocimientos especializados del tipo técnico en los procesos internos de la compañía?	0.892	10	0.177
¿Con qué frecuencia la organización accede e interactúa con conocimientos especializados del tipo científico y estos inciden en los procesos internos de la compañía?	0.805	10	0.017
¿Con qué frecuencia la organización contrata personal cualificado, que cuente con estudios de posgrado?	0.532	10	0.000
¿Con qué frecuencia la organización vincula laboralmente investigadores científicos reconocidos por un órgano calificador para tal fin?	0.650	10	0.000
¿Con qué frecuencia la organización vincula practicantes/pasantes con el fin de vincularlos con proyectos de I+D?	0.846	10	0.051
¿Con qué frecuencia la organización suscribe o emprende acuerdos de licenciamiento y patentado para acceder a tecnologías externas?	0.895	10	0.191
¿Con qué frecuencia la organización suscribe acuerdos de consultoría con personal experto con fines de obtener beneficios en I+D?	0.820	10	0.026
¿Con qué frecuencia la organización suscribe acuerdos de llevar a cabo proyectos de investigación conjunta en I+D con organizaciones generadoras de conocimiento?	0.829	10	0.033
¿Con qué frecuencia la organización participa como receptora de asesorías, conferencias o capacitaciones en I+D?	0.820	10	0.025

**Fuente:** elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la mayoría de las variables no se distribuye normalmente, y además que para efectos del análisis correlacional el coeficiente de Pearson es utilizado solo si ambas variables cumplen normalidad, se utilizó el coeficiente de Spearman (prueba no paramétrica), ya que no demanda normalidad de las variables de estudio.

## Resultados

De acuerdo con la tabla 3, la correlación entre las dimensiones “tecnologías tangibles” e “investigación asociada” ( $Rho = 0.640$ ;  $p = 0.046$ ) es significativa y positiva. Esto sugiere

que las empresas del clúster, a medida que adquieren tecnologías más tangibles, tienden a participar o utilizar más investigación asociada, probablemente para integrar y aplicarlas de manera eficiente, como lo indicó Burnham (1997). Esto es respaldado por Li y Qian (2008), quienes encontraron una relación positiva entre los recursos compartidos y el desempeño de la innovación en las empresas de base tecnológica. Es probable que el uso de tecnologías tangibles y la investigación asociada contribuyan a este rendimiento de la innovación. Además, Sun (2007) destaca la importancia de la especificidad del conocimiento del dominio en el desarrollo conjunto de nuevos productos, lo que podría facilitarse mediante el uso de tecnologías tangibles y la investigación asociada.

**Tabla 3.** Correlación entre las dimensiones de las variables transferencia de tecnología y generación de conocimientos

		Tecnologías tangibles	Conocimientos especializados	Movilidad personal	Mecanismos de transferencia de tecnologías	Investigación asociada	Transferencia informal
<b>Tecnologías tangibles</b>	Rho	1	0.418	-0.029	0.159	0.640*	0.383
	<i>p</i>		0.230	0.936	0.660	0.046	0.275
<b>Conocimientos especializados</b>	Rho	0.418	1	0.126	0.605	0.073	-0.434
	<i>p</i>	0.230		0.728	0.064	0.840	0.211
<b>Movilidad personal</b>	Rho	-0.029	0.126	1	0.274	-0.008	0.103
	<i>p</i>	0.936	0.728		0.443	0.982	0.778
<b>Mecanismos de transferencia de tecnologías</b>	Rho	0.159	0.605	0.274	1	0.093	0.082
	<i>p</i>	0.660	0.064	0.443		0.798	0.822
<b>Investigación asociada</b>	Rho	0.640*	0.073	-0.008	0.093	1	0.383
	<i>p</i>	0.046	0.840	0.982	0.798		0.275
<b>Transferencia informal</b>	Rho	0.383	-0.434	0.103	0.082	0.383	1
	<i>p</i>	0.275	0.211	0.778	0.822	0.275	

\* Correlación positiva moderada.

**Fuente:** elaboración propia.

La correlación entre “tecnologías tangibles” e “investigación asociada” ( $Rho = 0.640$ ;  $p = 0.046$ ) es significativa y positiva. Esto indica que a medida que aumenta la presencia de tecnologías tangibles, también aumenta la investigación asociada. Asimismo, “tecnologías tangibles” y “conocimientos especializados” ( $Rho = 0.418$ ;  $p = 0.230$ ), aunque es positiva, no es estadísticamente significativa. Ello indica que no hay suficiente evidencia para afirmar que una mayor presencia de tecnologías tangibles implica un aumento en los conocimientos especializados.

Esto podría deberse a que la relación entre estas dimensiones es multifacética y compleja y está influida por una serie de factores, incluidas las prácticas de gestión del conocimiento y el contexto específico del clúster empresarial. Para Morosini (2004), la importancia de la gestión del conocimiento impulsa el rendimiento de la innovación dentro de los clústeres industriales, y Lai (2014) la identifica específicamente como un mediador.

La correlación entre “conocimientos especializados” y “mecanismos de transferencia de tecnologías” ( $Rho = 0.605$ ;  $p = 0.064$ ) es moderadamente fuerte y positiva, aunque no alcanza la significación estadística tradicional ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, el valor de  $p$  es relativamente cercano al umbral de 0.05, lo que podría sugerir una tendencia de que a medida que los conocimientos especializados en una empresa aumentan, también lo hacen los mecanismos de  $\pi$  (Upstill & Symington, 2002). Esta relación podría estar influenciada por las actividades de aprendizaje durante los proyectos de  $\pi$  (Daghfous, 2004), los mecanismos interactivos de alianzas estratégicas (Lin, 2007) y la formación de competencias básicas derivadas de la transferencia de conocimientos entre las empresas y sus proveedores (Tong-Jian, 2008; Khan et al., 2015).

Por otro lado, las correlaciones entre “movilidad personal” y las demás variables son débiles y no significativas. Esto sugiere que la movilidad personal puede no estar fuertemente relacionada con estas otras variables en este contexto específico. Por último, “transferencia informal” parece no tener una correlación significativa con las demás variables, lo que sugiere que los mecanismos de transferencia informal no están necesariamente asociados con la presencia de tecnologías tangibles, los conocimientos especializados, la movilidad personal, los mecanismos de  $\pi$  y la investigación asociada.

### ***Correlación entre “generación de conocimientos” y “transferencia de tecnologías”***

La correlación entre “generación de conocimientos” y “transferencia de tecnologías” se alinea con la teoría de Nonaka y Takeuchi (1996), que sugiere una relación simbiótica entre la generación de conocimiento y la  $\pi$  en las organizaciones. Según su modelo de creación de conocimiento, el conocimiento tácito y el explícito se convierten en activos estratégicos a través de un proceso interactivo entre socialización, externalización, combinación e internalización del conocimiento. En este contexto, la generación de conocimiento ocurre

a través de la socialización y la externalización; mientras que la *TT* se facilita mediante la combinación e internalización (tabla 4).

**Tabla 4.** Prueba de correlación de Spearman entre las variables “generación de conocimientos” y “transferencias de tecnologías”

		Generación de conocimiento	Transferencia de tecnologías
Generación de conocimiento	Rho	1.000	0.642
	$p$		0.028
Transferencia de tecnologías	Rho	0.642	1
	$p$	0.028	

**Fuente:** elaboración propia.

Estos resultados también son coherentes con otros estudios, según los cuales las organizaciones que aprovechan la generación de conocimiento de organizaciones de su entorno tienen más probabilidades de iniciar procesos de *TT* exitosamente (Bercovitz & Feldman, 2006; Debackere & Veugelers, 2005; Siegel et al., 2003). Además, la capacidad de generar conocimiento en una organización mejora su capacidad para innovar y adaptarse a cambios tecnológicos, lo que a su vez facilita la transferencia y adopción de nuevas tecnologías, según García-Sánchez et al. (2017).

En el contexto del clúster NorTic, donde las empresas tienen un enfoque en el área tecnológica y de innovación, esta fuerte correlación entre la generación de conocimiento y la *TT* puede ser relevante. La colaboración y el intercambio de conocimientos entre las organizaciones del clúster contribuiría a un ambiente propicio para la generación de conocimiento y, a su vez, aceleraría la adopción de tecnologías avanzadas en la región.

## Discusión

Los hallazgos del estudio correlacional aportan una nueva comprensión sobre la dinámica de *TT* y generación de conocimiento en un contexto de clústeres empresariales de bases tecnológicas en Colombia. Al analizar la relación entre diversos factores clave, se obtuvieron *insights* valiosos que complementan y amplían la literatura existente.

La investigación se llevó a cabo durante 2023, analizando la relación entre la *TT* y la generación de conocimiento en el clúster NorTic. Si bien la investigación fue en un momento específico, los resultados continúan siendo relevantes, dado que la colaboración entre la academia y la industria, la transferencia de tecnología y la generación de conocimiento son temas cruciales para el desarrollo económico. Los resultados sustentan la relevancia del modelo de la triple hélice, que hace hincapié en la colaboración entre el gobierno, la academia y la industria para impulsar la innovación y la *TT* (Jiménez & Dittmar, 2019). La correlación positiva encontrada entre las tecnologías tangibles y la investigación asociada evidencia la importancia de esta colaboración entre empresas y centros de conocimiento. Este vínculo refuerza la importancia de la *TT* como fuente de ventajas competitivas para las empresas; sin embargo, los resultados de otras dimensiones también sugieren que aún existen desafíos para fortalecer estas relaciones en el contexto analizado.

La literatura revisada destaca las restricciones y las barreras que enfrentan los países en desarrollo para el planteamiento, la transferencia y la aplicación de tecnologías propias, lo cual fomenta una dependencia de proveedores internacionales (Da Silva et al., 2021). Los resultados obtenidos podrían reflejar algunas de estas limitaciones, como la falta de correlación significativa entre los conocimientos especializados y la investigación asociada. Esto destaca la necesidad de abordar estas barreras y fortalecer las capacidades internas de generación y transferencia de conocimiento.

Si bien los resultados muestran una correlación significativa con las tecnologías tangibles, la fundamentación teórica subraya la importancia de los activos intangibles, como los conocimientos especializados y los procesos, en la *TT*. La correlación moderada encontrada entre los conocimientos especializados y los mecanismos de transferencia respalda este planteamiento. Es crucial adoptar un enfoque integral que no solo se centre en los aspectos tangibles, sino en la gestión y la transferencia de conocimientos.

La literatura revisada y la fundamentación teórica destaca la importancia de los canales informales y las interacciones interpersonales en los procesos de *TT* y conocimiento (González Sabater, 2009). Sin embargo, los resultados del estudio no lograron respaldar empíricamente esta relación en el contexto analizado. Esta discrepancia podría sugerir que existen factores contextuales específicos en el clúster NorTic o en el entorno colombiano que dificultan la efectividad de los canales informales de transferencia. Caso contrario en

la relación positiva moderada entre los conocimientos especializados y los mecanismos formales de  $\pi$ , lo que indicaría que los canales formales desempeñan un papel más relevante en la transferencia de conocimientos especializados.

La falta de correlaciones significativas, tanto para la transferencia informal como para otras variables, podría ser un indicador de las barreras y limitaciones que enfrentan los países en desarrollo, como se menciona en la fundamentación teórica. Factores como marcos regulatorios inadecuados, falta de incentivos, limitaciones de recursos o debilidades en los vínculos entre los diferentes actores podrían estar obstaculizando la transferencia efectiva de conocimientos y tecnologías, independientemente de los canales utilizados.

Para el caso de las hipótesis establecidas, se puede inferir que en la H1 los resultados del estudio respaldan esta hipótesis, al ser positiva y estadísticamente significativa. Se debe tener en cuenta que esta hipótesis se formula en función de las dos variables principales del estudio, según la cual, de acuerdo con la fundamentación teórica, comprueba su interacción, y para el caso particular del presente estudio, valida esta relación (Nonaka & Takeuchi, 1996).

Sin embargo, para la hipótesis H2 los resultados le brindan un respaldo parcial. Si bien se encontró una correlación positiva moderada ( $r = 0.605$ ;  $p = 0.064$ ) entre los conocimientos especializados y los mecanismos de  $\pi$ , no se observaron correlaciones significativas con la utilización de invenciones o la contratación de trabajadores cualificados.

Esto sugiere que aun cuando existe una relación entre la generación de conocimiento de las instituciones proveedoras y la utilización de conocimientos especializados en las empresas del clúster, esta relación no se traduce necesariamente en una mayor utilización de invenciones o la contratación de personal altamente calificado.

Por lo anterior, al contrastar con el marco referencial de la investigación, la colaboración limitada entre la academia y las empresas del clúster NorTic podría estar afectando negativamente la  $\pi$  y la generación de conocimiento. Ello se traduce en una menor utilización de conocimientos especializados y un menor desarrollo de tecnologías propias. Este hallazgo estaría relacionado con las barreras mencionadas, como la falta de incentivos o marcos regulatorios adecuados para la comercialización de la propiedad intelectual y la  $\pi$  desde las instituciones académicas. Además, factores como las limitaciones de recursos

en las empresas del clúster estarían dificultando la contratación de personal altamente calificado o la adquisición de invenciones patentadas.

En consecuencia, sería esencial abordar estos desafíos y promover un entorno más propicio para la transferencia de conocimientos y tecnologías desde las instituciones generadoras hacia las empresas. Esto podría incluir la implementación de políticas y programas específicos que incentiven la colaboración, la comercialización de invenciones y la movilidad de personal calificado entre estos actores.

## Conclusiones

Es importante entender el concepto de *generación de conocimiento*. En el ámbito organizacional, mediante este las organizaciones crean, adquieren, transforman y usan conocimientos para aumentar su competitividad (Nonaka & Takeuchi, 1996). Implica un ciclo de transformación de conocimiento tácito (conocimiento que las personas tienen pero que es difícil de comunicar) a conocimiento explícito (conocimiento que puede ser fácilmente comunicado y compartido), y viceversa, en un proceso conocido como la *espiral del conocimiento*.

La *TT*, por otro lado, corresponde a la adopción y aplicación de tecnologías desarrolladas externamente, a menudo como resultado de la generación de conocimiento (Argote & Ingram, 2000). Esto puede implicar la asunción de nuevas técnicas, procesos o patentes. A menudo, las organizaciones que son capaces de transferir efectivamente tecnologías se benefician de mejoras en la eficiencia, la productividad y la competitividad.

Es lógico suponer que hay una relación entre estos dos procesos. El conocimiento generado en una organización puede proporcionar las bases para la adopción y aplicación efectiva de nuevas tecnologías. Además, a su vez, la adopción de nuevas tecnologías puede crear más conocimientos, a medida que los empleados aprenden a utilizar y adaptarse a estas tecnologías (Cohen & Levinthal, 1990).

En el contexto del clúster NorTic, esta correlación estaría impulsada por varios factores. Es posible que las organizaciones que generan más conocimiento estén mejor posicionadas para adoptar y aplicar nuevas tecnologías. Esto porque dichas organizaciones tienen una mayor capacidad de absorción, es decir, la capacidad de reconocer el valor de nueva información externa, asimilarla y aplicarla para fines comerciales (Cohen & Levinthal, 1990). A menudo, las organizaciones con una alta capacidad de absorción tienen un mejor desempeño en la adopción de innovaciones y en la competitividad en general.

Además, la globalización y la creciente interconexión entre las organizaciones pueden facilitar tanto la generación de conocimiento como la *TT*. Las organizaciones en el clúster NorTic pueden estar aprovechando las ventajas de la colaboración y las redes de conocimiento para mejorar sus procesos de generación de conocimiento y *TT* (Powell et al., 1996).

Esto se respalda con los resultados del estudio, que evidencian una correlación fuerte y significativa entre la generación de conocimiento y la *TT* en las empresas del clúster NorTic, lo que sugiere que estas dos actividades están estrechamente interrelacionadas. Este hallazgo está en línea con la literatura existente sobre gestión del conocimiento y *TT* y destaca la importancia de la generación de conocimiento para la adopción efectiva de tecnologías.

Adicionalmente, el estudio sugiere que la colaboración entre la academia y las empresas del clúster NorTic cumple un papel fundamental en la *TT* y la generación de conocimiento. Se recomienda implementar mecanismos para facilitar la colaboración, como programas conjuntos de investigación y desarrollo, intercambio de personal y eventos de *networking*. Se sugiere, además, la creación de una plataforma de conocimiento que facilite el acceso a información especializada y la identificación de proyectos de colaboración.

Respecto al aporte teórico de esta investigación, la comprobación de las hipótesis, referentes a la existencia de relación entre la generación de conocimiento y la *TT*, así como la correlación entre las dimensiones “tecnologías tangibles”, “investigación asociada”, “conocimientos especializados” y “mecanismos de transferencias de tecnología”, permite avanzar en la comprensión de las dinámicas del conocimiento organizacional e iterativo y la participación de los actores del ecosistema empresarial en el intercambio de tecnologías específicas.

El adelanto de este proyecto profundiza y da soporte a los postulados teóricos de Etzkowitz y Leydesdorff (1998), cuya explicación, a través del modelo de la triple hélice, permite sustentar cómo se ejecuta el proceso de TT y la generación de la innovación tecnológica, pues ha sido confirmado y apoyado por investigaciones recientes. Ello demuestra la vigencia de este referente teórico. Así mismo, la investigación abrió las puertas a un nuevo tema de investigación en el ámbito regional: analizar la relación de los clústeres de base tecnológica y las organizaciones generadoras de conocimiento, lo que permea las teorías de los sistemas regionales de innovación y la clusterización y competitividad de Michael Porter.

Este estudio, por tanto, sugiere que la dinámica de la TT en el clúster NorTic está influenciada por el enfoque estratégico, las competencias básicas de la organización y las actividades de investigación y desarrollo de las pequeñas empresas con los actores de su entorno, así como por la solidez de sus bases de conocimiento y rutinas de procesamiento, y las dimensiones de proximidad en sus redes globales, que inciden en su competitividad interna.

## ***Recomendaciones y limitaciones***

Es importante recordar que correlación no implica causalidad. Estos resultados muestran relaciones entre las variables, pero no prueban que un cambio en una variable cause un cambio en otra. En este caso, la presencia de tecnologías tangibles y conocimientos especializados no necesariamente incrementa la investigación asociada o modifica los mecanismos de TT. Son necesarias más investigaciones para establecer causalidad.

Dado que varios de los resultados no cuentan con significancia estadística, es posible que un enfoque unidimensional sea insuficiente para capturar la complejidad de los procesos de TT en el contexto analizado. La literatura sugiere que se requiere un enfoque integral que considere aspectos tangibles e intangibles, formales e informales, así como la interacción de múltiples factores y actores. Los resultados estarían indicando la necesidad de adoptar una perspectiva más holística en futuras investigaciones.

Por último, al interpretar los datos de correlación también es importante considerar factores como la potencial influencia de variables no observadas, la posibilidad de relaciones

no lineales entre las variables y los errores de medición que podrían estar presentes. En la interpretación de los datos de correlación, es vital tener en cuenta el tamaño de la muestra. Con solo el análisis de un clúster empresarial, la potencia estadística de los resultados puede ser limitada. Con una muestra más grande, se obtendría una imagen más precisa de las relaciones entre estas variables.

## ***Futuras líneas de investigación***

Este estudio evidenció que el proceso de  $\pi$  no puede interpretarse como un elemento que surge de manera espontánea o accidental en un ecosistema específico o, por el contrario, que pueden usarse los mismos mecanismos y procesos en cada situación. Es necesario, entonces, analizar otros escenarios para interpretar las relaciones dadas entre el actor generador de conocimiento y el receptor/asimilador de tecnologías en distintos contextos socioeconómicos.

Hamilton y Philbin (2020) y Dell'Anno (2015) profundizaron en los mecanismos y capacidades específicos que impulsan el éxito de la  $\pi$ . Hamilton, por un lado, destaca el papel de la gestión del conocimiento; por otro, Dell'Anno subraya la importancia de la capacidad de absorción y desorción. De ahí que indagar en aquellas capacidades específicas que intervienen en el proceso de transferencia y facilitan su éxito resulta imperativo en futuros espacios académicos.

Dada la evidencia de una colaboración relativamente baja en un área geográfica de Colombia, sería valioso explorar a fondo las barreras específicas que impiden una cooperación más estrecha en las regiones. Esto podría incluir estudios cualitativos que examinaran las perspectivas de los diferentes actores involucrados, así como análisis comparativos entre diferentes países, a fin de identificar patrones y factores contextuales.

Este artículo, que analizó las relaciones entre actores de un mismo entorno, evidenció la necesidad de formular estrategias destinadas a superar las limitaciones y dificultades que enfrentan sus participantes, con el objetivo de aprovechar los flujos de conocimiento. Estos esfuerzos pueden ser abarcados mediante estudios que busquen reducir la brecha tecnológica y fomentar la vinculación de las empresas de los países emergentes al tejido

tecnológico global, a efectos de propiciar un mayor desarrollo y progreso, teniendo en cuenta las particularidades locales.

## Roles de contribución (taxonomía de CRediT)

**Harnol Cáceres Cáceres:** conceptualización, metodología; administración del proyecto; supervisión, liderazgo de planificación, redacción (documento original), redacción (versión final).

## Referencias

- Agar, J. (2019). What is technology? *Annals of Science*, 77(3), 377-382. <https://doi.org/10.1080/00033790.2019.1672788>
- Agrawal, A. (2001). University-to-industry knowledge transfer: Literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 3(4), 285-302. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00069>
- Ahmadi, S., & Ershadi, M.J. (2021). Investigating the role of social networking technology on the organizational agility: A structural equation modeling approach. *Journal of Advances in Management Research*, 18(4), 568-584. <https://doi.org/10.1108/JAMR-04-2020-0052>
- Aponte, G. (2016). *Gestión de la innovación tecnológica en las universidades venezolanas y su vinculación con la empresa* [tesis de doctorado, Universidad Central de Venezuela].
- Arenas, J. J., & González, D. (2018). Technology transfer models and elements in the university-industry collaboration. *Administrative Sciences*, 8(2), 19. <https://doi.org/10.3390/admsci8020019>
- Argote, L., & Ingram, P. (2000). Knowledge transfer: A basis for competitive advantage in firms. *Organizational Behavior And Human Decision Processes*, 82(1), 150-169. <https://doi.org/10.1006/obhd.2000.2893>
- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., & Wright, M. (2012). Technology transfer in a global economy. *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 301-312. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9283-6>

- Ayad, A., Matthews, R., & Vitanov, I. (2020). Evaluation of knowledge flow from developed to developing countries in small satellite collaborative projects: The case of Algeria. *Space Policy*, 51, 101360. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2019.101360>
- Barradas Martínez, M. (2021). Modelos de creación de conocimiento: Una revisión teórica. *Ciencia y Técnica Administrativa*, 20(1). <https://www.cyta.com.ar/ta/article.php?id=200102>
- Bengoa, A., Maseda, A., Iturralde, T., & Castro, G. A. d. (2020). A bibliometric review of the technology transfer literature. *The Journal of Technology Transfer*, 46(5), 1514-1550. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09774-5>
- Bercovitz, J. E. L., & Feldmann, M. (2005). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *The Journal Of Technology Transfer*, 31(1), 175-188. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5029-z>
- Brings, J., Daun, M., Brinckmann, S., Keller, K., & Weyer, T. (2018). Approaches, success factors, and barriers for technology transfer in software engineering—results of a systematic literature review. *Journal of Software: Evolution and Process*, 30(11). <https://doi.org/10.1002/smr.1981>
- Boguszewicz-Kreft, M., Arvanitis, A., Karatzas, K., Antonelli, G., & Simonetti, B. (2021). Technology transfer steps towards the commercialization of research results for universities. *WSB Journal of Business and Finance, Sciendo*, 55(1), 26-39. <https://doi.org/10.2478/wsbjbf-2021-0003>
- Burnham, J. (1997). Evaluating industry/university research linkages. *Research-Technology Management*, 40(1), 52-55. <https://doi.org/10.1080/08956308.1997.11671105>
- Castellanos Domínguez, Ó. F., Jiménez Hernández, C. N., & Domínguez Martínez, K. P. (2009). Competencias tecnológicas: Bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 29(1), 133-139. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v29n1.15153>
- Castellanos Galeano, J. F., Loaiza, M. H., & Cuesta Iglesias, C. A. (2016). Importancia de las TIC para la competitividad de las pymes en Colombia. *Puente*, 10(1), 93-99. <https://doi.org/10.18566/puente.v10n1.a10>
- Ceballos Camargo, J., & Bohórquez Aparicio, A. Y. (2022). *Clúster Nortic: Análisis de la contribución de sus empresas para la proyección de Cúcuta en una Smart City* [tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander]. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/8012>
- Chan, K., Pretorius, M. W., & Oerlemans, L. (2012). A relational view of knowledge transfer effectiveness in small new technology-based firms: An empirical analysis of a South African case. *African Journal of Business Management*, 6(11). <https://doi.org/10.5897/ajbm11.230>

- Chatterjee, P., & Ireyes, H. (1981). Technology transfer. *International Social Work*, 24(1), 14-22. <https://doi.org/10.1177/002087288102400103>
- Chiesa, V., Manzini, R., & Pizzurno, E. (2008). The market for technological intangibles: A conceptual framework for commercial transactions. *International Journal of Learning And Intellectual Capital*, 5(2), 186. <https://doi.org/10.1504/ijlic.2008.020151>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Comisión Europea. (2009). *Preparar nuestro futuro: Desarrollo de una estrategia común en la UE para las tecnologías facilitadoras esenciales*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0512>
- Custer, R. L. (1995). Examining the dimensions of technology. *International Journal of Technology And Design Education*, 5(3), 219-244. <https://doi.org/10.1007/bf00769905>
- Da Silva, V. L., Kovalski, J. L., & Pagani, R. (2021). Fundamental elements in technology transfer: An in-depth analysis. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(2), 223-244. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1894328>
- Daghfous, A. (2004). An empirical investigation of the roles of prior knowledge and learning activities in technology transfer. *Technovation*, 24(12), 939-953. [https://doi.org/10.1016/s0166-4972\(03\)00059-2](https://doi.org/10.1016/s0166-4972(03)00059-2)
- Dangelico, R. M. (2015). Green product innovation: Where we are and where we are going. *Business Strategy And The Environment*, 25(8), 560-576. <https://doi.org/10.1002/bse.1886>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). *Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT)*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin\\_EDIT\\_manufacturera\\_2019\\_2020.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2019_2020.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación (2020). *Índice Departamental de Innovación para Colombia*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/IDIC-2020.pdf>
- Dudin, M. N., Frolova, E. E., Gryzunova, N. V., & Shuvalova, E. (2014). The triple helix model as a mechanism for partnership between the state, business, and the scientific-educational community in the area of organizing national innovation development. *Asian Social Science*, 11(1). <https://doi.org/10.5539/ass.v11n1p230>
- Echarri, A., & Pendás, A. (1999). *La transferencia de tecnología: Aplicación práctica y jurídica*. Fundación Confemetal.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1998). The endless transition: A “triple helix” of university–industry–government relations. *Minerva*, 36(3). <https://philpapers.org/rec/ETZTET>

- Fernández, I. A. (2023). Innovation and international business: a systematic literature review. *Heliyon*, 9(1), e12956. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12956>
- Fernando, Ó. (2009). *Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Competencias-tecnol%C3%B3gicas%3A-bases-conceptuales-para-Fernando-Dom%C3%ADnguez/f934a-2624b96868197214a85b95b61774a6ddc69>
- Ferrer, J., Clemenza, C., & Rivera, A. B. (2001). Generación del conocimiento y transformación universitaria. *Multiciencias*, 1(1). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/16546>
- Fioravanti, V. L. S., Stocker, F., & Macau, F. R. (2021). Knowledge transfer in technological innovation clusters. *Innovation & Management Review*, 20(1), 43-59. <https://doi.org/10.1108/inmr-12-2020-0176>
- Gallego, J. M., Gutiérrez, L. H., & Taborda, R. (2015a). Innovation and productivity in the Colombian service and manufacturing industries. *Emerging Markets Finance And Trade*, 51(3), 612-634. <https://doi.org/10.1080/1540496x.2015.1026698>
- García A. (2004). La importancia del conocimiento y el aprendizaje en la ventaja tecnológica de la empresa. En L. Montaña (Coord.), *Los estudios organizacionales en México* (pp. 259-279). UAM-Porrúa.
- García-Sánchez, E., García-Morales, V. J., & Martín-Rojas, R. (2017). Analysis of the influence of the environment, stakeholder integration capability, absorptive capacity, and technological skills on organizational performance through corporate entrepreneurship. *International Entrepreneurship And Management Journal*, 14(2), 345-377. <https://doi.org/10.1007/s11365-017-0436-9>
- Garnica, A. G. (2016). Creación, conversión, facilitación y espacios del conocimiento: Las aportaciones de Ikujiro Nonaka a la teoría organizacional. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 4(9), 73-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8380228>
- Gausemeier, J., Rammig, F. J., & Schäfer, W. (2014). Design methodology for intelligent technical systems. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 1(2), 3.
- Ghilic-Micu, B., Mircea, M., & Stoica, M. (2011). Knowledge based economy –technological perspective: Implications and solutions for agility improvement and innovation achievement in higher education. *The Amfiteatru Economic Journal*, 13(30), 404-419. [https://www.amfiteatruconomic.ro/temp/Article\\_1053.pdf](https://www.amfiteatruconomic.ro/temp/Article_1053.pdf)

- Ghingold, M., & Johnson, B. (1997). Technical knowledge as value added in business markets: Implications for procurement and marketing. *Industrial Marketing Management*, 26(3), 271-280. [https://doi.org/10.1016/s0019-8501\(96\)00124-1](https://doi.org/10.1016/s0019-8501(96)00124-1)
- González Sabater, J. (2009). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento*. The Transfer Institute.
- Günter, M., & Gisler, M. (2005). Intellectual properties as intangible goods. *Proceedings Of The 33rd Annual Hawaii International Conference On System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/hicss.2000.927024>
- Hamilton, C., & Philbin, S. P. (2020). Knowledge based view of university tech transfer—a systematic literature review and meta-analysis. *Administrative Sciences*, 10(3), 62. <https://doi.org/10.3390/admsci10030062>
- Harmon, B., Ardishvili, A., Cardozo, R. N., Elder, T., Leuthold, J., Parshall, J., Raghian, M., & Smith, D. L. (1997). Mapping the university technology transfer process. *Journal of Business Venturing*, 12(6), 423-434. [https://doi.org/10.1016/s0883-9026\(96\)00064-x](https://doi.org/10.1016/s0883-9026(96)00064-x)
- Herstad, S. J., Sandven, T., & Ebersberger, B. (2014). Recruitment, knowledge integration and modes of innovation. *Research Policy*, 44(1), 138-153. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.007>
- Hou, J., & Mohnen, P. (2013). Complementarity between internal knowledge creation and external knowledge sourcing in developing countries. *RePEC: Research Papers In Economics*, 10, 33. <http://collections.unu.edu/eserv/UNU:115/wp2013-010.pdf>
- Jiménez, D. L., & Dittmar, E. C. (2019). Triple helix model of innovation: University, industry and government interactions. *EDULEARN Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0705>
- Kale, D., & Little, S. (2005). Knowledge generation in developing countries: A theoretical framework for exploring dynamic learning in high technology firms. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 3(2). <http://oro.open.ac.uk/1953/1/v3i2%20Dart3%20Ddinar.pdf>
- Kavida, V., & Sivakoumar, N. (2008). Intellectual property rights - the new wealth of knowledge economy: An Indian perspective. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1159080>
- Khan, Z., Shenkar, O., & Lew, Y. K. (2015). Knowledge transfer from international joint ventures to local suppliers in a developing economy. *Journal of International Business Studies*, 46(6), 656-675. <https://doi.org/10.1057/jibs.2015.7>
- Khvostenko, V., Kipa, M., & Aleksieienko, I. (2019). Financial and commercial aspect of the technology transfer process. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 1(28), 430-440. <https://doi.org/10.18371/fcaptop.v1i28.163934>

- Konno, N., Nonaka, I., & Ogilvy, J. (2014). Introduction to the special issue on strategy, story, and emergence: Essays on scenario planning. *World Futures*, 70(1), 2-4.
- Kubitskyi, S., Yeremenko, D., Danylenko, V., Bataiev, S., & Varaksina, E. (2024). Evaluating the impact of innovative technologies on global competitiveness through modelling. *Multidisciplinary Science Journal*, 6, 2024ss0710. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2024ss0710>
- Lai, Y., Hsu, M., Lin, F., Chen, Y., & Lin, Y. (2014). The effects of industry cluster knowledge management on innovation performance. *Journal of Business Research*, 67(5), 734-739. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.11.036>
- Lavoie, J. R., & Daim, T. U. (2019). Technology transfer: A literature review. En *Innovation, technology and knowledge management* (pp. 421-438). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15409-7\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15409-7_17)
- Li, L., & Qian, G. (2008). Partnership or self-reliance entry modes: Large and small technology-based enterprises' strategies in overseas markets. *Journal of International Entrepreneurship*, 6(4), 188-208. <https://doi.org/10.1007/s10843-008-0029-3>
- Lin, W. B. (2007). Factors affecting the correlation between interactive mechanism of strategic alliance and technological knowledge transfer performance. *The Journal of High Technology Management Research*, 17(2), 139-155. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2006.11.003>
- Lipinski, J., Minutolo, M. C., & Crothers, L. M. (2008). The complex relationship driving technology transfer: The potential opportunities missed by universities. *Journal of Behavioral and Applied Management*, 9(2), 115-33. <https://doi.org/10.21818/001c.17120>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2005). *Negociación de acuerdos de licencia de tecnología*. [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/licensing/906/wipo\\_pub\\_906.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/licensing/906/wipo_pub_906.pdf)
- Massey, A., & Montoya-Weiss, M. M. (2002). A knowledge exchange perspective of technology transfer. *Proceedings of The Thirtieth Hawaii International Conference On System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/hicss.1997.661576>
- Milan, I. (2010). *The triple helix model for innovation processes in transition countries*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Triple-Helix-Model-for-Innovation-Processes-in-Milan-Franjo/bce7c36cee26c6801d4f93d501b52f2d7ad7b5a2>
- Millman, A. (1983). Technology transfer in the international market. *European Journal of Marketing*, 17(1), 26-47. <https://doi.org/10.1108/eum0000000004806>

- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2021, 10 de mayo). Resolución 0957, por la cual se reglamenta el reconocimiento de los Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).
- Morales Rubiano, M. E., Sanabria Rangel, P. E., & Plata Pacheco, P. A. (2014). Determinantes de la transferencia de propiedad industrial al sector productivo en universidades públicas colombianas. *Cuadernos de Administración*, 30(51), 58-70. <https://doi.org/10.25100/cdea.v30i51.43>
- Moreira, V., Moraes, W., Hervas-Oliver, J., & Laurentino, S. (2019). Geographic concentration of companies and relationship resources at the horizontal level. *Review of Business Management*, 21(Special Issue), 706-721. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v21i4.4013>
- Morosini, P. (2004). Industrial clusters, knowledge integration and performance. *World Development*, 32(2), 305-326. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2002.12.001>
- Naranjo Valencia, J. C., & Calderón Hernández, G. C. (2010). Research on innovation in Colombia and Mexico: An analysis from the spread in scientific journals. *Dyna*, 77(162), 191-203. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532010000200021&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000200021&lng=en)
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1996). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Long Range Planning*, 29(4), 592. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2011). The wise leader. *Harvard Business Review*, 11(5), 3-11.
- Nonaka, I., Toyama, R., & Nagata A. (2000). A firm as a knowledge-creating entity: A new perspective on the theory of the firm. *Industrial and Corporate Change*, 9(1), 1-20.
- NorTic. (2020) *Clúster Tic de Norte de Santander*. <https://NorTic.co/es/>
- Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT). (2020). *Informe de Indicadores de CTeI 2020: Cultura en Ciencia, Tecnología e Innovación*. <https://ocyt.org.co/indicadoresctei2020.ocyt.org.co/Informe%20Indicadores%20CTeI%202020%20v1.pdf>
- Peshkov, A. V. (2020). Smart technologies as a type of intangible assets of a construction organization and mechanisms for their implementation. *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*, 880(1), 012081. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/880/1/012081>
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116. <https://doi.org/10.2307/2393988>
- Radičić, D., & Pinto, J. (2019). Collaboration with external organizations and technological innovations: Evidence from Spanish manufacturing firms. *Sustainability*, 11(9), 2479. <https://doi.org/10.3390/su11092479>

- Ramón Montes, W. A., & Celis Ardila, C. L. (2023). *Artículo de revisión del panorama en términos de transformación digital y oportunidades de mejora en empresas del sector productivo en el área metropolitana de Cúcuta*. <https://hdl.handle.net/10901/24854>
- Rake, B. (2019). Do publication activities of academic institutions benefit from formal collaborations with firms? *Innovation*, 23(2), 241-265. <https://doi.org/10.1080/14479338.2019.1679024>
- Razali, N., & Wah, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2, 21-33.
- Rigby, J. (2016). The impact of pre-commercial procurement on innovation. En *Handbook of innovation policy impact*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781784711856.00019>
- Rivera, M. I. (2006). The foreign factor within the triple helix model: Interactions of national and international innovation systems, technology transfer and implications for the region. The Case of the Electronics Cluster in Guadalajara, Jalisco, México. *Journal of Technology Management & Innovation*, 10-21. <https://doaj.org/article/bbfcde6f-5546473885737121d81965b2>
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: Improving the effectiveness of university-industry collaboration. *The Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111-133. [https://doi.org/10.1016/s1047-8310\(03\)00007-5](https://doi.org/10.1016/s1047-8310(03)00007-5)
- Sousa, V. D., Driessnack, M., & Costa, I. A. (2007). An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, 15(3), 502-507. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022>
- Sun, P. (2007). The correlations among domain knowledge specificity, joint new product development and relationship performance. *International Journal of Commerce and Management*, 17(1/2), 44-55. <https://doi.org/10.1108/10569210710774749>
- Tong-Jian, Z. (2008). The empirical research on correlation between knowledge transferring and formation of core competence. *Studies in Science of Science*.
- Upstill, G., & Symington, D. (2002). Technology transfer and the creation of companies: the CSIRO experience. *R and D Management*, 32(3), 233-239. <https://doi.org/10.1111/1467-9310.00256>
- Valle Z. M., & Valqui A. T., (2019). *Control de inventarios y su influencia en la rentabilidad de la empresa Armando Rodríguez Tello-Representaciones Progreso-Rioja, periodo 2016-2017* [tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín, Perú].

- Van Norman, G. A., & Eisenkot, R. (2017). Technology transfer: From the research bench to commercialization. *JACC: Basic to Translational Science*, 2(2), 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.jacbts.2017.03.004>
- Wahab, S. A., Rose, R. C., Idayu, S., Osman, W., Global, F., & Holdings, V. (2011). Defining the concepts of technology and technology transfer: A literature analysis. *International Business Research*, 5(1). <https://doi.org/10.5539/ibr.v5n1p61>
- Wamae, W. (2006). Creating the capacity to benefit from technological change in developing countries. *MERIT Working Papers*. <https://ideas.repec.org/p/unm/unumer/2006021.html>
- Wouters, M. (2009). Customer value propositions for technology commercialization: Investigating the feasibility of a real options approach. *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering And Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/ieem.2009.5373513>
- Yamaguchi, J., Fujimoto, A., Yamazaki, & Koshiyama, T. (2018). Un estudio de los factores que influyen en las actividades de colaboración entre la industria y la academia en universidades privadas. *Conferencia Internacional de Portland sobre Gestión de Ingeniería y Tecnología (PICMET) de 2018, Honolulu, HI, EE. UU.* <https://doi.org/10.23919/PICMET.2018.8481773>