

**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA ORGANIZACIONES DEL
SECTOR SALUD, BARRERAS Y BRECHAS EN ECONOMÍAS
EMERGENTES**

Área de investigación: Tecnología e innovación en las organizaciones

Lizeth Paola Cáceres Gómez

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Universidad Industrial de Santander
Colombia
Lizeth.caceres2@correo.uis.edu.co

Luis Eduardo Becerra Ardila

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Universidad Industrial de Santander
Colombia
lbecerra@uis.edu.co

5, 6 y 7 de **octubre** de 2022

Ciudad Universitaria

| Ciudad de México



TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA ORGANIZACIONES DEL SECTOR SALUD, BARRERAS Y BRECHAS EN ECONOMÍAS EMERGENTES



Resumen

En el marco de una sociedad basada en el conocimiento, la ciencia, tecnología e innovación son elementos fundamentales para facilitar la competitividad y el desarrollo sostenible de cualquier economía, especialmente de aquellas con menor grado de desarrollo o las denominadas economías emergentes como lo es Colombia, un país que a pesar de sus esfuerzos por desplegar diferentes estrategias para fomentar las actividades de I+D+i y la difusión de sus resultados al mercado, todavía prevalece como problema específico las insuficientes condiciones para la cooperación entre el sector productivo, público y privado en la transferencia y apropiación del conocimiento y la tecnología (CONPES, 2015; Minciencias, 2020).

Para el caso particular del sector salud, el proceso de transferencia tecnológica (TT) juega un papel importante en el desarrollo de tecnologías médicas, ya que las decisiones de los centros e institutos de investigación sobre como transferir sus resultados impactan directamente en la accesibilidad del producto final. Asimismo, en este sector la dimensión ética y el componente regulatorio de estos productos que pueden salvar vidas son estrictos y distinguen la TT médica de otras áreas, además de la existencia de otros factores exógenos que afectan la consecución de innovaciones sanitarias. Si bien, el campo de la TT entre los actores académicos a la industria atrae cada vez más la atención de la comunidad científica, las especificaciones de transferencia en el campo de la salud no están tan bien exploradas (Jahn et al., 2015).

Es por esto que, para abordar esta oportunidad de investigación se elaboró una revisión de literatura siguiendo la propuesta metodológica definida por Tranfield et al. (2003), encontrando como información relevante las principales barreras y brechas de investigación que permiten llenar un vacío en la literatura alrededor del tópico de TT y



brindar los insumos teóricos necesarios a las organizaciones del sector salud para la gestión y planeación estratégica de sus tecnologías.

Palabras clave: transferencia tecnológica, transferencia de conocimiento, transferencia de tecnología en salud.



Introducción

En el marco de la sociedad basada en el conocimiento, la ciencia, tecnología e innovación- CTI son elementos fundamentales para facilitar la competitividad y el desarrollo sostenible de cualquier economía, especialmente de aquellas con menor grado de desarrollo o las denominadas economías emergentes como lo es Colombia, un país que a pesar de sus esfuerzos por desplegar diferentes estrategias e instrumentos para fomentar las actividades de I+D+i y la difusión o transferencia de sus resultados al mercado, apoyándose en su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), todavía prevalece como problema específico las insuficientes condiciones para la cooperación entre el sector productivo, público y privado en la identificación, demanda y apropiación del conocimiento y la tecnología (Misión Internacional de Sabios, 2020; Nacional et al., 2009).

Asimismo, en respuesta a los rápidos cambios que ocurren en el mundo, el enfoque de la literatura sobre Transferencia Tecnológica-TT también ha evolucionado en años recientes, dando un mayor enfoque a nuevas empresas y mecanismos de TT a través de instituciones basadas en el conocimiento y diseñadas para promover el emprendimiento tecnológico, como incubadoras, aceleradoras, parques científico-tecnológicos y demás centros e institutos dedicados a las actividades de I+D+i, como lo señalan varios estudios (por ejemplo, Feldman et al. 2002; Leyden y col. 2008; Siegel y Wessner 2012).

Para estas organizaciones, la importancia de materializar la transferencia de conocimiento y tecnología radica en que este proceso permite el desarrollo de capacidades que mejoran el desempeño y permiten la circulación de innovaciones, convirtiéndose en una alternativa para generar valor desde diferentes sectores de la industria, (Bengoa et al., 2021), como el caso del sector salud, donde las





instituciones públicas y la transferencia tecnológica al sector privado juegan un papel importante en el desarrollo de tecnologías médicas. Las decisiones de los centros e institutos de investigación y desarrollo sobre la TT impactan en la accesibilidad del producto final, facilitando o dificultando el acceso de las personas a estos productos. En el caso las tecnologías en salud, estos productos pueden ser equipos o dispositivos, diagnósticos, productos farmacéuticos o procedimientos médicos. La dimensión ética y el componente regulatorio del acceso a estos productos que pueden salvar vidas es evidente y distingue la transferencia tecnológica médica de otras áreas. Si bien el campo general de la transferencia de tecnología de los actores académicos a la industria atrae cada vez más la atención de la comunidad científica, las especificaciones de transferencia de tecnología en el campo de la salud no están tan bien exploradas (Jahn et al., 2015a)

Es por esto que, para abordar esta problemática se parte de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo desarrollar el proceso de transferencia tecnológica orientado a facilitar la elaboración de estrategias de colaboración efectivas para las organizaciones del sector salud? con el fin de identificar las principales características, barreras y oportunidades de investigación, y de esta manera, llenar un vacío en la literatura alrededor del tópico de TT e identificar futuras implicaciones prácticas en el área de gestión y planeación estratégica de la tecnología en el sector salud para economías emergentes. En los siguientes apartados, se describe la metodología utilizada y los principales hallazgos obtenidos en la revisión de literatura.

Metodología

En concordancia con la pregunta de investigación propuesta, se abordó la construcción de una revisión de literatura en el tópico de transferencia tecnológica- TT, teniendo como base los elementos metodológicos definidos por los autores Tranfield, Denyer & Smart (Tranfield et al., 2003) que permiten el desarrollo de un análisis cuantitativo y cualitativo basado en un proceso riguroso que proporciona objetividad y transparencia a la investigación, además de brindar la posibilidad de replicar el proceso de ejecución. Esta revisión permite describir como se ha desarrollado el proceso de TT, cuáles son sus elementos principales y cuáles son las barreras y oportunidades de investigación que se



pueden abordar. También se buscó en la literatura el impacto de este proceso en el sector de la salud, utilizando como referente estudios publicados en bases de datos multidisciplinarias.

Las diferentes fases que componen la revisión sistemática, conducen la investigación mediante la elaboración de preguntas estructuradas, búsqueda de la información relacionada con el tópico, selección de criterios, una evaluación de calidad de la documentación y la presentación de los hallazgos (Ver Tabla 1).

Tabla No. 1
Etapas de la revisión propuestas

ETAPAS	ACTIVIDADES
Planeación de la revisión	Identificación de la necesidad de la revisión
	Preparación de la propuesta de revisión
	Desarrollo de un protocolo de revisión
	3.1- Selección fuente de información 3.2- Definición de términos, ecuación y campos de búsqueda 3.3- Definición de restricciones y criterios de inclusión y exclusión
Ejecución de la revisión	Identificación de la revisión
	Selección de los estudios
	Evaluación de la calidad de los estudios Síntesis de los datos
Reporte y difusión	Reporte e interpretación de los resultados
	Resultados de la revisión de literatura

Nota: Adaptado de Tranfield et al. (2003)

La descripción de cada una de las etapas que componen la construcción de la revisión se puede observar con mayor detalle en el Apéndice 1.

Revisión de literatura

El concepto de transferencia tecnológica- TT ha sido definido en muchos contextos y de múltiples maneras, sin embargo, antes de mencionar las diferentes perspectivas de los autores sobre este proceso, es importante abordar antes el concepto de “tecnología”, ya que en la literatura también se ha utilizado el término “conocimiento” como sinónimo para hacer referencia al objeto que se trasfiere. Sin embargo, diferentes autores como Jhan et al. (2015) y (Lamberton, 2008), argumentan en sus





estudios que cada vez que se transfiere una tecnología, el conocimiento de su uso y su proceso de producción tiene que transferirse con ella. Por lo tanto, “la base de conocimiento es inherente, no auxiliar”. Con base en esa postura y para efectos de esta revisión, el término “tecnología” se utiliza y define para incluir “conocimiento”. De esta forma, la presente revisión involucra estudios que aborden el intercambio de cualquier conocimiento científico-tecnológico generado por un investigador o un desarrollador de tecnología.

En cuanto al proceso de TT, diferentes estudios han relacionado su naturaleza con las actividades de comercialización tecnológica como Varma (2014), quien describe en su investigación cómo el proceso de TT convierte las invenciones en oportunidades comerciales y productos que tengan un impacto en el mercado local y global. Asimismo, otros estudios vinculan la TT con la interacción entre un agente que provee la tecnología y otro encargado de recibirla, como el estudio de (Rogers, 2002), quien habla de la TT como la aplicación de la información al uso, que implica una comunicación bidireccional entre una organización de I+D y una organización receptora. Otros autores (Argote Cusi, 2021; Blanch et al., 2014; Gomez et al., 2021) interpretan el proceso de transferencia como toda operación que transmite conocimiento innovador que puede ser compartido, licenciado, adquirido o cedido, destacando como elemento principal de este proceso el mecanismo utilizado. Y la última línea de pensamiento identificada en la literatura que es asociada al concepto de TT, es la difusión o absorción de nuevas tecnologías, nuevos conocimientos aplicables y/o el resultado de su implementación, generando nuevos productos, procesos o servicios. (da Silva et al., 2019; Guo et al., 2020), donde los estudios resaltan que la importancia de la TT radica cuando la tecnología logra ser implementada en la sociedad.

A pesar de que cada perspectiva sobre la TT es diferente, todas concuerda en que la aplicabilidad de la TT es diversa, además de que intervienen muchos factores y actores en su implementación (universidades, empresas, gobierno, oficinas de transferencia tecnológica-OTT, intermediarios tecnológicos, etc.) que lo convierten en un proceso complejo, multifactorial y multidimensional, que no se restringe a una cuestión de asignación o intercambio de recursos, sino que, también depende de los arreglos institucionales y las políticas de CTI que la las economías promuevan. (Álvarez-Castañón, 2020).





Todos estos enfoques, reflejan como la interpretación de la TT ha considerado un sinnúmero de elementos a lo largo del tiempo, lo cual, hace que este concepto se mantenga en un constante proceso de construcción. Además, como lo indicaba (Zhao & Reisman, 1992) en su revisión de literatura, la definición de TT difiere sustancialmente de una disciplina a otra contemplando variables y escenarios completamente distintos, por lo que carece de una conceptualización teórica ampliamente aceptada así como de un enfoque metodológico eficaz (Rogers, 2002). Sin embargo, emerge cierto consenso en asociar su definición con el “movimiento de conocimientos tecnológicos”, que son definidos por arreglos contractuales y cuyo conocimiento se trasmite desde una fuente, proveedor o cedente (generadores de la tecnología como, universidades, centros e institutos de I+D) hacia un destinatario, receptor o cesionario (personas y organizaciones que reciben la tecnología) con el fin de mejorar el conocimiento y la experiencia de al menos un agente y fortalecer la posición competitiva de cada uno (Amjid et al., 2021; Setiawan et al., 2016).

Etapas del Proceso de Transferencia Tecnológica

Para tener una mayor comprensión de cómo se ha desarrollado el proceso de TT, en la Tabla 1. se presentan diferentes enfoques sobre las etapas del proceso de transferencia tecnológica propuestas por varios autores.



Tabla No. 2
Etapas del proceso de transferencia tecnológica



ETAPAS	AUTOR
<ul style="list-style-type: none"> · Existencia de necesidad tecnológica en el receptor y/o existencia de oportunidad tecnológica en el proveedor · Identificación del proveedor y/o receptor · Negociación del acuerdo entre las partes · Transferencia e implantación de la tecnología en el receptor. 	(Sabater, 2009)
<ul style="list-style-type: none"> · Pre-implementación · Implementación · Mantenimiento y evolución 	(Kraft et al., 2000)
<ul style="list-style-type: none"> · Planificación de la TT · Conciencia · Selección de la tecnología · Implementación de la tecnología · Evaluación del proceso 	(Davies-Colley & Smith, 2012)
<ul style="list-style-type: none"> · Identificar la necesidad tecnológica · Identificar cedentes · Evaluar alternativas tecnológicas · Seleccionar tecnología · Promover infraestructura para la recepción · Iniciar negociación · Planificación financiera 	(Corsi et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> · Análisis de la innovación y su contexto · Protección y explotación de la tecnología · Comercialización · Retornos 	(Incotec, 2021)
<ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo de la tecnología · Protección intelectual · Negociación de tecnología · Otorgamiento de derecho · Desagregación de la tecnología · Entendimiento de la tecnología · Asimilación de la tecnología · Apropriación de la tecnología 	(Camacho et al., 2009)

Compilando las ideas de los autores presentados en la tabla anterior, las etapas del proceso de TT (desde el punto de vista del cedente) se definen de la siguiente manera:



Identificación de la oportunidad de la innovación. Según el estudio de (Davies-Colley & Smith, 2012) es necesario entender las necesidades locales de la tecnología a transferir, permitiendo, con esta evaluación previa, identificar las posibles barreras que puedan presentarse durante la transferencia y en la implementación de la tecnología. Así, las estrategias de transferencia se deben construir a partir de la identificación de una oportunidad de la entidad emisora, de la cual el receptor extraerá una solución tecnológica, y de esa necesidad se trasladarán las soluciones, o en su defecto, se desarrollarán para su posterior transferencia (Corsi et al., 2021)

Estrategia de protección de la tecnología. La TT está determinada en gran medida por los derechos de propiedad intelectual-PI con que se desea proteger los conocimientos científico-tecnológicos que hay detrás del desarrollo de un nuevo producto o servicio. Estos derechos son susceptibles de explotación económica y, por tanto, de circulación en el tráfico económico (Guerrero, 2009; Incotec, 2021). La PI se refiere a las creaciones derivadas del intelecto humano en los terrenos industrial, científico, literario y artístico, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio y dicha protección le permite al titular usar, gozar y disponer de ella para la explotación de su invención (Argote Cusi, 2021; Ministerio de ciencia tecnología e innovación, 2020).

Gestión y formalización de acuerdos. Una vez protegida la tecnología, se procede a la formación del acuerdo la cual requiere: la elección del mecanismo de TT más adecuado, la selección del socio o receptor idóneo, la valoración de la tecnología y la configuración del diseño y negociación del acuerdo. Asimismo, en esta etapa se establecen los aspectos y mecanismos necesarios para hacer funcionar el acuerdo. Es una de las etapas clave del proceso de TT, ya que aquí se definen los términos y las condiciones de cómo se va a llevar a cabo la transferencia. Una mala gestión y formalización del acuerdo puede generar barreras organizativas como problemas derivados de los términos de la negociación contractual y del alcance previsto en los acuerdos iniciales (Ortiz Pabón & Nagles García, 2013).

Promover infraestructura. La falta de infraestructura para la recepción y adopción de tecnología es una de las barreras más recurrentes al proceso de TT (Khan et al., 2017) impidiendo su implementación efectiva. Es por eso que la promoción de la infraestructura comienza en el momento en



que se considera obtener o ceder nueva tecnología, evaluando las adquisiciones necesarias (materiales y recursos humanos) que demandará la posible tecnología, hasta la fase de implementación de la misma.



Transferir e implementar tecnología. En esta etapa es importante transferir personal calificado por parte del cedente, según lo negociado en el acuerdo de TT, para asistir en la implementación de la tecnología, otorgar asistencia técnica, capacitación y transferencia de know-how, actuando como mecanismo facilitador para la transferencia efectiva de tecnología (Aggarwal & Aggarwal, 2017).

Los pasos nombrados anteriormente, recogen las principales actividades que requiere el proceso de TT, según los modelos identificados en la literatura. Sin embargo, estas etapas aún no han sido completamente estudiadas para corroborar su desempeño y efectividad en el proceso (Setiawan et al., 2016).

Transferencia Tecnológica en el sector salud

La tecnología sanitaria ha evolucionado gracias al trabajo en conjunto de científicos biomédicos y demás profesionales de los diferentes campos de la salud, que aplican sus capacidades de investigación y desarrollo para resolver enfermedades infecciosas y otros problemas de salud a nivel internacional, regional y local (Blanch et al., 2014). Sin embargo, los investigadores y desarrolladores de este sector, especialmente los pertenecientes a economías emergentes, se enfrentan a enormes obstáculos para el desarrollo y transferencia de tecnologías: aislamiento científico, insuficiente formación técnica y herramientas de investigación, falta de información científica actualizada y recursos económicos, materiales y humanos limitados (Blanch et al., 2014). Además, el sector sanitario está sometido a muchas y complejas regulaciones locales e internacionales que deben ser conocidas y acatadas para el desarrollo de cualquier innovación tecnológica.

A pesar de lo anterior, diferentes estudios discuten la importancia de la transferencia de tecnología como herramienta apropiada para lograr el acceso, desarrollo e implementación de tecnologías sanitarias tales como intervenciones, procedimientos, conocimientos médicos, equipos, información y las conductas que promueven, protegen y mejoran la



salud. Según el estudio de (Harris & Tanner, 2000) una de las actividades críticas para llevar a cabo el proceso de TT en el sector salud, es facilitar la comunicación entre los diferentes actores que interactúan en el proceso, ya que todos manejan un “lenguaje” diferente y persiguen objetivos diferentes. Esto sumado a las altas demandas de tecnologías sanitarias y las pocas capacidades de desarrollo tecnológico para la generación de las mismas, sobre todo en el caso de las economías en desarrollo, hace que la transferencia sea un proceso complejo y retador.

Es así, como los acuerdos de colaboración de TT pueden ser una solución acertada a esta problemática, como lo indica (Chais et al., 2017), ya que permite que las organizaciones involucradas compartan información, conocimiento, costos y beneficios, el cual reviste una importancia sustantiva para la industria de la salud, pues puede constituirse como un mecanismo que favorece la integración de las instituciones de I+D a la dinámica innovativa del territorio, al mismo tiempo que ofrece oportunidades de apertura frente a demandas y problemas del entorno (Moja et al., 2014).

Además, varios autores (Blanch et al., 2014; Kraft et al., 2000) hacen hincapié en la necesidad de este sector por desarrollar estrategias que involucren mejores mecanismos orientados a facilitar la creación de acuerdos de colaboración, con el fin de compartir capacidades y riesgos que les permita lograr implementaciones tecnológicas mucho más rápidas para afrontar de manera efectiva las diferentes problemáticas de la salud (Harris & Tanner, 2000) y aumentar la velocidad del progreso tecnológico en este sector.

Acuerdos de colaboración de Transferencia Tecnológica

Por otra parte, diferentes autores han relacionado en sus estudios (Jimenez & Zheng, 2016; Liu et al., 2020) cómo la colaboración científico-tecnológica entre los agentes que participan en el proceso de TT, puede ser una estrategia efectiva para el desarrollo de la tecnología y de la innovación, ya que solventa la ausencia o insuficiencia de ciertas capacidades y habilidades tecnológicas mejorando la posición competitiva de los agentes involucrados (García Galván, 2017; Yu et al., 2017).





Asimismo, el contexto complejo de la transferencia de tecnología, presionado por una alta incertidumbre, y la posibilidad de interacción entre multiredes o agrupaciones y otros ecosistemas de innovación (Álvarez-Castañón, 2020), requiere de una relación bilateral entre cedente y cesionario que permita la retroalimentación durante las etapas de transferencia de tecnología (Arenas & González, 2018) además de contribuir a la formación de alianzas y colaboraciones, que promueven la consecución de experiencias exitosas así como la distribución de los riesgos involucrados en el proceso de desarrollo y TT, que por lo general son elevados cuando se habla de nuevos proyectos tecnológicos (Miloslavich et al., 2018).

A pesar de la necesidad de este tipo de acuerdos y de la existencia de relaciones de colaboración entre los propietarios de las tecnologías y los receptores en diferentes campos y áreas académicas, aún existen poco entendimiento acerca de cómo facilitar y formalizar estos vínculos y acuerdos de colaboración (Feria & Hidalgo, 2012) que desemboquen en una transferencia tecnológica exitosa.

Principales barreras y brechas en la gestión y formalización de acuerdos de TT

Para la identificación de las principales barreras de la gestión y formalización de acuerdos entre las instituciones de investigación y centros de desarrollo a la industria, se observa que la mayoría de los artículos incluidos en este tema se centran en los factores críticos desde la perspectiva de los generadores de conocimiento y propietarios de la tecnología, a diferencia de los que analizan la relación desde la perspectiva de la industria. (Bengoa et al., 2020). En concordancia con la pregunta de investigación planteada al inicio de la revisión, a continuación, se relacionan las barreras encontradas en la literatura tomando como referente la primera perspectiva, para cada una de las dimensiones que establece el modelo de Bozeman (2015), el cual ha sido la base de diferentes estudios alrededor del tópico y recoge en su conceptualización los elementos más relevantes en el proceso de TT, que fueron definidos a partir de una amplia y rigurosa revisión de literatura: agentes de transferencia, medio de transferencia, objeto de transferencia y entorno de la demanda:



Agentes de transferencia. A pesar de la diversidad dentro de la comunidad de investigación de transferencia de tecnología, gran parte de la investigación se ha dedicado a un solo contexto: la transferencia de tecnología de las universidades a las empresas establecidas. Por el contrario, se ha prestado poca atención a la transferencia de tecnología de las instituciones públicas de investigación (Liu et al., 2020), y de centros e institutos que llevan a cabo actividades de desarrollo e innovación.



Agregado a eso, según algunos estudios, (Francaviglia et al., 2016; Hassan & Guo, 2017) existen diferentes factores asociados a los conocimientos y habilidades del cedente y cesionario que interfieren en la efectividad del proceso de gestión y formalización de acuerdos de TT, así como la definición de su misión y objetivos estratégicos, su infraestructura y los recursos humanos, financieros y técnicos con los que cuentan (Necoechea-Mondragón et al., 2013).

Además de estas características organizacionales internas de cedente y cesionario, factores como la falta de comunicación efectiva, fueron mencionados en el estudio de (Martínez Martínez et al., 2016) como uno de las barreras que puede generar falta de confianza entre los involucrados en el proceso e impedir que se logre formalizar cualquier tipo de acuerdo (Garrigosa & Nucherab, 2012). Estas fallas de comunicación surgen debido a que cada uno maneja un lenguaje distinto, buscan diferentes objetivos y representan organizaciones de culturas deferentes (Rogers, 2002). De ahí, la necesidad de formalizar acuerdos que establezcan lineamientos para la comunicación clara y efectiva entre los agentes que disminuyan los canales ineficientes.

Medio de transferencia. Existen diferentes medios, mecanismo o tipos de acuerdos para transferir una tecnología, siendo los más utilizados las licencias, patentes, nuevas empresas, contratos, implementación conjunta de proyectos de I+D, además de los contactos informales como reuniones y conferencias, cada uno con características e implicaciones diferentes, siendo los acercamientos informales un aspecto característico de las interacciones universidad-industria (Bozeman et al., 2015). Sin embargo, la naturaleza parcialmente tácita del conocimiento y la complejidad que implica ponerle precio, requiere de un acuerdo formal que contribuya a establecer las acciones e incentivos adecuados para los dueños de las tecnologías (Muscio, 2010) y para garantizar una transición efectiva de la tecnología al mercado.





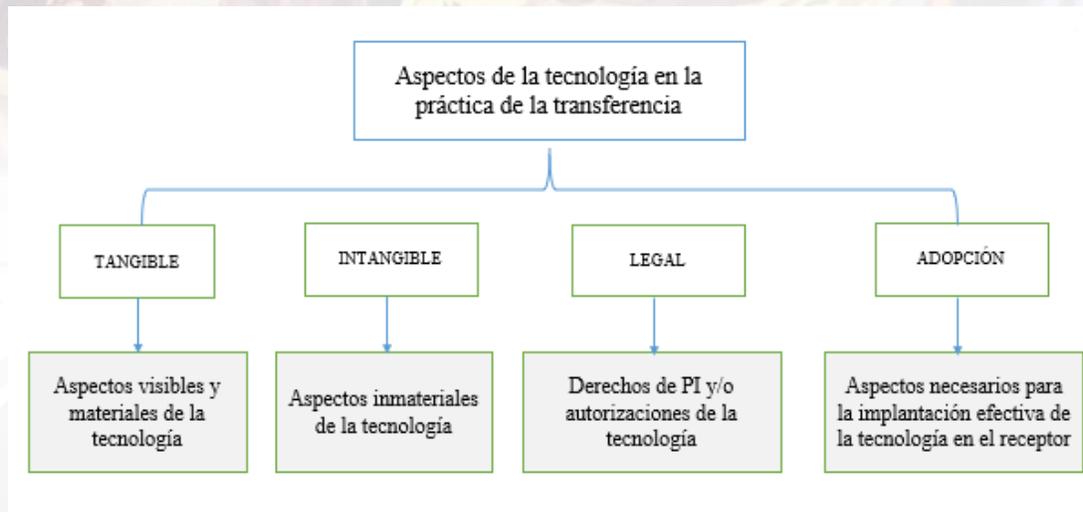
Una de las actividades del proceso de gestión y formalización de acuerdos es precisamente identificar el mecanismo adecuado para garantizar una transferencia efectiva (Sabater, 2009). Sin embargo, ante la gran variedad de mecanismo y teniendo en cuenta que la TT es muy específica de la industria y la tecnología, la selección de este mecanismo dependerá de tres elementos: las características de las tecnologías que se transfieren, la industria involucrada y la tasa de cambio tecnológico que afecta a la industria en ese momento. (Abramson et al., 1997)

Objeto de transferencia. Teniendo en cuenta que el término tecnología, que es el objeto que se transfiere, puede abarcar diferentes elementos que van desde procesos industriales, diseños, marcas y secretos comerciales hasta un conjunto de teorías, técnicas, equipos y dispositivos. Por lo tanto, para su descripción, se toma la tipología definida por (Sabater, 2009) que agrupa diferentes clasificaciones nombradas por otro autores (Derechos de propiedad, conocimiento científico, conocimiento técnico, bienes de equipo y TIC), además de contemplar las características o aspectos más comunes de las tecnologías a transferir. (Ver Figura 1).

Además de los aspectos mencionados en la Figura 1, existe otro elemento mencionado en la literatura relacionado con la tecnología que se desea transferir al mercado, conocido como TRLs o Niveles de Preparación Tecnológica, una herramienta que permite evaluar la preparación de una tecnología desde su concepción hasta la operación económica completa. Se ha demostrado la eficacia de los TRLs en la evaluación de proyectos de tecnología y los gobiernos y otros organismos de financiación suelen utilizarlos para definir los criterios de elegibilidad (Abramson et al., 1997). Además, el método de TRL se ha adoptado en muchos campos como un instrumento de medición eficiente para la gestión de riesgos del proceso de transferencia tecnológica (Zhang et al., 2010).



Figura No. 1
Aspectos de la tecnología para la transferencia



Nota: Adaptado de (Rothaermel et al., 2007; Sabater, 2009)

No obstante, a pesar de la necesidad de identificar el nivel de madurez al momento de evaluar una tecnología, para definir en que punto de desarrollo se encuentra y así, determinar la mejor estrategia de TT, se percibe en la literatura que uno de los desafíos clave en la transferencia fluida de tecnología de las instituciones con un fuerte componente de investigación a la industria, es la asimetría tecnológica que ocurre cuando las tecnologías que se transferirán desde dichas instituciones son mucho más avanzadas de lo que los receptores pueden absorber con su investigación y desarrollo existente (Liu et al., 2020).

Es por eso que emergen ciertas herramientas o prácticas colaborativas, dirigidas a reducir las asimetrías de información o actuar como mecanismos de compensación entre los socios, especialmente en economías emergentes, donde existe una brecha bastante grande entre los centros e institutos de I+D y las empresas en términos de Niveles de Preparación Tecnológica. (Paun, 2012))

Entorno de la demanda. La especificidad de los mercados, como en el caso del sector salud, se afirma muy rápidamente porque estos sectores, que generalmente son 'sistemas complejos', requieren mucho tiempo para el desarrollo y la introducción de un nuevo producto en el mercado. Incluso grandes organizaciones, con fuertes capacidades investigativas y de desarrollo, más allá de cierto límite, necesitan apoyo





institucional, no a nivel nacional, si no a nivel internacional, para desarrollar nuevas tecnologías y transferirlas (Paun, 2012), un ejemplo de ello fue el caso del desarrollo de vacunas para la emergencia sanitaria provocada por la COVID-19 y todo el proceso de formalización de acuerdos de transferencia tecnológica entre centros de investigación y desarrollo y empresas farmacéuticas que fueron necesarios para su puesta en el mercado, difusión y distribución (Carvajalino, 2020).

Además de los factores relacionados con la industria, diferentes estudios indican la influencia de factores relacionados con impactos ambientales, económicos y sociales, que pueden afectar la transferencia de tecnología (Corsi et al., 2021) entre ellos, los más recurrentes están relacionados con las políticas y regulaciones que favorecen e incentivan la cooperación y la transferencia, como las relaciones políticas entre los países, la política nacional de CTI, las políticas de transferencia y la Ley de Propiedad Intelectual (Martínez Martínez et al., 2016; Medarde, 2017; Rincón, 2016).

Es por eso que, diferentes estudios (Arenas & González, 2018; Bozeman, 2000; Perkmann et al., 2013; Shane, 2004) corroboran la complejidad del proceso de TT, debido a la presencia de muchos elementos, factores externos asociados a la industria y diferentes mecanismos involucrados durante el proceso de migración de la tecnología desde instituciones y organizaciones dedicadas a actividades de I+D hacia el uso industrial.

Dada la creciente importancia del conocimiento en la sociedad actual, resulta fundamental para las organizaciones abordar los procesos de generación, transferencia y apropiación de conocimiento (Rincón, 2016), siendo el proceso de Transferencia Tecnológica (TT), la etapa de enlace entre la academia y la industria, cuyo fin es facilitar la explotación comercial y el impacto social de las capacidades investigadoras y los resultados de obtenidos de las actividades de I+D+i (Rothaermel et al., 2007).

En respuesta a los rápidos cambios que ocurren en el mundo, el enfoque de la literatura sobre TT también ha evolucionado en años recientes, dando un mayor enfoque a nuevas empresas y mecanismos de TT a través de instituciones basadas en el conocimiento y diseñadas para promover el emprendimiento tecnológico, como incubadoras, aceleradoras, parques científico-tecnológicos y demás centros e



institutos dedicados a las actividades de I+D+i, como lo señalan varios estudios (Chesbrough, 2010; Fred R., 1997; Guo et al., 2020).



Para estas organizaciones, la importancia de materializar la transferencia de conocimiento y tecnología radica en que este proceso permite el desarrollo de capacidades que mejoran el desempeño y permiten la circulación de innovaciones, convirtiéndose en una alternativa para generar valor desde diferentes sectores de la industria (Bengoa et al., 2020).

En el caso particular del sector salud, el desarrollo de nuevas tecnologías, la alta demanda de estas y los avances tecnológicos que ha generado la industria 4.0, han impulsado los procesos de TT, permitiendo mejorar las capacidades de adopción tecnológica de innovaciones en salud, y de esta manera, lograr fortalecer la infraestructura sanitaria, el servicio asistencial en clínicas y hospitales y preservar la salud de las personas (Jahn et al., 2020). No obstante, la TT en los escenarios de salud, con frecuencia se encuentra limitada por una serie de barreras que dificultan el flujo de conocimiento y el aprovechamiento comercial en la creación de innovaciones para este sector (Moja et al., 2014).

Es por eso que, diferentes estudios recalcan la importancia de realizar un análisis más exhaustivo contemplando la influencia de otros factores en el proceso de gestión y formalización de acuerdos de TT tales como características del sector receptor, los tipos de conocimiento que se pretenden transferir, los mecanismos más eficientes de acuerdo al tipo de tecnología, así como las capacidades de CTI de la región y de la industria, con el fin de diseñar estrategias de transferencia coherentes con las realidades del mercado.

Para el caso particular de Colombia, el país ha intentado abordar esta problemática a partir de diferentes estrategias, como las planteadas en el PCTI 2021-2031, que establece como uno de sus objetivos, generar condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la transferencia de conocimiento y tecnología (CONPES, 2015), sin embargo, es necesario proporcionar una visión más profunda de las complejas relaciones que prevalecen en este contexto. Asimismo, para dar cumplimiento a estas acciones que proponen, se requiere de la capacidad de las dependencias locales, en términos de



infraestructura, financiación y conectividad, que permitan dar soporte al desarrollo de las actividades de difusión y transferencia tecnológica.



Conclusiones

Considerando la complejidad del proceso de TT, además del aumento de investigaciones sobre el tópico que se ha visto en los últimos años, existe una gran necesidad de revisar la literatura para encontrar comportamientos comunes que ayuden a simplificar la comprensión de la TT enfocando su aplicabilidad al sector salud.

En este contexto, futuras propuestas de investigación pueden buscar lograr una mejor comprensión de la gestión y formalización de acuerdos de transferencia tecnológica, etapa a la que le apuntan las barreras identificadas en esta revisión y que además representa la etapa predominante en la decisión de transferir y en el momento de implementar dicha tecnología en el mercado; llevado a cabo dentro del escenario particular que constituyen las organizaciones que conforman el sector salud, de manera que se consiga proponer un marco de trabajo para facilitar dicho proceso contemplando la participación de los actores de un Sistema de Innovación Regional que permita guiar y desarrollar el proceso, avanzar en él y contribuir a la toma de decisiones frente a las políticas, planes y estrategias tecnológicas de este sector.

Finalmente, la situación actual se presenta como un campo de oportunidades para proponer acciones de mejora en el proceso de TT con el fin de brindar herramientas a los proveedores o desarrolladores de las tecnologías médicas que facilite la introducción de sus tecnologías al mercado, además de estimular la sinergia entre investigadores y desarrolladores de diferentes disciplinas y campos académicos para promover e impulsar la evolución y progreso de la industria sanitaria en un contexto de economía emergente.



Referencias bibliográficas

Abramson, H. N., Encarnacao, J., Reid, P. P., & Schmoch, U. (1997). Technology Transfer Systems in the United States and Germany. In *Technology Transfer Systems in the United States and Germany*. <https://doi.org/10.17226/5271>

Aggarwal, P., & Aggarwal, R. (2017). Examining perspectives and dimensions of clean development mechanism: A critical assessment vis-à-vis developing and least developed countries. *International Journal of Law and Management*, 59(1), 82–101. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-09-2015-0050/FULL/XML>

Álvarez-Castañón, L. del C. (2020). Technology transfer 4.0 in Latin American innovation ecosystems. *Teuken Bidikay - Revista Latinoamericana de Investigación En Organizaciones, Ambiente y Sociedad*, 11(17), 181–196. <https://doi.org/10.33571/teuken.v11n17a10>

Amjid, Y. R., Usman, Z., & Nawab. (2021). *Review of best practices and industry consultation on knowledge and technology transfer Mechanisms and Models*. 24(9), 5–7.

Arenas, J. J., & González, D. (2018). Technology Transfer Models and Elements in the University-Industry Collaboration. *Administrative Sciences 2018, Vol. 8, Page 19*, 8(2), 19. <https://doi.org/10.3390/ADMSCI8020019>

Argote Cusi, M. L. (2021). Identificación de las capacidades tecnológicas de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Colombia. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 30(1), 29–42. <https://doi.org/10.31260/repertmedcir.01217273.911>

Bengoia, A., Maseda, A., Iturralde, T., & Aparicio, G. (2020). A bibliometric review of the technology transfer literature. *The Journal of Technology Transfer* 2020 46:5, 46(5), 1514–1550. <https://doi.org/10.1007/S10961-019-09774-5>

Blanch, L., Guerra, L., Lanuza, A., & Palomar, G. (2014). Innovation and technology transfer in the health sciences: A cross-sectional



perspective. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 38(8), 492–497.
<https://doi.org/10.1016/J.MEDINE.2014.04.003>



Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)

Bozeman, B., Rimes, H., & Youtie, J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1), 34–49.
<https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2014.06.008>

Camacho, J., Becerra, L., & Arenas, P. (2009). LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER | *Revista GTI*.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/775/1120>

Carvajalino, L. (2020). *Los retos del sistema de salud de Colombia frente al COVID-19*. El Espectador.

Chais, C., Ganzer, P. P., & Olea, P. M. (2017). Technology transfer between universities and companies: two cases of Brazilian universities. *Revista de Administração e Inovação*.
<https://doi.org/10.1016/J.RAI.2017.07.003>

Chesbrough, H. (2010). Business model innovation: Opportunities and barriers. *Long Range Planning*, 43(2–3), 354–363.
<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010>

CONPES. (2015). *Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación, Conpes 3675*.

Corsi, A., de Souza, F. F., Pagani, R. N., & Kovaleski, J. L. (2021). Technology transfer oriented to sustainable development: proposal of a theoretical model based on barriers and opportunities. *Scientometrics*, 126(6), 5081–5112.
<https://doi.org/10.1007/S11192-021-03969-0/TABLES/2>





da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., & Pagani, R. N. (2019). Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. In *Technology Analysis and Strategic Management* (Vol. 31, Issue 5, pp. 546–562). Routledge. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1524135>

Davies-Colley, C., & Smith, W. (2012). Implementing environmental technologies in development situations: The example of ecological toilets. *Technology in Society*, 34(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2011.12.002>

Francaviglia, R., Carroni, A. M., Bazzoffi, P., Troccoli, A., Borrelli, L., Napoli, R., Ventrella, D., Montemurro, F., & Chiarini, F. (2016). Testing the effectiveness of the European cross-compliance standard 3.1 “ploughing in good soil moisture conditions.” *International Journal of Environmental Research*, 10(4), 655–666.

Fred R., D. (1997). Evaluación Externa y análisis y selección de la estrategia. In Pearson (Ed.), *Conceptos de Administración Estratégica* (Novena, pp. 110–213).

García Galván, R. (2017). Patenting and innovation in Mexico, a developing country: Theory and politics. *Revista de La Educación Superior*, 46(184), 77–96. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.11.001>

Garrigosa, J. A., & Nucherab, A. (2012). Relaciones de gobernanza e innovación en la cadena de valor: Nuevos paradigmas de competitividad. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*, 21(2), 205–214. [https://doi.org/10.1016/S1019-6838\(12\)70007-0](https://doi.org/10.1016/S1019-6838(12)70007-0)

Gomez, B. L. G., Arias, J. A. T., & Calvo, J. V. (2021, June 23). Model based on system dynamics for the evaluation of construction industries technology transfer performance in Colombia. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. <https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476302>

Guerrero, M. (2009). Vista de Tipología de los contratos de transferencia de tecnología | *Revista La Propiedad Inmaterial*. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/propin/article/vie>



w/461/3630

Guo, R., Lv, S., Liao, T., Xi, F., Zhang, J., Zuo, X., Cao, X., Feng, Z., & Zhang, Y. (2020). Classifying green technologies for sustainable innovation and investment. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104580. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104580>

Harris, E., & Tanner, M. (2000). Health technology transfer. *BMJ : British Medical Journal*, 321(7264), 817. <https://doi.org/10.1136/BMJ.321.7264.817>

Hassan, A., & Guo, X. (2017). The relationships between reporting format, environmental disclosure and environmental performance An empirical study. *Journal of Applied Accounting Research*, 18(4), 425–444. <https://doi.org/10.1108/JAAR-06-2015-0056/FULL/PDF>

Incotec. (2021). *Las etapas de la transferencia tecnológica como parte del proceso de la innovación*. <https://www.incotec.es/blog/etapas-transferencia-tecnologica>

Jahn, R., Müller, O., & Bozorgmehr, K. (2015). Characteristics and determinants of knowledge transfer policies at universities and public institutions in medical research-protocol for a systematic review of the qualitative research literature. *Systematic Reviews*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/S13643-015-0094-3/TABLES/1>

Jahn, R., Müller, O., Nöst, S., & Bozorgmehr, K. (2020). Public-private knowledge transfer and access to medicines: A systematic review and qualitative study of perceptions and roles of scientists involved in HPV vaccine research. *Globalization and Health*, 16(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/S12992-020-00552-9/FIGURES/2>

Jimenez, A., & Zheng, Y. (2016). A capabilities approach to innovation: A case study of a technology and innovation hub in Zambia. *24th European Conference on Information Systems, ECIS 2016*.

Khan, J., Haleem, A., & Husain, Z. (2017). Barriers to technology transfer: A total interpretative structural model approach. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*,



31(6), 511–536. <https://doi.org/10.1504/IJMTM.2017.089075>

Kraft, J. M., Mezoff, J. S., Sogolow, E. D., Neumann, M. S., Thomas, P. A., & Kelly, J. A. (2000). A technology transfer model for effective HIV/AIDS interventions: Science and practice. In *AIDS Education and Prevention* (Vol. 12, Issue 5 SUPPL., pp. 7–20). <https://www.proquest.com/openview/e4a3df0fcfcf1bc096391b7a0fcfe563/1?pq-origsite=gscholar&cbl=32604>



Lamberton, D. M. (2008). *Technology Transfer: A Communication Perspective* edited by F. Williams and D.V. Gibson (Sage Publications, London, 1990), pp. 302, £13.95, ISBN 0-8039-3741-5. [Http://Dx.Doi.Org/10.1080/08109029108631974](http://Dx.Doi.Org/10.1080/08109029108631974), 9(2), 426–427. <https://doi.org/10.1080/08109029108631974>

Liu, H. Y., Subramanian, A. M., & Hang, C. C. (2020). Marrying the Best of Both Worlds: An Integrated Framework for Matching Technology Transfer Sources and Recipients. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(1), 70–80. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2858812>

Martínez Martínez, K. I., Yolanda Pacheco Trejo, A., San Vicente, L. E., & Medina-Mora, M. E. (2016). Barreras en la transferencia de la tecnología: Un estudio cualitativo de las intervenciones breves y los centros de atención a las adicciones. *Salud Mental*, 39(5), 257–265. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2016.030>

Medarde, B. E. (2017). *Factores clave para el diseño e implementación de los sistemas de gestión de la innovación en las organizaciones sanitarias*. 28–30.

Miloslavich, P., Bax, N. J., Simmons, S. E., Klein, E., Appeltans, W., Aburto-Oropeza, O., Andersen Garcia, M., Batten, S. D., Benedetti-Cecchi, L., Checkley, D. M., Chiba, S., Duffy, J. E., Dunn, D. C., Fischer, A., Gunn, J., Kudela, R., Marsac, F., Muller-Karger, F. E., Obura, D., & Shin, Y. J. (2018). Essential ocean variables for global sustained observations of biodiversity and ecosystem changes. *Global Change Biology*, 24(6), 2416–2433. <https://doi.org/10.1111/gcb.14108>



Minciencias. (2020). Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Reflexiones y propuestas. In *Informe de la misión internacional de sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación*.



Ministerio de ciencia tecnología e innovación. (2020). *Instructivo general para la gestión de la propiedad intelectual*. <http://www.sic.gov.co/glosario-institucional>

Moja, L., Liberati, E. G., Galuppo, L., Gorli, M., Maraldi, M., Nanni, O., Rigon, G., Ruggieri, P., Ruggiero, F., Scaratti, G., Vaona, A., & Kwag, K. H. (2014). Barriers and facilitators to the uptake of computerized clinical decision support systems in specialty hospitals: Protocol for a qualitative cross-sectional study. *Implementation Science*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13012-014-0105-0>



Muscio, A. (2010). What drives the university use of technology transfer offices? Evidence from Italy. *Journal of Technology Transfer*, 35(2), 181–202. <https://doi.org/10.1007/S10961-009-9121-7/TABLES/12>

Necoechea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D., & Soto-Flores, R. (2013). A conceptual model of technology transfer for public universities in Mexico. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(4), 24–35. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242013000500002>



Ortiz Pabón, E., & Nagles García, N. (2013). Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica. In *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. <https://doi.org/10.21158/9789587562552>

Paun, F. (2012). The demand readiness level scale as new proposed tool to hybridise market pull with technology push approaches in technology transfer practices. *Technology Transfer in a Global Economy*, 353–366. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6102-9_18/TABLES/3



Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M.

(2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2012.09.007>



Rincón, C. (2016). *Diseño de un modelo de gestión y transferencia de conocimiento para la consolidación de una red Academia – Industria – Gobierno, aplicada a la Gestión Integral de la Energía, en el marco del “PROGRAMA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA RED DE CONOCIMIENTO EN EFI.* 212. <http://www.bdigital.unal.edu.co/55784/>

Rogers, E. (2002). The Nature of Technology Transfer. *Trade and Technology in Soviet-Western Relations*, 23(3), 6–29. https://doi.org/10.1007/978-1-349-05163-2_2

Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: A taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691–791. <https://doi.org/10.1093/ICC/DTM023>

Sabater, J. G. (2009). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento.* www.gonzalezsabater.com.

Setiawan, A. A. R., Sulaswatty, A., & Haryono, A. (2016). Finding the Most Efficient Technology Transfer Route Using Dijkstra Algorithm to Foster Innovation: The Case of Essential Oil Developments in the Research Center for Chemistry at the Indonesian Institute of Sciences. *STI Policy and Management Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.14203/stipm.2016.45>

Shane, S. (2004). Encouraging university entrepreneurship? The effect of the Bayh-Dole Act on university patenting in the United States. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 127–151. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00114-3](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00114-3)

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*. *British Journal of Management*, 14, 207–222.



Varma, B. K. (2014). Intellectual Property Rights and the Technology Transfer Process. In *Treatise on Process Metallurgy* (Vol. 3). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096988-6.00039-0>



Yu, Y., Gu, X., & Chen, Y. (2017). Research on the technology transfer efficiency evaluation in industry-university-research institution collaborative innovation and its affecting factors based on the two-stage DEA model. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 502, 237–249. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1837-4_21/TABLES/2

Zhang, J., Liu, W., & Peng, X. (2010). Research on technology transfer readiness level and its application in University Technology Innovation Management. *Proceedings of the International Conference on E-Business and E-Government, ICEE 2010*, 1904–1907. <https://doi.org/10.1109/ICEE.2010.481>

Zhao, L., & Reisman, A. (1992). Toward Meta Research on Technology Transfer. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(1), 13–21. <https://doi.org/10.1109/17.119659>

