

# Aproximación a las dinámicas de transferencia de conocimiento de las universidades colombianas en el contexto del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI)

*Sandra Carolina Rivera Torres<sup>1</sup>; Marcela Galvis Restrepo<sup>2</sup>; Jenny Fabiola Cárdenas Osorio<sup>3</sup>; César Orlando Pallares Delgado<sup>4</sup>*

## Resumen

En el marco de las Economías basadas en conocimiento la transferencia se ha configurado en una “tercera misión” de las universidades alrededor del mundo (Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012). Como parte de este fenómeno, se ha incrementado el interés por identificar las dinámicas asociadas a las interacciones de las universidades con otros sectores de la sociedad, en entornos distintos a los académicos. En el contexto colombiano a la fecha se realizan distintos esfuerzos por comprender los determinantes de estas interacciones. A continuación se presentan los avances propuestos por el OCyT, presentada como una aproximación a las dinámica de transferencia de conocimiento de las universidades colombianas hacia otras organizaciones del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI), en el cual se desarrolla un diseño metodológico para identificar mecanismos de transferencia aplicando estadísticas e indicadores relevantes en el contexto colombiano, usando las nociones e instrumentos empleados a nivel internacional.

## Ejes temáticos

*Innovación y competitividad; Producción científica y tecnológica*

## 1 Introducción

El rol de las universidades como actor social y económico ha sufrido importantes cambios en las últimas décadas, y al interior de dichas instituciones, se han planteado rupturas significativas en el desarrollo de su misión de formar y generar conocimiento, dando paso a nuevas actividades que han reconfigurado su misión para dar respuesta a las demandas provenientes de distintos ámbitos sociales. De acuerdo con Florida (1999), la universidad ha estado involucrada históricamente con la formación de recursos humanos y la generación de conocimiento; no obstante, la naturaleza del conocimiento ha cambiado con el tiempo. Así, alrededor del siglo XIX en Europa, el rol de las universidades se concentraba en la formación de recursos humanos que luego iban a la industria a aplicar sus conocimientos (Florida & Cohen, 1999).

Como parte de la evolución reciente de la Universidad, las actividades de I+D, en el marco del desarrollo de la misión de investigación han adquirido mayor importancia y asociado a

<sup>1</sup> Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología –OCyT–; estudiante de Doctorado en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia Universidad Nacional de Colombia. Carrera 15 N° 37-59. Bogotá – Colombia; crivera@ocyt.org.co

<sup>2</sup> OCyT; Universidad Friedrich Schiller de Jena – Alemania Carrera 15 N° 37-59. Bogotá – Colombia; mgalvis@ocyt.org.co

<sup>3</sup> OCyT Carrera 15 N° 37-59. Bogotá – Colombia; jcardenas@ocyt.org.co

<sup>4</sup> OCyT Carrera 15 N° 37-59. Bogotá – Colombia; cpallares@ocyt.org.co

la generación de conocimiento, se ha ido reconociendo el potencial de las universidades para transferirlo hacia distintas organizaciones, en particular las empresas (Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012); además, los resultados asociados a la transferencia, así como sus impactos en términos sociales y económicos, dependen de la calidad de la investigación que se lleva a cabo en estas instituciones y de los vínculos con las empresas del entorno donde se inscribe su actividad, en particular a nivel regional (Feldman & Desrochers, 2003; Mansfield & Lee, 1996; Fritsch & Slavtchev, 2007, 2008).

Dada la importancia de la actividad de transferencia, las universidades alrededor del mundo han adoptado formas de organización para apoyar estos procesos, algunos adscritos a los sistemas de investigación o en otros casos, como parte de la estructura de la misión de extensión o proyección social, definida en la literatura como tercera misión en el caso latinoamericano (Chaparro, 2011). Las Oficinas de Transferencia Tecnológica – OTRI-, aparecen en algunas universidades, como las estructuras organizacionales identificadas para ello, cuyo objetivo principal es facilitar la circulación de resultados de investigación hacia las empresas, como parte de procesos de innovación productiva (Carlson y Fridh, 2000). Uno de los aspectos centrales de cada OTRI es fortalecer la relación universidad-sector privado y gobierno, donde la investigación realizada se enfoca hacia la negociación de tecnologías con potencial innovador en el mercado (Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012).

De acuerdo con Bozeman (2000), existen dificultades para establecer el alcance de la transferencia y por tanto, definir la frontera de lo “tecnológico”, en la medida que en este contexto se dan múltiples procesos, asociados no solo al producto a transferir. A este respecto, autores como Sahal (1981) consideran que no es conveniente separar la transferencia de tecnología de la transferencia de conocimiento, pues para transferir la primera, es necesario también transferir el conocimiento sobre su uso y aplicación. En este sentido, en el desarrollo del trabajo, nos vinculamos al concepto más amplio de transferencia de conocimiento para intentar definir las formas que puede tomar su transferencia desde las universidades en Colombia.

La universidad en Colombia y en sentido más amplio el sector de educación superior en América Latina, no ha sido ajena a los cambios antes mencionados; a pesar de ello, se ha permeado en forma lenta, siguiendo los niveles de desarrollo de las universidades en el continente (Vega-Jurado, Manjarrés-Henríquez, Castro-Martínez, & Fernández-de Lucio, 2011). El propósito de este documento es presentar los avances en la construcción de una metodología para la caracterización de los mecanismos de transferencia de conocimiento de las universidades en Colombia, a partir de experiencias internacionales que brinden referentes para el diseño y aplicación de instrumentos de análisis cualitativo y cuantitativo, como insumos para la toma de decisiones y la generación de políticas en esta materia por parte de las universidades y las instancias de fomento del sistema nacional de CTI.

El diseño metodológico comprende en primer lugar, la definición del objeto de estudio, los mecanismos a través de los cuales se difunde el conocimiento y de las variables a observar en cada uno de estos mecanismos; en segundo lugar, los indicadores que permiten aproximarse a la medición de las variables propuestas; finalmente, las fuentes

de información sea primaria o secundaria para recopilar los datos necesarios en el cálculo de los indicadores que brinden insumos sobre los procesos de transferencia del conocimiento que generan las universidades en Colombia, el cual pueda ser aplicado en la fase piloto contemplada en este proyecto y a futuro en otras universidades.

## **2 Revisión de literatura**

De acuerdo con Zhao & Reisman (1992), la literatura sobre transferencia de conocimiento es vasta y ha crecido significativamente desde finales de los años setenta; una aproximación pertinente para el caso colombiano es la de los sistemas de innovación. Desde esta perspectiva definida por (Lundvall, 2008), se reconoce que las relaciones de interdependencia entre los actores constituyen uno de los pilares de los procesos de innovación. Un sistema de innovación es entonces la serie de relaciones entre una variedad de componentes que interactúan en la producción, difusión y adopción de conocimiento que es viable para un uso económico (Lundvall, 1992). De este modo, la caracterización de las dinámicas y los procesos de innovación no se puede analizar desde la perspectiva individual de los actores sino como resultado de la articulación y la extensión de la división y especialización del trabajo innovativo (Cantner, 2012)<sup>5</sup>.

Esta perspectiva ofrece la ventaja de resaltar la naturaleza social del proceso de innovación cuyos resultados surgen de las relaciones entre los actores que componen el sistema (Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012). En este contexto es importante reconocer el conocimiento que generan las universidades es mucho más que un factor de producción y pueden ser vistas como una “fuerza creativa” en las relaciones económicas con múltiples facetas (Feldman & Kogler, 2008).

De otro lado, se reconoce la importancia de las condiciones regionales como determinantes de la innovación, gracias a la relevancia de la cercanía entre los actores, la disponibilidad de personal cualificado, y de instituciones de investigación y universidades. Lo anterior debido a que la intensidad de los spillovers o de la transferencia de conocimiento se beneficia de condiciones regionales favorables que incluyen la infraestructura física y las instituciones formales e informales, que se facilitan con la cercanía geográfica (Fritsch & Slavtchev, 2007).

Además, en las economías basadas en conocimiento, las universidades adquieren un rol central al transferir conocimiento a otros sectores de la sociedad, debido a que el crecimiento económico depende en mayor medida de la inversión en conocimiento, que incrementa la capacidad productiva, que de otros factores tradicionales de producción (Foray & Lundvall, 1997). Este rol de las universidades se ha llamado en la literatura “la tercera misión”, después de la docencia y la investigación (Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012; Laredo, 2007). Si bien dicha misión se ha denominado generalmente como transferencia de conocimiento, este es un concepto muy general que aborda varias dimensiones y una gran cantidad de actividades que realizan las universidades, lo que

---

<sup>5</sup> Los actores principales de un sistema de innovación incluyen la empresas, que son las encargadas de comercializar el conocimiento a través de la producción de bienes y su introducción en el mercado; las universidades y centros públicos de investigación, que tienen principalmente tres funciones: creación de conocimiento, su difusión y facilitar el acceso del sistema a las redes globales de conocimiento; los servicios intensivos en conocimiento, que dan soporte a los procesos de innovación de las empresas y finalmente, los actores gubernamentales que se encargan de hacer políticas (Fritsch & Slavtchev, 2007).

hace difícil su medición pues las barreras entre unas y otras se traslapan, tal como lo ha planteado Laredo (2007).

En este sentido, es importante abordar las actividades de transferencia, entendiendo el rol de las universidades, sus objetivos y relaciones con otros actores. De acuerdo con Florida y Cohen (1999, pág. 4), “la universidad es una institución para generar y diseminar conocimiento que compite con otras instituciones en busca de reconocimiento, el cual pretende optimizar junto con la reputación y el prestigio”. Dicho reconocimiento se ve reflejado en las publicaciones académicas; no obstante, toda universidad requiere dinero para ejecutar sus objetivos y de esta necesidad surgen tensiones entre las instituciones involucradas “una tensión entre la búsqueda de reconocimiento y posición con la consecución de fondos”. La razón para dicha tensión es que, si bien a priori la competencia por fondos no dificulta la búsqueda de reconocimiento, esta puede acarrear muchas restricciones debido al recelo que causa entre los empresarios la publicación de los resultados de investigación (Florida & Cohen, 1999).

Por su parte, Ghafele (2012, pág. 3) establece que:

“las universidades son mucho más que depositarias de segmentos aislados de conocimiento, no son diccionarios ni bases de datos, son instituciones de “know how” y “know why” en cualquier economía del conocimiento saludable; las universidades disponen de las capacidades organizacionales para convertir la información y el know-how en productos y servicios comercialmente viables”

Según este autor, esta “capacidad central” de las universidades, definida como el conocimiento colectivo, aprendizaje y know-how es difícil de replicar para una entidad cuyo propósito sea el lucro privado; no obstante, en la actualidad las universidades están sujetas a nuevas demandas que les exigen adaptarse para satisfacer roles diferentes a la formación de personas y la generación de conocimiento, e implican un mayor grado de interacción con actores externos (Chaparro, 2010).

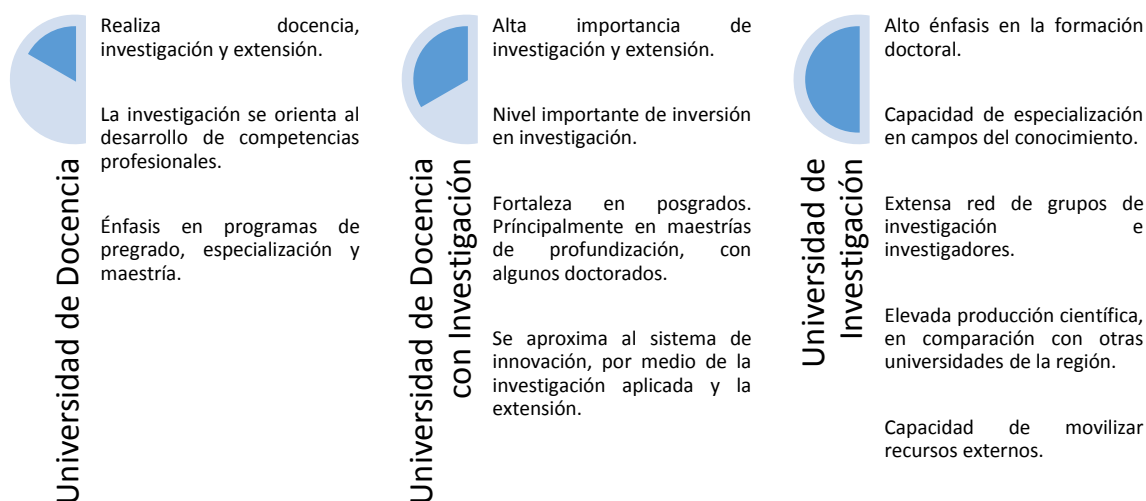
En el caso latinoamericano, estas actividades están acompañadas además por demandas sociales que configuran su función de extensión, entendida como “una actividad directa de la institución en el desarrollo económico de la región, por medio de una relación cercana con los sectores menos favorecidos de la población, utilizando difusión cultural y asistencia técnica” (Vega-Jurado, Manjarrés-Henríquez, Castro-Martínez, y Fernández-de Lucio, 2011, pág 119).

Particularmente en los procesos de desarrollo de la extensión, como tercera misión de la universidad encargada de la transferencia, implica la difusión socioeconómica de los conocimientos y la contribución en la resolución de los problemas, y esto conlleva a un: “fuerte componente de servicio hacia la colectividad, lo cual la transforma en un polo importante en las estrategias de desarrollo local y regional” (Castro y Sutz, 2011; p. 102). En este sentido, las mencionadas autoras afirman que la extensión universitaria está presente en las universidades latinoamericanas, en algunos casos como trabajo en la comunidad, y en otros como participación en actividad económica, siendo esta la más reciente de las dos formas.

En estos procesos de transformación, las universidades en Latinoamérica se deben enfrentar a condiciones sociales y económicas que condicionan su desarrollo (Chaparro, 2011). Por un lado, la incorporación de la investigación y la transferencia no se ha dado de manera homogénea entre sí, dado que las mayores presiones sociales tienden a favorecer la investigación de alto nivel, como factor de calidad de la institución, lo que genera que algunas universidades se transformen “universidades de investigación”, y restando importancia al papel de la transferencia. Por el otro, los procesos de democratización presionan el incremento de la cobertura en las universidades, lo que obliga a algunas instituciones a fortalecer su misión de docencia para atender esta demanda, dejando de lado la investigación y la transferencia.

Como resulta claro, las universidades no siguen el mismo camino, por lo que la literatura ha señalado que en la región se han desarrollado distintos modelos de Universidad, de acuerdo al énfasis que se les da a cada una de las misiones de estas instituciones. Tradicionalmente, la diversidad de las instituciones varía entre aquellas con énfasis en la docencia, hacia aquellas con énfasis en la investigación, y generando puntos intermedios de acuerdo a como se relacionen estas dos misiones. Esto se observa en la Figura 1.

**Figura 1. Modelos de Universidades.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Chaparro (2011).

La incorporación de la transferencia en las universidades se ha dado generalmente desde el tercer modelo. A partir de ello, se han generado dos sub-modelos de universidad de investigación: el tradicional y el moderno. El primero mantiene las características fundamentales, con el fuerte énfasis en la investigación académica y la investigación de calidad, teniendo como eje de producción las publicaciones científicas. El segundo, al contrario, incorpora los procesos de innovación en su misión, por lo que busca contribuir al modelo de desarrollo socio-económico de la región en la cual se ubica; esto sin excluir a las publicaciones científicas como una estrategia válida de generación de conocimiento,

aumento de la calidad y formación de recursos humanos, ya que diversos autores han señalado la importancia de la investigación para que se den procesos de transferencia de conocimiento exitosos en las universidades (Thorn y Soo, 2006).

Ahora bien, el papel social de las universidades en Latinoamérica convierte a la transferencia de conocimiento, especialmente en su relación con el sector productivo, en un proceso más complejo que el que se desarrolla en otras regiones. En este sentido, las universidades latinoamericanas incorporan elementos adicionales, por lo que se hace necesario el desarrollo de sistemas de medición de este tipo de actividades en las universidades de la región. En palabras de Chaparro (2011, p. 56):

“[existe la necesidad de] desarrollar indicadores de calidad y de impacto que logren captar y valorar las innovaciones tecnológicas y sociales que las universidades desarrollan. El desarrollo de tales indicadores permitiría contar con herramientas de medición validadas como las disponibles para el caso de las publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas. Con ellos se haría posible analizar y valorar la proyección de la universidad en su entorno, trascendiendo el análisis de casos específicos como los presentados en el libro de Schwartzman. En ausencia de indicadores que respondan a estas consideraciones, el análisis de la calidad y el impacto de la investigación a menudo se limita al tema de las publicaciones científicas, por el hecho de que allí se dispone de indicadores validados y estandarizados.”

En este punto vale la pena preguntarse qué se entiende por transferencia de conocimiento y tecnología. Roessner (2000), define el concepto de transferencia de tecnología como “el movimiento de know-how, conocimiento técnico, o tecnología de una unidad organizacional a otra”. En esta definición se observa que la transferencia de tecnología implica por si misma transferencia de conocimiento.

Sin embargo, no existe una definición única de este concepto y cada disciplina lo entiende de manera diferente (Bozeman, 2000); de acuerdo con Zhao y Reissman (1992), economistas como Arrow (1969) lo definen enfocándose en variables relacionadas con la producción y el diseño con base en las propiedades del conocimiento genérico. También estos autores resaltan que los sociólogos como Rogers (1962) y Rogers y Shoemaker (1971) vinculan la transferencia con la innovación y observan que la tecnología es “un diseño para la acción instrumental que reduce la incertidumbre de las relaciones causa-efecto involucrada en conseguir los resultados deseados”; por otra parte, los antropólogos como Foster (1962), Service (1971) y Merrill (1972) consideran que la transferencia se da en un contexto amplio de cambio cultural.

De lo anterior es posible observar que la transferencia debe ser vista como un tema interdisciplinario, dada su complejidad (Gaye, 1996). Otros autores han asumido una visión más “relacional” de los vínculos entre universidad-industria, donde se reconoce que los beneficios y los canales a través de los cuales fluye el conocimiento son variados (Uyarra, 2008). Desde esta perspectiva la transferencia puede ser vista como un proceso continuo de interacción social “a través de la cual las ideas generadas en un lugar encuentran su aplicación en otro lugar” (Gaye, 1996).

### **3 Metodología adelantada**

El surgimiento y la consolidación de nuevos roles, asumidos por las universidades en los últimos años, estuvo relacionado además con la creación de legislaciones tipo Bayh Dole alrededor del mundo. El Acto Bayh-Doyle en Estados Unidos fue adoptado en 1980 y permite a las universidades buscar la propiedad de invenciones y otros tipo de propiedad intelectual resultado de investigaciones financiadas con dinero del gobierno federal, otras naciones siguieron este tipo de legislación años después.

Esta legislación incentivó el crecimiento en las actividades de protección de la propiedad industrial de las universidades, su licenciamiento a terceros e incluso la creación de empresas resultado de investigación. En este contexto, surgió la necesidad de medir sus resultados a través de indicadores; los primeros se desarrollaron a través de las recomendaciones de la Asociación de Gerentes de Tecnología en Universidades -AUTM por sus siglas en inglés- en Estados Unidos y fueron adoptados por la mayoría de las OTT en el mundo (European Commission, 2009). Estas métricas están basadas principalmente en mecanismos de colaboración formal a través de la comercialización de derechos de propiedad e incluyen las patentes, licencias, spin-offs, Investigación contratada e Investigación colaborativa.

No obstante, este tipo de mecanismos de transferencia son solamente “la punta del iceberg”, en el sentido en que constituyen solo una parte de las actividades de transferencia realizadas por la universidad (Jensen, Palangkaraya, & Webster, 2009); debido a esto, en los últimos años países como Canadá, Reino Unido y Australia han realizado esfuerzos por identificar las diferentes métricas y establecer las que son comunes a varias encuestas y proponer a partir de ahí maneras de armonizar los resultados (Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott, & Duran, 2002; Holi, Wickramasinghe, & Van Leeuwen, 2008; European Comission, 2009; Jensen, Palangkaraya, & Webster, 2009; Bramwell, Hepburn, & Wolfe, 2012)

Adicionalmente, la Comisión Europea conformó un grupo de expertos en métricas de transferencia de conocimiento y en el año 2009 publicó el resultado que busca mejorar la coherencia y convergencia entre las encuestas existentes sobre transferencia de conocimiento de organizaciones públicas de investigación; el estudio incluyó a Australia, Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Francia, Irlanda, Italia, Noruega, España, Suiza y UK (European Comission, 2009).

La característica común de estos estudios es que se aproximan a la transferencia de conocimiento a través de una definición de los mecanismos por los cuales este puede fluir. A partir de lo anterior, y teniendo en cuenta las particularidades del caso colombiano, es posible definir un marco metodológico propio para la medición de la transferencia de conocimiento en universidades colombianas. Dicho marco se divide en tres componentes que incluyen la definición del objeto de estudio, la aproximación a la medición a través de indicadores y las fuentes de información que permite recopilarlos (Figura 2).

#### **Figura 2: componentes del diseño del marco metodológico**

## Diseño del marco metodológico



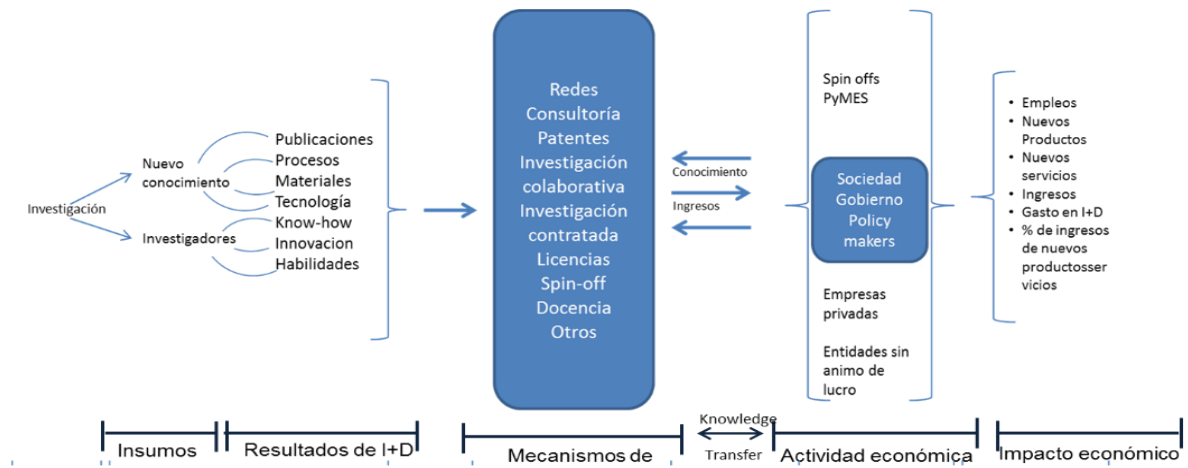
Fuente: elaboración propia

Hasta el momento en este documento se ha revisado una parte del objeto de estudio en lo referente a la necesidad de las universidades de adoptar nuevos roles en la sociedad y el concepto de transferencia de conocimiento, que constituyen el punto de entrada para definir las categorías y las variables que se estudian. A partir de estas categorías y variables, se determina los indicadores a construir y las fuentes de información que puede ser primaria o secundaria.

El proceso de transferencia de conocimiento se concibe como uno de retroalimentación continua, en vez de lineal y se desarrolla a lo largo de años y décadas. En la Figura 3 se observa el proceso de transferencia, en el lado izquierdo se ven las actividades de investigación desarrolladas por las universidades que se pueden describir como resultado de la I+D y al mismo tiempo inputs (recursos, capacidades) de las actividades de transferencia – publicaciones, procesos, materiales, tecnología, know how, habilidades-; dichos insumos alimentan las actividades de transferencia que incluyen la docencia, las redes, consultoría, investigación contratada y colaborativa, licencias, spin-off, patentes, entre otros, a través de estos canales se desarrolla la transferencia de conocimiento, que se dan en doble vía y generan unos impactos en la actividad económica general y en las entidades receptoras del conocimiento.



**Figura 3 Modelo de análisis de la transferencia de conocimiento**



Fuente: Adaptado de Cullen (2008)

### 3.1. Categorías de indicadores

Existe una gran variedad de indicadores que pueden tenerse en cuenta, cada estudio los selecciona de acuerdo a las particularidades del caso analizado y se incluye más o menos indicadores dependiendo del caso. No obstante, sí existe un cierto consenso (implícito en los documentos) sobre los indicadores mínimos que debería incluir un estudio de la transferencia de conocimiento. Adicionalmente, tanto la Comisión Europea, como la UNICO han señalado una serie de medidas que deben tenerse en cuenta para desarrollar un sistema de indicadores en el largo plazo (European Commission, 2009; Holi, Wickramasinghe, & Van Leeuwen, 2008).

A continuación se muestran los canales y las categorías sobre las cuales existe un consenso más o menos establecido entre los diferentes estudios. El tema de impactos es considerado importante en algunos estudios (Seppo & Lilles, 2012), no obstante, estos son difíciles de medir y dependen en gran medida de información de muy largo plazo, en el Reino Unido por ejemplo se determinó que la mayoría de ellos no se pueden calcular con la información actual, por eso en el caso colombiano no se recomienda construir indicadores de impacto y nos concentramos en los de input y output.

En este análisis se definieron cinco categorías de indicadores de acuerdo con el tipo de actividades que se miden. En primer lugar, los indicadores de insumo miden las capacidades de las universidades para realizar actividades de transferencia, o en otros términos su potencial; en este sentido no miden la transferencia per se. No obstante, su importancia radica en que de acuerdo con Kawax (2006), las universidades con mejores desempeños en publicaciones y personal altamente cualificado tienen mayores posibilidades de involucrarse en investigación en cooperación con empresas.

Una segunda categoría incluye los indicadores que representan los resultados directos de la actividad de transferencia. Generalmente, se pueden identificar a través de los

mecanismos por los cuales fluye el conocimiento; estos a su vez pueden ser formales, como los establecidos por comercialización directa, investigación contratada, investigación colaborativa, consultorías; o informales, como las redes y la transferencia de conocimiento tácito a través de las personas.

La tercera categoría incluyen los resultados de las actividades de I+D, representados en productos con el potencial de ser transferidos hacia otras entidades. Dichos productos pueden ser artículos, capítulo de libros, u otros tipos de publicaciones, así como las patentes en el caso de conocimiento tecnológico. Este tipo de resultados si bien no implican una transferencia, sí denotan capacidades de las universidades para transformar ese conocimiento en el futuro en un insumo para otros procesos

La cuarta categoría está relacionada con los resultados tangibles de la transferencia representados en flujos de recursos generados luego que la transferencia ha ocurrido. La última categoría denominada resultados de transferencia recoge el valor de todos aquellos pagos que la universidad reciba por las actividades de transferencia que haya realizado. Los indicadores que se incluyen en cada categoría se pueden observar en el Anexo 1, el análisis de la siguiente sección se concentra en un tipo específico de transferencia teniendo en cuenta la disponibilidad de información como se explicará más adelante.

Por último, los indicadores organizacionales dan cuenta del desempeño de las oficinas de transferencia de conocimiento. Como su nombre lo indica indagamos por aspectos de la organización de las actividades de transferencia al interior de la universidad, las personas que desarrollan este proceso, las estrategias para mejorar la capacidad de respuesta de la universidad a las demandas de otros actores, entre otros.

#### **4 Análisis de cooperación a través de redes de patentes: el rol de las universidades**

Las categorías definidas anteriormente permiten identificar las áreas en las cuales es necesario contar con información que permita un análisis integral de la transferencia de conocimiento, además dan cuenta de lo complejo y heterogéneo que es el proceso de transferencia. El trabajo desarrollado en el proyecto busca tener mejores insumos para el cálculo de los indicadores propuestos, no obstante, hasta el momento no se cuenta con la información necesaria para tener una visión completa de la transferencia en universidades. Debido a esto, el análisis de esta sección se realiza sobre la información disponible y no pretende cubrir todos los mecanismos de transferencia.

Así, un aspecto importante que es necesario resaltar, es que el análisis de patentes solo permite observar la cooperación que ha sido “exitosa” en el sentido en que se ha generado un resultado representado en una patente; lo anterior significa que la cooperación que no ha tenido este tipo de resultados se deja por fuera. Además, no todas las áreas de la ciencia utilizan las patentes como el medio de protección de su conocimiento, lo que significa que la cooperación en áreas básicas y ciencias “blandas” queda sin ser explicada. Teniendo en cuenta estas dificultades, el análisis de este apartado es una aproximación a las dinámicas de transferencia de conocimiento en áreas

específicas, sin dejar de lado la búsqueda de herramientas que permitan medir estas actividades en otros campos del saber.

De acuerdo con Graf & Henning (2009) las patentes pueden ser utilizadas como indicadores de resultados de las actividades de generación de conocimiento, o como indicadores de cooperación entre universidades y otras organizaciones a través de redes de co-patentes, en las cuales se observa los innovadores con derecho sobre las patentes (assignee's en inglés) conectados a través de la aplicación conjunta a una patente. Dichas redes han sido analizadas por varios autores, cuya hipótesis principal es que las patentes reflejan los niveles de innovación tecnológica de una región o de un país (Balconi & Laboranti, 2006; Motohashi, 2008; Hong, 2008; Xu, 2010), en este caso nos concentramos en el país, como lo hace Xu (2010)<sup>6</sup>.

En este apartado se utiliza como herramienta el análisis de redes sociales; una técnica desarrollada principalmente por sociólogos y extendida por matemáticos e ingenieros de computación, para entender las relaciones entre unidades que interactúan entre sí (Cantner & Graf, 2006). Una característica distintiva del método de análisis de redes, es que se enfoca en las relaciones entre actores y no en sus características individuales. Gráficamente, una red puede ser descrita como un conjunto de relaciones bidireccionales o aristas del mismo tipo, en una población de actores o nodos (Cantner, 2012).

En el análisis de patentes se pueden analizar dos tipos de poblaciones, por una lado, la red de innovadores, representada principalmente por las organizaciones que tienen los derechos sobre la patente y realizando actividades de innovación; por otro, los inventores mencionados en la patente. En este caso nos concentramos en la primera población, enlazando organizaciones a través de su aplicación conjunta a una patente, e interpretando esta relación como cooperación pues se asume que si dos organizaciones hacen parte de la misma patente, debió existir algún tipo de colaboración entre ello para alcanzar este resultado (Graf & Henning, 2009). A esta red se le llama la red de co-patentes.

Las características de las redes se pueden describir usando varios indicadores; dependiendo del interés de cada investigador, algunos son más apropiados que otros. En este caso se definen tres tipos de indicadores de interés, en primer lugar, indicadores demográficos del tamaño de la red, número de conexiones, y número de componentes. En segundo lugar, indicadores del desempeño de la red como un todo, a través del análisis de cohesión, densidad, grado promedio, distancia promedio y fragmentación. Finalmente, indicadores del rol de los actores dentro de la red lo que permitirá identificar cómo se desempeñan las universidades. Cada indicador será expuesto en más detalle cuando se use en el análisis.

#### **4.1 Datos**

El análisis se realiza sobre datos de la Oficina Mundial de Patentes –OMPI-, la Oficina de Patentes de Estados Unidos –USPTO- y la Oficina Europea de Patentes –EPO-; dicha información se extrajo de [www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com), una página que provee datos de

---

<sup>6</sup> La razón para concentrarse en el país y no en la región, es la disponibilidad de datos, pues como será explicado más adelante sólo 1.002 patentes han sido registradas por innovadores cuyo país reportado es Colombia.

estas tres oficinas y permite realizar consultas y descargar la información necesaria. La consulta se realizó en Agosto de 2013, usando el criterio "CO" en el campo "país del asignatario". El periodo fue desde 1973 (primera patente en bases internacionales) hasta agosto de 2013. Se encontraron en total 1.058 patentes de las cuales 1.015 correspondían al país y 13 no tenían información sobre el asignatario, inventor o nombre de la patentes por lo que fueron descartada. La población final son 1.002 patentes.

Una aclaración importante, es que las universidades empezaron a regular la propiedad industrial después del año 2000, por lo que antes de este periodo no estaba claro a quién pertenecían los derechos sobre las patentes por lo que la información de patentes universitarias estás sub-valorada. Para corregir de alguna manera esta falencia, se realizó un chequeo a los nombres de las personas que aparecían en patentes no vinculadas a organizaciones (donde únicamente aparecía la persona) contra la plataforma Scienti de Colciencias e información en internet; en los casos en que se detectó que la persona era un investigador vinculado en el periodo de aplicación de la patente a la universidad, se asignó la patente a dicha institución. Esto también se hizo con algunos individuos vinculados a empresas. No obstante, los datos siguen estando subestimados pues algunas patentes se realizan bajo contratos de cooperación con otras entidades, en los cuales se cede el derecho sobre la propiedad industrial.

Una anotación final es que se detectó que muchas organizaciones incluyen como asignatarios de la patente también al inventor, lo que hace que los datos de co-patentes resulten sobre-estimados al reflejar que una empresa está "cooperando" con sus mismos trabajadores. Esto también requirió un proceso de depuración de la base de datos tratando de verificar que aquellas personas que resultaban ser los mismos trabajadores de la empresa, aparecieran solo como inventor y retirándolos como co-asignatarios.

## **4.2 Resultados**

Las estadísticas principales sobre la población muestran que el número total de patentes (después de un proceso de depuración) es 1.002, de estas solo 608 están vinculadas al menos a una institución y 286 son co-patentes. La mayor parte de las patentes se concentran en los últimos diez años. Se identificaron 751 individuos (como asignatarios de las patentes), 208 empresas, 20 universidades y centros de investigación y 49 otros tipos de instituciones (incluyendo hospitales, organizaciones internacionales, organizaciones sin ánimo de lucro).

Los individuos participan en 614 patentes, la empresas en 388 y la universidades en 117, el número total no suma 1.002 porque una patente puede ser obtenida por varios tipos de organización al mismo tiempo. El 25% de los individuos más activos en términos de patentes son universidades; esto es un resultado importante considerando que solo empezaron a regular la patentes a partir del 2000. La compañía colombiana de petróleos Ecopetrol S.A. es el primer actor por número de patentes (45) y la Universidad de Antioquia con 23 patentes. Además cabe resaltar que el porcentaje de co-patentes en las universidades (39,2%) es superior al promedio general que es solo 20,4%. Esto indica que las universidades son actores importantes dentro de la red, dicha hipótesis se explora más adelante utilizando medidas de centralidad.

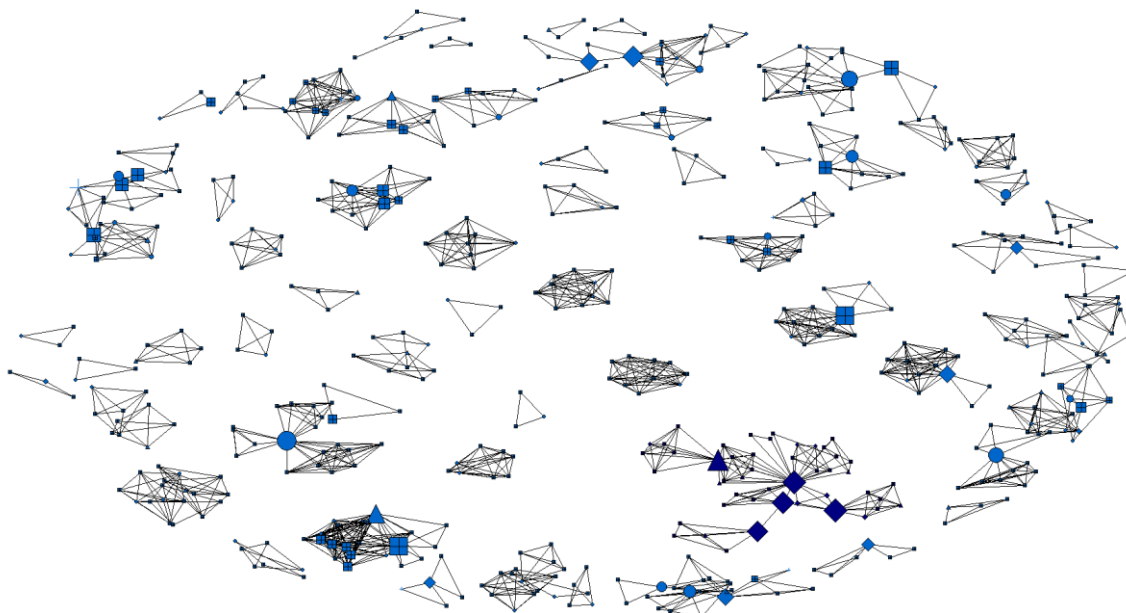
## 4.2.1 Análisis de redes

### 4.2.1.1 Análisis estático

Esta sección presenta un análisis de la red completa de co-patentes desde 1994, cuando se registró la primera patente colombiana en cooperación, hasta 2013. Cada actor está representado por un nodo, las universidades e instituciones públicas de investigación son diamantes, las empresas son círculos, los individuos signos de más y las organizaciones internacionales son triángulos. Siguiendo a Graf & Henning (2009) la posición de los nodos y la longitud de las aristas se produce por escalamiento multidimensional con repulsión de nodos y sesgo de igual longitud generado por NetDraw (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002).

La red está integrada por 642 nodos y 126 componente (un componente se define como un sub-grupo de nodos que están conectados entre sí, pero no con otros por fuera), esto significa que en promedio hay 5 actores en cada componente, lo que denota una red bastante fragmentada, algo que se percibe a visualmente en la Figura 4. El componente principal (aquel con un mayor número de nodos) tiene 49 actores, integrando solo el 7,6% de la red, es decir, más del 90% de los nodos están dispersos en otras sub-redes. Al analizar la densidad de la red se encuentra que solo 1% de las conexiones que podrían existir se están dando efectivamente.

**Figura 4. Red de Co-patentes**



Fuente: calculado por el OCyT con datos de USPTO, WIPO y EPO

**Tabla 1. Estadísticas de la red**

Medida	Red de co-patentes
Numero de nodos	642
Número de componentes	126

Tamaño del component principal	49
% en el componente principal	7,6%
Densidad	1,0%
Grado promedio	5,6
Fragmentación	0,985
Índice de centralización de la red	0,43%

Fuente: calculado por el OCyT con datos de USPTO, WIPO y EPO

#### 4.2.2 Análisis estático, el rol de las universidades

Se realizan varias pruebas para determinar el papel de las universidades en la red de copatentes. Para simplificar el análisis gráfico, solo se muestra el componente principal de la red. La primera medida que se utiliza es la intermediación, definida como el número de veces que el actor  $i$  se encuentra en la trayectoria más corta entre otros dos actores  $j$  y  $k$ . Este es un indicador importante pues se puede usar para identificar actores centrales que controlan los flujos de información; tal como explica Freeman (1979), quien resalta que una persona ubicada en las trayectorias que comunican pares de actores, puede influenciar la red a través del control o la distorsión de información.

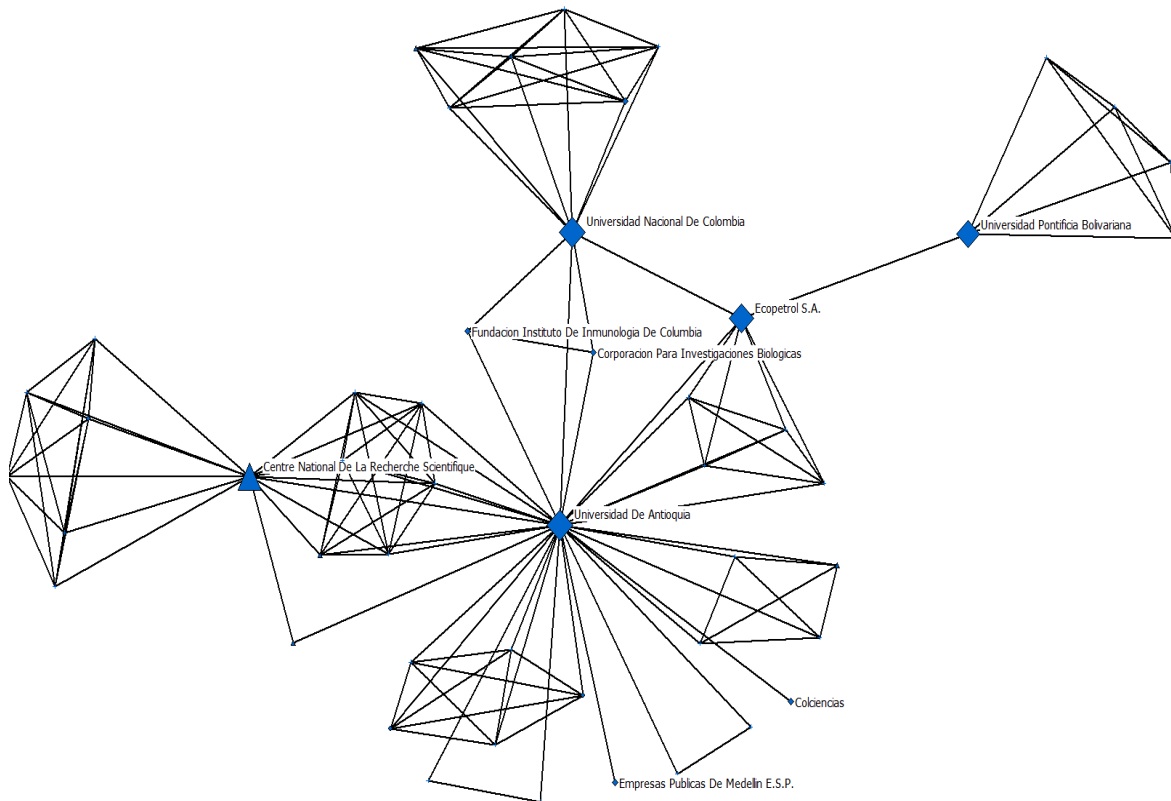
El actor más central en cuanto a su grado de intermediación es la Universidad de Antioquia, seguida de la Universidad Nacional, el Centro Francés de Investigación Científica, y Ecopetrol. En promedio, las universidades tienen un mayor grado de intermediación que otros actores (111,4 frente a 3,6 en general). De acuerdo con Shibel (1953), las organizaciones que ocupan esta posición son responsables por mantener la comunicación en la red y también tienen el potencial para coordinar procesos grupales (Freeman, 1979). La Tabla 2 muestra los actores más centrales y la Figura 5 el componente principal de la red.

**Tabla 2. Actores centrales en término de grado e intermediación**

Actor	Grado	Intermediación
Universidad De Antioquia	32	879
Centre National De La Recherche Scientifique	15	255
Universidad Nacional De Colombia	11	258
Ecopetrol S.A.	8	229
Arango Acosta, Gabriel Jaime	8	0

Fuente: calculado por el OCyT con datos de USPTO, WIPO y EPO

**Figura 5. Componente principal de la red de co-patentes**



Fuente: calculado por el OCyT con datos de USPTO, WIPO y EPO

La segunda medida de la importancia de las universidades es si actúan como *Brokers*; estos son actores que sirven de puente entre redes que de otro modo estarían desconectadas. De acuerdo con (Dekker, 2006), los *Brokers* pueden ser identificados a través de un análisis de los “puntos de corte”. Al realizar esta medición se puede observar que el 37,7% de los *Brokers* son universidades y 39,3% son empresas. Además el 76,9% de las universidades que hacen parte de la red, son también *Brokers*.

Finalmente, para determinar cuán significativo es el rol de las universidades a diferencia de otros actores, se ajustó un modelo de regresión múltiple, donde la variable dependiente es el grado de Intermediación y las variables independientes son el número de patentes para controlar por el tamaño de la organización, y una *dummy* para las universidades y centros públicos de investigación. El número de patentes es una buena variable para explicar la intermediación de los actores. Además, las universidades y centros de investigación son significativamente más centrales en términos de intermediación que otros actores, lo que se muestra en la Tabla 3 con los coeficientes del modelo de regresión.

**Tabla 3. Regresión por MCO– Variable dependiente Intermediación**

Parámetro	Valor
Constante	-25,6882 (0,0000***)
Universidad-PRI	17,9698 (0,0000***)
Patentes	51,0894 (0,0000***)
R <sup>2</sup>	32,19%
adj. R <sup>2</sup>	31,9807
Observaciones	641

\*\*\* Variable altamente significativa, P valor en paréntesis

Los resultados presentados hasta aquí evidencian formas de transferencia a partir de conocimiento, vía patentes, generado por las universidades, que cuentan con alto potencial para incidir en actividades innovadoras y en la configuración de capacidades de ciencia y tecnología del SNCTI. A pesar de ello, la magnitud limitada de las patentes, así como el uso de los mecanismos de protección de conocimiento en el país, indica la conveniencia de ampliar el estudio de las dinámicas de transferencia a otras formas de conocimiento, tácito o codificado, generado por las universidades, lo que a futuro permitirá mejorar el ámbito de aplicación de la propuesta metodológica presentada, la cual aún se encuentra en construcción.

## 5 Bibliografía

- Balconi, M., & Laboranti, A. (2006). University–industry interactions in applied research: The case of microelectronics. *Research policy*, 1616-1630.
- Borgatti, S., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*. Ucinet.
- Bramwell, A., Hepburn, N., & Wolfe, D. A. (2012). Growing Innovation Ecosystems: University-Industry Knowledge Transfer and Regional Economic Development in Canada.
- Cantner, U. (December de 2012). Slides Economics of Innovation III. *Economic Dynamics and Structural Change - Part I: Innovation systems*. Jena, Germany.
- Cantner, U., & Graf, H. (2006). The network of innovator in Jena: an application using social network analysis. *Research Policy*, 463-480.
- Dekker, D. (2006). Measures of simmelian tie strength, simmelian brokerage, and, the simmelianly brokered. *Journal of Social Structure*, 1-22.
- Florida, R., & Cohen, W. (1999). *Engine or infrastructure? The university role in economic development*. (L. M. Branscomb, & R. Florida, Edits.) Cambridge: MIT Press.
- Foray, D., & Lundvall, B. (1997). The Knowledge Based Economy. *OCDE, Paris*.
- Freeman, L. (1979). Centrality in Social Networks Conceptual Claficiation. *Social Networks*, 215-239.



- Ghafele. (03 de February de 2012). *Financing University Research*. Obtenido de Munich Personal RePec Archive: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/36394/>
- Graf, H. (2011). Gatekeepers in regional networks of innovators. *Cambridge Journal of Economics*, págs. 173-198.
- Graf, H., & Henning, T. (2009). Public Research in Regional networks of innovators: a comparative study of four East German regions. *Regional Studies*, 1349-1368.
- Hong, W. (2008). Decline of the center: The decentralizing process of knowledge transfer of Chinese. *Research policy*, 580-595.
- Laredo, P. (2007). Toward a third mission for universities. *The third mission of Universities, UNESCO workshop*. Paris: Unesco.
- Morrison, A. (2008). Gatekeepers of knowledge within industrial districts: who they are, how they interact. *Regional Studies*, págs. 817-835.
- Morrison, A., Rabellotti, R., & Zirulia, F. (2012). When do global pipelines enhance knowledge diffusion in clusters. *Papers in Evolutionary Economic Geography* 1105.
- Motohashi, K. (2008). Assessment of technological capability in science industry linkage in China by patent. *World patent information*, 225-232.
- Noteboom, B. (2003). Problems and solutions in knowledge transfer. *Paper for the conference on: The influence of co-operation, networks and institutions on regional innovation systems*. Jena: Max Planck Institute of Economics.
- Xu, H. (2010). A Regional University-Industry Cooperation Research Based on Patent Data Analysis. *Asian Social Science*, 88-94.