

COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE REDES SOCIALES UTILIZANDO LA INFORMACIÓN DE LA CUARTA ENCUESTA DE DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL SECTOR SERVICIOS

ADRIANA MARÍA PATERNINA PÁEZ

Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia
ampaterninap@unal.edu.co

JORGE ROBLEDO VELÁSQUEZ

Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Departamento de Ingeniería de la Organización, Colombia
jrobledov@unal.edu.co

RAFAEL HURTADO HEREDIA

Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, Departamento de Física, Colombia
rghurtadoh@unal.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta el estado de la cooperación para la innovación de las empresas colombianas del sector servicios con entidades externas, a partir de la información contenida en la cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el Sector Servicios (EDITS IV) del DANE y utilizando la metodología de Análisis de Redes Sociales (ARS). El análisis se realiza de manera agregada a dos dígitos para los sectores económicos conforme a la CIU 3A.C. Inicialmente, se hace una revisión de la literatura existente referente al ARS y estudios similares al presente trabajo; posteriormente se presentan los grafos y resultados del ARS aplicado a los datos sobre cooperación para la innovación de la EDITS IV. Como conclusiones principales se tiene al sector 80, 73 y 85 correspondientes a educación superior, I+D y servicios sociales y de salud respectivamente como aquellos más destacados en cooperación para la innovación desde las tres medidas de centralidad. Pero también se tiene el sector 65 de intermediación financiera como un sector que poco colabora con procesos de innovación siendo que es un sector que debe facilitar a otras empresas el acceso a los recursos de investigación que destina el estado. En el modo entidades se tienen como las más relacionadas a las empresas de un mismo grupo, proveedores y universidades, sin embargo, los centros de investigación, CDT, CRP y PT¹ que deberían tener papeles destacados por sus condiciones de productores de conocimiento o de entidades de interfaz del Sistema Nacional de Innovación presentan medidas preocupantes. Como recomendaciones principales se sugiere incentivar la inversión de las empresas en actividades de innovación, implementar y/o mejorar mecanismos financieros y fiscales para fomentar la cooperación entre otras.

INTRODUCCIÓN

La innovación es uno de los factores más relevantes para la competitividad de las empresas (Kumpe & Bolwijn, 1994) y la cooperación que realizan con otras entidades es uno de los elementos fundamentales para alcanzarla (Trigo & Vence, 2012). De acuerdo a esto, la relación de cooperación e innovación es de interés para establecer la estructura y la dinámica de los sistemas empresariales sea a escala territorial o sectorial.

Este estudio aborda las relaciones de cooperación para la innovación en el sector servicio colombiano utilizando la información de la cuarta encuesta de innovación y desarrollo tecnológico del sector servicios –EDITS IV, desarrollada y aplicada por el DANE en 2014 para obtener información sobre los años 2012 y 2013. En la primera parte se hace una revisión de la literatura y trabajos previos que han abordado el tema de la relación de cooperación de las empresas para la innovación, luego aquella literatura que utiliza información de estas encuestas para la construcción del estado del arte. En la segunda parte se presenta la metodología utilizada en el estudio, en particular algunas generalidades sobre el Análisis de Redes Sociales (ARS) y las medidas de estructura seleccionadas.

En la tercera parte del trabajo se realiza la caracterización de las entidades de cooperación para la innovación que presenta el DANE en la encuesta, se toma la información que la encuesta ofrece y se organiza de forma tal que se pueda trabajar utilizando como metodología el Análisis de Redes Sociales (ARS), con este análisis se puede obtener información desde diferentes puntos de medida como centralidad y equivalencias estructurales. Principalmente en este punto se construyen los grafos que ilustran el estado de las relaciones de cooperación del sector industrial manufacturero desde los diferentes enfoques de análisis que se empleen.

Posteriormente se presenta el análisis que trae consigo la construcción de los grafos, se realiza un análisis posicional que quiere decir evaluar la posición y rol de las entidades dentro de la red (tanto entidades de cooperación para la innovación como los sectores económicos).

Finalmente se presenta la caracterización de la estructura de cooperación para la innovación de los sectores económicos con entidades externas y se realizan propuestas que permitan mejorar las dinámicas de cooperación desde la política pública y la gestión empresarial

Se debe tener en cuenta que esta es la primera vez que se realiza un estudio de este tipo. Este trabajo hace parte del estudio titulado “Cooperación para la innovación en Colombia: un análisis de redes sociales utilizando la información de las EDITS²” donde se profundiza con muchos más datos, sin embargo, con el avance de la investigación general se ha podido determinar que se necesita mayor profundidad en las herramientas de análisis utilizadas así como el apoyo de otras herramientas para realizar una mejor aproximación a las dinámicas de cooperación para la innovación del sistema empresarial colombiano. En el marco de las consideraciones anteriores, se tiene que el alcance de este ejercicio llega hasta la apertura del panorama general del estado de las relaciones de cooperación para la innovación y que en trabajo futuro se abordarán los temas de fondo que pueden estar influenciando el comportamiento de las mismas.

² Tesis de Maestría de Adriana Paternina

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En este punto se identificaron los trabajos considerados como pertinentes desde el enfoque de trabajo con Análisis de Redes Sociales (ARS), más exactamente aplicados a las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica del DANE. Esta identificación se realizó con palabras clave como “encuestas”, “EDIT”, “redes” e “innovación” y combinaciones entre ellas ingresadas en el buscador del sistema nacional de bibliotecas SINAB de la Universidad Nacional de Colombia que se encuentra vinculado a amplias bases de datos a nivel nacional e internacional y además cuenta con el repositorio institucional para encontrar trabajos previos de estudiantes en niveles de pregrado y posgrado.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, varios son los trabajos que se han realizado utilizando la información de las EDIT manufactura y servicios, especialmente en la Universidad Nacional de Colombia (Gómez Rodríguez, 2011; Londoño Rúa, 2011; Gálvez Rivera, 2013; Torres Velásquez, 2010; López, 2009; Otálora, 2011; Rivera, 2012; Hurtado & Mejía, 2014). Sin embargo, el trabajo más representativo de acuerdo a su metodología es el de Diego Otálora (Otálora, 2011; Otálora, Hurtado, & Quimbay, 2009), porque trabajó la EDIT II de manufactura aplicando la metodología de redes bipartitas para el capítulo tres referente a fuentes de financiación, y es un trabajo similar al que aquí se presenta porque aborda la perspectiva desde redes, aunque el trabajo de Otálora es desde las redes complejas e igualmente utiliza información de una de las EDIT.

Así como se han estudiado las EDIT desde las tesis, también se tiene el caso de un texto académico donde se recogen datos de las encuestas colombianas con fines diversos en cuanto conocimiento del estado de la innovación en el país. Se trata del libro “Encuestas Datos y Descubrimientos de Conocimiento Sobre la Innovación en Colombia” de la Universidad Nacional en colaboración con otras entidades; en este libro se recogen los datos de algunas de las tesis mencionadas anteriormente para analizar e intentar describir desde varios puntos el panorama de la innovación, incluyendo la relación con instituciones de educación superior. Igualmente, se utiliza información de la base de datos Scienti de COLCIENCIAS (Robledo Velásquez, Malaver Rodríguez, & Vargas Pérez, 2009). Igualmente, en la literatura se encuentra para resaltar un artículo de estudio de caso de seis países de Latinoamérica y sus fortalezas y debilidades en innovación y productividad (Crespi & Zuñiga, 2010),

Aparte de los trabajos previos realizados utilizando bases de datos similares a las de este estudio, se encuentran también otros trabajos que abordan la cooperación desde diferentes enfoques, bien sea con fines de desarrollo de innovaciones, procesos de transferencia o gestión organizacional; entre los trabajos de cooperación más analizados se encuentra la cooperación de sectores productivos o sectores industriales con universidades para generación de conocimiento o creación de nuevos productos, comenzando por la triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff que propone una articulación Universidad-Empresa-Estado, dado que, las universidades tienen también una tercera misión aparte de docencia e investigación, una misión de desarrollo económico que se fundamenta en las bases que las universidades son las productoras de conocimiento, el cual, es parte fundamental en los procesos de innovación (Etzkowitz, Webster, Gebhardt, & Cantisano Terra, 2000). Igualmente se sostiene que con una articulación Universidad-Empresa-Estado cada uno de esos actores puede llenar los vacíos que posean con respecto al conocimiento específico que manejan sus demás colaboradores (Etzkowitz, Webster, Gebhardt, & Cantisano Terra, 2000).

Las universidades también se analizan desde la perspectiva de los grupos de investigación, dado que son la estructura interna de investigación en las universidades y eventualmente estas realizan contratos de investigación y procesos de transferencia en los cuales los grupos de investigación actúan como pequeñas unidades empresariales, el emprendimiento académico actúa de forma endógena y exógena; endógena desde el punto de vista de los desarrollos internos y exógena cuando esos desarrollo se realizan con apoyo e información del exterior (Etzkowitz, 2003).

Los temas de colaboración también son vistos desde enfoques de I+D, como es el caso del trabajo de Zehui Ge y Qiyang Hu sobre colaboración en actividades de I+D y las decisiones específicas de las empresas en estos aspectos, en este trabajo se sostiene que la colaboración en términos de I+D tiene efectos directos en la toma de decisiones específicas; los determinantes principales que el trabajo de Ge y Hu analizan para realizar procesos de colaboración en I+D son nivel de desbordamiento, capacidad de absorción, habilidad en la reducción de costos y la incertidumbre y su relación con otros determinantes, teniendo en cuenta esas determinantes llegaron a conclusiones como que las empresas realmente convencidas de los efectos positivos de la I+D en sus procesos de colaboración van a obtener mayor producción en los productos futuros dada la inversión que se realice mientras que, la incertidumbre afecta a las empresas sobre el gasto en I+D y eso se ve reflejado negativamente en los procesos de colaboración y que las interacciones para I+D se encuentran determinadas por la externalidad combinada de costos (Ge & Hu, 2008)

Del mismo modo, se tiene un caso de estudio con empresas italianas que utiliza un análisis multivariado para establecer los factores determinantes en las estrategias de cooperación en I+D ha encontrado que los tipos de colaboración más realizada son colaboraciones con otras empresas, con centros o instituciones de investigación, universidades y otros centros más pequeños, en el caso de estudio en Italia se ha demostrado que las empresas si bien están más atraídas por la cooperación con las entidades mencionadas, también se encuentran muy abiertas a mantener varios tipos de relaciones de cooperación en I+D al tiempo (Carboni, 2013).

METODOLOGÍA Y DATOS

El tema de cooperación para la innovación se abordó desde la metodología del análisis de redes sociales (ARS), utilizando la información de la cuarta encuesta de desarrollo e innovación tecnológica para el sector servicios de Colombia conocida como EDITS IV realizada por el Departamento administrativo Nacional de Estadísticas DANE en el período 2012-2013

Tratamiento de datos:

Las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica presentan la información por cantidad de empresas de un sector que colabora con una entidad en relación a la cantidad de empresas consideradas por el DANE como innovadoras. Se tiene entonces una matriz de datos sin depurar y tratamiento que se le dio a los datos fue el siguiente:

Unificación de nombres de las entidades: para la construcción de las redes es de vital importancia que los nombres de los nodos sean cortos y representen lo que cada nodo significa, para el caso de los sectores económicos se continuó con la numeración conforme a la clasificación internacional industrial uniforme CIIU 3AC que maneja el DANE, mientras que, para las entidades de cooperación para la innovación se abreviaron los términos por entidad y

actividad en la cual se desempeña como se observa en el listado de abreviaturas anexo a este documento.

Agregación y/o desagregación de datos: para el caso del sector servicios se tenían datos a dos, tres y cuatro dígitos, además, por reserva estadística, el DANE no permite sacar información que pueda comprometer la confidencialidad de las empresas participantes de las encuestas, es por eso que al desagregar algunos sectores se violaba este principio de reserva. Como solución, para la encuesta se colapsaron a dos.

Dicotomización de la información: para pasar a las redes de un modo fue necesario transformar la matriz valuada en matriz binaria, dado que, tiene mejor rendimiento la transformación por el método de producto cruz entre matrices que realiza el software. Como umbral se tomaron los datos mayores a cero y se hicieron iguales a uno.

Trabajo con UCINET 6 y NetDraw:

UCINET (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002) y NetDraw (Borgatti, 2002) son herramientas que se utilizan en conjunto para la construcción de los grafos para el ARS, el trabajo con cada uno consistió en lo siguiente:

Ingreso de las matrices: en primer lugar se tomó la matriz realizada en Excel y se transformó a un formato de UCINET.

Conversión de las matrices de dos modos a un modo: luego de tener la matriz en el formato del software, se ingresa utilizando el recurso para pasar las redes de dos modos a un modo y se utiliza el método de producto cruz y se escoge la opción columnas para entidades y filas para sectores.

Construcción de grafos: luego de tener la matriz corregida y en el formato correspondiente, se procede a ingresar los datos en el software NetDraw, de esta forma se obtienen las redes, sin embargo, se deben hacer correcciones como forma de los nodos, colores de cada tipo de actor, intensidad de los vínculos, etc.

Con NetDraw se realiza el análisis de las medias de centralidad, primero se le pide al software que saque las centralidades de las matrices y se guarda esa información como datos de UCINET para luego poderlos ingresar en los grafos como atributos que permitan la construcción más a fondo de las redes.

RESULTADOS

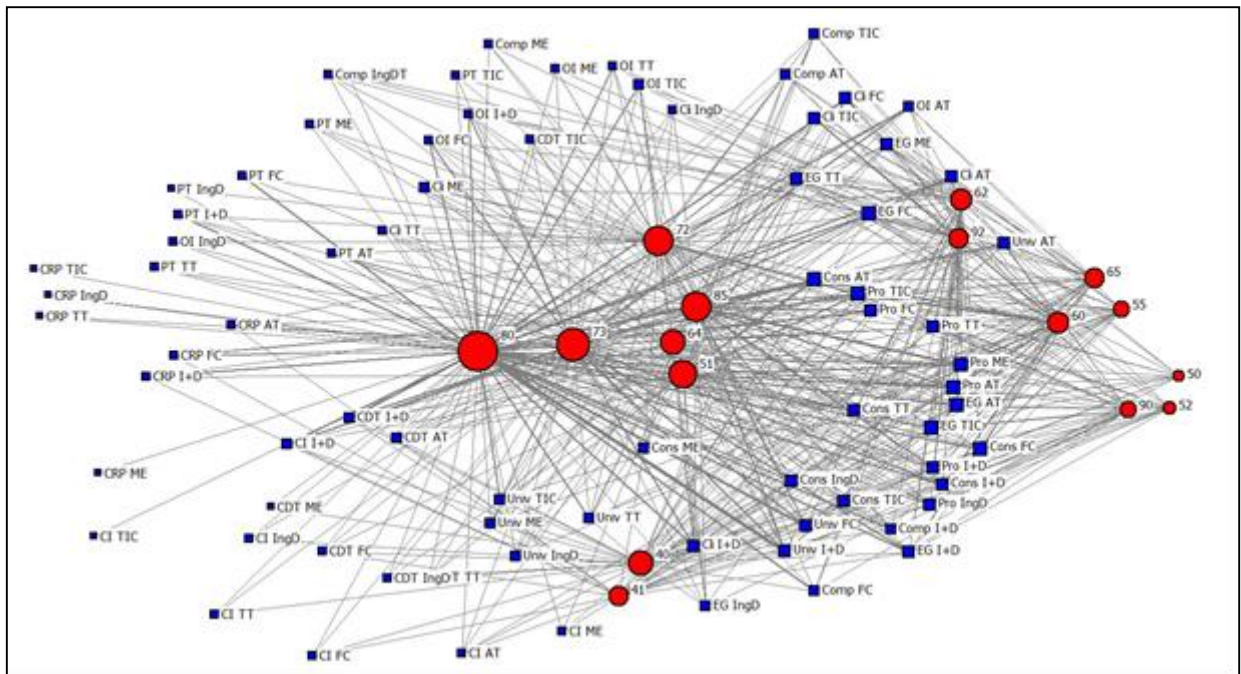
Grafos y datos resultantes del ARS

Los nodos identificados como círculos rojos representan los grupos de empresas colapsados a dos dígitos conforme a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme tercera revisión (CIU Rev. 3 A.C.), que serán llamados sectores. Por otra parte, los nodos identificados como cuadrados azules son las entidades de cooperación para la innovación que determinó el DANE para sus encuestas. Las líneas indican la existencia del vínculo de cooperación entre sectores y entidades, mientras que el grosor de las mismas hace referencia a la fortaleza de esa relación o vínculo, determinada por la cantidad de empresas de ese sector que colaboran con la entidad. Las entidades de cooperación para la innovación se encuentran sub divididas por actividades de acción como se muestra en el anexo al final de este documento

Centralidad de grado nodal:

La centralidad de grado nodal es una medida que hace referencia a los vínculos directos entre pares de nodos (Wasserman & Faust, 1994; Hanneman & Riddle, 2005); es una de las tres medidas de centralidad que se pueden analizar para determinar la posición y rol de los actores de una red (Freeman, 1978/79). A continuación en la figura 1 se tiene la red de las relaciones sector-entidad por centralidad de grado nodal.

Figura 1. Red centralidad de grado nodal. Relación de cooperación para la innovación sector servicios 2012-2013. Tamaño de los nodos según grado.



Fuente: Los autores

En la figura 1 se tiene la relación de cooperación para la innovación del sector servicios en Colombia para el período 2012-2013 correspondiente a la EDIT IV. Los sectores más destacados fueron, 80, correspondiente a educación (superior) con 77 vínculos (ver tabla 1), 73 de investigación y desarrollo con 61 vínculos, 85 sector de servicios sociales y de salud con 56

vínculos, 72 informática y actividades conexas y el sector 51 comercio al por mayor. A continuación, en la tabla 1 se tienen las medidas de centralidad de este período.

Tabla 1. Centralidades grado nodal sectores. Sector servicios 2012-2013

2012-2013	
Sector	Grado
80	77
73	61
85	56
72	54
51	52
64	43
40	41
60	35
62	34
41	30
65	30
92	30
90	25
55	22
52	16
50	14

A continuación en la tabla 2 se tienen las entidades con mayor centralidad de grado nodal.

Tabla 2. Centralidades grado nodal, diez mejores entidades. Sector servicios 2012-2013

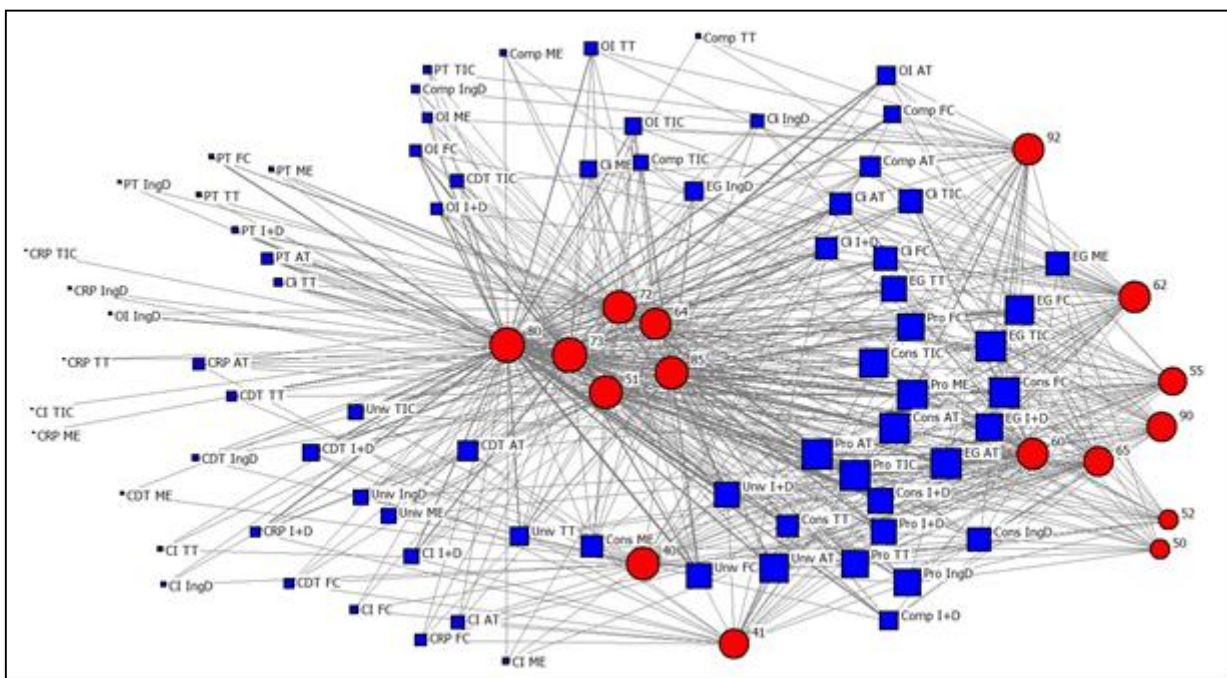
2012-2013	
Entidad	Grado
EG TIC	16
EG AT	16
Pro ME	16
Pro TIC	16
Pro AT	16
Cons AT	16
Cons FC	16
EG FC	15
EG I+D	14
Pro TT	14

Las entidades mejor relacionadas fueron: EG TIC, empresas del mismo grupo en la actividad de tecnologías de la información y las comunicaciones, EG AT, empresas del mismo grupo en la actividad de asistencia técnica, Pro ME correspondiente a proveedores en actividades de maquinaria y equipo. Se puede observar en la figura 1 que los nodos con mayor cantidad de vínculos de cooperación se encuentran en el centro del grafo y a medida que va disminuyendo su relacionamiento se desplazan hacia la periferia de la red.

Centralidad de intermediación:

La centralidad de intermediación es una medida útil para conocer el potencial de un nodo para controlar la comunicación en la red (Freeman, 1978/79), esa medida es importante, a diferencia del grado donde se miden la cantidad de vínculos directos que se tienen entre pares de nodos, en la intermediación los nodos más importantes son aquellos por los cuales debe pasar la información entre pares de nodos. A continuación en la figura 2 se tiene la red de centralidades de intermediación sectores-entidades

Figura 2. Red centralidad de intermediación. Relación de cooperación para la innovación sector servicios 2012-2013. Tamaño de los nodos por centralidad de intermediación



Fuente: Los autores

La intermediación desde el punto de vista de los sectores, no parece tan concluyente ni relevante, a menos que se trate de sectores que en verdad deban cumplir una función de intermediación. En la figura 2 si bien se pueden observar sectores como el 80 de educación superior y el 73 de investigación y desarrollo con alta centralidad de intermediación, para los resultados, es mucho más concluyente y consecuente que un sector como el 72 de informática y actividades conexas tenga una alta centralidad de intermediación, justamente porque se trata de un sector que conecta a los demás a través de su actividad de informática. Desde el punto de vista de la centralidad de intermediación, es mejor ver la intermediación de las entidades que parece en la figura 2 ser bastante pareja; a continuación en la tabla 3 se muestra una parte de las centralidades para conocer las entidades mejor posicionadas en este aspecto.

Tabla 3. Centralidades intermediación, diez mejores entidades. Sector servicios 2012-2013

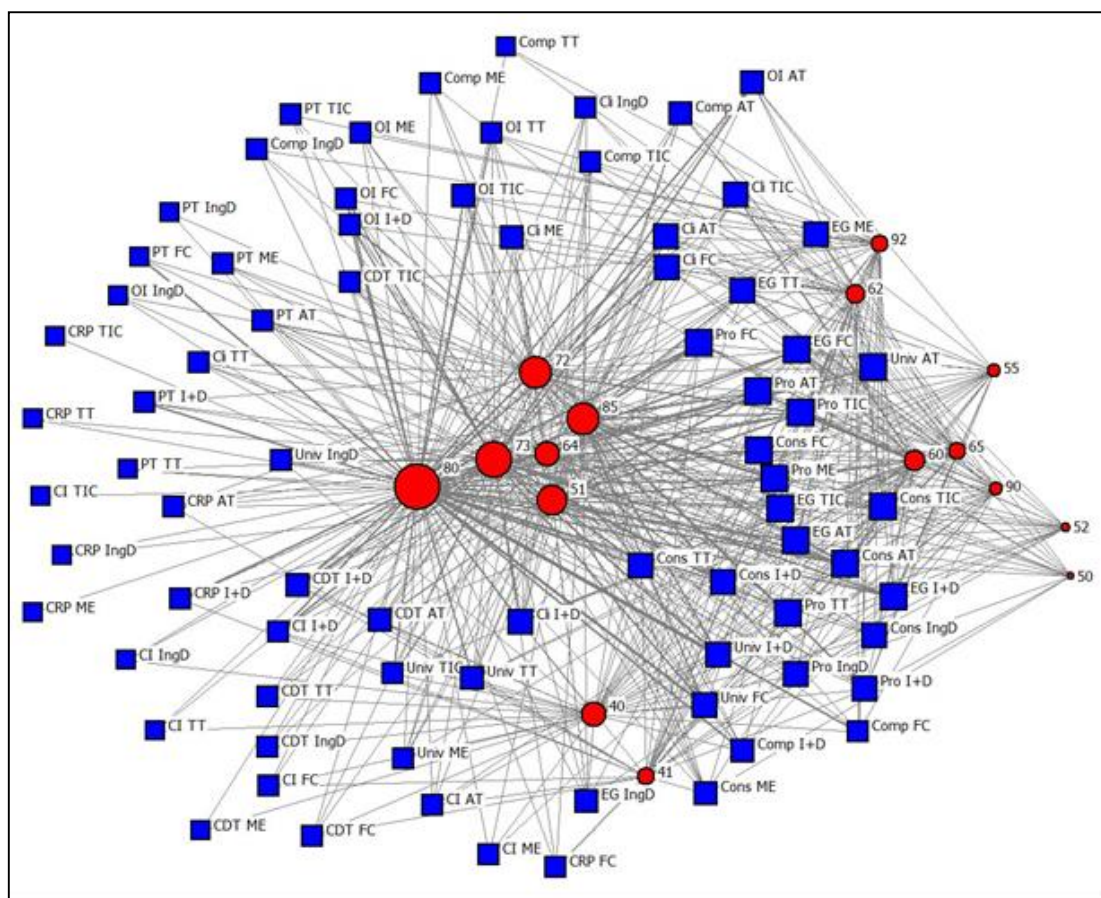
2012-2013	
Entidad	Intermediación
EG TIC	32,019
EG AT	32,019
Pro ME	32,019
Pro TIC	32,019
Pro AT	32,019
Cons AT	32,019
Cons FC	32,019
EG FC	28,467
Cons TIC	25,530
Univ AT	24,453

En la tabla 3 se puede ver en mejor detalle las entidades con mayor centralidad de intermediación. Se tienen como entidades más destacadas las empresas de un mismo grupo, proveedores, consultores y universidades, en actividades TIC, AT, ME y FC (ver anexos)

Centralidad de cercanía:

La máxima cercanía posible de un nodo se da cuando se encuentra a sólo un punto de distancia de todos los demás, lo cual le brinda independencia para la comunicación con otros actores de la red (Freeman, 1978/79; Wasserman & Faust, 1994). En este sentido, en la figura 3 se identifican como nodos más grandes aquellos más centrales en términos de cercanía.

Figura 3. Red centralidad de cercanía. Relación de cooperación para la innovación sector servicios 2012-2013. Tamaño de los nodos por centralidad de cercanía



Se puede ver en la figura 3 que entre los sectores más destacados en centralidad se tienen, el sector 80 de educación superior, 72 y 73 de actividades informáticas y de investigación y desarrollo respectivamente y finalmente el sector 85 de servicios sociales y de salud, es decir, estos sectores tienen la capacidad de conectar más rápidamente con cualquier otro actor de la red. A continuación en la tabla 4 se observan las centralidades de los sectores.

Tabla 4. Centralidades cercanía, sectores. Sector servicios 2012-2013

2012-2013	
Sector	Cercanía
80	107
73	139
85	149
72	153
51	157
64	175
40	179
60	191
62	193
92	201

41	201
65	201
90	211
55	217
52	229
50	233

En la tabla 4 se puede observar que cuando de cercanía se trata los mejores sectores son educación superior, investigación y desarrollo y servicios sociales y de salud.

A continuación, en la tabla 5 se observan las mejores entidades de cooperación para la innovación en cuanto a cercanía.

Tabla 5. Centralidades cercanía, diez mejores entidades. Sector servicios 2012-2013

2012-2013	
Entidad	Cercanía
EG TIC	168
EG AT	168
Pro ME	168
Pro TIC	168
Pro AT	168
Cons AT	168
Cons FC	168
EG FC	170
Cons TIC	172
Univ AT	172

Se observa en la tabla 5 que lideran la centralidad de cercanía principalmente las empresas de un mismo grupo y los proveedores en actividades de TIC, AT, FC y ME

DISCUSIÓN

Las universidades y los centros de investigación

Se observa en los tres tipos de centralidad que las universidades se encuentran siempre entre las entidades más relacionadas, aunque por debajo de otras como las empresas de un mismo grupo y los proveedores; pero cuando se trata de las universidades en el sector 80 de educación superior, el desempeño es muy destacado en cuanto a sus vínculos de cooperación para la innovación. Este comportamiento tan contradictorio se puede explicar desde el punto de vista en que se realiza la encuesta, si se le pregunta a otros empresarios por actividades de innovación relacionadas con educación superior, como la educación no es su actividad económica principal, la respuesta no denotará tantos vínculos de cooperación como cuando se le pregunta a una universidad por sus aliados para la innovación.

Las universidades, se muestran en el ARS como aliados secundarios para los sectores económicos de servicios. Las universidades por un lado, tienen posiciones secundarias en cuanto a centralidades con respecto a otras entidades como las empresas del mismo grupo y proveedores, aun así la participación de las universidades como entidades de cooperación para la innovación se da principalmente en actividades de formación y capacitación y de investigación y desarrollo (FC e I+D), no obstante, la participación en actividades de asistencia técnica también juega un rol muy importante para las universidades como entidades de cooperación

Por otro lado se tiene a los centros de investigación (CI) que en las tres mediciones se destacaron por su pésimo rendimiento en vínculos de cooperación para la innovación, una situación preocupante si se tiene en cuenta a primera vista, sin embargo, dado que los centros de investigación pueden estar adscritos a universidades (COLCIENCIAS, 2014) es muy posible que sus vínculos se encuentren ocultos en las relaciones demostradas con las universidades. Si se observa que el sector 85 de investigación y desarrollo que contiene a los centros de investigación es uno de los más fuertes en los tres tipos de centralidad, se puede inferir que sucede lo mismo que con las universidades, todo depende desde qué punto de vista se diligencie la encuesta de innovación.

El comportamiento de los centros de investigación como entidades de cooperación para la innovación resulta preocupante, en el sentido que en conjunto con las universidades son entidades productoras de conocimiento pero se observa con el ARS que la relación cooperación para la innovación con ellos no es tan fuerte como se esperaría. En el caso de las universidades, si bien se encuentran en buena posición con respecto a los centros de investigación, tampoco son el aliado principal de las empresas para el trabajo colaborativo, lo que deja a dos productores de conocimiento en una situación muy diferente a lo que se espera. Sobre el comportamiento de cooperación con estos actores, cabe resaltar que el gobierno tiene un mecanismo especial de fomento a la cooperación, se trata del mecanismo de cofinanciación que consiste en propiciar que una empresa se una, bien sea, con una universidad o CDT financiando conjuntamente un proyecto, el monto a financiar depende del tamaño de la empresa (Robledo, 2013). Sin embargo, con el ARS se observa que este mecanismo no parece estar funcionando correctamente

La intermediación de los CRP, CDT y PT

Los centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de productividad y parques tecnológicos, actores de Sistema Nacional de Innovación (SNI) que son mecanismos interfaz entre las capacidades científicas e investigativas universitarias y las capacidades y productivas empresariales (Robledo, 2013) de acuerdo al ARS no muestran ningún registro en cuanto a centralidad de intermediación como intermediarios principales en procesos de cooperación para la innovación. No obstante, para un mejor entendimiento del sistema se requiere evaluar la proporción de estas entidades de intermediación con respecto a la cantidad de empresas de los diferentes sectores evaluados aprovechando otras herramientas de ARS y del análisis de redes complejas. En ese sentido se puede decir que tener una baja o alta intermediación no es necesariamente un punto en contra para estas entidades, significa entonces que es un tema que vale la pena resaltar en estudios posteriores.

Sectores destacados

Tratándose de cooperación para la innovación, los sectores de servicios más centrales en grado, intermediación y cercanía o con mayor nivel de relacionamiento con otras entidades son: 80, sector de educación superior, 73 de investigación y desarrollo y 85 de servicios sociales y de salud, manteniendo el mayor nivel de centralidad en sus tres aspectos. El sector de la educación superior tiene trayectoria en cooperación con otras entidades, según menciona Henry Etzkowitz en sus publicaciones, las universidades han pasado por transformaciones llamadas por el autor como “revoluciones académicas”, la primera cuando la investigación se hizo una función académica adicional a la enseñanza tradicional y la segunda, la transformación de la universidad en una empresa de enseñanza, investigación y desarrollo económico (Etzkowitz, 2003; Etzkowitz, Webster, Gebhardt, & Cantisano Terra, 2000). Con la configuración de las redes encontrada donde el sector educación es uno de los más centrales se puede afirmar la fortaleza y habilidad de cooperación con respecto a temas de innovación de las universidades, bien sea por el acercamiento que las industrias hacen buscando las fuentes de conocimiento para realizar investigaciones que no pueden ser llevadas a cabo internamente (Barnes, Pashby, & Gibbons, 2002).

Por otro lado, se observa que los servicios sociales y de salud, identificados con el sector 85 también poseen una alta centralidad en sus tres aspectos, esto puede explicarse desde el enfoque de políticas públicas del país que desde el 2006 se viene incentivando la innovación con sentido social (DNP, 2007; DNP, 2011) como estrategia para el desarrollo regional. Es acertado afirmar que, consecuentemente a los lineamientos de la innovación como pilar del desarrollo de los planes estratégicos 2006-2010 y 2010-2014 se promueve la creación de alianzas estratégicas con el fin de fortalecer el desarrollo regional. Igualmente se tiene que el sector salud en Colombia cuenta el apoyo del fondo de investigación en salud, respaldado por la Ley 643 de 2001 “que establece la destinación de las rentas del monopolio al sector salud, el 7% con destino al fondo de investigación en salud y destinados a proyectos de investigación en salud de los departamentos y el Distrito capital” (MINHACIENDA, 2014)

Se tiene el caso del sector de intermediación financiera (65), el cual, es un sector que debe brindar las alternativas de interfaz entre las empresas y el estado para el aprovechamiento de los recursos que se disponen en I+D e innovación. Este nivel de intermediación real que debe tener, trae al estado como uno de los actores a tener en cuenta para trabajos posteriores pues en el ARS realizado no se tiene a este actor y por tanto, hablar de la intermediación del sector 65 desde lo encontrado no es una medida significativa para el mismo. Por otra parte, el sector financiero se destaca como uno de los que menos relaciones de cooperación para la innovación tiene.

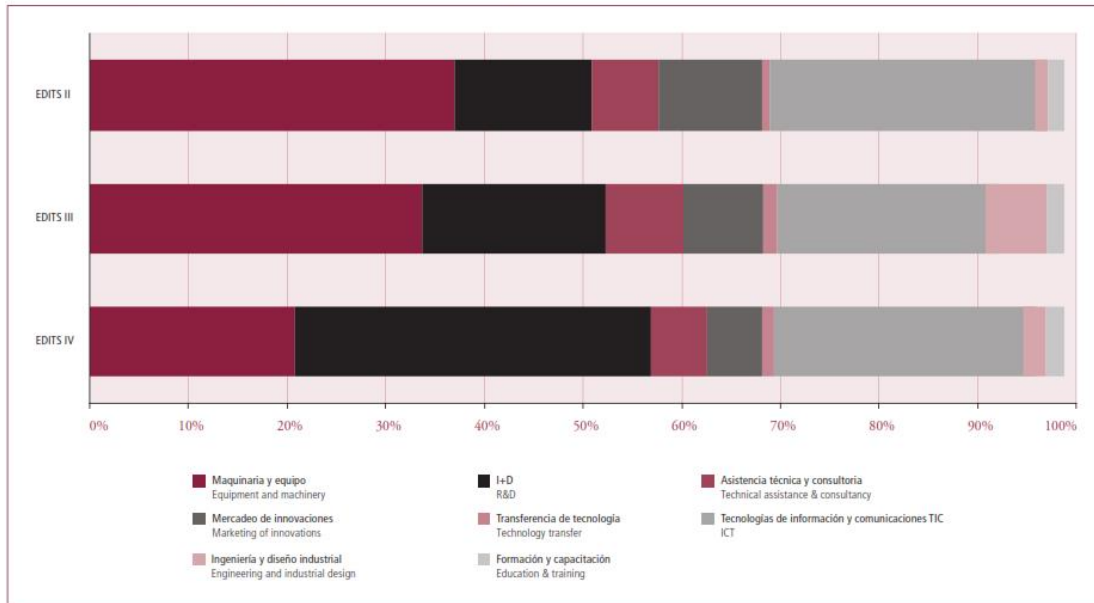
Otras entidades destacadas

Se tiene a nivel general a las empresas de un mismo grupo, seguido de proveedores, consultores y universidades. Mientras que, las actividades más destacadas son I+D, TIC, AT, ME y TT.

En Colombia, conforme a las encuestas de innovación del DANE la principal inversión, cuando se trata de actividades de ciencia y tecnología se encuentra en la compra de maquinaria y equipo y en actividades de I+D, como se observa a continuación en la figura 4

Figura 4. Distribución de la inversión según grupos de actividades conducentes a la innovación sector servicios, 2008 - 2013

Gráfica 6.4. Distribución de la inversión según grupos de actividades conducentes a la innovación, 2008 - 2013
 Distribution of investment according to types of innovation leading activities, 2008 - 2013



Fuente: DANE, EDITS II-IV
 Cálculos: OCyT

Fuente: OCyT (2014, pág. 166)

A partir de estos datos de inversión se entiende que los proveedores sean de los aliados más fuertes en materia de cooperación para la innovación, puesto que, resulta conveniente mantener vínculos estrechos de donde se tiene la mayor asignación de recursos. También se puede tener como referente esta información para contrastar con los resultados negativos que tuvieron los centros de investigación, la inversión se está realizando, sin embargo, no aparecen registrados vínculos con esta entidad tan fuertes como se esperarían.

Respecto a la cooperación con empresas de un mismo grupo (EG) se puede decir, que las alianzas resultan mucho más sencillas si se trata de empresas asociadas, porque se generan acuerdos para no competir entre sí sino apoyarse en desarrollo de procesos de innovación y acceder a mercados más amplios (CEPAL, 1999). Uno de los componentes principales para el desarrollo de innovaciones en conjunto muy apoyado por la literatura y trabajos empíricos es el tema de la confianza a la hora de realizar procesos de cooperación. Varios autores sostienen que la confianza es un factor fundamental a la hora de seleccionar aliados en proyectos de innovación (Jarratt & Ceric, 2015; Sie, Bitter-Rijpkema, Stoyanov, & Sloep, 2014; Shazi, Gillespie, & Steen, 2015) y los resultados del ARS en este trabajo apoyan ese planteamiento, dado que, resulta lógico que las empresas busquen aliados de cooperación para la innovación entre las entidades con las que tienen vínculos directos y la confianza está condicionada a negociaciones previas.

CONCLUSIONES

En el marco de las consideraciones anteriores se tiene lo siguiente:

- En el sector servicios las universidades no figuran como grandes aliados de cooperación para la innovación.
- Los centros de investigación se encuentran rezagados como aliados de cooperación para la innovación en el sector servicios
- Muy posiblemente los centros de investigación se encuentran a la sombra de la universidad a la que pertenecen. Dada esta situación, los centros de investigación que figuran como entidades con vínculos de cooperación para la innovación son los centros independientes que en consecuencia, obtienen un bajo nivel de desempeño en las centralidades
- Las entidades que son mecanismos de interfaz del Sistema Nacional de Innovación SNI como son los CDT, CRP y PT, conforme al ARS no registran como principales intermediarios en cooperación para la innovación.
- Los sectores mejor posicionados a nivel de centralidades para el sector servicios son: 80, sector de educación superior, 73, sector de centros de investigación y 85 de servicios sociales y de salud.
- Las entidades más destacadas tanto en servicios como manufactura son: empresas de un mismo grupo, seguido de proveedores, consultores y universidades.
- El sector de intermediación financiera se destaca por su poca participación en vínculos de cooperación para la innovación, a pesar de ser un sector que debería ayudar a mover el sistema financiero para que otras empresas puedan realizar inversiones en innovación.
- Las empresas de un mismo grupo son aliados predilectos de los sectores económicos para facilitar los procesos de cooperación y conformación de alianzas, desde aspectos como la confianza que es más sencilla de conseguir si se trata de empresas que vienen con negociaciones previas.
- Que un sector o entidad demuestre en este tipo de ejercicios una medida de centralidad alta o baja no implica necesariamente que sea algo negativo. Significa que son puntos a tener en cuenta en trabajos futuros porque pueden contener las dinámicas de trabajo de un sector o entidad en particular. Puede significar un nivel de especialización dentro de la red donde sólo se coopera con los actores necesarios. No obstante, para realizar cualquier otro tipo de afirmaciones fuera de lo comprendido en este análisis se requiere de un trabajo más profundo y que integre diferentes herramientas del ARS u otra metodología.
- A pesar que los datos se vean impactados por la disminución de empresas innovadoras entre las tres encuestas, al trabajar con datos del DANE se asegura la comparabilidad de las mismas y al ser el DANE la entidad gubernamental idónea para el cubrimiento de encuestas a nivel nacional se puede dar fe del alto grado de confiabilidad de la información contenida en este estudio.

RECOMENDACIONES

Cualquier instrumento de política para el fortalecimiento de la innovación no es independiente de las decisiones de las empresas. No va a haber vínculos de cooperación si las empresas no toman estas decisiones. Lo que se observa es que las empresas disminuyen, al igual que las inversiones y los vínculos de cooperación. Teniendo en cuenta los resultados de ARS, las recomendaciones en cuanto a políticas públicas y gestión empresarial son las siguientes:

1. Incentivar la inversión de las empresas industriales y de servicios en actividades de ciencia tecnología e innovación a través de planes de sensibilización sobre los beneficios de la innovación en el largo plazo.
2. Para los sectores: la educación superior y la investigación y desarrollo son los sectores mejor relacionados. Teniendo en cuenta esto los demás sectores se verían beneficiados de un vínculo de cooperación con entidades relacionadas con esos sectores o realizar vinculación directa para el aprovechamiento del potencial de relación en la red y apalancar sus procesos de innovación.
3. Implementar una política de incentivos fiscales y financieros para el fomento del trabajo colaborativo en innovación³.
4. Mejorar los instrumentos financieros y fiscales existentes
5. Realizar un seguimiento a las entidades que funcionan (o deben funcionar) como interfaz del SNI, dado que, a la luz de los resultados no se observa que tengan un papel destacado realizando esta labor como si lo tienen otras entidades.

³ Si bien el gobierno tiene varios instrumentos financieros y fiscales, conforme al ARS no parecen estar funcionando adecuadamente

REFERENCIAS

- Barnes, T., Pashby, I., & Gibbons, A. (2002). Effective University –Industry Interaction: A Multi-case Evaluation of Collaborative R&D Projects. *European Management Journal*, 272-285.
- Borgatti, S. P. (2002). *NetDraw: Graph Visualization Software*. Cambridge: Harvard.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. (2002). *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*. Cambridge: Harvard.
- Carboni, O. (2013). Heterogeneity in R&D collaboration: An empirical investigation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 48-59.
- CEPAL. (1999). *Los Acuerdos de Cooperación en Empresas Industriales*. Montevideo: CEPAL.
- COLCIENCIAS. (10 de Noviembre de 2014). *COLCIENCIAS*. Obtenido de COLCIENCIAS: http://www.colciencias.gov.co/producto_servicio/reconocimiento-de-los-centros-de-investigacion-desarrollo-tecnologico
- Crespi, G., & Zuñiga, P. (2010). *Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries*. IDB.
- DNP. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010*. Bogotá: DNP.
- DNP. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. Bogotá: DNP.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as quasi-firms: the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 109-121.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Cantisano Terra, B. R. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 313-330.
- Freeman, L. C. (1978/79). Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks*, 215-239.
- Gálvez Rivera, D. A. (2013). *Relación entre capacidades de innovación tecnológica y desempeño innovador a partir de las encuestas colombianas de innovación aplicando lógica difusa*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ge, Z., & Hu, Q. (2008). Collaboration in R&D activities: Firm-specific decisions. *European Journal of Operational Research*, 864-883.
- Gómez Rodríguez, M. E. (2011). *Evolución de las capacidades de innovación en la industria colombiana: Un análisis comparativo de los resultados de las encuestas de innovación de 1996 y 2005*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to Social Network Methods*.
- Hurtado, R., & Mejía. (2014). Estructura de la inversión de la industria manufacturera colombiana en actividades de innovación y desarrollo tecnológico Colombia. *innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, 33-39.
- Jarratt, D., & Ceric, A. (2015). The complexity of trust in business collaborations. *Australasian Marketing Journal*, 2-12.
- Londoño Rúa, J. E. (2011). *Estudio de la relación entre alta tecnología e innovación en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- López, C. (2009). *Desarrollo de una metodología de evaluación de capacidades para gestión de innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

MINHACIENDA. (2014). *Presupuesto General de la Nación 2014*. Bogotá: MINHACIENDA.

OCyT. (2014). *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Bogotá: OCyT.

Otálora, D. (2011). *Estudio mecanico estadístico de redes complejas de dos modos y aplicacion en redes sociales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Otálora, D., Hurtado, R., & Quimbay, C. (2009). un modelo simple para capturar la dinámica del sistema empresas-fuentes de financiación: el caso del conocimiento de la existencia de fuentes de financiación para innovación y desarrollo tecnológico en el sector industrial manufacturero colombiano. *Biblioteca Digital de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica* .

Rivera, D. J. (2012). *Análisis de la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica del sector servicios 2008-2009 (EDITSII) como mecanismo para la medición de la innovación en el sector servicios*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Robledo Velásquez, J., Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. (2009). *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Robledo, J. (2013). *Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Shazi, R., Gillespie, N., & Steen, J. (2015). Trust as a predictor of innovation network ties in project teams. *International Journal of Project Management* , 81-91.

Sie, R., Bitter-Rijkema, M., Stoyanov, S., & Sloep, P. B. (2014). Factors that influence cooperation in networks for innovation and learning. *Computers in Human Behavior*, 377-384.

Torres Velásquez, F. M. (2010). *El Sistema Nacional de Calidad y los Estándares en Colombia: el Impacto de las Certificaciones en el Desempeño Exportador de las Empresas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis Methods and Applications*. Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo A: Dicionário entidades de cooperación para la innovación

Entidad	Abreviatura
Otras empresas de su mismo grupo	EG
Proveedores	Pro
Clientes	Cli
Competidores	Comp
Consultores	Cons
Universidades	Univ
Centros de Desarrollo Tecnológico	CDT
Centros de investigación	CI
Parques Tecnológicos	PT
Centros Regionales de Productividad	CRP
Organizaciones Internacionales	OI

Anexo B: Dicionario actividades de las entidades de cooperación para la innovación

Actividad	Abreviatura
Investigación y Desarrollo	I+D
Maquinaria y Equipo	ME
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	TIC
Transferencia Tecnológica	TT
Asistencia Técnica	AT
Ingeniería y Diseño	IngD
Formación y Capacitación	FC

Anexo C: Dicionário sectores

CIU Rev. 3 A.C.	DESCRIPCIÓN
40	Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente
41	Captación, depuración y distribución de agua
50	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas sus partes, piezas y accesorios; comercio al por menor de combustibles y lubricantes para vehículos automotores
51	Comercio al por mayor y en comisión o por contrata, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo
52	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos
55	Hoteles, restaurantes, bares y similares
60	Transporte por vía terrestre; Transporte por tuberías
62	Transporte por vía aérea
64	Correo y telecomunicaciones
65	Intermediación financiera, excepto los seguros y los fondos de pensiones y cesantías
72	Informática y actividades conexas
73	Investigación y desarrollo
80	Educación
85	Servicios sociales y de salud
90	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales (divisiones 90 a 93)
92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas