



Artículo

Redes empresariales locales, investigación y desarrollo e innovación en la empresa. *Cluster* de herramientas de Caldas, Colombia

Fredy Becerra Rodríguez^{a,b,*}, Héctor Mauricio Serna Gómez^b y Julia Clemencia Naranjo Valencia^a

^a Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia

^b Profesor, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 30 de junio de 2011

Aceptado el 30 de mayo de 2013

Códigos JEL:

L14

L61

O32

Palabras clave:

Innovación

Investigación y desarrollo

Transferencia tecnológica

Transferencia de conocimientos

Redes empresariales

R E S U M E N

El ambiente económico actual le plantea a las empresas la necesidad de actuar en el contexto de redes empresariales, dada su influencia sobre la competitividad empresarial, particularmente en las pymes, y su contribución al desarrollo regional. Esto ha suscitado interés en los investigadores por estudiar estas redes y su influencia en el desempeño de las empresas. De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo evalúa la incidencia que tienen las relaciones entre las empresas e instituciones sobre la innovación empresarial en el departamento de Caldas (Colombia). El trabajo es empírico y los datos son tratados con modelos econométricos (modelos *logit*). Los resultados indican que los vínculos entre empresas para ejecutar actividades de I&D y transferencia tecnológica y de conocimientos, en el contexto de redes empresariales, influyen positivamente sobre la I&D y la innovación en la empresa.

© 2011 Universidad ICESI. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Local enterprise networks, research and development and innovation in business. *Cluster* tool of the department of Caldas, Colombia

A B S T R A C T

The current economic environment has led to the need for companies to act in the context of enterprise networks, given its influence on business competitiveness, particularly in SMEs, and their contribution to regional development. This has generated an interest among researchers to analyze these networks. This paper evaluates the impact of relationships between companies and institutions in business innovation in the department of Caldas (Colombia). The work is empirical and data is treated with econometric models (*logit* models). The results indicated that ties between firms to carry out R&D and technology transfer and knowledge have a positive influence on R&D and innovation within the company.

© 2011 Universidad ICESI. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

JEL classification:

L14

L61

O32

Keywords:

Innovation

Research and development

Technology transfer

Knowledge transfer

Enterprise networks

* Autor para correspondencia: Cra. 27 No. 64-60, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Bloque E, oficina E-314, Manizales, Colombia.
Correo electrónico: fbecerraro@unal.edu.co (F. Becerra Rodríguez).

Redes empresariales locales, Investigación e desarrollo e innovación en la empresa. Conjunto de herramientas de Caldas, Colombia

R E S U M O

Classificações JEL:

L14
L61
O32

Palavras-chave:

Inovação
Investigação e desenvolvimento
Transferência tecnológica
Transferência de conhecimentos
Redes empresariais

O ambiente económico actual coloca às empresas a necessidade de agir num contexto de redes empresariais, dada a sua influência sobre a competitividade empresarial, particularmente nas PME, e sua contribuição para o desenvolvimento regional. Isto suscitou interesse nos investigadores para estudar estas redes e a sua influência no desempenho das empresas. De acordo com o referido anteriormente, o presente trabalho avalia a incidência que têm as relações entre as empresas e instituições sobre a inovação empresarial no departamento de Caldas (Colômbia). O trabalho é empírico e os dados são tratados com modelos econométricos (modelos *logit*). Os resultados indicam que os vínculos entre empresas para executar actividades de I&D e transferência tecnológica e de conhecimento, no contexto de redes empresariais, influem positivamente na I&D e na inovação na empresa.

© 2011 Universidad ICESI. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

1. Introducción

En el actual ambiente económico y de mercado es clara la relevancia que tienen las relaciones entre las empresas y las de estas con otros agentes, en la medida en que contribuyen al desarrollo socio-económico empresarial y regional, particularmente en el desempeño competitivo de las pequeñas y medianas empresas (Altenburg y Meyer-Stamer, 1999; Becerra, 2008; Dohse y Soltwedel, 2006; Humphrey, 1995; Jensen, 1996; Meyer-Stamer, 1999; Pérez, 2001; Viladecans-Marsal, 2004). El entorno influye sobre el comportamiento de la empresa y viceversa (Minguzzi y Passaro, 2000), de ahí que la firma necesite tomar en cuenta no solo su estado de desarrollo, sino también el de la industria cara a maximizar su capacidad de aprendizaje (Benson-Rea y Wilson, 2003), así como las relaciones con los demás agentes que convergen en la región, como un camino para desarrollar ventajas competitivas empresariales y regionales (Carbonara, 2002; Feldman, Francis y Bercovitz, 2005).

De esta forma, las redes empresariales han sido estudiadas bajo diferentes nociones, entre las que aparecen el *cluster*, el distrito industrial y los sistemas regionales de innovación (Becerra y Alvarez, 2011); y asociados a la idea de las redes empresariales, surgen los conceptos de innovación e I&D, y su influencia en la competitividad empresarial (Damanpour y Gopalakrishnan, 2001; Jamrog, Vickers y Bear, 2006; OECD, 1999a, 1999b). Las redes resultan ser un determinante del aprendizaje y la innovación empresarial (Tracey y Clark, 2003). En efecto, los estudios relacionados con I&D e innovación (I+D+I) han ido migrando de estar centrados exclusivamente en la empresa, a considerar las relaciones de las empresas con el entorno (Camisón, Lapiedra, Segarra y Boronat, 2003; Seufert, von Krogh y Bach, 1999), donde proveedores, clientes, competidores, universidades y agencias de gobierno, entre otros, son fundamentales en la generación y transferencia de conocimiento, así como en el aprendizaje organizacional (Arvanitis, Kubli, Sydow y Wörter, 2007; Capello y Faggian, 2005) y, por consiguiente, de las capacidades empresariales para la innovación, entendida como proceso y como resultado.

La importancia que tiene el estudio de las redes empresariales localizadas es reconocida, particularmente los *clusters*, ya que de ellos se pueden derivar acciones para un mejor desempeño de las empresas con base en la innovación (Porter, 1991), así como en la definición de políticas públicas para la competitividad de las empresas, incentivar la cooperación a través de redes empresariales y contribuir al desarrollo socioeconómico de las regiones. En el caso colombiano esto se refleja en políticas como la que se desarrolla en el programa de transformación productiva creado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2009), con el fin de mejorar la competitividad de las

actividades identificadas como sectores de clase mundial en Colombia.

En Colombia, los estudios sobre *clusters* tienen su origen en el análisis de la competitividad del país que hizo la compañía Monitor¹, donde se identificaron 16 *clusters*, lo que motivó trabajos de carácter regional impulsados por el gobierno nacional, los gobiernos municipales y departamentales, las universidades y las cámaras de comercio de las principales ciudades, entre otros, para desarrollar los sistemas productivos locales. En este escenario, varios son los trabajos realizados, entre ellos el de Valero (2002), donde se estudia el grado de desarrollo que han alcanzado las estrategias de productividad en la industria gráfica colombiana bajo el concepto de redes y *clusters* de empresas. Por otra parte, Pietrobelli y Barrera (2002) identifican la existencia de 2 *clusters* textiles en el país (situados en Bucaramanga y Medellín), los cuales se caracterizan por presentar vínculos de comercialización a nivel nacional e internacional, bajos niveles de especialización y vínculos incipientes entre empresas del *cluster*. Cerón (2009) desarrolla un mapa tecnológico para la definición de políticas y el direccionamiento de la gestión tecnológica para la conformación de *clusters* en la industria de pulpa y papel, y, en un sentido similar, el Consejo Privado de Competitividad (2009) propone un mapa en el que identifica 29 *clusters* no agropecuarios en Colombia, de los que 4 tienen carácter de conformación local.

En particular, en el departamento de Caldas, López y Calderón (2005) analizan la incidencia que tienen los factores socioculturales en la conformación del *cluster* de herramientas en dicho departamento. Becerra y Naranjo (2008) realizan una descripción de los *clusters* turismo, salud y confecciones, y las relaciones que pueden derivarse de los 3 sistemas para introducir innovaciones de producto en este último. Becerra y Alvarez (2011) estudian la relación que existe entre el talento humano y la innovación en el *cluster* de prendas de vestir.

No obstante lo anterior, los estudios de carácter regional enmarcados en la idea de *cluster* y cadenas productivas siguen siendo pocos (Cardona et al., 2006), en especial aquellos que tratan de identificar la incidencia que tienen las relaciones empresariales y el desempeño propio de las empresas. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo establecer la incidencia que tienen las relaciones entre las empresas en actividades de I&D y transferencia de tecnología y conocimientos (TTC) sobre la innovación y las actividades de I&D de las propias empresas en

¹ Ver el informe *Crear la ventaja competitiva de Colombia: Patrones de competitividad y análisis sectorial* producido por la compañía Monitor en 1994, como resultado del estudio sobre la competitividad colombiana, contratado por el gobierno nacional y las cámaras de comercio.

el *cluster* de herramientas del departamento de Caldas (Colombia).

Referente al sector metalmeccánico, este abarca los subsectores de productos metálicos elaborados, maquinaria no eléctrica, maquinaria eléctrica, material y equipo de transporte, y equipo profesional y científico. Dentro de los productos metálicos elaborados se encuentra la fabricación de herramientas. En Caldas, el sector metalmeccánico representa un poco más de la mitad de las exportaciones no tradicionales de este departamento, y genera 4.000 empleos directos, el 38% de la mano de obra industrial que demanda el departamento. Entre las 200 empresas más grandes de Manizales figuran 53 industrias metalmeccánicas, en su mayoría exportadoras.

El sector de las manufacturas viene presentando desde 2005 un crecimiento positivo en sus exportaciones². Entre enero y julio de 2008, las exportaciones de Caldas alcanzaron un valor de 137,9 millones de dólares, correspondiente al 3% del total exportado por Colombia en los sectores no tradicionales, dentro de los cuales los sectores metalmeccánica y materiales de construcción concentran en promedio el 87,1% de las exportaciones del macrosector en el departamento.

Caldas es uno de los principales exportadores de herramientas del país, e incluso a nivel mundial, para el caso de productos como machetes, que en el periodo comprendido entre enero y julio de 2008 fue el principal producto exportado por el sector, cifra que ascendió a 10,5 millones de dólares, 1,2 millones más que lo exportado en el mismo periodo de 2007. Las ventas de este sector se hicieron principalmente a Venezuela, México y Ecuador, Perú y la Zona Franca de Cúcuta. Estos 5 destinos agruparon el 70,6% de las exportaciones totales de la manufactura proveniente de Caldas.

La dinámica de las manufacturas en el departamento, en especial la metalmeccánica y dentro de ella la fabricación de herramientas, demuestra la importancia de este sector en la economía regional.

En las siguientes secciones se encontrarán los aspectos teóricos que orientan el trabajo; primero se hace referencia al concepto de innovación, entendido como proceso y como resultado; el siguiente subapartado se refiere a la relación entre las redes empresariales, enfatizando cómo estas son un espacio propicio para las actividades de innovación y la TTC entre empresas. A continuación, se analizan las relaciones que dan soporte a las hipótesis del estudio, esto es, la incidencia que tienen la cooperación entre empresas para actividades de I&D y TTC sobre la I&D e innovación en las empresas. Los siguientes apartados muestran, por este orden, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y su discusión, y, finalmente, las conclusiones derivadas del trabajo.

2. Innovación en la empresa y redes empresariales

La innovación ha sido un concepto que ha merecido la especial atención de los investigadores –desde los aportes de Schumpeter en su libro *Teoría del desenvolvimiento económico*–, de organismos multilaterales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, y de entes nacionales encargados de impulsar la ciencia, la tecnología y la innovación en los distintos países³, en función del desarrollo social y económico, y de la competitividad de las empresas. El interés por la innovación tiene 2 perspectivas: la entendida como resultado, lo que implica innovaciones de producto que han sido comercializadas, o el uso efectivo de innovaciones de proceso o administrativas dentro de la empresa (Damanpour, 1987; Damanpour y Gopalakrishnan, 2001; Hage, 1999; Obenchain, 2002; Obenchain y Johnson, 2004; OECD/EUROSTAT, 2005), y la entendida

como proceso, donde la atención se centra en las acciones mediante las cuales las nuevas ideas, los objetos y las prácticas son creadas y desarrolladas o reinventadas (Slappendel, 1996); o, en términos de Wolfe (1994), cómo las innovaciones surgen, se desarrollan y terminan.

La perspectiva de la innovación como proceso es la que se asume en este trabajo. A continuación se profundiza en la innovación como proceso, en particular en las actividades de innovación y, dentro de estas, en la I&D y la TTC.

2.1. Proceso de innovación

El proceso mediante el cual las empresas logran materializar una idea en nuevos o mejores productos o servicios, modelos de negocios, o técnicas administrativas y estructuras organizacionales (Jamrog et al., 2006) comprende un conjunto de acciones sobre las cuales no hay un consenso en la literatura, a tal punto que distintos autores presentan diferentes modelos relacionados con el proceso de innovación y, por tanto, no puede ofrecerse un modelo generalizable (Hobday, 2005).

El proceso de innovación comprende varias etapas (Wolfe, 1994; Damanpour y Schneider, 2006) que varían en nominación y cantidad, llamados «modelos etapa» (Saren, 1984; Forrest, 1991; Wolfe, 1994), y que pueden o no concluir en un resultado favorable para la empresa, la región o el país (López, 2006), así como para los sectores y las redes empresariales (Becerra y Naranjo, 2008). Algunos autores plantean modelos que describen el proceso que se da desde que una invención es realizada hasta que esta alcanza su comercialización, ellos hacen referencia a actividades relacionadas con investigación (básica y aplicada), desarrollo e ingeniería, e introducción al mercado; a estos modelos se les denomina genéricamente «modelo lineal» (Banyte y Salickaite, 2008; Baptista, 1996; Kline y Rosenberg, 1986; Padmore, Schuetze y Gibson, 1998; Rothwell, 1994).

Existen modelos que, alejándose de la noción de secuencialidad en el proceso, plantean que las acciones son iterativas e interactivas, u ocurren en simultaneidad, donde la retroalimentación entre actividades resulta determinante para el proceso. Dentro de estos modelos se destaca el «modelo en red», basado en el trabajo colaborativo entre agentes que participan del proceso de innovación, sean estos internos a la empresa o mediante relaciones con otros dentro de los sistemas productivos (European Commission, 2004; Hobday, 2005). A este respecto, el reporte de la Comisión Europea plantea 2 modelos en los que el proceso de innovación está asociado a las relaciones entre diferentes agentes: innovación derivada de las redes tecnológicas (*innovation derived from technological networks*) e innovación derivada de las redes sociales (*innovation derived from social networks*).

El proceso de innovación, independiente del modelo, implica fases cuya relación es más recursiva que secuencial, a través de la cual los distintos cuerpos de conocimientos son construidos, comunicados e intercambiados (Robertson et al., 1997 citado por Edwards, 2003), dando lugar al término «proceso interactivo», que es común en el campo de la innovación y que ha sido usado para describir actividades de innovación intraempresariales e interempresariales (Rothwell et al., 1990 citado por Edwards, 2003). Según Kaufmann y Tödtling (2001) este carácter interactivo del proceso de innovación se refiere a la colaboración interna entre varios departamentos de una compañía (I&D, producción, mercadeo, distribución, etc.), como también a la cooperación externa con otras empresas (especialmente clientes y proveedores), proveedores de conocimiento y entrenamiento (como universidades y centros tecnológicos), sector financiero y agentes de la administración pública; de ahí que exista un amplio rango de socios que contribuyen a la capacidad de innovar de la empresa.

² Tomado de: <http://www.manizalescompite.com/content/view/34/lang.sp/> (consultado 22 Jul 2011).

³ En Colombia este ente corresponde al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS).

De acuerdo con el *Manual de Oslo*, las actividades de innovación son «todas las gestiones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluida la inversión en nuevos conocimientos, que llevan o están encaminadas a la introducción de innovaciones» (OECD/EUROSTAT, 2005, p. 105); en esta definición también se incluye la I&D como una de estas actividades⁴. En términos del *Manual de Bogotá*, la I&D se diferencia de otras actividades relacionadas con la innovación, a las que define como «esfuerzos de innovación», que incluyen: tecnología incorporada al capital, tecnología no incorporada al capital, capacitación, modernización organizacional, diseño y comercialización (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2001).

Siguiendo esta perspectiva, en el presente documento se asumen como actividades de innovación, por un lado, las actividades de I&D que, de acuerdo con el *Manual de Frascati*, incluyen: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental; sobre esta última se centrará este trabajo, dadas las características del entorno en que es realizado⁵; no obstante, se ha tenido en cuenta la inclusión de aquellas actividades que según este mismo manual pueden considerarse de I&D, cuando están en función de un proyecto específico de I&D (OECD/FECYT, 2002), y que en el contexto de este trabajo son más plausibles dentro del desarrollo experimental.

Por otro lado se consideran como actividades de innovación aquellas que están relacionadas con el flujo de conocimientos y tecnología según los planteamientos del *Manual de Oslo* y del *Manual de Bogotá*. Bajo esta perspectiva se adoptará, en este trabajo, la noción de TTC (Arvanitis et al., 2007) que sucede entre las empresas y otras instituciones y que contribuye a la innovación y a la I&D propias de las empresas. Dentro de la TTC existe una amplia variedad⁶; en este trabajo se observarán particularmente aquellas que involucran maquinaria y equipo, *software* especializado, información técnica y tecnológica y difusión de resultados de I&D e innovaciones.

Sintetizando, en este trabajo se analizan las actividades de innovación (I&D y TTC) que se dan producto de los vínculos entre empresas y otras instituciones (redes empresariales), y que se constituyen en un incentivo para la I&D en la empresa, así como para la innovación empresarial (producto, proceso y administrativa).

2.2. Redes empresariales, innovación y actividades de innovación (investigación y desarrollo y transferencia de tecnología y conocimientos) en la empresa

La importancia de los ambientes de aprendizaje o sistemas de innovación (OECD, 1999a, 1999b) radica en que en ellos el aprendizaje se estructura a través de redes en las que es necesario considerar las relaciones interindustriales e interorganizacionales (Hauknes, 1999). Las interconexiones dentro de las redes empresariales llevan a la percepción de nuevas oportunidades y nuevas formas de competir, asociadas a nociones como la especialización

productiva de las empresas, que presiona la competitividad dentro de las redes empresariales y facilita la realización de innovaciones específicas, así como su introducción en otras áreas (Muscio, 2006).

De acuerdo con Porter (1999), dado el agrupamiento surgen fenómenos como: el apoyo entre empresas, expresado en relaciones verticales y horizontales; la rivalidad entre competidores que promueve los enfoques de I&D y facilita la introducción de nuevas estrategias y técnicas; la fluidez y rápida difusión de la información y las innovaciones a través de los canales de proveedores o de compradores que tienen contactos con múltiples competidores. Roper (2001) demuestra que las redes juegan un importante papel en la innovación de las empresas y en menor medida en el éxito de estas. Con relación a productos nuevos o mejorados, encontró que los vínculos de las empresas con clientes, proveedores y competidores tienen una influencia positiva significativa en la innovación de productos, al igual que para las empresas que han innovado en el desarrollo de procesos.

Es clara, entonces, la importancia de las redes empresariales como ambiente favorable para la innovación y las actividades de innovación, en especial para las pymes que acceden a mayores posibilidades en el desarrollo del conocimiento, ampliación de las capacidades empresariales para los procesos de innovación, y mejores resultados en las innovaciones de procesos y productos, así como las administrativas (Alonso-Villar, Chamorro y Gonzáles, 2004; Bell, 2005; Eraydın y Armatli-Köroglu, 2005; Feldman y Audretsch, 1999; Feser y Bergman, 2000; Jensen, 1996; Nassimbeni, 2003; Novick y Carrillo, 2006).

Dentro de la literatura empírica consultada se encuentra evidencia de la relación positiva entre I&D y transferencia de conocimientos (*spillover*) y tecnología (Wörterer, 2009) realizada vía colaboración con otros agentes (clientes, proveedores, competencia e instituciones de investigación públicas y privadas) con el positivo incremento de las capacidades empresariales para la innovación y las actividades de innovación, lo que conlleva un aumento de la capacidad absorbente (*absorptive capacity*) de la empresa (Cohen y Levinthal, 1990). En este sentido, algunos estudios analizan las relaciones que tienen las empresas con universidades y centros de investigación y desarrollo (Arvanitis et al., 2007; Kaufmann y Tödtling, 2001; Löf y Heshmati, 2002; Vinding, 2006), como los principales socios para acciones conjuntas relacionadas con la innovación y las actividades de innovación.

No obstante, sigue existiendo poca literatura al respecto, así como relacionada con la observación de las relaciones de las empresas con competidores, proveedores y clientes (Belderbos, Carree y Lokshin, 2004) en función de la innovación y las actividades de innovación propias de la empresa, particularmente en el entorno en el que se realiza este trabajo.

2.3. Incidencia de la cooperación para investigación y desarrollo sobre la innovación y la investigación y desarrollo en la empresa

La importancia de la cooperación en actividades de I&D con otras empresas e instituciones, en función de la innovación y las actividades de I&D en el ámbito de la empresa, es bien reconocida en la literatura. Según Becker y Dietz (2004), el desempeño innovador de la empresa depende de factores específicos de esta y de factores ambientales como fuentes externas usadas, estructuras de mercado y nivel tecnológico de la industria.

Van Beers, Berghäll y Poot (2008), analizando los determinantes de la cooperación en I&D entre firmas innovadoras (foráneas y domésticas) y universidades e instituciones públicas de conocimiento en Finlandia y los Países Bajos, encuentran que las firmas foráneas están menos involucradas en cooperación con instituciones públicas de conocimiento que las firmas domésticas en los Países Bajos; caso contrario sucede en Finlandia. Capello y Faggian (2005) hallan una relación positiva entre el capital relacional y la

⁴ En el *Manual de Oslo*, las actividades de innovación distintas a la I&D se desagregan en actividades de innovación de producto y proceso, y actividades de innovación de mercadotecnia y de organización (OECD/EUROSTAT, 2005).

⁵ Las características propias de la economía colombiana, y especialmente del departamento de Caldas, compuesta en su gran mayoría por micro, pequeñas y medianas empresas, que además se concentran en industria manufacturera tradicional, no permiten presumir que exista (o que si existe, no sea residual) investigación básica o aplicada al interior de las empresas o en colaboración con otras compañías e instituciones. A una situación similar se refieren Mahemba y de Bruijn (2003) estudiando la innovación en pymes en Tanzania, donde las actividades de innovación, dadas las características de una economía en desarrollo, tienden a estar relacionadas básicamente con transferencia de tecnología y conocimientos, más que con generación de innovación.

⁶ Arvanitis et al. (2007), estudiando los determinantes de las actividades de TTC, asumen como formas particulares de TTC: la información, la infraestructura técnica, la educación, las actividades de investigación, y la consultoría, que son asimilables a las adoptadas en este trabajo.

actividad innovadora de la empresa, especialmente cuando se presenta cooperación para el proceso de innovación entre clientes y proveedores locales y otros canales de aprendizaje colectivo. Según Roper (2001), las relaciones con clientes, proveedores y competidores tienen una influencia positiva y significativa en los procesos que involucran las innovaciones de producto y de proceso.

Landry, Amara y Lamari (2002), investigando la influencia del capital social (los activos de la red de negocios, la red de información de activos, la red de investigación en activos, la participación de los bienes y activos relacionales) sobre la innovación de las empresas, encuentran que las diversas formas de capital social tienen influencia en la decisión de innovar; particularmente, la participación de los bienes y los activos relacionales (cooperación) contribuyen más que ninguno a la probabilidad de innovar de las empresas. Tether (2002) establece que la colaboración con otras empresas e instituciones mejora la probabilidad para realizar nuevos productos; particularmente, en acuerdos interorganizacionales, los resultados son positivos en el proceso para desarrollar nuevos productos (proceso de innovación). Löf y Heshmati (2002) hallan evidencia de que los acuerdos de cooperación (proveedores domésticos, institutos de investigación y consultores internacionales, y clientes globales) para innovación están positivamente correlacionados con el nivel de inversión en actividades para la innovación en las empresas, no obstante, observan que cuando la colaboración se da con competidores locales la correlación es negativa.

Knudsen (2007), estudiando la naturaleza y relativa importancia de las relaciones interfirmas (comprador-proveedor e interacción con la competencia) sobre el éxito en el desarrollo de nuevos productos, indica una mayor frecuencia en la participación de los clientes en los esfuerzos de desarrollo. Barge-Gil (2009) muestra que las pequeñas firmas, y aquellas en sectores bajos, medio-bajos y medios son más proclives a la cooperación basada en innovadores y resalta el papel que juegan los proveedores en el desarrollo de innovaciones. Rammer y Schmiele (2009), estudiando los determinantes de las actividades internacionales de innovación de las pymes en Alemania (I&D, diseño y actividades de preparación, producción de nuevos productos, introducción de nuevos procesos, venta de nuevos productos), encuentran significación positiva para la cooperación en innovación con socios internacionales y venta de nuevos productos (innovación de producto).

Si bien la I&D ha sido más frecuentemente estudiada como variable explicativa de la innovación, hay trabajos que muestran la incidencia que tiene la cooperación entre empresas y otras organizaciones en las actividades de I&D de la empresa. Evangelista, Perani, Rapiti y Archibugi (1997) identificaron en 4 sistemas regionales de innovación en Italia que tras controlar la existencia de interacciones sistémicas y más aspectos relacionados con el contexto que pueden favorecer u obstaculizar las actividades de innovación, hay diferencias en cuanto a la relevancia sobre las actividades de I&D y de no-I&D a nivel de las empresas. Tether (2002) halla que la participación en I&D tiene una clara y positiva relación con las empresas que tienen acuerdos de cooperación para la innovación, y que la cooperación está asociada con altos niveles en las actividades de innovación, dentro de las cuales se encuentra la I&D.

Los hallazgos de Filatochev, Piga y Dyomina (2003) evidencian que la organización en redes juega un papel importante en la intensidad de los gastos en I&D de las firmas y, por tanto, en las actividades de este tipo dentro de las empresas. Dentro de los hallazgos de Becker y Dietz (2004), se plantea que la cooperación con otras firmas e instituciones mejora las actividades de I&D de las firmas y que los acuerdos interorganizacionales expanden las capacidades tecnológicas de la firma y posibilitan la transferencia eficiente de conocimientos y el aprendizaje organizacional.

Medda, Piga y Siegel (2005), estudiando el impacto de la investigación de las universidades en el crecimiento de los factores de productividad de las empresas en Italia (investigación colaborativa

en I&D), encuentran significación estadística que evidencia la importancia de la I&D externa más que la investigación interna, pero que el comportamiento es distinto según la fuente de la I&D externa. Seddighi y Huntley (2007), estudiando las actividades de I&D y el tipo de I&D emprendida y su incidencia en la cooperación en I&D entre firmas en regiones periféricas del Reino Unido, encuentran que las firmas están envueltas en actividades formales e informales de I&D y que una proporción significativa lo hacen para el desarrollo de productos. Con base en lo anterior se pueden expresar las siguientes hipótesis:

- H1: La cooperación entre las empresas y las instituciones para realizar actividades de I&D incide positivamente en la innovación (proceso, producto, administrativas) de las propias empresas.
- H2: La cooperación entre las empresas y las instituciones para realizar actividades de I&D incide positivamente en las actividades de I&D de las propias empresas.

2.4. Incidencia de la transferencia de tecnología y conocimientos sobre la innovación y la investigación y desarrollo en la empresa

Incrementar el desempeño innovador de las empresas ha sido una preocupación de la alta dirección de estas, de ahí la importancia que se da a la combinación de las actividades de I&D internas y a las actividades para adquirir conocimiento externo (Cassiman y Veugelers, 2006). Dentro de los intercambios que suceden en el entorno de redes empresariales locales, la TTC es fundamental en la difusión y absorción de innovaciones (Adams, Bessant y Phelps, 2006; Banyte y Salickaite, 2008) y, por tanto, en el desempeño innovador de la empresa (Adams et al., 2006; Arvanitis et al., 2007; Belderbos et al., 2004; Cassiman y Veugelers, 2006; Mahemba y de Bruijn, 2003). La literatura da evidencia de que la colaboración permite a las empresas incrementar voluntariamente la transferencia de conocimientos con los socios que cooperan (Belderbos et al., 2004).

La TTC implica el flujo de conocimientos y tecnología entre distintos agentes que puede tener el carácter formal o informal (Allen, James y Gamlen, 2007) y que no siempre está mediada por transacciones comerciales donde hay un comprador y un vendedor de tecnología; esta ocurre mediante el uso de estrategias diversas como proyectos conjuntos de investigación (o de desarrollo de tecnología), proyectos de capacitación conjunta, etc. (Arvanitis et al., 2007), o contratos de apoyo mutuo para la innovación en las empresas⁷. Igualmente se encuentra la transferencia de conocimientos a través del uso de infraestructura técnica o el uso conjunto de laboratorios, entre otros (Arvanitis et al., 2007).

Los resultados empíricos que relacionan la TTC con la innovación y las actividades de I&D dan cuenta del efecto positivo que existe. Hartman, Burk y Sebora (1994), explorando las relaciones entre fuentes de ideas para las innovaciones (TTC) y el proceso de innovación en 3 niveles de la organización (estratégico, administrativo y operativo) en pequeñas empresas, encontraron significativas relaciones entre la interacción con proveedores y la innovación, especialmente en el nivel estratégico y operativo de la empresa. Los resultados obtenidos por Mahemba y de Bruijn (2003) en Tanzania indican que las empresas son más proclives a actuar con el ambiente externo para resolver sus problemas, y que las principales fuentes de información tecnológica y conocimiento son el personal

⁷ En Colombia muchos desarrollos tecnológicos realizados en las empresas han sido producto de la cofinanciación entre universidades y centros de desarrollo tecnológico, las empresas e instituciones de financiamiento estatales, mediante acuerdos de cooperación en los que se obtienen capacidades técnicas y tecnológicas para los actores involucrados. Estadísticas de estos trabajos se pueden encontrar en: www.colciencias.gov.co

staff y los clientes. Kaufmann y Tödting (2001), estudiando los vínculos entre empresas y los sistemas de ciencia en diferentes zonas de Europa bajo la premisa de que esto estimula la innovación de productos, hallan evidencia empírica de que los vínculos con universidades posibilitan más la introducción de innovaciones avanzadas; asimismo, encuentran que proveedores y consultores son un mejor puente para la transferencia de tecnología y conocimientos cara a innovaciones avanzadas.

Klomp y van Leeuwen (2001), al observar los vínculos entre el proceso de innovación y el comportamiento económico de las empresas de los Países Bajos, encontraron una fuerte evidencia para la hipótesis de la capacidad de absorción de las empresas a partir de las oportunidades tecnológicas que se basan en fuentes de información técnica (ciencia, proveedores, clientes y competidores). Particularmente hallaron que las oportunidades tecnológicas cuando la fuente es la ciencia contribuyen como insumo a la innovación, y que en la innovación como resultado las fuentes que contribuyen más directamente son los clientes, los proveedores o los competidores.

Löf y Heshmati (2002), analizando la incidencia de las fuentes de conocimiento sobre la innovación como insumo y como resultado, establecen que las principales fuentes de conocimiento para la innovación (*input*) son las internas y los clientes; en el caso de la innovación como resultado, observan que los competidores son una fuente de conocimiento importante para la innovación, mientras los clientes tienen una correlación negativa. Cassiman y Veugelers (2002), estudiando la influencia de los flujos de información (*incoming spillovers*) y la apropiación sobre las decisiones de cooperar en I&D de las firmas con clientes, proveedores e instituciones de investigación, encuentran que hay una significativa relación entre los flujos de información y la decisión de cooperar en I&D con universidades e instituciones de investigación, pero no en cooperar con proveedores y clientes.

Capello (2002) encontró evidencia de los efectos de los desbordamientos (*spillovers*) de conocimiento científico –que es generado por universidades y centros de I&D– sobre las actividades de innovación en las empresas, analizando estos en las áreas urbanas y no urbanas, así como en los distritos. Monjon y Waelbroeck (2003) dan evidencia de que los mayores beneficios surgen de los contactos formales con universidades y centros públicos de investigación, no obstante, hay poca evidencia de desbordamientos directos de las universidades; también plantea que la magnitud de estas externalidades es mucho más pequeña que otro tipo de desbordamientos como los que se dan con clientes y proveedores, y que los competidores son fuente importante para la transferencia de conocimiento dentro de las innovaciones incrementales.

Arvanitis et al. (2007) encuentran que los indicadores de desempeño de la innovación en las firmas, por ellos utilizadas, tienen positiva relación con la TTC, donde la innovación de procesos y productos presentan mejores resultados en términos de la relación con la organización pública de investigación. Sus observaciones también les permiten concluir que las actividades de transferencia de tecnología y conocimiento están positivamente correlacionadas con altas habilidades a nivel de la firma, así como con indicadores del desempeño económico de la firma (ventas, valor agregado, etc.).

Lin y Chen (2006), estudiando la integración de conocimiento en redes para la innovación de productos, encontraron que la integración de conocimiento es una variable mediadora entre la orientación al mercado, los recursos complementarios y la información compartida, variables que, según ellos, influyen en la innovación de producto. Particularmente evidenciaron que la integración de conocimiento influye positivamente en el proceso de desarrollo de nuevos productos en el contexto de redes de industrias.

Con respecto a la participación de clientes, universidades y competidores, Knudsen (2007) encuentra un efecto significativamente

negativo sobre el desempeño innovador, lo que define como una aparente paradoja⁸; este autor, finalmente, concluye que el conjunto de conocimiento suplementario y complementario con socios externos para el desarrollo de nuevos productos tiene un efecto positivo en el desempeño innovador de las empresas. Wörter (2007), investigando 4 estrategias de I&D (interna con cooperación en I&D, interna con compra de I&D, interna con cooperación y compra, solo I&D interna) y su influencia en las actividades de I&D de las empresas en Suiza, encuentra que los *spillover* de entrada inciden en la cooperación más que en las otras estrategias, y que las principales fuentes de conocimiento son los clientes y las universidades.

Van Beers et al. (2008) evidencian para Finlandia y los Países Bajos que los *spillovers* de nuevo conocimiento afectan positivamente la probabilidad de cooperar con universidades e instituciones públicas de conocimiento, aspecto que ha sido ampliamente subrayado en la literatura como incidente en la innovación y la I&D en el ámbito de la empresa. Barge-Gil (2009) encuentra evidencia de que los flujos de información (*spillovers*) afectan positivamente la cooperación y que esta ha sido decisiva en la innovación de productos y procesos en las empresas españolas, particularmente en pequeñas firmas, y las firmas en bajos, medio-bajos y medios sectores.

Wörter (2009) evidencia que las actividades de transferencia tecnológica están positivamente relacionadas con una parte de las ventas de productos innovadores; combinando los efectos de la transferencia tecnológica y la especialización tecnológica, encuentran que están positivamente relacionados con el desempeño innovador de las firmas, donde las empresas pequeñas muestran ser las más beneficiadas de la especialización y la transferencia tecnológica con universidades. Con base en lo anterior se pueden expresar las siguientes hipótesis:

- H3: La TTC entre empresas y otras instituciones incide positivamente en la innovación (producto, proceso, administrativa) de las propias empresas.
- H4: La TTC entre empresas y otras instituciones incide positivamente en las actividades de I&D de las propias empresas.

3. Metodología

3.1. Población y muestra

Para la contrastación empírica se seleccionaron 101 empresas del sector de herramientas según el Código Industrial Internacional Uniforme⁹, que constituyen el total de la población del sector de herramientas en el departamento de Caldas. La información se obtuvo de la Cámara de Comercio de Manizales, la Asociación Nacional de Industriales, la Asociación Colombiana de Pequeños Industriales y los directorios telefónicos; las bases de datos fueron confrontadas para obtener la población de estudio. La población se distribuye en 3 eslabones dentro del *cluster* de herramientas: proveedores, empresas nucleares (fabricantes de herramientas) y clientes. El 90% de las empresas son micro y pequeñas. El 97% hacen parte de las redes hacia delante y hacia atrás (*forward and backward linkages*), lo cual permite realizar un análisis de redes e identificar su impacto sobre el núcleo del eslabón (tabla 1).

⁸ La explicación que da a esta aparente paradoja es en 2 sentidos: 1) el cliente promedio es incapaz de articular sus necesidades a los productos de tecnología avanzada, y 2) el cliente promedio es incapaz de concebir ideas más allá de su propia experiencia (Knudsen, 2007).

⁹ Los artículos de este grupo son cuchillos, herramientas manuales y objetos de ferretería en general, que la revisión 2 del Código Industrial Internacional Uniforme clasifica como 3811 y la revisión 3 como 2893.

Tabla 1
Rasgos generales del *cluster* herramientas

Características	Porcentaje
Tipo de eslabón	100
Proveedores	36
Empresas núcleo	3
Clientes	61
Tamaño empresa	100
Microempresa	64
Pequeña empresa	26
Mediana empresa	4
Gran empresa	6

Fuente: elaboración propia.

3.2. Medición

El presente estudio indagó en las empresas sobre 4 factores: innovación (producto, proceso y administrativos); actividades de I&D (desarrollo experimental, proyectos de innovación, uso de infraestructura); vínculos para actividades de I&D (desarrollo experimental, proyectos de innovación, uso de infraestructura) entre empresas y con otras instituciones; y transferencia técnica y de conocimientos (maquinaria y equipo, *software* especializado e información técnica y difusión de resultados de investigación). Para ajustar los modelos se involucró la variable de control tamaño de la empresa (número de empleados), y tanto las variables dependientes como las independientes son dicotómicas (Knudsen, 2007; Jensen, Johnson, Lorenz y Lundvall, 2007; Rammer y Schmiele, 2009). En la *tabla 2* se definen y operacionalizan.

3.3. Indicadores de validez y confiabilidad

Aunque los instrumentos que se emplearon en la presente investigación han sido adaptados de investigaciones anteriores (Capello, 2002; Cassiman y Veugelers, 2002; Filatochev et al., 2003; Eraydin y Armatli-Köroglu, 2005; OECD/EUROSTAT, 2005; OECD/FECYT, 2002; Capello y Faggian, 2005; Jensen et al., 2007; Johansson y Karlsson, 2007), para establecer la validez y confiabilidad del instrumento se realizaron los siguientes análisis: validez de contenido

Tabla 2
Operacionalización de las variables

VARIABLES	Operacionalización
Innovación en la empresa	La empresa ha realizado innovaciones (producto, proceso, administrativa) en los últimos 5 años. Sí: 1. No: 0
I&D en la empresa ^a	La empresa realiza actividades de I&D (desarrollo experimental, proyectos de innovación, uso de infraestructura). Sí: 1. No: 0
Vínculos actividades I&D	La empresa se asocia o ha asociado con otros actores locales para la realización de actividades de I&D (desarrollo experimental, proyectos de innovación, uso de infraestructura). Sí: 1. No: 0
Transferencia tecnológica y de conocimientos ^b	Existe o ha existido transferencia tecnológica y de conocimientos (maquinaria y equipo, <i>software</i> especializado e información técnica y difusión de resultados de investigación) en los últimos 5 años con otros actores locales. Sí: 1. No: 0
Tamaño de la empresa	Número de empleados en la empresa

Fuente: elaboración propia a partir de Capello (2002); Cassiman y Veugelers (2002); Filatochev et al. (2003); Jensen et al. (2007).

^a Tradicionalmente la I&D se mide tomando como base los gastos en I&D; en este trabajo se indagó sobre si las actividades se realizaban o no sin considerar el monto de los gastos.

^b En la literatura revisada es común que la transferencia tecnológica y de conocimientos se asocie con los derrames (*spillover*) de conocimientos. En este trabajo, como se ha visto, además de los *spillovers* se han asumido otros aspectos.

por parte de expertos y una prueba piloto en 10 empresas; *alfa de Cronbach* para evaluar la consistencia del instrumento y de las dimensiones propuestas, obteniéndose $\alpha > 0,7$; y un análisis de correlaciones para establecer la validez convergente, obteniéndose correlaciones significativas ($p < 0,05$) y un valor teórico acorde ($\rho > 0,7$), según Nunally (1978). Lo anterior permite establecer que las dimensiones propuestas para medir la innovación de la empresa, los vínculos para actividades de I&D y la transferencia de tecnología y conocimientos entre empresas presentan medidas homogéneas.

3.4. Contrastación de hipótesis

Previo a la contrastación de las hipótesis, se realiza un análisis descriptivo con el fin de identificar de manera exploratoria aspectos relacionados con las variables estudiadas en el *cluster* de herramientas. También se realiza un análisis de conglomerados con el método de máxima verosimilitud usando los criterios del vecino más próximo y la unidad de medida de *lambda*¹⁰; este permite identificar proporcionalmente las empresas que realizan innovación según el tipo (producto, proceso y administrativa). Partiendo del análisis de conglomerados se realiza un estudio de contingencia, para establecer el indicador de realización de vínculos definidos en las variables independientes según el conglomerado.

La contrastación de las hipótesis se realiza mediante un análisis de regresión logística con el método *stepwise*¹¹, considerado idóneo en el análisis de variables dicotómicas, medición del impacto y ajuste de una variable. Para la demostración de especificidad del modelo de regresión¹² se realiza el test *Hosmer-Lemeshow*¹³, y para probar que los modelos *logit* son una combinación lineal de las variables dependientes e independientes se emplea la prueba *Link Test*¹⁴. Mediante un análisis de correlaciones estimadas¹⁵ se determinó que no hay correlación entre las variables explicativas. Para establecer la incidencia en términos de probabilidad de las variables independientes sobre las dependientes se realiza un análisis de los efectos marginales.

4. Resultados

Inicialmente se presenta un perfil general de las empresas de la muestra en función de las 4 variables de estudio. Los resultados indican que el 36% de las empresas han realizado innovaciones (producto, proceso y administrativo), y el 26% han realizado actividades de I&D, solo el 25% han tenido vínculos para actividades de I&D, y el 38% han participado de transferencia técnica y de conocimientos (*tablas 3 y 4*).

Con el objeto de determinar el comportamiento de las empresas respecto de la variable innovación en los 3 tipos estudiados se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos, teniendo como referencias las categorías del vecino más próximo y el intervalo de medida de *lambda de Goodman y Kruskal*¹⁶; de esta manera se

¹⁰ Unidad de medida para variables dicotómicas.

¹¹ El método parte de introducir paso a paso las variables de estudio para identificar cuáles generan un mayor ajuste estadístico.

¹² Esta demostración incluye: la identificación de la linealidad del fenómeno medido, la varianza constante del término de error, la independencia y la normalidad de la distribución de los términos de error y la no existencia de autocorrelación de las variables independientes (Hair et al., 1999).

¹³ El test permite identificar que los parámetros de las variables independientes se ajustan en la interpretación del modelo, contrastándolos a un nivel de significación de $p > 0,001$.

¹⁴ El test permite identificar que las variables de respuesta son una combinación lineal de las variables independientes ($p > 0,001$).

¹⁵ Se identifica la no existencia de correlación entre las variables explicativas ($p > 0,05$).

¹⁶ Teniendo en cuenta que las variables a analizar son dicotómicas, se utiliza este tipo de intervalo.

Tabla 3
Análisis de contingencia entre innovación, vínculos para actividades de investigación y desarrollo y transferencia tecnológica y de conocimientos entre empresas

Innovación	Vínculos TTC		Innovación	Vínculos actividades I&D	
	No	Sí		No	Sí
No	54	10	No	62	2
Sí	8	28	Sí	13	23

Datos expresados en porcentajes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4
Análisis de contingencia entre actividades de investigación y desarrollo en la empresa, vínculos para actividades de investigación y desarrollo y transferencia tecnológica y de conocimientos entre empresas

Actividades I&D	Vínculos TTC		Actividades I&D	Vínculos actividades I&D	
	No	Sí		No	Sí
No	56	18	No	68	6
Sí	6	20	Sí	7	19

Datos expresados en porcentajes.

Fuente: elaboración propia.

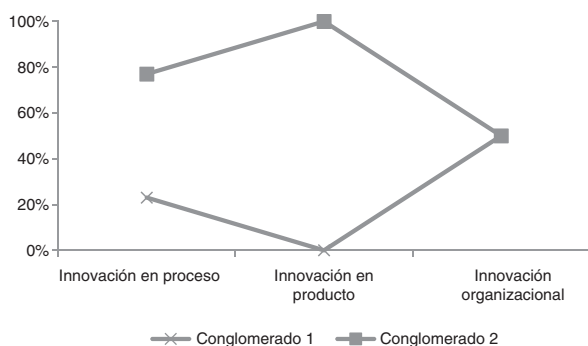


Figura 1. Conglomerados de innovación empresarial. Fuente: elaboración propia.

identificaron en la población 2 tipos de conglomerados de empresas de acuerdo con la innovación.

El primero, conformado por 79 empresas, presenta un bajo nivel de innovación en proceso, un nivel medio de innovación organizacional y no presenta innovación en productos; a este se le denomina conglomerado con bajo nivel de innovación. El segundo conglomerado, conformado por 22 empresas, presentan altos nivel de innovación en proceso (77%), innovación organizacional (50%) y además todas las empresas realizan innovación en producto; a este se le denomina conglomerado con alto nivel de innovación (fig. 1).

Haciendo uso de los anteriores datos y mediante un análisis contingencial, se identifica que el conglomerado de alto nivel de innovación –conglomerado 2– presenta un mayor índice de asociación para actividades de I&D entre empresas (86,4%), y un mayor índice de transferencia técnica y de conocimiento (95,5%) que el conglomerado de bajo nivel de innovación (tabla 5).

Tabla 5
Tabla de contingencia de conglomerados de innovación y asociación para actividades de investigación y desarrollo y transferencia tecnológica y de conocimientos

Variables independientes	Conglomerado 1	Conglomerado 2
Asociaciones para I&D	13,6	86,4
TTC	4,5	95,5

Datos expresados en porcentajes.

Fuente: elaboración propia.

Para contrastar las hipótesis se realizó un análisis logístico. En las primeras 2 hipótesis se estudia la incidencia de la cooperación entre las empresas y las instituciones para realizar actividades de I&D sobre la innovación de la empresa (H1) y sobre las actividades de I&D propias de la empresa (H2). Los resultados muestran que el efecto en ambos casos es positivo y significativo ($p < 0,001$), hallazgos que dan evidencias para aceptar las hipótesis 1 y 2 (tabla 6).

La tercera y cuarta hipótesis estudian la incidencia de la TTC entre empresas y con otras instituciones sobre la innovación de la empresa (H3) y sobre las actividades de I&D propias de la empresa (H4). Los resultados muestran, nuevamente, que el efecto en ambos casos es positivo y significativo ($p < 0,001$), lo que ofrece sustento para aceptar las hipótesis 3 y 4 (tabla 6).

Como complemento del análisis logístico se identificó el grado en que la asociación para actividades de I&D y TTC incide sobre las actividades de I&D y sobre la innovación de las empresas, utilizando un análisis de efectos marginales, del cual se obtiene, por una parte, que un incremento porcentual en la cooperación entre las empresas y las instituciones para realizar actividades de I&D genera un incremento del 0,68% en la innovación y un incremento del 0,66% en las actividades de I&D de la propia empresa.

Por otro lado, se obtiene que un incremento porcentual en la TTC entre empresas y otras instituciones genera un incremento del 0,53% en la innovación y un incremento del 0,35% en las actividades de I&D propias de la empresa. Al contrastar estos resultados con el «seudocoefficiente» de determinación, se concluye que los modelos en donde hace acto de presencia la cooperación entre empresas e instituciones para realizar actividades de I&D presentan un mayor ajuste que los modelos donde hace acto de presencia la variable TTC entre empresas y otras instituciones (tabla 7).

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo *logit*, tal y como se han expuesto, fueron sometidos a la comprobación de la bondad y ajuste, para lo cual se identificó el nivel de significación del modelo¹⁷ y se aplicaron el análisis de linealidad de los parámetros de *Wald*¹⁸ y el análisis de distribución de los términos del error¹⁹. De igual manera, se identificó la inexistencia de multicolinealidad²⁰ y heterocedasticidad²¹.

5. Discusión y conclusiones

La revisión de la literatura ha demostrado la importancia de las redes empresariales en relación con la capacidad de la empresa para realizar actividades de innovación y obtener mejoras (producto, proceso y administrativas). Siguiendo esta perspectiva, este trabajo abordó el estudio de la incidencia de las relaciones entre empresas para ejecutar I&D y TTC sobre la I&D y la innovación de la propia empresa en el contexto de redes empresariales localizadas, particularmente en el *cluster* de herramientas del departamento de Caldas.

En la red estudiada se pudo constatar que la proporción de empresas que han realizado innovaciones y actividades de I&D es relativamente baja; también se observa que la proporción de empresas que establecen relaciones en función de I&D y TTC es

¹⁷ Se realizó el test $Lr\chi^2$ ($p < 0,001$).

¹⁸ Se identifica que los parámetros son lineales y consistentes (p -valor $< 0,05$).

¹⁹ Se realizó el gráfico de la curva ROC y se realizó el análisis gráfico de sensibilidad y especificidad; igualmente se realizó el test de Hosmer-Lemeshow ($p < 0,001$), con el cual se comprueba la inexistencia de perturbaciones estocásticas.

²⁰ Se realizó el análisis de correlaciones estimadas de las variables independientes a un nivel de significación del 1 y del 5%, identificando que ningún coeficiente presenta valores que puedan ser considerados como una correlación elevada ($r > 0,70$), aspecto que permite afirmar que no existe colinealidad en las variables del modelo.

²¹ Se realizó el test de Hosmer-Lemeshow ($p < 0,001$) y el test de verosimilitud ($p < 0,001$).

Tabla 6
Análisis de regresión logística de la red empresarial de herramientas

Variables	Innovación de la empresa					Actividades de I&D						
	β	Z	Sig.	β	Z	Sig.	β	Z	Sig.	β	Z	Sig.
<i>Variable de control</i>												
Constante	-1,44	-4,36	p < 0,001	-1,99	-5,31	p < 0,001	-2,17	-5,09	p < 0,001	-2,85	-5,63	p < 0,001
Tamaño	0,06	2,53		0,03	1,48	p < 0,001	0,03	1,38		0,02	1,50	
<i>Variables dependientes</i>												
Asociación I&D				3,75	4,54	p < 0,001	2,40	4,28	p < 0,001	3,32	4,85	p < 0,001
TTC	26,50			58,77			47,05			55,41		
Lry ²	0,20		p < 0,001	0,45		p < 0,001	0,36		p < 0,001	0,48		p < 0,001
Seudo-R ²				57,40			76,86			46,18		
Goodness fit												

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7

Efectos marginales de las variables independientes sobre las actividades de investigación y desarrollo y la innovación en la empresa

Variables dependientes	Innovación		Actividades I&D	
	δy/δx	Sig.	δy/δx	Sig.
Asociación I&D	0,68	p < 0,001	0,66	p < 0,001
TTC	0,53	p < 0,001	0,35	p < 0,01

Datos expresados en porcentajes.

Fuente: elaboración propia.

relativamente pequeña. Este hecho puede ser explicado por la composición de las empresas, ya que la mayor parte la constituyen pymes cuya capacidad para realizar estas actividades es limitada, así como para establecer contactos con otros agentes regionales y, por lo tanto, tienen una baja capacidad de innovación, razón por la cual se tenían presunciones dada la estructura productiva de la red estudiada, que determinaron ciertas consideraciones para la definición de las variables. Una situación similar encuentran [Mahemba y de Bruijn \(2003\)](#) en Tanzania; ellos sugieren como explicación que las pymes no son conscientes de las oportunidades del entorno tales como colaboración con institutos de investigación, universidades, centros tecnológicos y el gobierno, aspecto que contradice los hallazgos de [Barge-Gil \(2009\)](#) en el sentido de que las pequeñas empresas tienden a cooperar para el desarrollo de innovaciones.

Lo encontrado demuestra que hay que prestar atención a instrumentos de análisis como los considerados en este trabajo y a indicadores como los planteados en el *Manual de Bogotá*, cuyo fundamento se encuentra en un análisis de los sistemas productivos de los países en desarrollo, donde las medidas no pueden ser las mismas que para los sistemas productivos de los países desarrollados. En este sentido, la I&D y la TTC son consistentes con el planteamiento que en dicho manual se hace sobre la medición de las capacidades tecnológicas de las empresas y que derivan en acciones de mejora continua o, lo que es lo mismo, en innovaciones incrementales.

Las empresas que manifestaron tener relaciones con otros agentes permitieron realizar la contrastación de las hipótesis y, en este sentido, se pudo comprobar que las relaciones entre las empresas y con otros agentes regionales para I&D y TTC inciden positivamente en la I&D y la innovación de la propia empresa; dado lo anterior se aceptan las hipótesis planteadas, lo que corrobora los hallazgos presentados en la literatura y se convierte en un aporte a la comunidad académica interesada en el estudio de las redes localizadas, en especial en el contexto colombiano y en otros de características similares, donde la literatura es relativamente escasa. Así pues, se demuestra que las relaciones entre empresas y con otras instituciones en un entorno localizado, lo que en términos de [Capello \(2002\)](#) y [Capello y Faggian \(2005\)](#) se denomina capital relacional, incrementa las capacidades tecnológicas de las empresas, la I&D, la transferencia de conocimientos y el aprendizaje organizacional, aspectos consistentes con lo encontrado por [Becker y Dietz \(2004\)](#), [Capello y Faggian \(2005\)](#) y [Fabrizio \(2009\)](#), entre otros, relacionados con la innovación y los procesos de innovación dentro de las empresas.

Esta situación es indicativa de la importancia que debe dársele, desde los agentes gubernamentales, a las políticas públicas cuyo objetivo es incentivar las relaciones empresariales, en particular en entornos como el estudiado, dadas las limitaciones en recursos que se tienen por parte de las empresas e instituciones que en ellos existen, así como por la baja propensión a relacionarse. Igualmente, es importante redoblar acciones conjuntas desde las empresas (independientemente del sector industrial) y otras instituciones de apoyo para la realización de proyectos encaminados al desarrollo tecnológico y la innovación empresarial, pues es a través de esta clase de proyectos como se logra un aprendizaje

organizacional y se incrementan las capacidades tecnológicas para la innovación, que benefician a todos los participantes y fortalece el capital relacional, contribuyendo así al desarrollo socioeconómico local y regional.

Si bien el estudio es un aporte a la literatura sobre el tema de la innovación y las relaciones empresariales, existen limitaciones, como el carácter transversal de este, que no permite determinar la causalidad del fenómeno, así mismo el hecho de haberse realizado en una sola red empresarial, que aunque es representativa del sistema productivo regional, no permite inferencias generalizables para otras redes en la misma región y en otras diferentes. Si bien las medidas utilizadas son acordes con el contexto estudiado, hay que tener en cuenta que en el común de los países en desarrollo existe una mayor propensión hacia la transferencia, difusión y apropiación de las tecnologías creadas en los países desarrollados que hacia el desarrollo de tecnologías, y por esta vía introducir innovaciones incrementales; sería, entonces, interesante acometer estudios que incluyan otras medidas de innovación empresarial.

Resolver las limitaciones enunciadas es posible mediante futuras líneas de investigación en las que se estudien, por ejemplo, los factores que influyen sobre la poca propensión de las empresas para establecer relaciones con otros agentes regionales en función de la innovación, e incluso observar otras variables asociadas al proceso de innovación que pueden incidir sobre la innovación empresarial, o realizar indagaciones similares en otras redes empresariales y en otros entornos geográficos, y con ellas hacer análisis comparativos. De manera particular resulta interesante el estudio de las relaciones de las empresas con instituciones de apoyo (gubernamentales y no gubernamentales), que en países como Colombia son un aspecto medular para la política pública relacionada con la competitividad empresarial y con el desarrollo social y económico de las regiones.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Adams, R., Bessant, J. y Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews*, 8(1), 21–47.
- Allen, J., James, A. y Gamlen, P. (2007). Formal versus informal knowledge networks in R&D: A case study using social network analysis. *R&D Management*, 37(3), 179–196.
- Alonso-Villar, O., Chamorro, J. y González, X. (2004). Agglomeration economies in manufacturing industries: The case of Spain. *Applied Economics*, 36(18), 2103–2116.
- Altenburg, T. y Meyer-Stamer, J. (1999). How to promote clusters: Policy experiences from Latin America. *World Development*, 27(9), 1693–1713.
- Arvanitis, S., Kubli, U., Sydow, N. y Wörter, M. (2007). Knowledge and technology transfer (KIT) activities between universities and firms in Switzerland - The main facts: An empirical analysis based on firm-level data. *The Icfai Journal of Knowledge Management*, 5(6), 17–75.
- Banyte, J. y Salickaitė, R. (2008). Successful diffusion and adoption of innovation as a means to increase competitiveness of enterprises. *Engineering Economics*, 1, 48–56.
- Baptista, R. (1996). Research round up: Industrial cluster and technological innovation. *Business Strategy Review*, 7(2), 59–64.
- Barge-Gil, A., 2009. Cooperation-based innovators and peripheral cooperators: An empirical analysis of their characteristics and behavior. Artículo presentado a la conferencia del Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID), Denmark.
- Becerra, F. (2008). Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica. *Innovar*, 18(32), 27–46.
- Becerra, F. y Alvarez, C. (2011). El talento humano y la innovación empresarial en el contexto de las redes empresariales: el cluster de prendas de vestir en Caldas-Colombia. *Estudios Gerenciales*, 27(119), 209–232.
- Becerra, F. y Naranjo, J. (2008). La innovación tecnológica en el contexto de los clusters regionales. *Cuadernos de Administración*, 21(37), 133–160.
- Becker, W. y Dietz, J. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms—Evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, 33, 209–223.
- Belderbos, R., Carree, M. y Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33, 1477–1492.
- Bell, G. (2005). Clusters, networks, and firm innovativeness. *Strategic Management Journal*, 26(3), 287–295.
- Benson-Rea, M. y Wilson, H. (2003). Networks, learning and the lifecycle. *European Management Journal*, 21(5), 588–597.
- Camisón, C., Lapedra, R., Segarra, M. y Boronat, M. (2003). Marco conceptual de la relación entre innovación y tamaño organizativo. *Madri+d*, 19, 49–61.
- Capello, R. (2002). Spatial and sectoral characteristics of relational capital in innovation activity. *European Planning Studies*, 10(2), 177–200.
- Capello, R. y Faggian, A. (2005). Collective learning and relational capital in local innovation processes. *Regional Studies*, 39(1), 75–87.
- Carbonara, N. (2002). New models of inter-firm networks within industrial districts. *Entrepreneurship & Regional Development*, 14(3), 229–246.
- Cardona, M., Cano, C.A., Ramírez, C.J., Gutiérrez, J., 2006. Mundos de producción de las PyMEs en Colombia: Una aproximación desde las tecnologías, la organización y las políticas industriales. Archivos de Economía. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Estudios Económicos.
- Cassiman, B. y Veugelers, R. (2002). R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium. *The American Economic Review*, 92(4), 1169–1184.
- Cassiman, B. y Veugelers, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 52(1), 68–82.
- Cerón, L. M. (2009). Biotecnología en la industria de la pulpa, y el papel: mapeo de patentes. *Revista EAN*, 67, 139–154.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective of learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128–152.
- Consejo Privado de Competitividad, 2009. Informe de competitividad 2009-2010. Ruta a la prosperidad colectiva. Disponible en: [http://www.compitem.com.co/site/wp-content/uploads/informes/2009-2010/Informe%20An%20Competitividad%20CorrBaja%20\(03%20dic%202009\).pdf](http://www.compitem.com.co/site/wp-content/uploads/informes/2009-2010/Informe%20An%20Competitividad%20CorrBaja%20(03%20dic%202009).pdf). Fecha de consulta: 30 de mayo de 2010.
- Damanpour, F. (1987). The adoption of technological, administrative, and ancillary innovations: Impact of organizational factors. *Journal of Management*, 13(4), 675–688.
- Damanpour, F. y Gopalakrishnan, S. (2001). The dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations. *Journal of Management Studies*, 38(1), 45–65.
- Damanpour, F. y Schneider, M. (2006). Phases of the adoption of innovation in organizations: Effects of environment, organization and top managers. *British Journal of Management*, 17(3), 215–236.
- Dohse, D. y Soltwedel, R. (2006). Recent developments in the research on innovative cluster. *European Planning Studies, Taylor & Francis Journals*, 14(9), 1167–1170.
- Edwards, T. (2003). Innovation and organizational change: Developments towards an interactive process perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 12(4), 445–464.
- Eraydin, A. y Armatli-Köroglu, B. (2005). Innovation, networking and the new industrial clusters: The characteristics of networks and local innovation capabilities in the Turkish industrial clusters. *Entrepreneurship and Regional Development*, 17(4), 237–266.
- European Commission, 2004. Innovation management and the knowledge-driven economy. Bruselas-Luxemburgo. Disponible en: http://cordis.europa.eu/innovation-policy/studies/im_study6.htm. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2008.
- Evangelista, R., Perani, G., Rapiti, F. y Archibugi, D. (1997). Nature and impact of innovation in manufacturing industry: Some evidence from the Italian innovation survey. *Research Policy*, 26, 521–536.
- Fabrizio, K. R. (2009). Absorptive capacity and the search for innovation. *Research Policy*, 38(2), 255–267.
- Feldman, J. y Audretsch, D. (1999). Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition. *European Economic Review*, 43(2), 409–429.
- Feldman, J., Francis, J. y Bercovitz, J. (2005). Creating a cluster while building a firm: Entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies*, 39(1), 129–141.
- Feser, E. y Bergman, E. (2000). National industry cluster templates: A framework for applied regional cluster analysis. *Regional Studies*, 34(1), 1–19.
- Filatochev, I., Piga, C. y Dyomina, N. (2003). Network positioning and R&D activity: A study of Italian groups. *R&D Management*, 33(1), 37–48.
- Forrest, J. E. (1991). Models of the process of technological innovation. *Technological Analysis & Strategic Management*, 3(4), 439–453.
- Hage, J. (1999). Organizational innovation and organizational change. *Annual Review of Sociology*, 25, 597–622.
- Hair, J. F., Black, B., Babin, B., Anderson, R. E. y Tatham, R. L. (1999). *Multivariate data analysis*. New York: Pearson Prentice Hall.
- Hartman, E., Burk, C. y Seborá, T. (1994). Information sources and their relationship to organizational innovation in small businesses. *Journal of Small Business Management*, 32(1), 36–47.
- Hauknes, J., 1999. Norwegian input-output clusters and innovation patterns, en: OECD (Ed.), Boosting innovation: The cluster approach (). OECD, París, pp. 61–90.
- Hobday, M. (2005). Firm-level innovation models: Perspectives on research in developed and developing countries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(2), 121–146.
- Humphrey, J. (1995). Industrial reorganization in developing countries: From models to trajectories. *World Development*, 23(1), 49–162.
- Jamrog, J., Vickers, M. y Bear, D. (2006). Building and sustaining a culture that supports innovation. *Human Resources Planning*, 29(3), 9–19.
- Jaramillo, H., Lugones, G. y Salazar, M. (2001). *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: RICYT/OEA/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT.

- Jensen, R. (1996). Social issues in spatial economics. *International Journal of Social Economics*, 23(4/5/6), 297–309.
- Jensen, M., Johnson, B., Lorenz, E. y Lundvall, B. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680–693.
- Johansson, S. y Karlsson, C. (2007). R&D accessibility and regional export diversity. *Annals of Regional Science*, 41(3), 501–523.
- Kaufmann, A. y Tödtling, F. (2001). Science-industry interaction in the process of innovation: The importance of boundary-crossing between systems. *Research Policy*, 30(5), 791–804.
- Kline, S. y Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. In R. Landau, & N. Rosenberg (Eds.), *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth* (pp. 275–305). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Klomp, L. y van Leeuwen, G. (2001). Linking innovation and firm performance: A new approach. *Technological Journal of the Economics of Business*, 8(3), 343–364.
- Knudsen, M. (2007). The relative importance of interfirm relationships and knowledge transfer for new product development success. *The Journal of Product Innovation Management*, 24(2), 117–138.
- Landry, R., Amara, N. y Lamari, M. (2002). Does social capital determine innovation? To what extent? *Technological Forecasting & Social Change*, 69(7), 681–701.
- Lin, B. W. y Chen, C. J. (2006). Fostering product innovation in industry networks: The mediating role of knowledge integration. *International Journal of Human Resource Management*, 17(1), 155–173.
- Löf, H. y Heshmati, A. (2002). Knowledge capital and performance heterogeneity: A firm-level innovation study. *International Journal of Production Economics*, 76(1), 61–85.
- López, G. (2006). Perspectivas para el análisis de la innovación: un recorrido por la teoría. *Cuadernos de Administración*, 19(32), 243–273.
- López, L. y Calderón, G. (2005). Factores socioculturales que influyen en la consolidación de un conglomerado empresarial: el caso del microcluster de herramientas de Caldas. *Cuadernos de Administración*, 18(30), 165–192.
- Mahemba, C. y de Bruijn, E. (2003). Innovation activities by small and medium-sized manufacturing enterprises in Tanzania. *Creativity and Innovation Management*, 12(3), 162–172.
- Medda, G., Piga, C. y Siegel, D. (2005). University R&D and firm productivity: Evidence from Italy. *Journal of Technology Transfer*, 30(1/2), 199–205.
- Meyer-Stamer, J. (1999). *Estrategias de desarrollo local/regional: cluster, políticas de ubicación y competitividad sistémica*. Proyecto meso-NRW, Joinville, Brasil: Instituto para desarrollo y paz, Universidad Duisburg y Fundação Empreender.
- Minguzzi, A. y Passaro, R. (2000). The network of relationships between the economic environment and the entrepreneurial culture in small firms. *Journal of Business Venturing*, 16(2), 181–207.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2009. Desarrollando sectores de clase mundial en Colombia. Sector turismo de salud. Disponible en: www.acolgen.org.co/jornada2gen/AnalIndexSectorosTallaMundial.pdf. Fecha de consulta 30 de mayo de 2010.
- Monjon, S. y Waelbroeck, P. (2003). Assessing spillovers from universities to firms: Evidence from French firm-level data. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1255–1270.
- Muscio, A. (2006). Patterns of innovation in industrial districts: An empirical analysis. *Industry and Innovation*, 13(3), 291–312.
- Nassimbeni, G. (2003). Local manufacturing systems and global economy: Are they compatible? The case of the Italian eyewear district. *Journal of Operations Management*, 21(2), 151–171.
- Novick, M., Carrillo, J., 2006. Eslabonamientos productivos globales y actores locales: debates y experiencias en América Latina [consultado 16 Ene 2008]. Disponible en: <http://colef.net/ApWp-JCarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU311.pdf>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw Hill.
- Obenchain, M., 2002. Organizational culture and organizational innovation in not-for-profit, private and public institutions higher education [PhD thesis]. Nova Southeastern University.
- Obenchain, A. y Johnson, W. (2004). Product and process innovation in service organizations: The influence of org. *Journal of Applied Management and Entrepreneurship*, 9(3), 91–113.
- OECD, 1999a. Boosting innovation: The cluster approach. OECD, París.
- OECD, 1999b. Managing national innovation systems. OECD, París.
- OECD/EUROSTAT, 2005. Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data. OECD/EUROSTAT, París. Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (Trad. 2006). Grupo TRAGSA, Madrid.
- OECD/FECYT, 2002. Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Fundación Española Ciencia y Tecnología, Madrid.
- Padmore, T., Schuetze, H. y Gibson, H. (1998). Modeling systems of innovation: An enterprise-centered view. *Research Policy*, 26, 605–624.
- Pérez, C. (2001). El cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL*, 75, 115–136.
- Pietrobelli, C. y Barrera, T. (2002). Enterprise clusters and industrial districts in Colombia's fashion sector. *European Planning Studies*, 10(5), 541–562.
- Porter, M. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. Vergara Editores: Buenos Aires.
- Porter, M. (1999). *Ser competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones*. Bilbao: Ediciones Deusto.
- Rammer, C. y Schmiele, A. (2009). Drivers and effects of internationalizing innovation by SMEs. *The Icfai University Journal of Knowledge Management*, 7(2), 18–61.
- Roper, S. (2001). Innovation, networks and plant location: Some evidence for Ireland. *Regional Studies*, 35(3), 215–228.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31.
- Saren, M. (1984). A classification and review of models of the intra-firm innovation process. *R&D Management*, 14(1), 11–24.
- Seddighi, H. y Huntley, P. (2007). R&D activities in a peripheral region: An empirical study with special reference to the North East region of the UK. *Economics of Innovation & New Technology*, 16(3), 211–225.
- Seufert, A., von Krogh, G. y Bach, A. (1999). Towards knowledge networking. *Journal of Knowledge Management*, 3(3), 180–190.
- Slappendel, C. (1996). Perspectives on innovation in organizations. *Organization Studies*, 17(1), 107–129.
- Tether, B. (2002). Who co-operates for innovation, and why an empirical analysis. *Research Policy*, 31, 947–967.
- Tracey, P. y Clark, G. (2003). Alliances, networks and competitive strategy: Rethinking cluster of innovation. *Growth and Change*, 3(1), 1–16.
- Valero, E. A. (2002). Clusters de empresas en la industria gráfica colombiana: dificultades y oportunidades. *Innovar*, 19, 49–68.
- Van Beers, C., Berghäll, E. y Poot, T. (2008). R&D internationalization, R&D collaboration and public knowledge institutions in small economies: Evidence from Finland and the Netherlands. *Research Policy*, 37, 294–308.
- Viladecans-Marsal, E. (2004). Agglomeration economies and industrial location: City-level evidence. *Journal of Economic Geography*, 4, 565–582.
- Vinding, A. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation & New Technology*, 15(4/5), 507–517.
- Wörterter, M., 2007. Driving forces for research and development strategies an empirical analysis based on firm-level panel data. KOF Working Paper, 184, Zurich. Disponible en: <http://www.kof.ethz.ch/en/publications/p/kof-working-papers/184/>. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2008.
- Wörterter, M., 2009. Technology proximity between firms and universities and technology transfer. KOF Working Paper, 222, Zurich. Disponible en: <http://www.kof.ethz.ch/en/publications/p/kof-working-papers/222/>. Fecha de consulta 15 de junio de 2010.
- Wolfe, R. (1994). Organizational innovation: Review, critique and suggested research directions. *Journal of Management Studies*, 31(3), 405–431.