

**REDES COLABORATIVAS: LAS RELACIONES INTER-ORGANIZATIVAS DE
SEGUNDO ORDEN Y EL DESEMPEÑO DE INNOVACIÓN**

JULIAN EDUARDO MORA MORENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015

**REDES COLABORATIVAS: LAS RELACIONES INTER-ORGANIZATIVAS DE
SEGUNDO ORDEN Y EL DESEMPEÑO DE INNOVACIÓN**

JULIAN EDUARDO MORA MORENO

Trabajo para optar al título de Magister en Ingeniería Industrial

Director: PhD(c). HUGO ERNESTO MARTINEZ ARDILA

Codirector: PhD. JAIME ALBERTO CAMACHO PICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y la esperanza para afrontar todo el camino recorrido.

A mi familia que ha apoyado cada decisión tomada.

A mi madre por enseñarme la capacidad del perdón, la compasión y la bondad.

A mi padre por enseñarme que la honestidad es innegociable.

A mi hermano por su compañía a lo largo de este viaje.

A Yese por tomar mi mano incondicionalmente en cada paso dado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 REDES, TIPOS DE RELACIONES E INNOVACIÓN	15
1.2 PATENTES E INNOVACIÓN	17
1.3 PERFIL TECNOLÓGICO, DISTANCIA TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN	18
2. HIPÓTESIS	19
3. METODOLOGÍA	21
3.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA	21
3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS	23
3.2.1 Selección del sector	23
3.2.2 Selección del año de análisis	23
3.2.3 Selección de los códigos de clasificación de patentes	24
3.2.4 Búsqueda de patentes	24
3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS	25
3.3.1 Limpieza de datos	25
3.3.2 Clasificación de patentes	25
3.3.3 Determinación de los perfiles tecnológicos	26
3.3.4 Determinación de las relaciones de segundo orden	27
3.3.5 Muestra	28
3.4 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO	28
3.4.1 Modelo estadístico	30
4. RESULTADOS	31
5. CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representaciones de redes	16
Figura 2. Hipótesis 1 planteada	19
Figura 3. Diagrama de flujo de la revisión	22
Figura 4. Redes inter-organizativas obtenidas	26
Figura 5. Determinación de relaciones de segundo orden	27
Figura 6. Patentes biotecnológicas	32
Figura 7. Efecto de la distancia de primer y segundo orden en el desempeño innovador	36

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de Variables	31
Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables	33
Tabla 3. Matriz de correlaciones	33
Tabla 4. Regresiones de los modelos	34

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Protocolo para la revisión de literatura	44
Anexo B. Ponencia realizada	52

RESUMEN

TÍTULO: REDES COLABORATIVAS: LAS RELACIONES INTER-ORGANIZATIVAS DE SEGUNDO ORDEN Y EL DESEMPEÑO DE INNOVACIÓN*

AUTOR: Julián Eduardo Mora Moreno**

PALABRAS CLAVE: redes inter-organizativas, innovación, alianzas de segundo orden, patentes.

DESCRIPCIÓN:

La comprensión de la dinámica entre las redes inter-organizativas y la innovación es un factor estratégico para la competitividad y supervivencia de las compañías en el mundo globalizado de hoy. Por tal motivo, el estudio de dicha temática ha presentado un crecimiento sostenido durante las últimas décadas. Sin embargo, aún no existe un consenso general acerca de los factores intrínsecos de las firmas y estructurales de las redes que favorecen el desempeño innovador.

El objetivo de esta investigación es determinar la relación entre el desempeño innovador de las firmas y sus relaciones de segundo orden. Para ello, se establece la red de alianzas mediante el uso de patentes biotecnológicas conjuntas y se utiliza la distancia tecnológica promedio de dichas relaciones como la variable independiente del modelo. El resultado principal de este documento, es el hallazgo de una relación cuadrática positiva entre el desempeño innovador de las firmas y la distancia tecnológica de las relaciones de segundo orden. Dicho resultado tiene dos implicaciones. La primera es que el desempeño innovador de cada una de las firmas inmersas en una red de alianzas no puede ser optimizado simultáneamente. La segunda es que los tomadores de decisión tienen que considerar la vecindad del segundo orden para establecer alianzas óptimas en términos de innovación y así mejorar la ventaja competitiva de las firmas. Por lo tanto esta investigación aporta una nueva perspectiva para entender y mejorar la innovación en redes inter-organizativas.

* Trabajo de investigación

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Maestría en Ingeniería Industrial. Director: Hugo Ernesto Martínez Ardila. Codirector: Jaime Alberto Camacho Pico.

ABSTRACT

TITLE: COLLABORATIVE NETWORKS: SECOND ORDER INTERFIRM RELATIONS AND INNOVATION PERFORMANCE*

AUTHOR: Julián Eduardo Mora Moreno**

KEYWORDS: Interfirm networks, innovation, second order relation, patents.

DESCRIPTION:

Understanding the dynamics between interfirm networks and innovation is a strategic factor for companies' competitiveness and survival in the globalized world of today. For this reason, the study of this field has a sustained growth in recent decades. However, there is still no consensus about firm intrinsic and network structural factors that enhance innovative performance.

The main objective of this research is determining the relationship between firms' innovative performance and their second-order relations. In order to accomplish it, the network of alliances is built using biotechnological joint patents and the independent variable of the proposed model is the technological distance of second-order relations. The main result of this research is the finding of a positive quadratic relationship between the innovative performance of firms and second-order technological distance. This result has two implications. The first one is that the innovative performance of each firm embedded in a specific network cannot be optimized simultaneously. The second one is that firm's decision makers have to take into account the second-order neighborhood to establish optimal alliance in terms of innovation and enhance firm's competitive advantage. For those reasons, this research set a new perspective in order to understand and improve innovation in interfirm networks.

* Research Work.

** Faculty of Physical-Mechanical engineering, School of Industrial and Business Studies, Master in Industrial Engineering. Advisor: Hugo Ernesto Martínez Ardila. Co-advisor: Jaime Alberto Camacho Pico.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas el incremento en la intensidad de la competencia de los mercados, la aceleración en el ritmo del cambio tecnológico y la reducción de los ciclos de vida de los productos, han forzado a las compañías a crear y comercializar sus bienes y/o servicios con un alto grado de eficiencia^{1,2}. Además, dicho dinamismo ha convertido las capacidades de innovación de las firmas en determinantes para el crecimiento económico³ y la supervivencia en el largo plazo⁴, razón por la cual las firmas están en una constante búsqueda de estrategias y mecanismos que mejoren sus procesos y su desempeño de innovación.

Uno de estos mecanismos es el establecimiento de alianzas estratégicas, entendidas como acuerdos cooperativos para el intercambio recíproco de tecnología y para el esfuerzo conjunto en investigación entre actores independientes, los cuales mantienen su propia identidad corporativa durante la colaboración⁵. Estudios previos han encontrado que las alianzas aceleran y mejoran el aprendizaje intra-organizacional y son un mecanismo que incrementa la recombinación del conocimiento⁶. Las alianzas preservan recursos, comparten el riesgo entre compañías, dan paso a nuevas tecnologías y permiten ganar posicionamiento en el mercado⁷. Además, las firmas recurren a estas formas de colaboración para adquirir nuevos conocimientos tecnológicos⁸, compensar la miopía organizacional⁹ y acelerar sus procesos de I+D^{10,11}. Como resultado, en los

¹ LIN, Chinho, *et al.* The alliance innovation performance of R&D alliances—the absorptive capacity perspective. En: Technovation, 2012, Vol.32, No.5, p.282–292.

² TSAI, Kuen-Hung. Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. En: Research Policy, 2009, Vol.38, No.5, p.765-778.

³ NIETO, Maria J. y Santamaría, Lluís. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. En: Technovation, 2007, Vol.27, p.367-377.

⁴ SAMPSON, Rachelle. R&D Alliances and Firm Performance: the Impact of Technological Diversity and Alliance Organization on Innovation. En: Academy of Management Journal, 2007, Vol.50, No.2, p.364-386.

⁵ GILSING, Victor; LEMMENS, Charmianne y DUYSTERS, Geert. Strategic Alliance Networks and Innovation: A Deterministic and Voluntaristic View Combined. En: Technology Analysis y Strategic Management, 2007, Vol.19, No.2, p. 227-249.

⁶ GILSING, Victor, *et al.* Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. En: Research Policy, 2008, Vol.37, No.10, p.1717–1731.

⁷ OLIVER, Amalya. Strategic Alliances and the Learning Life-Cycle of Biotechnology Firms. En: Organization Studies, 2001, Vol.22, No.3, p.467-489.

⁸ HAGEDOORN, John. Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. En: Research Policy, 2002, Vol.31, No.4, p.477–492.

⁹ WUYTS, Stefan, *et al.* Empirical tests of optimal cognitive distance. En: Journal of Economic Behavior and Organization, 2005, Vol. 58, No. 2, p. 277-302.

¹⁰ GILSING, Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density, *Op. cit.*, p.1717–1731.

¹¹ NIETO, *Op. cit.*, p.367-377.

sectores de alta tecnología, las alianzas estratégicas se han convertido en elementos esenciales en las estrategias de innovación empresarial¹².

Investigaciones recientes se han centrado en el estudio del efecto de las relaciones directas o de primer orden y de las relaciones indirectas en el desempeño innovador de las firmas. Una relación directa hace referencia a una alianza estratégica entre firmas y una indirecta, como la relación entre dos firmas a través de una firma en común, es decir sin tener ninguna relación directa entre ellas. Los resultados han demostrado que aunque las relaciones de primer orden y las indirectas afectan positivamente el desempeño innovador de las firmas, las primeras tienen un efecto más significativo^{13,14,15}. Por otro lado, se ha estudiado el efecto de la distancia tecnológica (diferencia de las bases de conocimiento) entre firmas aliadas en el desempeño innovador, encontrándose una relación de forma U-invertida. Sin embargo, en lo mejor de nuestro conocimiento, ninguno de los estudios analiza las relaciones de segundo orden, las cuales se definen como las relaciones directas que tienen las firmas aliadas con otras firmas. Por esta razón dichas relaciones serán estudiadas en este trabajo. En el presente estudio exploramos la relación entre la distancia tecnológica de las relaciones de segundo orden y el desempeño innovador. Los principales resultados de este artículo son la comprobación de la existencia de la relación mencionada anteriormente y el hallazgo de que el desempeño innovador de las firmas de una red de alianzas no puede ser optimizado simultáneamente.

¹² VANHAVERBEKE, Wim, et al. The Role of Alliance Network Redundancy in the Creation of Core and Non-core Technologies. En: Journal of Management Studies, 2009, Vol. 46, No. 2, p. 215-244.

¹³ AHUJA, Gautam. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation : A Longitudinal Study. En: Administrative Science Quarterly, 2000, vol. 45, no. 3, p. 425–455.

¹⁴ NOOTEBOOM, Bart, et al. Optimal cognitive distance and absorptive capacity. En: Research Policy, 2007, Vol.36, No.7, p.1016-1034.

¹⁵ SALMAN, Nader y SAIVES, Anne-Laure. Indirect networks: an intangible resource for biotechnology innovation. En: R&D Management. 2005, Vol. 35, No. 2, p. 203-215.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 REDES, TIPOS DE RELACIONES E INNOVACIÓN

Una red inter-organizativa es el conjunto de firmas que interactúan en un entorno económico mediante relaciones de primer orden¹⁶. Dicha red puede ser modelada de dos formas. La primera, mediante una matriz de adyacencia, la cual indica el número de relaciones directas entre firmas, tal como se observa en la Figura 1.a). La segunda forma es mediante un grafo en donde los nodos hacen referencia a las firmas y los enlaces a las relaciones directas entre ellas, tal como se observa en la Figura 1.b). Para analizar una firma particular dentro de una red se analiza solo una fracción de la red general donde esta tiene influencia. Este tipo de red se denomina red ego y está compuesta por dos tipos de nodos. El primer tipo es el nodo específico en el cual se quiere hacer énfasis, denominado Nodo Ego el cual en la Figura 1.b) es el nodo A. El segundo tipo son los nodos con los cuales el nodo ego tiene relaciones en la vecindad de primer orden, los cuales se denominan, Nodos Alters, los cuales en la Figura 1.b) son los nodos B, C, D¹⁷. Sin embargo, para el presente estudio es necesario tener en cuenta la vecindad de segundo orden respecto a una firma ego, ya que las relaciones de dicha vecindad son el objeto de estudio de este trabajo. En la Figura 1.b) los nodos del segundo orden respecto a A son F, E y G.

Además de lo descrito anteriormente, existen 2 tipos de relaciones que han sido estudiadas en la literatura: las relaciones de primer orden o directas y las relaciones indirectas. Las relaciones de primer orden, son aquellos acuerdos establecidos entre dos compañías de los cuales existe un documento o un resultado formal. En la Figura 1.b), las relaciones de primer orden para A son A-C, A-B y A-D. Por otro lado, las relaciones indirectas son aquellas que se establecen entre dos compañías a través de una firma en común, pero sin tener ninguna relación directa entre ellas. En la Figura 1.b), las relaciones indirectas respecto a A son A-G, A-F y A-E. En este trabajo, analizamos las relaciones de segundo orden, las cuales definimos como las relaciones directas de las firmas alter excluyendo la que tienen con el nodo ego. En la Figura 1.b), dichas relaciones respecto a A son F-C, G-D, E-B.

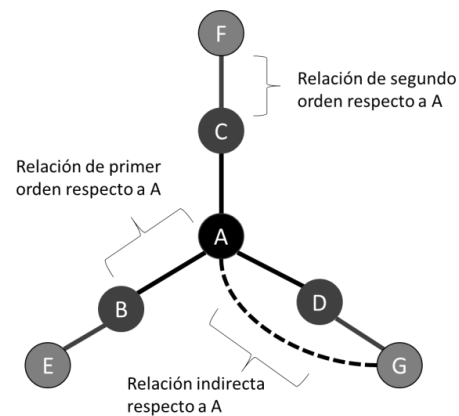
¹⁶ SCHILLING, Melissa A. y PHELPS, Corey C. Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation. *En: Management Science*, 2007, Vol.53, No.7, p.1113-1126.

¹⁷ BORGATTI, Stephen; EVERETT, Martin; JOHNSON, Jeffrey. *Analyzing Social Networks*. Primera Edición, London: SAGE Publications Ltd, 2013.

Figura 1. Representaciones de redes.
a) Matriz de adyacencia. b) Grafo

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	1	1	1	0	0	0
B	1	0	0	0	1	0	0
C	1	0	0	0	0	1	0
D	1	0	0	0	0	0	1
E	0	1	0	0	0	0	0
F	0	0	1	0	0	0	0
G	0	0	0	1	0	0	0

a)



b)

Existen varias conclusiones sobre el efecto de las diferentes relaciones definidas anteriormente y el desempeño de innovación de las firmas en las alianzas. En primer lugar, el número de relaciones directas que tiene una firma ego en una red inter-organizativa tiene un efecto lineal positivo respecto al desempeño innovador de las firmas, ya que dichas relaciones son un canal de comunicación por el cual se difunde conocimiento, se proporciona complementariedad a los procesos y habilidades y se brinda escalabilidad a los proyectos^{18,19}. Por otro lado, se ha demostrado que el número de relaciones indirectas afecta positivamente la innovación de las firmas. Esto se debe a que dichas relaciones sirven como puentes entre grupos de información no redundantes lo que proporciona un mayor y más rápido acceso a información y a oportunidades novedosas, una aceleración en el aprendizaje de las firmas y fomentan la transferencia de conocimiento^{20,21}, sin el costo asociado al mantenimiento de relaciones directas²². Más aún, las relaciones indirectas han sido identificadas como un recurso estratégico intangible para las organizaciones del sector biotecnológico²³. Sin embargo, el impacto de

¹⁸ AHUJA, Op. cit., p. 425–455.

¹⁹ NOOTEBOOM, Op. cit., p.1016-1034.

²⁰ GILSING, Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density, Op. cit., p.1717–1731.

²¹ OWEN-SMITH, Jason y POWELL, Walter W. Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. *En*: Organization Science, 2004, Vol.15, No.1, p.5-21.

²² BURT, Ronald. The Social Structure of Competition. *En*: Networks and organizations, primera edición, Cambridge: Harvard University Press, 1992. p. 57–91.

²³ SALMAN, Op. cit., p. 203-215.

las relaciones indirectas en la innovación es menor en magnitud al de las relaciones directas²⁴.

Por otro lado, ninguno de los estudios encontrados en la literatura estudia el efecto de las relaciones de segundo orden en el desempeño de innovación de las firmas.

1.2 PATENTES E INNOVACIÓN

Una patente es un derecho exclusivo sobre un producto o proceso que generalmente ofrece una nueva forma para hacer algo o una nueva solución técnica a un problema²⁵. Adicionalmente, las patentes se clasifican de acuerdo a diferentes sistemas jerárquicos de conocimiento tales como la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) o la Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC), entre otras.

La gran mayoría de estudios encontrados utilizan el número de patentes como una variable que representa el desempeño en innovación de las firmas. Esto se debe a que las patentes son un indicador confiable y no sesgado de novedad tecnológica y esfuerzo en innovación^{26,27}. Además, las patentes son la medida más útil para examinar la colaboración global de tecnología, son validadas externamente, están disponibles públicamente, son continuamente actualizadas y proveen información específica y detallada para el seguimiento de actividades inventivas²⁸. Sin embargo, las patentes no son un indicador perfecto, ya que algunas invenciones no son patentables y otras no lo son por razones estratégicas^{29,30}. Además, la tendencia a patentar las invenciones varía significativamente entre sectores³¹ y la clasificación de patentes está sujeta a errores³². Para sobrellevar estos inconvenientes, los estudios se realizan sobre sectores industriales dinámicos donde las patentes son indicadores significativos de actividad inventiva.

²⁴ AHUJA, Op. cit., p. 425–455.

²⁵ World Intellectual Property Organization. Preguntas frecuentes [En línea]. http://www.wipo.int/patents/en/faq_patents.html [consultado el 1 de Diciembre de 2014]

²⁶ GRILICHES, Zvi. Patent Statistics as Economic Indicators : A Survey. En: Journal of Economic Literature, 1990, Vol. 28, No.4, p.1661–1707.

²⁷ NAM, Yoonjae y BARNETT, George A. Globalization of technology: Network analysis of global patents and trademarks. En; Technological Forecasting and Social Change, 2011, Vol.78, No.8, p.1471-1485.

²⁸ Ibíd., p. 1471-1485.

²⁹ AHUJA, Op. cit., p. 425–455.

³⁰ GOMES-CASSERES, Benjamin; HAGEDOORN, John y JAFFE, Adam. Do alliances promote knowledge flows? En: Journal of Financial Economics, 2006, vol. 80, no. 1, p. 5-33.

³¹ LIN, Op. cit p.282–292.

³² STELLNER, Florian. Technological distance measures: theoretical foundation and empirics. DRUID Society Conference 2014, CBS, Copenhagen.

Un tipo de patente utilizado para determinar las relaciones de primer orden de las firmas son las patentes conjuntas. Dichas patentes se definen como una invención de propiedad exclusiva de dos o más firmas³³, la cual representa el resultado de innovación de una alianza estratégica³⁴.

1.3 PERFIL TECNOLÓGICO, DISTANCIA TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN

Un perfil tecnológico es un indicador de las bases de conocimiento presentes en una firma. Por otro lado, la distancia tecnológica se define como la distancia entre los perfiles tecnológicos de dos firmas³⁵. Por lo tanto, la distancia tecnológica es un indicador de la diferencia entre las bases de conocimiento de dos firmas.

La distancia tecnológica puede ser calculada de diferentes maneras como la distancia euclidiana, el coseno de Jaffe, la correlación de ventaja tecnológica revelada (CRTA), entre otros. Estudios previos muestran que el desempeño innovador se relaciona con la distancia tecnológica de las relaciones de primer orden siguiendo una forma cuadrática invertida^{36,37}, comportamiento que se explica porque distancias tecnológicas pequeñas desfavorecen la novedad tecnológica en el conocimiento compartido y porque distancias grandes impiden el entendimiento inter-organizacional, por lo cual, existe una distancia tecnológica que optimiza el desempeño innovador entre firmas.

³³ BRIGGS, Kristie y WADE, Mary. More is better : evidence that joint patenting leads to quality innovation. En: Applied Economics, 2014, vol. 46, no. 35, p. 37–41.

³⁴ KIM, Changsu y SONG, Jaeyong. Creating new technology through alliances: An empirical investigation of joint patents. En: Technovation, 2007, Vol.27, No.8, p.461–470.

³⁵ STELLNER, Op. cit.

³⁶ LIN, Op. cit, p.282–292.

³⁷ NOOTEBOOM, Op. cit. p.1016-1034.

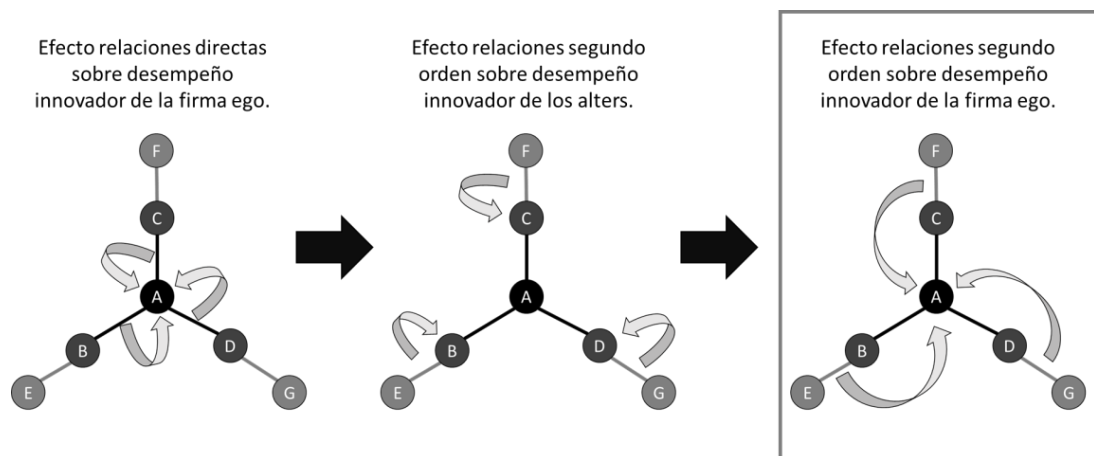
2. HIPÓTESIS

Las relaciones de primer orden que conforman las redes inter-organizativas son consideradas como los canales esenciales para el flujo de información en los mercados³⁸. Sin embargo aún se desconoce hasta que nivel de distancia dentro de dicha red, la información y conocimiento de las firmas en dichos niveles aún tienen influencia en las firmas. En los estudios encontrados, solo se han estudiado las relaciones de primer orden.

El desempeño innovador de las firmas es afectado por las diferencias con el conocimiento e información de sus alters³⁹, debido a que las relaciones de primer orden condicionan el flujo de información y conocimiento al cual tienen acceso las firmas involucradas. Considerando que las relaciones de segundo orden son relaciones de primer orden respecto a los alters y por tanto afectan el conocimiento e información de estos, inferimos que debe existir una relación entre las relaciones de segundo orden y el desempeño en innovación de las firmas ego, tal como se observa en la Figura 2.

H1. Las relaciones de segundo orden tienen una relación con el desempeño innovador de las firmas ego.

Figura 2. Hipótesis 1 planteada.



Como se ha observado que valores pequeños de distancia tecnológica disminuyen la novedad del conocimiento que puede llegar al ego y valores grandes impiden el flujo de conocimiento hacia la firma ego, es de esperar que dicha relación conserve la relación U invertida respecto al desempeño innovador de las firmas

³⁸ OWEN-SMITH, Op. cit, p.5-21

³⁹ PETRUZZELLI, Antonio. The impact of technological relatedness, prior ties, and geographical distance on university-industry collaborations: A joint-patent analysis. En: Technovation, 2011, Vol.31, No.7, p.309-319.

ego observada en relaciones de primer orden^{40,41} . Es decir, se esperaría que los valores extremos de distancia tecnológica de segundo orden desfavorezcan la innovación de las firmas ego y, de modo análogo, existirá un valor de distancia tecnológica que optimizará dicha relación.

H2. El desempeño innovador es función parabólica invertida de la distancia tecnológica de las relaciones de segundo orden.

⁴⁰ GILSING, Victor y NOOTEBOOM, Bart. Density and strength of ties in innovation networks : An analysis of multi-media and biotechnology. En: CentER Discussion Paper, 2005, No 41.

⁴¹ PETRUZZELLI, Op. cit., p.309-319.

3. METODOLOGÍA

El posicionamiento epistemológico de esta investigación es post-positivista con un enfoque cuantitativo. La metodología implementada en esta investigación consta de 4 fases, las cuales son:

1. Revisión sistemática de la literatura.
2. Recolección de datos.
3. Procesamiento de datos.
4. Establecimiento del modelo.

3.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

La revisión sistemática realizada se basó en el trabajo realizado por Tranfield *et al*⁴², con el fin de obtener resultados transparentes, científicos y replicables. Siguiendo este estudio, se realizaron las tres etapas sugeridas: la fase de planeación, la ejecución de la revisión y la fase de reporte y publicación de los hallazgos.

En la primera etapa se realizó un protocolo para planificar y orientar el proceso, el cual se describe en el A A. En este documento se definió que la búsqueda de documentos científicos debía estar enfocada al entendimiento de la relación entre las redes inter-organizativas y la innovación. Además, se definieron 3 fuentes de información para la búsqueda de documentos: las bases de datos científicas, la sugerencia de expertos y el seguimiento de citas. La base de datos científica escogida fue la Web of Science debido al alto impacto de sus publicaciones indexadas y a su reconocimiento internacional⁴³. Sólo artículos científicos fueron tenidos en cuenta debido a su mayor rigurosidad respecto a otros documentos.

En la segunda fase, se diseñó una ecuación de búsqueda, la cual fue definida después de un proceso iterativo de identificación de principales palabras clave y la asesoría de expertos. Las principales palabras clave establecidas fueron alianza, innovación, innovador, inter-organizativa y análisis de redes. Las categorías de búsqueda seleccionadas fueron administración, negocios y economía debido a que éstas son las áreas de conocimiento donde se concentra la mayor parte de la literatura. La ecuación de búsqueda definitiva fue:

⁴² TRANFIELD, David; DENYER, David y SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. En: British Journal of Management, 2003, Vol.14, No.3, p.207-222.

⁴³ CHADEGANI, Arezoo, et al. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. En: Asian Social Science, 2013, vol.9, no.5, p. 18–26.

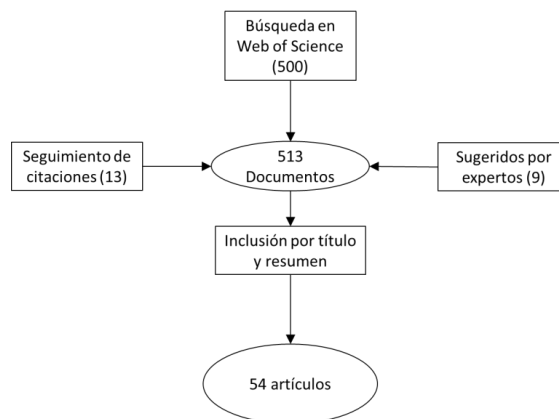
(TI=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR TS=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR TI=("network analysis" AND innovat*) OR TI=(innovat* AND network*) OR TS=("second order" AND network*) OR TI=("second order" AND network*)) AND DOCUMENT TYPES: (Article). Refined by: WEB OF SCIENCE CATEGORIES=(MANAGEMENT OR BUSINESS OR ECONOMICS)

En total se obtuvieron un total de 500 resultados⁴⁴. De otra parte, se utilizó el seguimiento de citas como método para buscar documentos adicionales, el cual consiste en la identificación de artículos que citan documentos seminales para la investigación. Este proceso permitió identificar 13 documentos y 9 más fueron sugeridos por expertos. Los artículos encontrados fueron filtrados por título y resumen evaluando su pertinencia hacia los objetivos principales del protocolo. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos que proporcionen antecedentes o que fundamenten la relación entre la innovación y las redes inter-organizativas.
- Artículos que referencien las relaciones de primer orden y las indirectas.

El proceso de inclusión tuvo como resultado la selección de 54 artículos que fueron leídos en su totalidad y analizados con el apoyo del software de análisis cualitativo MAXQDA, acción que posibilitó la asignación de códigos específicos que permitieron la agrupación y clasificación de la información con la cual se estableció al marco conceptual del tema. En la Figura 3 se muestra el diagrama de flujo de la búsqueda de documentos.

Figura 3. Diagrama de flujo de la revisión



La tercera etapa del proceso finalizó con la ponencia titulada “Redes inter-organizativas y su desempeño de innovación: Una revisión sistemática de la

⁴⁴ La búsqueda fue realizada para el periodo de tiempo comprendido entre el año 2000 y el 28 de Febrero de 2014.

literatura”, presentada en el IV Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación (COGESTEC 2014), el cual se encuentra en el Anexo B.

3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

3.2.1 Selección del sector. El entorno de investigación de este trabajo es el sector biotecnológico. Varias razones soportan la escogencia de este sector. En primer lugar, este sector ha sido identificado como el de mayor frecuencia de alianzas⁴⁵ y las patentes generadas en él son indicadores significativos de actividad inventiva⁴⁶. Adicionalmente es uno de los sectores más competitivos e intensivos en conocimiento de la economía⁴⁷ y la comercialización de biotecnología es caracterizada por una amplia cooperación entre firmas⁴⁸. En segundo lugar, se escogieron patentes que han sido aplicadas en la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), seleccionada teniendo en cuenta que las invenciones más valiosas son patentadas en los países más desarrollados⁴⁹ y a que el mercado estadounidense es un centro de innovación en el sector biotecnológico a nivel mundial⁵⁰.

3.2.2 Selección del año de análisis. La crisis financiera del año 2008, afectó el sector biotecnológico y conllevó a un periodo de alto dinamismo en los años posteriores en cuanto al establecimiento de alianzas estratégicas y fusiones entre firmas⁵¹. Para medir el efecto de dichas alianzas y teniendo en cuenta que la duración promedio de las alianzas del sector biotecnológico es de 3 años⁵², el año 2012 fue seleccionado para este propósito.

⁴⁵ HAGEDOORN, Op. cit., p.477–492.

⁴⁶ SALMAN, Op. cit. p. 203-215.

⁴⁷ GAY, Brigitte y DOUSSET, Bernard. Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. En: Research Policy, 2005, Vol. 34, No. 10, p. 1457–1475.

⁴⁸ ROTHARMEL, Frank y DEEDS, David. Exploration and exploitation alliances in biotechnology: a system of new product development. En: Strategic Management Journal, 2004, Vol.25, No.3, p. 201-221.

⁴⁹ NAM, Op.cit., p.1471-1485.

⁵⁰ PHENE, Anupama; FLADMÖE-LINDQUIST, Karin y MARSH, Laurence. Breakthrough innovations in the U.S. biotechnology industry: the effects of technological space and geographic origin. En: Strategic Management Journal, 2006, Vol.27, No.4, p.369-388.

⁵¹ BEHNER, Peter, et al. Pharmaceutical Companies in the Economic Storm [En línea], 2009. Disponible en: <http://www.strategyand.pwc.com/global/home/what-we-think/reports-white-papers/article-display/pharmaceutical-companies-economic-storm-navigating>. [consultado el 1 de Junio de 2015]

⁵² PANGARKAR, Nitin. Determinants of Alliance Duration in Uncertain Environments: The Case of the Biotechnology Sector. En: Long Range Planning, 2003, Vol.36, No.3, p.269-284.

3.2.3 Selección de los códigos de clasificación de patentes. Existen 2 fuentes para la selección de los códigos asociados al sector bajo estudio. La organización para la propiedad intelectual (OMPI) tiene su propia clasificación de los sectores industriales según los códigos de la clasificación internacional de patentes (IPC)⁵³. Para el sector biotecnológico, se tienen los siguientes 8 códigos:

C07G; C07K; C12M; C12N; C12P; C12Q; C12R; C12S

Por otro lado, la OCDE (*Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*) también tiene su propia categorización de los códigos IPC para biotecnología⁵⁴, la cual se compone de 30 códigos, así:

[A01H1/00, A01H4/00, A61K38/00, A61K39/00, A61K48/00, C02F3/34, C07G(11/00, 13/00, 15/00), C07K(4/00, 14/00, 16/00, 17/00, 19/00), C12M, C12N, C12P, C12Q, C12S, G01N27/327, G01N33/(53*, 54*, 55*, 57*, 68, 74, 76, 78, 88, 92)].⁵⁵

Para esta investigación se decidió utilizar los códigos suministrados por la OCDE debido a su especificidad (más de 4 caracteres por código) y su vigencia durante los últimos años.

3.2.4 Búsqueda de patentes. En este estudio las patentes serán usadas como el indicador de actividad inventiva de las firmas. Para ello, se usó el software Matheo Patent XE para la búsqueda y descarga de información. El buscador de patentes seleccionado fue Esp@cenet debido a su alta cobertura sobre las patentes estadounidenses la cual existe desde 1836⁵⁶ y su actualización es semanal. En total 20857 patentes fueron descargadas.

⁵³ SCHMOCH, Ulrich. Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). [En línea]. Disponible En: www.wipo.int/ipstats/en/statistics/technology_concordance.html [consultado el 1 de Diciembre de 2014].

⁵⁴ OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. A framework for biotechnology statistics. 2005. Disponible en: www.oecd.org/sti/biotech/aframeworkforbiotechnologystatistics.htm [consultado Diciembre 2014].

⁵⁵ Estos códigos IPC también incluyen los subgrupos de hasta 1 dígito (0 o 1 dígito). Por ejemplo, adicional al código G01N 33/54, los códigos G01N 33/541 y G01N 33/549, están incluidos.

⁵⁶ EUROPEAN PATENT OFFICE. Global patent data coverage. 2011. Disponible en: <http://www.epo.org/gpdc> [consultado el 1 de Junio de 2015]

3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS

3.3.1 Limpieza de datos. Para determinar si una patente es conjunta se debe establecer si el campo de aplicantes tiene dos o más firmas. Sin embargo uno de los problemas más comunes encontrados en las patentes, para determinar patentes conjuntas, es la presencia de inventores en el campo de aplicantes. Por lo tanto, en primer lugar, se eliminaron los inventores de dicho campo mediante el software Matheo Patent Xe. Posteriormente, se diseñaron 2 algoritmos que fueron programados y ejecutados en el software Matlab y que cumplen las siguientes tareas:

- Eliminación de patentes repetidas dejando el documento más actualizado.
- Extracción de patentes conjuntas.

Luego de eliminar patentes repetidas, el número de documentos para analizar fue de 17002.

3.3.2 Clasificación de patentes. Esta fase constó de 2 objetivos, el primero obtener la matriz de adyacencia de la red de alianzas anterior al año 2012 y el segundo, obtener la respectiva red de alianzas inter-organizativas.

El primer objetivo fue cumplido con éxito mediante el diseño de algoritmos bajo el software de programación MATLAB que realizan las siguientes tareas:

1. Extracción de los aplicantes de las firmas conjuntas.
2. Codificación de las patentes conjuntas.
3. Conformación de la matriz de adyacencia de la red.

El segundo objetivo se cumplió con la ayuda del software libre Gephi. En consideración a que el estudio se enfoca en las redes inter-organizativas, todos los demás participantes de la red que no sean firmas deben ser eliminados. Para esto se estableció una lista con palabras que permiten realizar dicha eliminación. La lista es la siguiente:

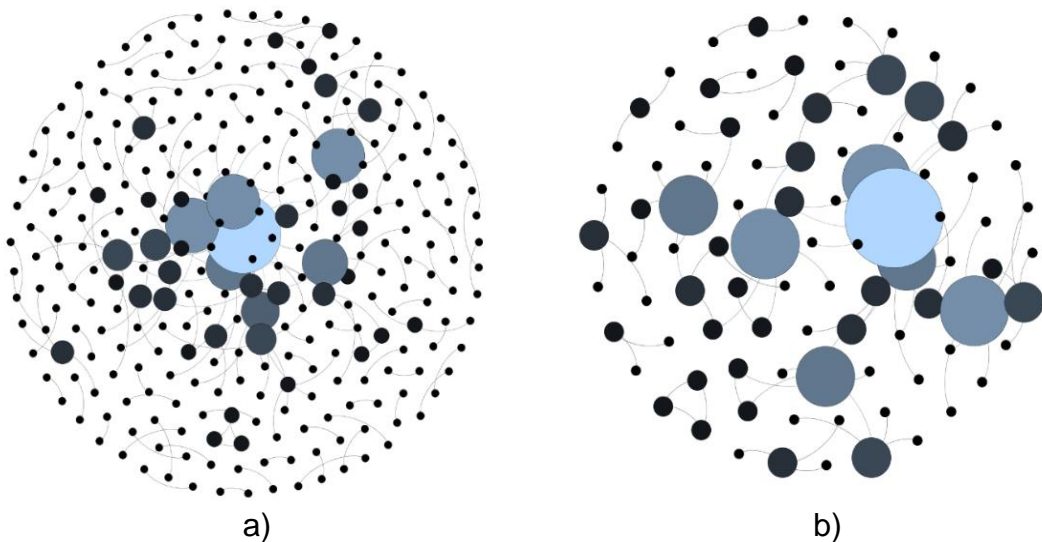
Acade; Agency; Akademie; Army; Board; Canada; Centre; Clinic; College; Colorado; Consejo; Council; Ct; Dept; Education; European; Found; Funda; Gov; Hamburg; Helmholtz; Hochschule; Hopitaux; Hospital; Human Service; Inst; Japan Internat; Kantonsspital; Klinik; Max; Prefecture; Republic; School; Scribbs; State; Stichting; Stiftung; Technology Licensing; Technology Transfer; Transfer; Trustees; University; Zentrum

Posteriormente, las firmas subsidiarias fueron unidas bajo el mismo nodo de sus respectivas firmas principales. Las subsidiarias fueron obtenidas a través de la base de datos LexisNexis y de los reportes anuales de las firmas bajo análisis.

Luego de este proceso se cumplió el segundo objetivo de esta fase al obtener la red inter-organizativa previa al 2012, la cual consta de 275 firmas y 185 enlaces. La Figura 4 muestra dicha red donde el tamaño de cada nodo es proporcional al valor de su grado. Debido a que el presente trabajo, se concentra en el estudio de las relaciones de segundo orden, las subredes compuestas por solo 2 firmas deben ser eliminadas. Esto se debe a que la presencia de dichas relaciones está condicionada a la interacción de al menos 3 firmas. Finalmente, la red encontrada consta de 93 nodos y 92 enlaces, la cual se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Redes inter-organizativas obtenidas.

a) Red inter-organizativa previa al 2012 completa. b) Componentes mayores a 2.



3.3.3 Determinación de los perfiles tecnológicos. El perfil tecnológico de cada firma fue representado como un vector donde cada casilla contiene el número de aplicaciones de patentes que pertenecen a un código IPC específico durante un intervalo de tiempo determinado. Para el caso de una red, los perfiles tecnológicos conforman una matriz de dimensiones $R \times F$, donde R equivale al número de firmas y F al número de códigos de patente encontrados en toda la red.

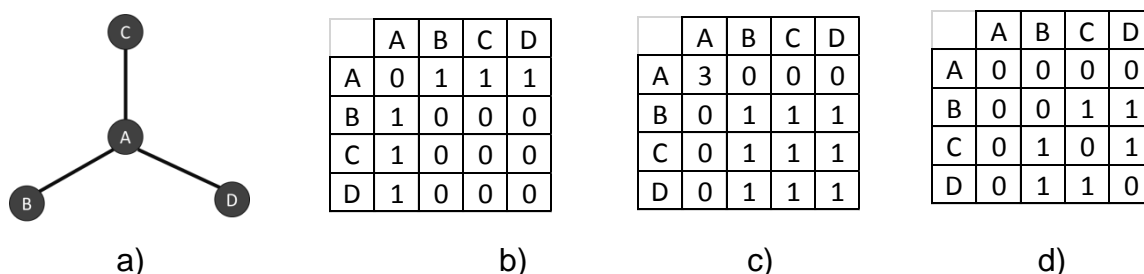
Para esta investigación se seleccionó el intervalo 2007-2011 para determinar los perfiles tecnológicos. Esta ventana de tiempo de 5 años previos al 2012, es apropiada ya que atenúa las fluctuaciones anuales de las bases de conocimiento⁵⁷ y es suficiente para evaluar el impacto tecnológico en sectores de alta

⁵⁷ ZHANG, Jing; BADEN-FULLER, Charles y MANGEMATIN, Vincent. Technological knowledge base, R&D organization structure and alliance formation: Evidence from the biopharmaceutical industry. En: Research Policy, 2007, Vol. 36, No. 4, p. 515-528.

tecnología⁵⁸. Adicionalmente, los códigos IPC de cada patente fueron truncados al tercer dígito como en estudios anteriores^{59,60}. De esta manera, se generó una matriz de 66x117, donde 66 hace referencia al número de empresas dentro de la red y 117 al número de códigos IPC de 3 dígitos encontrados en todas las patentes analizadas.

3.3.4 Determinación de las relaciones de segundo orden. Las relaciones de segundo orden fueron determinadas mediante el siguiente proceso. En primer lugar, se determinó la matriz de adyacencia binaria de la red (MB) mediante el reemplazo de todos los valores positivos de la matriz de adyacencia por 1. Posteriormente, la matriz MB fue elevada al cuadrado (MB²) para obtener las parejas de nodos entre los cuales existe una distancia de dos enlaces. Posteriormente, los valores de su diagonal principal fueron cambiados por ceros, ya que representan trayectos que empiezan y finalizan en un mismo nodo. Finalmente, la matriz MB² modificada indica las parejas de nodos entre los cuales existen relaciones de segundo orden. La Figura 5, ejemplifica lo expuesto anteriormente, valiéndose de un grafo al cual se le determinan todas las relaciones de segundo orden presentes. Por ejemplo, la Figura 5.d) indica que entre los nodos B-C existen relaciones de segundo orden, ya que si B es el nodo ego, la relación A-C sería una de ellas y si por el contrario, C es el nodo ego, la relación buscada sería A-B.

Figura 5. Determinación de relaciones de segundo orden
a) Ejemplo red b) MB c) MB² d) MB² modificada.



⁵⁸ VANHAVERBEKE, Op. cit., p. 215-244.

⁵⁹ ANGUE, Katia; AYERBE, Cécile y MITKOVA, Liliana. A method using two dimensions of the patent classification for measuring the technological proximity: an application in identifying a potential R&D partner in biotechnology. *En: Journal of Technology Transfer*, 2013, vol. 39, no. 5, p. 716-747.

⁶⁰ PETRUZZELLI, Op. cit., p.309-319.

3.3.5 Muestra. La subred con mayor número de firmas interconectadas (componente principal) de la red fue seleccionada ya que es allí donde está la mayor cantidad de relaciones de segundo orden y se encuentran las firmas líderes en términos de inversión en I+D y ventas, con un promedio de 1,95 y 20,59 billones de dólares respectivamente para el año 2011. Estudios previos sobre alianzas, igualmente se enfocan en el estudio de las firmas líderes^{61,62,63}. Dicho componente principal está compuesto por 66 firmas. Sin embargo, para realizar las estimaciones estadísticas solo fueron incluidas aquellas firmas cuya información financiera estaba disponible en las bases de datos utilizadas. Por esta razón, la gran mayoría de las compañías seleccionadas son públicas, como en estudios previos^{64,65}. Con la aplicación de tales criterios, finalmente la muestra seleccionada quedó conformada por 48 firmas.

3.4 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO

Variable dependiente: Desempeño innovador

La variable dependiente es el número de aplicaciones de patentes del sector biotecnológico hechas por una firma en un año particular. Las patentes asignadas a subsidiarias fueron asignadas a las firmas principales, para evitar indicadores sesgados⁶⁶. Las subsidiarias fueron encontradas por medio de los reportes anuales de las firmas, la base de datos LexisNexis y la base de datos EDGAR.

Variable independiente: Distancia tecnológica de las relaciones de segundo orden
Esta variable, fue determinada desde una perspectiva diádica y calculada como el promedio de las distancias tecnológicas de las relaciones de segundo orden respecto a la firma focal.

La distancia tecnológica fue calculada mediante la medida introducida por Sampson⁶⁷. Esta medida, es un indicador de la diferencia entre las direcciones de los perfiles tecnológicos de la firma i respecto al de la firma j y se define de la siguiente forma:

$$DSO = 1 - \frac{k_i \cdot k_j'}{k_i k_i' * k_j k_j'}$$

⁶¹ AHUJA, Op. cit., p. 425–455.

⁶² NOOTEBOOM, Op. cit. p.1016-1034.

⁶³ ZHANG, Op. cit., p. 515-528.

⁶⁴ PHELPS, Corey. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *En: Academy of Management Journal*, 2010, Vol.53, No.4, p. 890-913.

⁶⁵ LIN, Op. cit, p. 282–292.

⁶⁶ SAMPSON, Op. Cit, p. 364-386.

⁶⁷ *Ibíd.*, p. 364-386.

Donde k representa la matriz de perfiles tecnológicos de todas las firmas dentro de la red. La distancia tecnológica toma valores entre 0 y 1, siendo 0 el valor mínimo y 1 el valor máximo de distancia tecnológica entre dos firmas.

Esta variable fue centrada para evitar multicolinealidad con sus valores cuadráticos en la regresión (DSO^2).

Variable control: Grado de centralidad

El grado de centralidad se define como el número de relaciones directas que una firma posee dentro de la red en la cual está inmersa. Esta medida de centralidad ha sido estudiada previamente, encontrándose una relación lineal positiva respecto al desempeño innovador de las firmas^{68,69,70}. Esto se debe a que esta medida es un indicador de la importancia del nodo dentro de la red y es la más adecuada para capturar el acceso de una firma a información o conocimiento^{71,72}.

Variable de control: Edad tecnológica

La edad tecnológica refleja la experiencia de una firma en un sector específico⁷³, y se determinó como el número de años desde que la firma aplicó por vez primera a una patente biotecnológica. Por tanto, es de esperarse que la edad de una firma tenga un efecto positivo sobre la variable dependiente.

Variable de control: Conocimiento biotecnológico

Esta variable se midió como el logaritmo del número de aplicaciones de patentes biotecnológicas acumuladas durante el periodo 2007-2011, tal como se ha hecho en estudios previos⁷⁴.

Variable de control: Inversión biotecnológica.

La inversión en I+D es el indicador más utilizado en la literatura para medir la capacidad de absorción⁷⁵, la cual se define como la habilidad de las firmas para

⁶⁸ MAZZOLA, Erica; PERRONE, Giovanni y KAMURIWO, Dzidziso S. Network embeddedness and new product development in the biopharmaceutical industry: The moderating role of open innovation flow. En: International Journal of Production Economics, 2015, Vol.160, p.106–119.

⁶⁹ SALMAN, Op. cit. p. 203-215.

⁷⁰ VASUDEVA, Gurneeta; ZAHEER, Akbar, y HERNANDEZ, Exequiel. The Embeddedness of Networks : Institutions, Structural Holes, and Innovativeness in the Fuel Cell Industry. En: Organization Science, 2012, Vol. 24, No. 3, p.645-663.

⁷¹ HANNEMAN, Robert y Riddle, Mark. Introduction to social network methods. Riverside: University of California, 2005. Disponible en: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/index.html>. [consultado el 1 de Marzo de 2015].

⁷² TSAI, Wenpin. Knowledge Transfer in Intraorganizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance. En: The Academy of Management Journal, 2001, Vol. 44, No. 5, p. 996-1004.

⁷³ VASUDEVA, Op.cit., p.645-663.

⁷⁴ ZIDORN, Wilfried y WAGNER, Marcus. The effect of alliances on innovation patterns: An analysis of the biotechnology industry. En: Industrial and Corporate Change, 2013, Vol. 22, No. 6, p.1497-1524.

valorar, asimilar y aplicar nuevo conocimiento⁷⁶. Sin embargo, dado que no todas las firmas de la muestra son del sector biotecnológico, la inversión en I+D no representa dicha capacidad para el sector bajo estudio. Por lo tanto, para calcular el indicador de la inversión en biotecnología, se multiplicó la inversión en I+D de la compañía en el año 2011 por la concentración biotecnológica. La concentración biotecnológica es el cociente entre el número de aplicaciones de patentes biotecnológicas y el número de aplicaciones patentes totales entre 2007-2011 y establece el grado de concentración de una firma en el sector biotecnológico. Si es igual a 1 es una empresa de dedicación exclusiva al sector y si es cercana a 0 es una empresa cuya especialización tecnológica es otra.

La distancia tecnológica de primer orden (DPO) fue incluida posteriormente en el modelo para verificar su relación con el desempeño innovador. De acuerdo a la literatura, debe ser una relación en forma de U invertida⁷⁷. Esta variable fue centrada para evitar multicolinealidad con sus valores cuadráticos en la regresión (DPO²).

En la Tabla 1 se muestra un resumen de las variables utilizadas para el desarrollo del modelo.

3.4.1 Modelo estadístico. Cuando la variable dependiente es de naturaleza discreta y su rango son los enteros positivos, la regresión de Poisson otorga un modelo de referencia⁷⁸; sin embargo para este estudio, la variable dependiente presenta sobre-dispersión pues su varianza es mayor a su media. Por tal razón, el modelo de Poisson no es adecuado. Para este tipo de casos la regresión binomial negativa es el método apropiado para realizar las estimaciones estadísticas pues tiene en cuenta la sobre-dispersión⁷⁹. La función de probabilidad de la distribución binomial negativa es de la forma:

$$f(y, \alpha, \mu) = \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(\alpha^{-1}) \Gamma(y_i + 1)} \frac{1}{1 + \alpha\mu_i} \alpha^{-1} \frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i}^{y_i}$$

donde la varianza está dada por:

⁷⁵ ZAHRA, Shaker A. y HAYTON, James C. The effect of international venturing on firm performance: The moderating influence of absorptive capacity. *En: Journal of Business Venturing*, 2008, Vol. 23, No. 2, p.195-220.

⁷⁶ COHEN, Wesley y LEVINTHAL, Daniel. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *En: Administrative Science Quarterly*, 1990, vol. 35, no. 1, pp. 128-152.

⁷⁷ NOOTEBOOM, Op. cit. p.1016-1034.

⁷⁸ *Ibíd.*, p. p.1016-1034.

⁷⁹ HILBE, Joseph. Negative Binomial Regression. Segunda edición. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

$$Var Y = \mu(1 + \alpha\mu)$$

Cuando el coeficiente de dispersión (α) toma el valor de 0, la distribución binomial negativa se resume a la distribución de Poisson. Adicionalmente Γ , hace referencia a la función gamma.

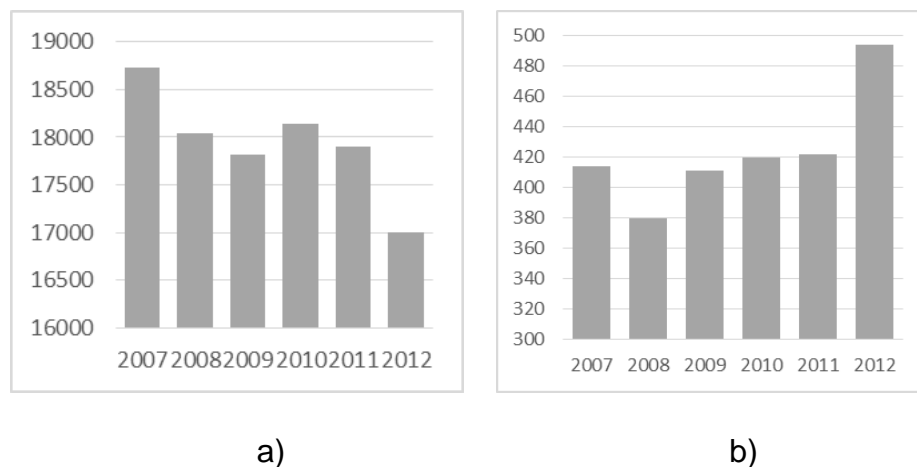
Tabla 1. Resumen de Variables

Variable	Descripción de la variable
Variable Dependiente	
Desempeño innovador (DI)	Número de aplicaciones de patente en el sector biotecnológico de una firma en el año 2012
Variables Independientes	
Distancia tecnológica de segundo orden (DSO)	Promedio de las distancias tecnológicas de las relaciones de segundo orden de una firma ego. Dichas distancias se calculan con base en los perfiles tecnológicos de las firmas involucradas usando la fórmula propuesta por Sampson (2007). Los perfiles se calcularon para el periodo 2007-2011. La variable toma valores entre 0 y 1, siendo 1 la mayor distancia posible entre firmas.
DSO2	Variable previa al cuadrado.
Distancia tecnológica de primer orden (DPO)	Promedio de las distancias tecnológicas de las relaciones de primer orden de una firma ego. Se calcula de igual forma y tiene el mismo rango que la de segundo orden.
DPO2	Variable previa al cuadrado.
Variable de control	
Grado de centralidad	Número de relaciones de primer orden de la firma en la red.
Conocimiento biotecnológico	Logaritmo natural de las aplicaciones de patentes biotecnológicas entre el periodo 2007-2011.
Edad tecnológica	Número de años desde que la firma aplicó por primera vez a una patente biotecnológica.
Inversión biotecnológica	Producto entre la inversión en I+D en 2011 y el cociente entre el número de aplicaciones de patentes biotecnológicas y el número de aplicaciones patentes totales entre 2007-2011.

4. RESULTADOS

En la fase de recolección de datos se presentaron los siguientes resultados. En primer lugar se verificó que el número total de patentes registradas anualmente en el sector biotecnológico de Estados Unidos tiene una tendencia oscilante y decreciente, tal como se evidencia en la Figura 6a. Este hallazgo evidencia correspondencia con resultados similares encontrados en la literatura^{80,81}. En segundo lugar, se verificó que las patentes conjuntas entre firmas del sector biotecnológico, poseen una tendencia creciente, de acuerdo a la Figura 6b. Este resultado había sido mencionado previamente en la literatura⁸².

Figura 6. Patentes biotecnológicas.
a) Totales. b) Conjuntas entre firmas.



En cuanto a los resultados principales, la estadística descriptiva del modelo se muestra en la Tabla 2. Se observa que existe una clara sobre-dispersión en la variable dependiente (DI) ya que su varianza (115,76) es mayor a su media (62,98), lo cual justifica la escogencia de la regresión binomial negativa. Para evaluar la existencia de multicolinealidad en el modelo, se revisaron las correlaciones entre variables y el factor de inflación de la varianza (VIF) y el índice de condición (CI) de las variables. Tal como se observa en la Tabla 3, algunas variables presentan una alta correlación, como es el caso de las distancias tecnológicas con sus variables cuadráticas tanto de primer como de segundo

⁸⁰ AGGARWAL, Saurabh; GUPTA, Vinay y BAGCHI-SEN, Sharmistha. Insights into US public biotech sector using patenting trends. *En: Nature Biotechnology*, 2006, vol. 24, no. 6, p. 643-651.

⁸¹ OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. *Technology and Industry Scoreboard 2009 OECD Science, Technology and Industry*. 2009. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2009_sti_scoreboard-2009-en [consultado el 1 de Diciembre de 2014].

⁸² HAGEDOORN, John. Sharing intellectual property rights-an exploratory study of joint patenting amongst companies. *En: Industrial and Corporate Change*, 2003, Vol.12, No.5, p.1035-1050.

orden. Sin embargo, una alta correlación es una condición necesaria pero no suficiente para que exista multicolinealidad. Al calcular el VIF de cada variable, se encontró un valor máximo de 4,13 y un valor medio de 2,68. Además el CI del modelo es igual a 11,2. Dado que se cumple para cada parámetro medido que $VIF < 10$ y el $CI < 30$, la multicolinealidad no es un problema para el modelo⁸³.

Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables

Variable	Media	Desviación estándar	Min	Max
DI	62,979	115,762	1	646
DSO	0,237	0,204	0,013	0,865
DPO	0,288	0,301	0,004	0,927
Grado de centralidad	2,563	2,163	1	10
Conocimiento biotecnológico	4,448	1,648	0	8,113
Edad tecnológica	37,375	28,563	5	99
Inversión biotecnológica	19,109	2,352	13,104	23,101

Tabla 3. Matriz de correlaciones

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. DI								
2. DSO	0,38							
3. DSO2	0,45	0,75						
4. DPO	0,07	0,52	0,42					
5. DPO2	-0,21	0,33	0,28	0,82				
6. Grado de centralidad	0,43	0,02	-0,07	-0,20	-0,39			
7. Base de conocimiento	0,39	-0,25	-0,23	-0,12	-0,24	0,36		
8. Edad tecnológica	0,45	0,19	0,10	-0,02	-0,27	0,37	0,35	
9. Inversión biotecnológica	0,42	-0,17	-0,24	-0,35	-0,52	0,64	0,45	0,57

La Tabla 4 presenta los resultados de la regresión binomial negativa realizada para explicar el desempeño innovador de las firmas bajo análisis. El modelo 1 hace referencia al modelo base, el cual solo incluye las variables de control. El modelo 2 evalúa el efecto de la distancia tecnológica de primer orden (DPO). De igual forma, el modelo 3 evalúa el efecto de la distancia tecnológica de segundo orden (DSO). Finalmente, el modelo 4 evalúa simultáneamente los efectos de los dos tipos de distancia de los modelos 2 y 3. La prueba del cociente de verosimilitud, indica que cada modelo presenta una mejora significativa sobre el modelo base y que el modelo 4 es el que mejor explica el fenómeno bajo análisis.

⁸³ COHEN, Jacob, *et al.* Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences. Tercera Edición. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

Todos los modelos ejecutados presentan significancia conjunta de las variables ya que el test de Wald es significativo en cada uno de ellos⁸⁴.

Tabla 4. Regresiones de los modelos

Variables	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
DSO			0,492 (0,937)	0,238 (0,851)
DSO2			5,606*** (2,068)	4,879*** (1,738)
DPO		2,585*** (0,782)		1,791** (0,770)
DPO2		-7,059*** (2,346)		-5,724*** (2,033)
Grado de centralidad	0,269*** (0,090)	0,181* (0,098)	0,188* (0,106)	0,147* (0,085)
Base de conocimiento	0,201* (0,095)	0,266*** (0,083)	0,336*** (0,071)	0,350*** (0,062)
Edad tecnológica	0,009 (0,006)	0,004 (0,006)	-0,003 (0,005)	-0,003 (0,005)
Inversión biotecnológica	0,251** (0,103)	0,240*** (0,072)	0,335*** (0,077)	0,291*** (0,071)
Constante	-3,274*** (1,087)	-2,419*** (1,221)	-5,158*** (1,202)	-3,768*** (1,232)
Muestra	48	48	48	48
Log pseudolikelihood	-214,971	-209,113	-208,162	-204,338
AIC	9,207	9,046	9,007	8,931
Likelihood ratio test	48,270	59,985	61,887	69,530

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Como se esperaba, el grado de centralidad es positivo y significativo en todos los modelos. Es decir las firmas que tienen mayor número de relaciones de primer orden (alianzas estratégicas con otras firmas) tienen más acceso a información y tienen mayor importancia en la red, lo que conlleva a que tengan un efecto positivo en el desempeño innovador. De igual forma el conocimiento biotecnológico es positivo y significativo, es decir, que se verifica que cuanto más experiencia y especialización una firma tiene en el sector, mayores son sus capacidades tecnológicas y por tanto, mayor es su desempeño innovador. Igualmente, la inversión en biotecnología es positiva y significativa, lo que ratifica la relación directa de la capacidad de absorción de las firmas con los resultados de

⁸⁴ El test de Wald se utiliza para poner a prueba el verdadero valor del parámetro basado en la estimación de la muestra.

innovación. Por otro lado, la edad tecnológica carece de significancia estadística en todos los modelos analizados, resultado inesperado que podría explicarse en que la biotecnología se ha convertido en un factor vital para la innovación en el desarrollo farmacológico⁸⁵ y por tanto existe una alta participación de firmas farmacológicas en el sector bajo estudio. Por consiguiente, esta gran participación hace que la edad tecnológica refleje incorrectamente la experiencia de las firmas en el sector, pues la antigüedad de sus patentes biotecnológicas no representa su especialización tecnológica.

El modelo 2 introduce la distancia de primer orden como variable explicativa. De acuerdo a la literatura científica, se esperaba encontrar una relación en forma de U invertida. Se observa que la variable DPO2 es significativa y con coeficiente negativo lo que comprueba que la distancia tecnológica de primer orden se relaciona con el desempeño de innovación en forma de U invertida. Este resultado implica que valores pequeños de distancia tecnológica de primer orden, disminuyen la novedad del conocimiento que puede llegar al ego y valores grandes obstaculizan el flujo de conocimiento entre las firmas involucradas^{86,87,88}.

El modelo 3 introduce la distancia de segundo orden como variable explicativa. De acuerdo a la hipótesis 1, se esperaba encontrar una relación entre esta y el desempeño innovador de las firmas. Se observa que aunque la variable DSO no es significativa, DSO2 es significativa y positiva, comprobando la hipótesis 1. Sin embargo, la relación cuadrática encontrada contradice la hipótesis 2 de la investigación, pues se esperaba una relación en forma de U invertida. Este resultado tiene dos implicaciones. La primera es que para distancias tecnológicas de segundo orden grandes (cercasas a 1), las firmas ego mejoran su desempeño innovador. Esto podría deberse a que grandes diferencias entre las bases de conocimiento de los alters con sus respectivos aliados de primer orden, ofrecen complementariedad y nuevo conocimiento a las firmas ego^{89,90}. En segundo lugar, las distancias tecnológicas de segundo orden pequeñas (cercasas a 0), también favorecen el desempeño innovador de las firmas ego. La razón principal de tal efecto podría ser que la similaridad de conocimiento favorece la coordinación de acciones conjuntas y de esta forma, se agiliza el flujo de información hacia las firmas ego^{91,92,93}.

⁸⁵ ZHANG, Op. cit., p. 515-528.

⁸⁶ NOOTEBOOM, Op. cit. p.1016-1034.

⁸⁷ LIN, Op. cit., p. 282-292.

⁸⁸ PETRUZZELLI, Op. cit., p.309-319.

⁸⁹ NIETO, Op. cit., p.367-377.

⁹⁰ PHELPS, Op.cit., p. 890-913.

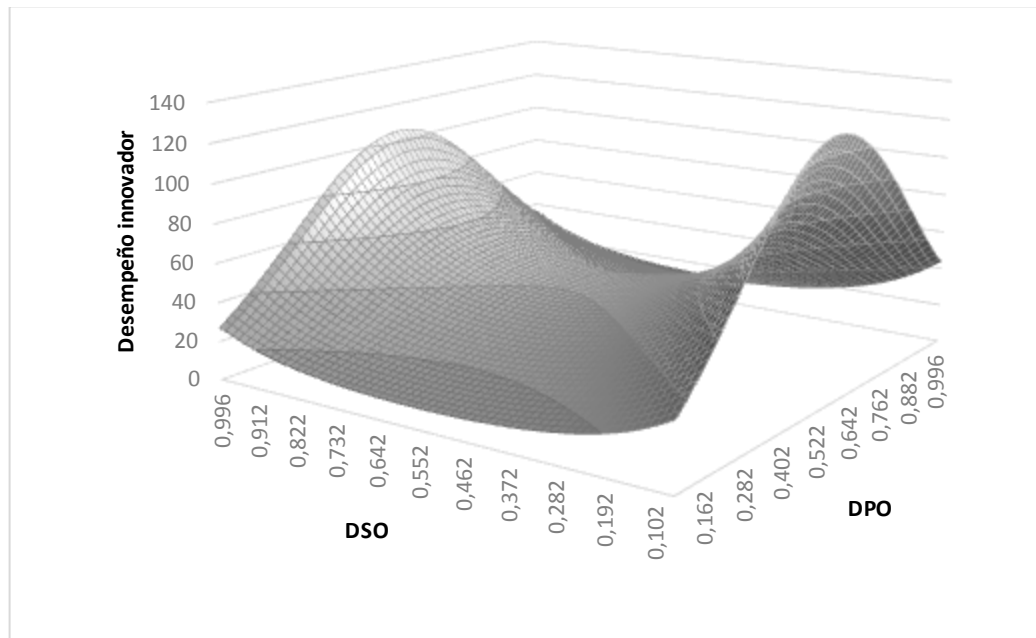
⁹¹ COLEMAN, James. Social Capital in the Creation of Human Capital. En: American Journal of Sociology, 1988, Vol. 94, p. 95-120.

⁹² OBSTFELD, David. Social Networks, the Tertius Iungens Orientation, and Involvement in Innovation. En: Administrative Science Quarterly, 2005, Vol.50, No.1, p.100-130.

⁹³ SCHILLING y PHELPS, Op.cit., p.1113-1126.

El modelo 4 introduce todas las variables bajo análisis. Este modelo presenta un poder explicativo superior que el modelo base y un mejor ajuste ya que su valor de AIC es menor⁹⁴. Así mismo, las variables DSO2 y DPO2 son significantes simultáneamente manteniendo las características encontradas en los modelos 2 y 3. La Figura 7 muestra la gráfica tridimensional del desempeño innovador para el modelo 4 de la Tabla 4, tomando como variables la distancia de primer y de segundo orden, y fijando en su respectiva media los demás regresores. Como se observa en la figura, DSO sigue una forma cuadrática y DPO una forma de U-invertida respecto al desempeño innovador. Adicionalmente, se observa que solamente cuando los valores de DSO son extremos, el desempeño en innovación es óptimo.

Figura 7. Efecto de la distancia de primer y segundo orden en el desempeño innovador.



⁹⁴ HILBE, Op.cit, p. 145.

5. CONCLUSIONES

Dada la importancia estratégica de las redes inter-organizativas, este estudio exploró una de las brechas de la literatura científica. En este trabajo se abordó el efecto de la distancia tecnológica de las relaciones de segundo orden en el desempeño innovador de las firmas. Dicho efecto fue confirmado y determinado, ya que se encontró que es de tipo cuadrático. Este resultado significa, que el desempeño innovador de las firmas ego se favorece con valores extremos de la distancia de segundo orden. Por otro lado, este estudio verifica la existencia de una relación en forma de U-invertida entre la distancia tecnológica de primer orden y el desempeño innovador de las firmas ego. Este resultado implica que existe un valor de distancia tecnológica de primer orden que optimiza el desempeño innovador, ya que los valores extremos lo desfavorecen. Más aún, al comparar las relaciones encontradas entre el desempeño innovador y las distancias de primer y segundo orden, se puede inferir un resultado más revelador. Ya que las alianzas de segundo orden corresponden a relaciones de primer orden para los alters, podemos concluir que no existe un valor de distancia tecnológica de segundo orden que optimice simultáneamente el desempeño innovador de las firmas ego y de los alters.

Por otro lado, la disminución progresiva desde el año 2007 de las patentes del sector biotecnológico muestra el fuerte impacto negativo que tuvo la crisis del 2008 en el sector. Sin embargo, este escenario favoreció la tendencia creciente en las patentes conjuntas del sector ya que las alianzas estratégicas son un mecanismo que sirve para compartir el riesgo y los recursos en proyectos de investigación y desarrollo. Adicionalmente, argumentamos, que la alta participación de firmas farmacéuticas en el sector biotecnológico es la responsable de que la edad tecnológica no tuviera significancia estadística en los modelos. Esto se debe a que dichas firmas poseen patentes biotecnológicas muy antiguas que no representan su experiencia en el sector bajo estudio. Por lo tanto, es posible considerar que el indicador utilizado para calcular la edad tecnológica en estudios previos⁹⁵, no es adecuado para la presente investigación en el sector de la biotecnología.

La dinámica encontrada entre el desempeño innovador de las firmas ego y las firmas alter agrega una nueva perspectiva para el establecimiento de alianzas estratégicas óptimas en términos de innovación. Por lo tanto, los gerentes y tomadores de decisión de las firmas, no solo deben considerar las capacidades tecnológicas de sus futuros aliados sino también las de las firmas con quien estos últimos tienen relaciones directas (los aliados de sus futuros aliados) para establecer la idoneidad de una alianza frente a otra. Respecto al trabajo futuro, los resultados de esta investigación podrían ser ampliados mediante un estudio

⁹⁵ VASUDEVA, Op.cit., p.645-663.

horizontal del fenómeno bajo análisis. Adicionalmente, es aún una brecha de la literatura el orden de distancia hasta el cual las alianzas estratégicas tienen influencia en el desempeño innovador de las firmas ego. Por otro lado, ya que la edad tecnológica no fue significativa para este estudio, nuevas formas para capturar la experiencia de las firmas en sectores interdisciplinarios deben ser estudiadas.

En conclusión, el resultado principal de este trabajo tiene profundas implicaciones tanto teóricas como prácticas, ya que aporta nuevas ideas para el entendimiento del desempeño innovador de las firmas, confirma la importancia de analizar a las compañías como agentes condicionados por las dinámicas de su entorno y no como agentes aislados y añade una nueva perspectiva para establecer alianzas estratégicas óptimas en términos de innovación.

BIBLIOGRAFÍA

AGGARWAL, Saurabh; GUPTA, Vinay y BAGCHI-SEN, Sharmistha. Insights into US public biotech sector using patenting trends. En: Nature Biotechnology, 2006, vol. 24, no. 6, p. 643-651.

AHUJA, Gautam. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation : A Longitudinal Study. En: Administrative Science Quarterly, 2000, vol. 45, no. 3, p. 425–455.

ANGUE, Katia; AYERBE, Cécile y MITKOVA, Liliana. A method using two dimensions of the patent classification for measuring the technological proximity: an application in identifying a potential R&D partner in biotechnology. En: Journal of Technology Transfer, 2013, vol. 39, no. 5, p. 716–747.

BEHNER, Peter, *et al.* Pharmaceutical Companies in the Economic Storm [En línea], 2009. Disponible en: <http://www.strategyand.pwc.com/global/home/what-we-think/reports-white-papers/article-display/pharmaceutical-companies-economic-storm-navigating>. [consultado el 1 de Junio de 2015]

BORGATTI, Stephen; EVERETT, Martin; JOHNSON, Jeffrey. Analyzing Social Networks. Primera Edición, London: SAGE Publications Ltd, 2013.

BRIGGS, Kristie y WADE, Mary. More is better : evidence that joint patenting leads to quality innovation. En: Applied Economics, 2014, vol. 46, no. 35, p. 37–41.

BURT, Ronald. The Social Structure of Competition. En: Networks and organizations, primera edición, Cambridge: Harvard University Press, 1992. p. 57–91.

CHADEGANI, Arezoo, *et al.* A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. En: Asian Social Science, 2013, vol.9, no.5, p. 18–26.

COHEN, Wesley y LEVINTHAL, Daniel. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. En: Administrative Science Quarterly, 1990, vol. 35, no. 1, pp. 128-152.

COHEN, Jacob, *et al.* Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences. Tercera Edición. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

COLEMAN, James. Social Capital in the Creation of Human Capital. En: American Journal of Sociology, 1988, Vol. 94, p. 95–120.

EUROPEAN PATENT OFFICE. Global patent data coverage. Disponible en: <http://www.epo.org/gpdc> [consultado el 1 de Junio de 2015]

GAY, Brigitte y DOUSSET, Bernard. Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. En: Research Policy, 2005, Vol. 34, No. 10, p. 1457–1475.

GILSING, Victor y NOOTEBOOM, Bart. Density and strength of ties in innovation networks : An analysis of multi-media and biotechnology. En: CentER Discussion Paper, 2005, No 41.

GILSING, Victor; LEMMENS, Charmianne y DUYSTERS, Geert. Strategic Alliance Networks and Innovation: A Deterministic and Voluntaristic View Combined. En: Technology Analysis y Strategic Management, 2007, Vol.19, No.2, p. 227-249.

GILSING, Victor, *et al.*. Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. En: Research Policy, 2008, Vol.37, No.10, p.1717–1731.

GOMES-CASSERES, Benjamin; HAGEDOORN, John y JAFFE, Adam. Do alliances promote knowledge flows? En: Journal of Financial Economics, 2006, vol. 80, no. 1, p. 5-33.

GRILICHES, Zvi. Patent Statistics as Economic Indicators : A Survey. En: Journal of Economic Literature, 1990, Vol. 28, No.4, p.1661–1707.

HAGEDOORN, John. Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. En: Research Policy, 2002, Vol.31, No.4, p.477–492.

HAGEDOORN, John. Sharing intellectual property rights-an exploratory study of joint patenting amongst companies. En: Industrial and Corporate Change, 2003, Vol.12, No.5, p.1035–1050.

HANNEMAN, Robert y Riddle, Mark. Introduction to social network methods. Riverside: University of California, 2005. Disponible en: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/index.html>. [consultado el 1 de Marzo de 2015].

HILBE, Joseph. Negative Binomial Regression. Segunda edición. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

KIM, Changsu y SONG, Jaeyong. Creating new technology through alliances: An empirical investigation of joint patents. En: Technovation, 2007, Vol.27, No.8, p.461–470.

LIN, Chinho, *et al.* The alliance innovation performance of R&D alliances—the absorptive capacity perspective. En: Technovation, 2012, Vol.32, No.5, p.282–292.

MAZZOLA, Erica; PERRONE, Giovanni y KAMURIWO, Dzidziso S. Network embeddedness and new product development in the biopharmaceutical industry: The moderating role of open innovation flow. En: International Journal of Production Economics, 2015, Vol.160, p.106–119.

NAM, Yoonjae y BARNETT, George A. Globalization of technology: Network analysis of global patents and trademarks. En; Technological Forecasting and Social Change, 2011, Vol.78, No.8, p.1471-1485.

NIETO, Maria J. y SANTAMARÍA, Lluís. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. En: Technovation, 2007, Vol.27, p.367-377.

NOOTEBOOM, Bart, *et al.* Optimal cognitive distance and absorptive capacity. En: Research Policy, 2007, Vol.36, No.7, p.1016-1034.

OBSTFELD, David. Social Networks, the Tertius iungens Orientation, and Involvement in Innovation. En: Administrative Science Quarterly, 2005, Vol.50, No.1, p.100-130.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. A framework for biotechnology statistics. 2005. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/biotech/aframeworkforbiotechnologystatistics.htm> [consultado el 1 de Diciembre de 2014].

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. Technology and Industry Scoreboard 2009 OECD Science, Technology and Industry. 2009. Disponible en: http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2009_sti_scoreboard-2009-en [consultado el 1 de Diciembre de 2014].

OLIVER, Amalya. Strategic Alliances and the Learning Life-Cycle of Biotechnology Firms. En: Organization Studies, 2001, Vol.22, No.3, p.467-489.

OWEN-SMITH, Jason y POWELL, Walter. Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. En: Organization Science, 2004, Vol.15, No.1, p.5-21.

PANGARKAR, Nitin. Determinants of Alliance Duration in Uncertain Environments: The Case of the Biotechnology Sector. En: Long Range Planning, 2003, Vol.36, No.3, p.269-284.

PETRUZZELLI, Antonio. The impact of technological relatedness, prior ties, and geographical distance on university-industry collaborations: A joint-patent analysis. En: Technovation, 2011, Vol.31, No.7, p.309-319.

PHELPS, Corey. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. En: Academy of Management Journal, 2010, Vol.53, No.4, p.890-913.

PHENE, Anupama; FLADMOE-LINDQUIST, Karin y MARSH, Laurence. Breakthrough innovations in the U.S. biotechnology industry: the effects of technological space and geographic origin. En: Strategic Management Journal, 2006, Vol.27, No.4, p.369-388.

ROTHAERMEL, Frank y DEEDS, David. Exploration and exploitation alliances in biotechnology: a system of new product development. En: Strategic Management Journal, 2004, Vol.25, No.3, p.201-221.

SALMAN, Nader y SAIVES, Anne-Laure. Indirect networks: an intangible resource for biotechnology innovation. En: R&D Management. 2005, Vol. 35, No. 2, p. 203-215.

SAMPSON, Rachelle. R&D Alliances and Firm Performance: the Impact of Technological Diversity and Alliance Organization on Innovation. En: Academy of Management Journal, 2007, Vol.50, No.2, p.364-386.

SCHILLING, Melissa A. y PHELPS, Corey C. Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation. En: Management Science, 2007, Vol.53, No.7, p.1113-1126.

SCHMOCH, Ulrich. Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). [En línea]. Disponible en: www.wipo.int/ipstats/en/statistics/technology_concordance.html [consultado el 1 de Diciembre de 2014].

STELLNER, Florian. Technological distance measures: theoretical foundation and empirics. DRUID Society Conference 2014, CBS, Copenhagen.

TRANFIELD, David; DENYER, David y SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. En: British Journal of Management, 2003, Vol.14, No.3, p.207-222.

TSAI, Kuen-Hung. Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. En: Research Policy, 2009, Vol.38, No.5, p.765-778.

TSAI, Wenpin. Knowledge Transfer in Intraorganizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance. En: The Academy of Management Journal, 2001, Vol. 44, No. 5, p. 996-1004.

VANHAVERBEKE, Geert, *et al.* The Role of Alliance Network Redundancy in the Creation of Core and Non-core Technologies. En: Journal of Management Studies, 2009, Vol. 46, No. 2, p. 215-244.

VASUDEVA, Gurneeta; ZAHEER, Akbar, y HERNANDEZ, Exequiel. The Embeddedness of Networks : Institutions, Structural Holes, and Innovativeness in the Fuel Cell Industry. En: Organization Science, 2012, Vol. 24, No. 3, p.645-663.

World Intellectual Property Organization. Preguntas frecuentes [En línea]. http://www.wipo.int/patents/en/faq_patents.html [consultado el 1 de Diciembre de 2014]

WUYTS, Stefan, *et al.* Empirical tests of optimal cognitive distance. En: Journal of Economic Behavior and Organization, 2005, Vol. 58, No. 2, p. 277-302.

ZAHRA, Shaker A. y HAYTON, James C. The effect of international venturing on firm performance: The moderating influence of absorptive capacity. En: Journal of Business Venturing, 2008, Vol. 23, No. 2, p.195-220.

ZHANG, Jing; BADEN-FULLER, Charles y MANGEMATIN, Vincent. Technological knowledge base, R&D organization structure and alliance formation: Evidence from the biopharmaceutical industry. En: Research Policy, 2007, Vol. 36, No. 4, p. 515-528.

ZIDORN, Wilfried y WAGNER, Marcus. The effect of alliances on innovation patterns: An analysis of the biotechnology industry. En: Industrial and Corporate Change, 2013, Vol. 22, No. 6, p.1497-1524.

ANEXOS

Anexo A. Protocolo para la revisión de literatura

PROTOCOLO PARA LA REVISIÓN DE LITERATURA DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.

1. Título:

Análisis de redes colaborativas: El impacto de las relaciones inter-organizativas de segundo orden en la innovación tecnológica.

2. Información del protocolo:

2.1. Autores:

Julian Mora, Hugo Martínez, Jaime Alberto Camacho

2.2. Persona de contacto:

Julian Mora

2.3. Fechas:

Fecha de Búsqueda: 15 de Diciembre 2013 al 28 de Febrero de 2014

Siguiente fase: 28 de Febrero de 2014

Protocolo publicado: 20 de Diciembre de 2013

Revisión publicada:

2.4. ¿Qué es nuevo?

Tipo de Evento	Fecha del Cambio	Descripción del cambio
Cambio de filtros de búsqueda	20 de Febrero 2014	Se incluyeron en la ecuación de búsqueda los siguientes términos: TI=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR TS=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR TS=("second order" AND network*) OR TI=("second order" AND network*) Se decidió refinar por las siguientes categorías

		MANAGEMENT, BUSINESS y ECONOMICS.
Actualización de los ítems.	14 de Febrero 2014	Se actualizaron los campos que lo requerían. Se incluyeron nuevos códigos.

Se reformó el criterio de búsqueda y selección de documentos.

3. Protocolo:

3.1 Antecedentes:

La innovación es sin duda un elemento fundamental en el desarrollo y la competitividad de las organizaciones del mundo. Esta premisa es absolutamente acorde con la concepción de innovación como característica central del desarrollo económico por parte de Joseph Schumpeter. Por esta razón este elemento ha sido estudiado durante las últimas décadas por parte de la academia y del sector empresarial a nivel mundial. Una de las herramientas que se ha utilizado para tal fin es el análisis de redes. Esta herramienta tiene sus inicios en la década de los 50 en la sociología donde fue introducida como análisis de redes sociales. El análisis de redes, basa sus principios en la teoría matemática de grafos y ha sido utilizada en diversas disciplinas como la física de partículas, la economía, la administración y la biología.

La relación entre las estructuras de las redes inter-organizacionales y la innovación ya ha sido estudiada y ratificada por autores como Coleman o Burt aunque desde puntos de vista disímiles. Por una parte, Coleman sostiene que la innovación es incentivada por redes colaborativas densas ya que éstas fortalecen los lazos de confianza, poseen una diseminación más rápida de ideas y evitan comportamientos indebidos en las alianzas inter-organizativas (Coleman, 1988) [1]. Por otro lado, Burt sostiene que la innovación es incentivada por redes que contengan un alto porcentaje de huecos estructurales debido al acceso de información no redundante a la que las organizaciones tienen acceso (Burt, 1992) [2]. En el año 2000, Ahuja ratifica también las relaciones entre innovación y la estructura de las redes y encuentra que las premisas de Coleman y Burt nos son excluyentes, pues es el entorno de la red es quien dictamina cuál de las dos premisas es correcta para el caso particular en cuestión (Ahuja, 2000) [3]. Además, Ahuja en este mismo artículo, realizó el primer estudio acerca del impacto de las relaciones indirectas en el desempeño innovador de una organización. En su estudio, ratifica estadísticamente que un incremento en

las relaciones indirectas se refleja en un incremento en el desempeño de innovación por parte de la organización aunque no presenta una medida de que tanto influyen las mismas sobre la innovación. Posteriormente, Gilsing, Nootboom, Vanhaverbeke et al, identificaron las diferentes relaciones existentes entre la posición de una compañía dentro de una red y la innovación de la misma, aportando modelos matemáticos para validar resultados en este campo [4]. Por lo tanto, es necesario realizar una revisión de la literatura con el fin de encontrar e identificar los consensos, las diferentes teorías y las brechas existentes a la fecha.

3.2 Objetivos:

Identificar los consensos, las diferentes teorías y las brechas existentes de la literatura sobre la relación entre las redes y la innovación para mejorar el entendimiento sobre este tema y direccionar correctamente la investigación.

- Planificar la estrategia de Hitos correspondientes a la Propuesta de Investigación.
- Realizar la revisión de la literatura según la planificación correspondiente.
- Plantear y justificar el problema de investigación.
- Identificar las proposiciones y definir los objetivos del trabajo de investigación.
- Definir la metodología del estudio.
- Concretar el cronograma y el presupuesto del proyecto de investigación.
- Determinar los resultados esperados del proyecto, y el impacto de estos en el entorno.

3.3 Métodos:

3.3.1 Criterios para seleccionar estudios para esta revisión:

3.3.1.1 Tipo de estudios

Se incluirán dentro de la revisión artículos científicos publicados a partir del año 2000, indexados en la base de datos ISI WEB OF KNOWLEDGE según la siguiente ecuación de búsqueda:

(TI=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR
TS=(interfirm AND alliance* AND innovat*) OR
TI=("network analysis" AND innovat*) OR TI=(innovat*
AND network*) OR TS=("second order" AND network*))

OR TI=("second order" AND network*) AND
DOCUMENT TYPES: (Article)
Refined by: WEB OF SCIENCE CATEGORIES=(
MANAGEMENT OR BUSINESS OR ECONOMICS)

Igualmente, se incluirán los artículos sugeridos por expertos.

3.3.1.2 Tipos de participantes:

Se revisarán artículos referentes a innovación que incluyan análisis de redes para la consecución de sus resultados y conclusiones. También se revisarán artículos sobre la teoría general del análisis de redes.

3.3.1.3 Tipos de acciones a realizar para mejorar el problema:

Identificar las relaciones que existen entre la innovación y las características propias de los actores inmersos en redes. Identificar claramente las brechas y los consensos.

3.3.1.4 Tipos de medidas de los resultados:

Como indicador de innovación se utilizará el número de patentes de los actores bajo análisis. Además la centralidad y la distancia tecnológica serán también variables independientes en el estudio.

3.3.1.5 Métodos de búsqueda para la identificación de estudios:

- Búsquedas electrónicas:
ISI Web of Knowledge.
Las búsquedas se harán en el periodo comprendido entre el 15 de Diciembre 2013 al 15 de Marzo de 2014.
- Búsquedas en otros recursos:
<http://handbook.cochrane.org/>
<http://www.ssrn.com/en/>
<http://scholar.google.com.co/>
<http://www.opengrey.eu>
<http://www.ntis.gov>
<http://www.greynet.org>

3.3.2 Recolección de datos y análisis:

3.3.2.1 Selección de estudios:

Los artículos encontrados serán filtrados por título y resumen evaluando su pertinencia hacia los objetivos y hacia los criterios mencionados en este protocolo referentes a tipos de publicaciones y temas de interés. Para la tarea anterior será utilizado el software Mendeley y esta tarea será realizada por el autor principal con la supervisión del codirector y director. Los criterios para la inclusión son los siguientes:

- Artículos que proporcionen antecedentes que fundamenten la relación entre la innovación, las redes y las capacidades de las redes.
- Artículos que referencien las relaciones de segundo orden.

3.3.2.2 Extracción y gestión de datos:

Los artículos serán leídos y analizados con el apoyo del software de análisis cualitativo Maxqda asignando códigos específicos que permitan su agrupación y clasificación para la generación del marco conceptual del tema. Se estudiarán los principales resultados encontrados en la literatura y se harán conclusiones basados en los consensos de la misma y en la experiencia previa de los investigadores. Los códigos a utilizar en el programa son:

Bases de datos
Variables
Hipótesis
Posibles buenos artículos
Nuevo pensamiento/ Ideas
Investigación futura
Resultados/Conclusiones
Teoría y conceptos
Relevancia para la revisión
Preguntas de investigación

3.4. Reconocimientos:

A la Universidad Industrial de Santander quien subsidia los estudios de Maestría de Ingeniería Industrial del autor principal. A la escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.

3.5. Referencias:

3.5.1. Otras referencias:

3.5.1.1. Referencias adicionales

[1] J.S. Coleman. Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, vol. 94(supplement), 95–120.

[2] R. S. Burt. (1992) *Structural holes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[3] G. Ahuja. (2000). Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, vol. 45, no 3, 425-455.

[4] Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36(7), 1016–1034.

[5] The Cochrane Collaboration. (Marzo de 2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.

[6] Martínez, H. (2013). *Compilado_Traducción_Revisión Sistemática*.

3.5.1.2. Otras versiones publicadas de esta revisión

Protocolo_V_1
Protocolo_V_2

3.6. Tablas y figuras:
3.6.1 Tablas

Mes	Actividad
0 – 0,5	Inmersión en el tema de revisión
0,5 - 1	Preparación del protocolo.
1,5 – 4	Búsquedas de estudios publicados y no publicados.
1 – 1,5	Prueba piloto de los criterios de selección (elegibilidad).
1,5 – 4	Valoraciones de inclusión de estudios.
1,5	Primer Informe de estado de la revisión
1,5 – 5	Valoración de validez
1,5	Piloto de recolección de datos
1,5 – 5	Recolección de datos
1,5 – 5	Entrada de datos
2,5	Segundo informe de estado de la revisión
2,5 – 5,5	Seguimiento a información faltante
2-5	Análisis
4,5	Tercer informe de estado de la revisión
5,5	Reporte Descriptivo
0,5-5,5	Preparación del reporte de revisión
6	Finalización de la revisión: Informe y artículo

Tabla 1. Cronograma de la revisión

3.6.2. Figuras

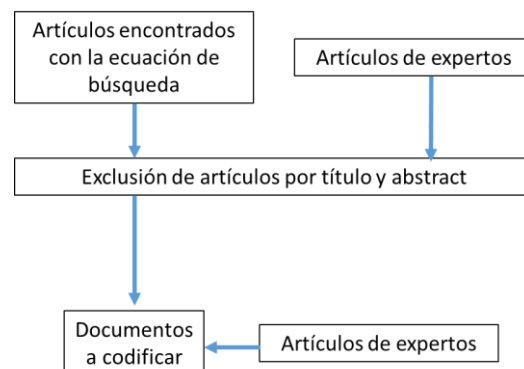


Figura 1. Diagrama de selección y análisis de artículos

4. Sobre el artículo:

4.1. Contribución de los autores:

- Concepción del protocolo:
 - Hugo Martínez
- Diseñar el protocolo:
 - Julian Mora
- Coordinar la revisión:
 - Hugo Martínez
- Recolectar datos para la revisión:
 - Julian Mora
- Análisis de datos:
 - Julian Mora, Hugo Martínez
- Interpretación de los datos:
 - Julian Mora, Hugo Martínez
- Escribir la revisión o el protocolo:
 - Julian Mora
- Proveer asesoría general en la revisión.
 - Hugo Martínez, Jaime Camacho
- Garantizar los fondos para la revisión:
 - Universidad Industrial de Santander
- Realización de trabajo previo que fue la base de la revisión actual.
 - Hugo Martínez, Jaime Camacho

4.2. Declaraciones de interés:

Ninguna en particular.

4.3. Fuentes de Soporte:

4.3.1. Fuentes internas: Universidad Industrial de Santander y EEIE

Anexo B. Ponencia realizada

Redes inter-organizativas y su desempeño de innovación: Una revisión sistemática de la literatura

Resumen

Este documento presenta una revisión sistemática de la literatura sobre las redes inter-organizativas y su desempeño de innovación. La producción académica sobre esta temática muestra un crecimiento sostenido en las últimas décadas y una tendencia positiva para los próximos años. Esto podría deberse a que las alianzas que conforman las redes inter-organizativas permiten el flujo de información en los mercados y son consideradas elementos clave de las estrategias de innovación de las compañías especialmente en los sectores de alta tecnología. La evidencia ha mostrado que características estructurales como la ubicación de la firma en la red inter-organizativa y la estructura de la red misma, influyen en el desempeño innovador. Además, algunos estudios sugieren que las alianzas de tipo indirecto influyen positivamente en la innovación ya que permiten el acceso a información no redundante. Por otro lado, existen características propias de las firmas que también influyen en el desempeño innovador, como la capacidad de absorción y la distancia tecnológica. Por consiguiente, la caracterización de las redes inter-organizativas es una herramienta estratégica para el establecimiento de nuevas alianzas con el fin de aumentar el desempeño innovador de las firmas. La revisión identifica numerosas brechas en la literatura que deben ser abordadas, por ejemplo la falta de estudios que aborden el tema considerando la caracterización de las redes y las propiedades intrínsecas de las compañías. El presente artículo resalta la necesidad de un consenso general acerca de la relación e influencia de las redes inter-organizativas y la innovación.

Palabras clave

Revisión sistemática, Redes inter-organizativas, Innovación.

1. Introducción

Las alianzas estratégicas que conforman las redes inter-organizativas son responsables del flujo de información en los mercados (Owen-Smith & Powell, 2004; Podolny, 2001) y son consideradas elementos clave de las estrategias de innovación de las compañías especialmente en los sectores de alta tecnología (Nooteboom, Van Haverbeke, Duysters, Gilsing, & van den Oord, 2007). La evidencia ha mostrado que características estructurales de las redes, tales como la ubicación de la firma dentro de la red inter-organizativa y la estructura de la red misma, influyen en el desempeño innovador (Ahuja, 2000; Gilsing, Nooteboom, Vanhaverbeke, Duysters, & van den Oord, 2008; Obstfeld, 2005). Además,

algunos estudios sugieren que las alianzas indirectas influyen positivamente en la innovación ya que permiten el acceso a información no redundante (Salman y Saives, 2005). Por otro lado, existen características propias de las firmas que también influyen en el desempeño innovador, como la capacidad de absorción y la distancia tecnológica (Nooteboom et al., 2007; Vasudeva, Zaheer, & Hernandez, 2013).

La caracterización de las redes inter-organizativas es una herramienta estratégica para el establecimiento de nuevas alianzas. Además, la producción científica anual sobre las redes inter-organizativas y el desempeño en innovación presenta una forma oscilante con tendencia creciente desde el año 2001 hasta febrero del 2014, tal como se muestra en la Figura 1. Por esta razón, esta revisión sistemática tiene como objetivo establecer el estado del arte y los principales consensos de la literatura sobre redes inter-organizativas e innovación. La revisión se enfoca principalmente en los resultados encontrados en el área, en su evolución y sus principales resultados. Los objetivos específicos de la revisión fueron:

- Investigar las principales teorías sobre redes e innovación.
- Comparar las principales teorías con el fin de encontrar semejanzas y diferencias.
- Identificar las principales brechas de la literatura.

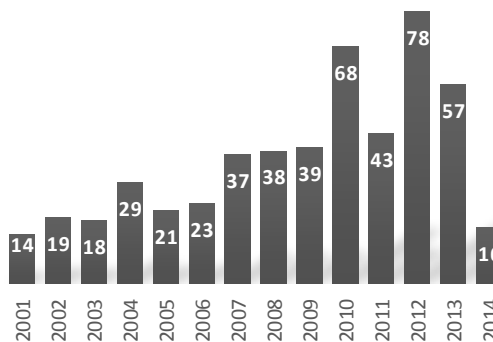


Figura 1. Publicaciones anuales en el área. Fuente autor.

Este documento sintetiza, expone y actualiza los principales consensos, desacuerdos y brechas en la teoría del área mencionada anteriormente.

1.1 Metodología

La revisión sistemática realizada está basada en el trabajo realizado por Tranfield *et al* (2003) con el fin de obtener resultados transparentes, científicos y replicables. Siguiendo este trabajo, se realizaron las tres etapas sugeridas: la fase de planeación, la ejecución de la revisión y la fase de reporte y disseminación de los hallazgos. En la primera etapa se realizó un protocolo para planificar y orientar el proceso. En este documento se definió que la búsqueda de documentos científicos debía estar enfocada al entendimiento de la relación entre las redes inter-

organizativas y la innovación de las mismas. Además se definieron 3 fuentes de información para la búsqueda de documentos las cuales son: las bases de datos científicas, la sugerencia de expertos y el seguimiento de citas. La base de datos científica escogida fue la Web of Science debido al alto impacto de sus publicaciones indexadas y a su reconocimiento internacional (Chadegani et al., 2013). Sólo artículos científicos fueron tenidos en cuenta debido a su mayor rigurosidad respecto a otros documentos.

En la segunda fase, se diseñó una ecuación de búsqueda, la cual fue definida después de un proceso iterativo de identificación de principales palabras clave y la asesoría de expertos. Las principales palabras clave establecidas fueron alianza, innovación, innovador, inter-organizativa y análisis de redes. Las categorías de búsqueda seleccionadas fueron administración, negocios y economía. En total se obtuvieron un total de 500 resultados⁹⁶.

El seguimiento de citas permitió identificar 13 documentos y adicionalmente 9 fueron sugeridos por expertos. Los artículos encontrados fueron filtrados por título y resumen evaluando su pertinencia hacia el objetivo principal de este documento mencionado anteriormente. Para ello se utilizó como herramienta de apoyo el software de referenciación teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos que proporcionen antecedentes o que fundamenten la relación entre la innovación y las redes inter-organizativas.
- Artículos que referencien las alianzas inter-organizativas indirectas.

El proceso de inclusión tuvo como resultado la selección de 54 artículos. Posteriormente, los artículos fueron leídos en su totalidad y analizados con el apoyo del software de análisis cualitativo. Esto permitió la asignación de códigos específicos que permitieron la agrupación y clasificación de la información con la cual se estableció al marco conceptual del tema. En la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo de la búsqueda de documentos.

⁹⁶ La búsqueda fue realizada para el periodo de tiempo comprendido entre el año 2000 y el 28 de Febrero de 2014.

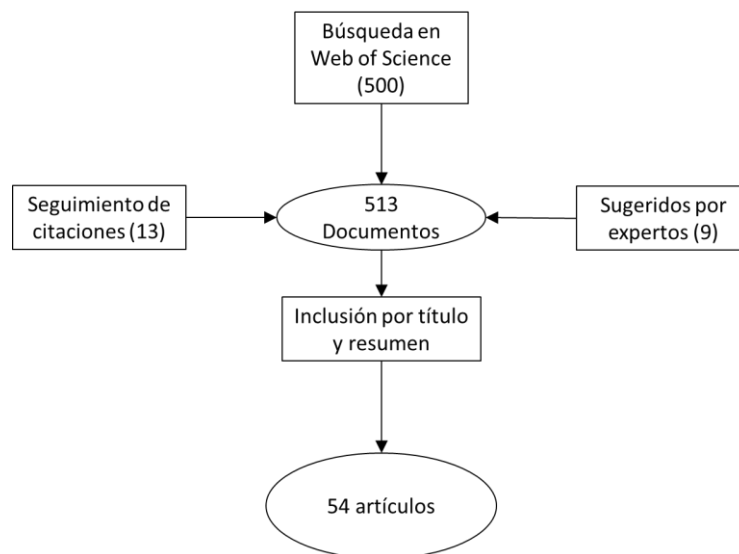


Figura 2. Diagrama de flujo de la revisión

La tercera etapa del proceso, la de reporte y difusión de datos finaliza con la elaboración del presente documento.

1 Revisión de la literatura

La revisión está dividida en 5 secciones. En la primera, se establecen los antecedentes acerca de los estudios que abordan el desempeño innovador desde las de redes colaborativas. En la siguiente sección se describen las alianzas directas e indirectas y los principales resultados acerca de la relación de estas con el desempeño innovador de las firmas. Posteriormente, se enuncian las principales teorías y consensos sobre redes y el desempeño en innovación de las compañías. En la cuarta sección se enuncian las principales metodologías y los sectores industriales. Finalmente, se enuncian las principales brechas en la literatura encontradas.

1.1 Redes e innovación

La innovación es definida como la recombinación de conocimiento existente para nuevas aplicaciones (Schumpeter, 1934; Vasudeva et al., 2013) y es considerada el motor del desarrollo económico y social (Schumpeter, 1934). Su importancia sólo fue reconocida hasta principios de los años 50, a partir de los cuales, éste campo científico evidencia un estudio progresivo por parte de la academia, el sector empresarial y los gobiernos a nivel mundial en las últimas décadas (Fagerberg & Verspagen, 2009). Debido al incremento en la intensidad de la competencia de los mercados en las últimas décadas, las innovaciones de producto con un alto grado de novedad se están haciendo cada vez más

importantes (K.-H. Tsai, 2009). Además, muchas firmas en la actualidad recurren con mayor frecuencia a las concesiones de licencias de tecnología y a los acuerdos de colaboración para adquirir nuevos conocimientos tecnológicos (Hagedoorn, 2002; K.-H. Tsai, 2009) y compensar la miopía organizacional (Wuyts, Colombo, Dutta, & Nootboom, 2005), ya que el crecimiento económico está cada vez más conectado con la aplicación y generación de nuevo conocimiento (Nieto & Santamaría, 2007).

Los estudios sobre innovación se han realizado desde varias perspectivas, una de ellas es desde las redes de alianzas. Las alianzas se definen como acuerdos voluntarios entre firmas que involucran el intercambiar, compartir o desarrollar conjuntamente productos, tecnologías, servicios o recursos (Gulati, 1998; Karamanos, 2012). Las redes bajo el contexto de la innovación, se definen como el conjunto de alianzas establecidas entre los actores bajo análisis, los cuales pueden ser países o compañías. La importancia de esta perspectiva radica en que las redes han sido identificadas como los canales esenciales para el flujo de información en los mercados (Owen-Smith & Powell, 2004; Podolny, 2001) y como determinantes en el desempeño innovador de las compañías (Burt, 1992; Coleman, 1988; Gilbert, Pyka, & Ahrweiler, 2001). Además, las alianzas inter-organizativas aceleran y mejoran el aprendizaje intra-organizacional, preservan recursos y comparten el riesgo entre compañías, dan paso a nuevas tecnologías y mercados y permiten ganar posicionamiento en el mercado (Oliver, 2001). Igualmente, aceleran los procesos de I+D en las industrias donde el tiempo de comercialización (TTM) es crucial (Gilsing et al., 2008; Nieto & Santamaría, 2007) y sirven como mecanismo la generación de nuevo conocimiento gracias a su potencial de recombinação (Gilsing et al., 2008). Sin embargo, las alianzas inter-organizativas tienen algunas posibles desventajas como el comportamiento oportunista (“free-ride”) y la reducción de ingresos debido a la división de ganancias entre las firmas participantes (Oliver, 2001). A pesar de esto, las grandes ventajas y características mencionadas han hecho que las alianzas se hayan convertido en la piedra angular de las estrategias de innovación de las compañías, especialmente en el sector de alta tecnología (Nootboom et al., 2007).

1.2 Alianzas directas e indirectas

Las alianzas directas son aquellos acuerdos establecidos entre dos compañías de los cuales existe un documento o un resultado formal. Estas alianzas guardan una relación directamente proporcional con el desempeño innovador de la firma focal ya que son un canal de comunicación por el cual se difunde el conocimiento, se proporciona complementariedad a sus procesos y habilidades y se brinda escalabilidad a sus proyectos (Ahuja, 2000; Nootboom et al., 2007). A pesar de las anteriores ventajas, también ha sido demostrado que demasiadas alianzas directas desfavorecen el desempeño innovador las razones de lo mencionado puede ser la pérdida de información y diversidad de conocimiento requerida para

tal propósito o los altos costos económicos y operacionales de mantenimiento de la red de alianzas (Karamanos, 2012).

Las alianzas indirectas o débiles son aquellas que se forman entre dos compañías que tienen relaciones directas con una misma compañía, pero ninguna relación directa entre ellas, es decir no existe ningún documento o producto formal sobre ello. Estas alianzas afectan positivamente la innovación de las firmas ya que sirven como puentes entre grupos de información no redundantes lo que proporciona un mayor y más rápido acceso a información y a oportunidades novedosas, una aceleración en el aprendizaje de las firmas y fomentan la transferencia de conocimiento (Ahuja, 2000; Gilsing et al., 2008; Gulati & Gargiulo, 1999; Owen-Smith & Powell, 2004; Powell, 1998; Salman & Saives, 2005), sin el costo asociado al mantenimiento de alianzas directas (Burt, 1992). Por esta razón las alianzas indirectas han sido identificadas como un recurso estratégico intangible para las organizaciones (Salman & Saives, 2005). Sin embargo, el impacto de las alianzas indirectas en la innovación es inversamente proporcional al número de alianzas directas y menor en magnitud al de éstas (Ahuja, 2000).

1.3 Teorías de análisis

Las redes han sido analizadas desde dos corrientes teóricas principalmente, una que sostiene que el desempeño innovador es afectado por las condiciones estructurales de la red y/o la posición dentro de la misma y otra que sostiene que el desempeño innovador es afectado por las propiedades intrínsecas de las compañías.

1.3.1 Condiciones estructurales y/o posición dentro de la red

Esta teoría se ha abordado desde varias perspectivas. Una de ellas, sostiene que la innovación es incentivada por redes colaborativas densas debido a que éstas fortalecen los lazos de confianza, poseen una diseminación más rápida de ideas, facilitan la coordinación de acciones y evitan comportamientos indebidos en las alianzas inter-organizativas (Coleman, 1988; Obstfeld, 2005; Schilling & Phelps, 2007). La desventaja primordial de este tipo de redes es que obstaculiza más la generación de nuevas ideas que las demás estructuras (Obstfeld, 2005). Por otro lado, otra corriente de pensamiento sostiene que la innovación es incentivada por redes que contengan un alto porcentaje de huecos estructurales debido al acceso de información no redundante a la que las organizaciones tienen acceso para usar en su beneficio (Burt, 1992). Los huecos estructurales se definen como brechas en los flujos de información entre alters unidos a un mismo ego pero no unidos directamente entre ellos (Burt, 1992). Las desventajas primordiales de este tipo de estructura son una probabilidad más alta de comportamiento oportunista y una menor facilidad para la coordinación de acciones conjuntas (Obstfeld, 2005). Algunos estudios han comprobado la teoría de Burt (Hargadon & Sutton, 1997; Reagans & Zuckerman, 2001; Zaheer & Bell, 2005) así como otros la han refutado (Ahuja, 2000; Karamanos, 2012; Obstfeld, 2005). Ahuja en su estudio, ratificó las relaciones entre innovación y la estructura de las redes y encontró que los huecos

estructurales desfavorecían la innovación; aunque sugirió que las premisas de Coleman y Burt no son excluyentes, pues es el entorno de la red quien dictamina cuál de las dos premisas es correcta para el caso particular en cuestión.

Otros estudios, revelan que una posición central dentro de la red es una ventaja competitiva en términos de innovación pues permite a las compañías estar mejor informados acerca del estado de la red, incrementar la posibilidad de establecer nuevas alianzas (Gilsing et al., 2008) y acceder a información estratégica e ideas innovadoras (Gay & Dousset, 2005; Ozcan & Eisenhardt, 2009; W. Tsai, 2001; Zaheer & Bell, 2005). Igualmente, la ubicación central en una red de alianzas indirectas es privilegiada ya que permite a las firmas tener un mayor acceso al conocimiento, la información y las habilidades que circulan por la red (Salman & Saives, 2005).

Por otro lado, la densidad de la red también guarda una relación directamente proporcional con el desempeño innovador ya que incrementar la densidad mejora las capacidades de las firmas para absorber y utilizar el conocimiento de un rango más amplio de compañía (Coleman, 1988; Gilsing et al., 2008; Karamanos, 2012; Phelps, 2010). Sin embargo, un valor muy alto de esta medida puede inhibir la existencia y la utilización de la diversidad, la cual es esencial para generar conocimiento novedoso (Karamanos, 2012). De igual forma, el tamaño de la red general y la distancia de alianzas promedio (el número de alianzas promedio que separa cada par de firmas de la red) impactan la difusión y la recombinación de conocimiento (Schilling & Phelps, 2007).

Existe un creciente consenso en la literatura académica que establece que el grado de inmersión de las compañías respecto a la red en general (*embeddedness*) es determinante para su desempeño innovador y económico (Ahuja, 2000; Gilsing & Duysters, 2008; Gilsing et al., 2008; Obstfeld, 2005; Phelps, 2010; Vasudeva et al., 2013). El *embeddedness* define la naturaleza de la colaboración o la competencia entre los miembros de una red (Vasudeva et al., 2013) y hace que la acción económica sea afectada por las alianzas diádicas y por la estructura general de la red de alianzas (Granovetter, 1992). En términos generales, el *embeddedness* se refiere a la estabilización y al desarrollo de las alianzas entre las firmas como resultado de un historial de intercambios dentro de un grupo o comunidad (Gulati, 1998). Esta corriente de pensamiento ha demostrado que las teorías de Burt y Coleman son complementarias explicando así los resultados contradictorios encontrados sobre los huecos estructurales respecto al desempeño innovador (Tiwana, 2008; Vasudeva et al., 2013) y ha establecido que una configuración óptima de la red combina alianzas directas e indirectas (Tiwana, 2008).

1.3.2 Propiedades intrínsecas de las compañías

Esta corriente teórica sostiene que el desempeño innovador es afectado por las propiedades intrínsecas de las compañías. Es por esto que el análisis de innovación en redes ha sido abordado por diferentes autores desde la capacidad

de absorción y la distancia tecnológica (Cohen & Levinthal, 1990; Gilsing et al., 2008; Hurmelinna-Laukkanen, Olander, Blomqvist, & Panfilii, 2012; Nootboom et al., 2007; Vasudeva et al., 2013).

La capacidad de absorción se define como la capacidad de una compañía, reflejada en las características internas de la organización, para utilizar y explotar el conocimiento obtenido de fuentes externas en beneficio propio y/o con fines comerciales para generar ganancias (Cohen & Levinthal, 1990). Las organizaciones con una gran capacidad de absorción tienen una base tecnológica suficientemente desarrollada que les permite tener una rica y detallada comunicación con sus aliados durante el proceso de intercambio de conocimiento, por tanto tienen mejores posibilidades de capturar nuevas oportunidades en el mercado y generar productos innovadores (K.-H. Tsai, 2009). La capacidad de absorción está determinada por la investigación y desarrollo (I+D) de las firmas los cuales se acumulan en capital tecnológico (Nootboom et al., 2007).

La distancia tecnológica se define como la distancia existente entre firmas respecto a su perfil o enfoque en el espacio tecnológico (Stellner, 2014). La distancia tecnológica es usada como un proxy de la diferencia entre las bases de conocimiento de las firmas y se calcula respecto a los perfiles tecnológicos de las firmas, los cuales se determinan mediante sus patentes obtenidas. La distancia tecnológica puede ser calculada de diferentes maneras como la distancia euclidiana, el coeficiente de correlación de Pearson, la correlación de ventaja tecnológica revelada (CRTA), entre otras (Stellner, 2014). Estudios muestran que el desempeño innovador describe una forma de U invertida en términos de la distancia tecnológica (Lin, Wu, Chang, Wang, & Lee, 2012; Nootboom et al., 2007). Esto se debe a que una distancia tecnológica pequeña favorecería el entendimiento entre firmas pero no habría mucha novedad tecnológica en el conocimiento compartido y una distancia tecnológica grande generaría el efecto inverso, de manera que existe una distancia tecnológica óptima para el desempeño innovador entre firmas. También ha sido demostrado que la diversidad de información de la red guarda una relación directa con el desempeño innovador de las compañías ya que la complementariedad del conocimiento hace más fructíferas las alianzas así como el acceso a conocimiento desconocido (Nieto & Santamaría, 2007; Phelps, 2010).

1.4 Metodologías y sectores

Las estrategias para cuantificar el desempeño innovador son variadas. El desempeño en propiedad intelectual, el número de patentes y la productividad de las ventas innovadoras son algunos de los indicadores de desempeño innovador más utilizados. La gran mayoría de estudios, utiliza las patentes producidas en un año particular como la variable dependiente de desempeño innovador, ya que éstas son consideradas como un indicador confiable y no sesgado de novedad

tecnológica y esfuerzo en innovación (Griliches, 1990; Nam & Barnett, 2011). Además, las patentes son la medida más útil para examinar la colaboración global de tecnología y son un indicador validado externamente, disponible públicamente, actualizado y que provee información específica y detallada para el seguimiento de actividades inventivas (Nam & Barnett, 2011). Sin embargo, no es un indicador perfecto, ya que algunas invenciones no son patentables y otras no lo son por razones estratégicas (Ahuja, 2000; Gomes-Casseres, Hagedoorn, & Jaffe, 2006). Además, la tendencia a patentar las invenciones varía significativamente entre tecnologías y la clasificación de patentes está sujeta a errores (Lin et al., 2012; Stellner, 2014). Para sobrellevar estos inconvenientes, los estudios incluyen sectores industriales dinámicos donde las patentes son indicadores significativos de actividad inventiva, tales como el sector químico, energías emergentes y en especial el sector biotecnológico (Ahuja, 2000; Salman & Saives, 2005; Vasudeva et al., 2013). El sector biotecnológico ha sido el más estudiado debido a que posee las siguientes características:

- En este sector se concentra la mayor cantidad de trabajos debido a que este sector se ha identificado como el de mayor frecuencia de alianzas (Hagedoorn, 2002).
- La comercialización de biotecnología es caracterizada por una amplia cooperación entre firmas (Rothaermel & Deeds, 2004).
- La supervivencia y crecimiento de pequeñas firmas se debe al establecimiento de alianzas (Niosi, 2003).
- Falta de alianzas es asociada con la muerte organizacional (Oliver, 2001).
- Las patentes son indicadores significativos de actividad inventiva (Salman & Saives, 2005).
- Es uno de los sectores más competitivos e intensivos en conocimiento de la economía (Gay & Dousset, 2005).

Especialmente en las industrias donde las empresas operan a escala internacional, las patentes tramitadas en Estados Unidos pueden ser un buen indicador de los resultados en innovación a nivel mundial de las empresas (Nooteboom et al., 2007).

Las variables independientes más utilizadas han sido las variables características según la estructura de la red (Cercanía, centralidad, Densidad de la red, entre otras), la distancia tecnológica entre firmas y la capacidad de absorción de éstas.

En la Tabla 1, se muestran las fuentes de información más utilizadas.

Tabla 1. Fuentes de información

Información sobre alianzas	Información sobre patentes	Información sobre las firmas
MERIT-CATI	US Patent Office Database	Compustat
US Patent Office Database	European Patent Office	Worldscope
European Patent Office	Patentscope (OMPI)	LexisNexis
Corporate affiliations	Delphion	Reportes anuales
Who Owns Whom	Thomson Innovation	Amadeus
Factiva		Global Vantage
BioCentury		Japan Company Handbook
SDC Alliance database		Spanish Business Strategies Survey (SBSS)

1.5 Brechas en la literatura

Una de las brechas que más identifica la literatura, es el estudio de las características estructurales y de las propiedades intrínsecas para medir desempeño innovador de forma simultánea y no separada como se ha hecho constantemente (Nooteboom et al., 2007). También, es evidente la falta de estudios de redes que tienen en cuenta el contexto en el cual están inmersas las compañías que la conforman, pues muchos estudios analizan su desempeño de innovación tomando las empresas como agentes aislados, se deben tener en cuenta aspectos como volatilidad del mercado y la velocidad del cambio tecnológico (Gilsing et al., 2008; Hurmelinna-Laukkanen et al., 2012; Obstfeld, 2005). Igualmente se recomienda para futuros estudios tener en cuenta la estructura de comunicación entre el ambiente externo y la organización, estrategias de innovación interna y distribución del conocimiento dentro de la compañía (Nooteboom et al., 2007). De igual forma, la fuerza de las alianzas y los flujos de comunicación entre ellas son elementos a incluirse en la agenda de investigación (Zaheer & Bell, 2005). Por otro lado, también se necesitan más estudios que relacionen la proximidad geográfica con la capacidad de innovación de las firmas (Bell, 2005) y las redes inter-organizativas con la evolución espacial (Bergman, 2008). Respecto a las alianzas indirectas, se necesitan estudios longitudinales más profundos sobre el efecto dinámico de éstas en el contexto de su evolución a través del tiempo (Salman & Saives, 2005). Otra de las brechas es el uso de medidas que capturen la distancia tecnológica entre más de dos firmas y estudios que se ejecuten en otros sectores diferentes al de biotecnología (Lin et

al., 2012). Otra dirección de trabajo futuro es la expansión de las medidas del conocimiento de las compañías más allá de las que proporcionan las patentes, al investigar otras dimensiones de las capacidades de las firmas (Vasudeva et al., 2013; Zhang, Baden-Fuller, & Mangematin, 2007).

2 Conclusiones

La literatura reconoce a las alianzas que conforman las redes inter-organizativas como los canales esenciales para el flujo de información en los mercados (Owen-Smith & Powell, 2004; Podolny, 2001), como determinantes en el desempeño innovador de las compañías (Burt, 1992; Coleman, 1988; Gilbert et al., 2001) y como la piedra angular de las estrategias de innovación de las firmas de alta tecnología (Nootboom et al., 2007). La evidencia ha mostrado que características estructurales como la ubicación de la firma dentro de la red inter-organizativa y la estructura de la red misma, influyen en el desempeño innovador (Ahuja, 2000; Gilsing et al., 2008; Obstfeld, 2005; Vasudeva et al., 2013). Aunque desde puntos disímiles en un principio, las teorías de Coleman y Burt fueron las más abordadas durante las dos últimas décadas encontrando resultados que soportaban una teoría o la otra, lo que evitaba establecer cuál de las dos era la teoría correcta. En los últimos años ha surgido un creciente consenso sobre la complementariedad de las dos teorías, lo cual representa un gran avance en el entendimiento de las redes de innovación y comprender los resultados contradictorios encontrados anteriormente (Karamanos, 2012; Tiwana, 2008). Igualmente, existen estudios que sugieren que las alianzas indirectas influyen positivamente en la innovación ya que permiten el acceso a información no redundante (Salman & Saives, 2005). Este resultado, implica que la selección de una compañía para establecer una alianza estratégica no debe depender únicamente de su posición dentro de la red global, sino también de las posiciones de las empresas con quien tiene alianzas directas. Por otro lado, algunos estudios han demostrado que las características propias de las firmas influyen en el desempeño innovador, usualmente medidas a través de la capacidad de absorción y la distancia tecnológica entre firmas (Hurmelinna-Laukkanen et al., 2012; Nootboom et al., 2007; K.-H. Tsai, 2009). Por esta razón, la dirección de trabajo futuro más recurrente en la literatura es el estudio simultáneo de las características estructurales de las redes y las capacidades propias de las compañías y no de forma separada como se ha realizado (Nootboom et al., 2007; W. Tsai, 2001). Igualmente, son necesarios estudios que tomen en consideración el contexto económico en el cual están inmersas las compañías que conforman las redes, pues las firmas no deben considerarse agentes aislados (Gilsing et al., 2008; Hurmelinna-Laukkanen et al., 2012; Obstfeld, 2005). Teniendo en cuenta los resultados mencionados anteriormente, la caracterización de las redes inter-organizativas es una herramienta estratégica para el mejoramiento del desempeño innovador de las firmas pues permite establecer la idoneidad de una firma frente a otra para establecer alianzas estratégicas y comprender las razones del estado actual de la compañía en términos de innovación.

3 Referencias bibliográficas

- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks , structural holes , and innovation : a longitudinal study. *Administrative Science Quartely*, 45(3), 425–455.
- Bell, G. G. (2005). Clusters, networks, and firm innovativeness. *Strategic Management Journal*, 26(3), 287–295.
- Bergman, E. M. (2008). Embedding network analysis in spatial studies of innovation. *The Annals of Regional Science*, 43(3), 559–565.
- Burt, R. S. (1992). The social structure of competition. In N. Nohria & R. Eccles (Eds.), *Networks and Organizations* (pp. 57–91). Cambridge: Harvard University Press.
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A comparison between two main academic literature collections: web of science and scopus databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18–26.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity : a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quartely*, 35(1), 128–152.
- Coleman, J. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, 95–120.
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2009). Innovation studies—the emerging structure of a new scientific field. *Research Policy*, 38(2), 218–233.
- Gay, B., & Dousset, B. (2005). Innovation and network structural dynamics: study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. *Research Policy*, 34(10), 1457–1475.
- Gilbert, N., Pyka, A., & Ahrweiler, P. (2001). Innovation networks - a simulation approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(3), 8.
- Gilsing, V. a., & Duysters, G. M. (2008). Understanding novelty creation in exploration networks—structural and relational embeddedness jointly considered. *Technovation*, 28(10), 693–708.
- Gilsing, V., Nooteboom, B., Vanhaverbeke, W., Duysters, G., & van den Oord, A. (2008). Network embeddedness and the exploration of novel technologies: technological distance, betweenness centrality and density. *Research Policy*, 37(10), 1717–1731.

- Gomes-Casseres, B., Hagedoorn, J., & Jaffe, A. B. (2006). Do alliances promote knowledge flows? *Journal of Financial Economics*, 80(1), 5–33.
- Granovetter, M. (1992). Problems of explanation in economic sociology. In N. Nohria & R. Eccles (Eds.), *Networks and Organizations* (pp. 25–56). Cambridge: Harvard University Press.
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators : a survey. *Journal of Economic Literature*, 28(January), 1661–1707.
- Gulati, R. (1998). Alliances and networks. *Strategic Management Journal*, 19(4), 293–317.
- Gulati, R., & Gargiulo, M. (1999). Where do interorganizational networks come from? *American Journal of Sociology*, 104(5), 1439–1493.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm r&d partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, 31(4), 477–492.
- Hargadon, A., & Sutton, R. L. (1997). Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative Science Quarterly*, 42(4), 716–749.
- Hurmelinna-Laukkanen, P., Olander, H., Blomqvist, K., & Panfilii, V. (2012). Orchestrating r&d networks: absorptive capacity, network stability, and innovation appropriability. *European Management Journal*, 30(6), 552–563.
- Karamanos, A. G. (2012). Leveraging micro- and macro-structures of embeddedness in alliance networks for exploratory innovation in biotechnology. *R&D Management*, 42(1), 71–89.
- Lin, C., Wu, Y.-J., Chang, C., Wang, W., & Lee, C.-Y. (2012). The alliance innovation performance of r&d alliances—the absorptive capacity perspective. *Technovation*, 32(5), 282–292.
- Nam, Y., & Barnett, G. a. (2011). Globalization of technology: network analysis of global patents and trademarks. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(8), 1471–1485.
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7), 367–377.
- Niosi, J. (2003). Alliances are not enough explaining rapid growth in biotechnology firms. *Research Policy*, 32(5), 737–750.

- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36(7), 1016–1034.
- Obstfeld, D. (2005). Social networks, the tertius lungens orientation, and involvement in innovation. *Administrative Science Quarterly*, 50(1), 100–130.
- Oliver, A. (2001). Strategic alliances and the learning life-cycle of biotechnology firms. *Organization Studies*, 22(3), 467–489.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2004). Knowledge networks as channels and conduits: the effects of spillovers in the boston biotechnology community. *Organization Science*, 15(1), 5–21.
- Ozcan, P., & Eisenhardt, K. M. (2009). Origin of alliance portfolios: entrepreneurs, network strategies, and firm performance. *Academy of Management Journal*, 52(2), 246–279.
- Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), 890–913.
- Podolny, J. M. (2001). Networks as the pipes and prisms of the market. *American Journal of Sociology*, 107(1), 33–60.
- Powell, W. W. (1998). Learning from collaboration: knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries. *California Management Review*, 40(3), 228–240.
- Reagans, R., & Zuckerman, E. W. (2001). The social diversity, and productivity : networks, r & d teams capital of corporate. *Organization Science*, 12(4), 502–517.
- Rothaermel, F. T., & Deeds, D. L. (2004). Exploration and exploitation alliances in biotechnology: a system of new product development. *Strategic Management Journal*, 25(3), 201–221.
- Salman, N., & Saives, A.-L. (2005). Indirect networks: an intangible resource for biotechnology innovation. *R&D Management*, 35(2), 203–215.
- Schilling, M. a., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: the impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 53(7), 1113–1126.

- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development* (p. 255). Cambridge: Harvard University Press.
- Stellner, F. (2014). Technological distance measures: theoretical foundation and empirics. In *DRUID Society Conference*.
- Tiwana, A. (2008). Do bridging ties complement strong ties ? an empirical examination of alliance. *Strategic Management Journal*, 29(3), 251–272.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
- Tsai, K.-H. (2009). Collaborative networks and product innovation performance: toward a contingency perspective. *Research Policy*, 38(5), 765–778.
- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, 44(5), 996–1004.
- Vasudeva, G., Zaheer, A., & Hernandez, E. (2013). The embeddedness of networks : institutions , structural holes , and innovativeness in the fuel cell industry. *Organization Science*, 24(3), 645–663.
- Wuyts, S., Colombo, M. G., Dutta, S., & Nooteboom, B. (2005). Empirical tests of optimal cognitive distance. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 58(2), 277–302.
- Zaheer, A., & Bell, G. G. (2005). Benefiting from network position: firm capabilities, structural holes, and performance. *Strategic Management Journal*, 26(9), 809–825.
- Zhang, J., Baden-Fuller, C., & Mangematin, V. (2007). Technological knowledge base, r&d organization structure and alliance formation: evidence from the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 36(4), 515–528.