

El rol de las vinculaciones en el desarrollo de las capacidades de la firma. Un análisis de redes sociales de la industria del software en Argentina^ξ

Mariano Pereira *

Florencia Barletta, **

Diana Suárez ***

Resumen

En este artículo se analiza la relación entre el entorno de red de las empresas y el desarrollo de capacidades. El objetivo es identificar si existe alguna relación entre las características de las redes en las que operan las empresas y el proceso de creación de capacidades. Para el análisis empírico se estudian los niveles de cohesión de las redes intra- y extra-sectorial de las que forman parte un conjunto de empresas del sector de software en Argentina, para el período 2008-2010. Los resultados sugieren que mayores niveles de cohesión en la red se corresponden con mayores niveles de capacidades en las empresas. Esta evidencia coincide con la literatura que sostiene que la localización de las firmas en ciertos lugares de las redes a las que pertenecen les permite acceder a recursos externos, que contribuyen al desarrollo de sus capacidades. Los resultados también coinciden con la literatura que destaca el papel de las redes de conocimiento en los sectores de alta tecnología y su impacto positivo sobre la dinámica tecnológica de la estructura productiva.

Palabras clave: Estrategia; Empresas; Capacidades; Redes; Vinculaciones.

Abstract

This paper analyzes the relationship between firms' network environment and the development of capabilities. The aim is to identify whether there is any relationship between the characteristics of the networks in which firms operate -in terms of their level of cohesion- and the process of capacity building. The empirical analysis is based on firms from the software sector in Argentina for the period 2008-2010 and intra- and extra- sectorial network interactions are studied. Results suggest that higher levels of cohesion of the network lead to higher levels of firms' capabilities. This evidence agrees with the literature that sustains that interactions with the environment allow firms to access external resources, which positively contribute to the enhancement of firms' capabilities. Results also agree with the literature that highlights the role of knowledge networks in high-tech sectors and the potential impact on the technological dynamics of the productive structure.

Key Words: Strategy; Firms; Capabilities, Networks; Linkages

JEL Codes: D22; O30; J24.

^ξ - Recibido 10 de Agosto 2015 / Aceptado 09 de Octubre 2015.

* Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) – Instituto de Industria (IdeI). Mail: lic.mpereira@gmail.com

** Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) – Instituto de Industria (IdeI). Mail: mfbaretta@gmail.com.

*** Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) – Instituto de Industria (IdeI). Mail: dsuarez@ungs.edu.ar.

1. Introducción

La economía de la innovación provee sólidos argumentos respecto de la importancia de las capacidades tecnológicas y productivas de las empresas en sus posibilidades de innovar, crecer y alcanzar rentas extraordinarias. Estas capacidades se desarrollan a partir de los esfuerzos internos dirigidos a la creación de nuevos conocimientos y del acceso a conocimiento externo que tiene lugar a través de las interacciones de las firmas con otras organizaciones del entorno. Así, la innovación no es un proceso aislado sino interactivo, lo que implica que no puede ser analizado únicamente al interior de una empresa. Se trata de un fenómeno sistémico que emerge de las complementariedades y las interdependencias del conocimiento, que se encuentra tanto al interior de las empresas como en el resto de las organizaciones (Cohen y Levinthal, 1990; Lundvall, 1992b; Nelson, 1991b; Penrose, 1959; Teece y Pisano, 1994).

En este sentido, y en el nivel de la empresa, la evidencia empírica es concluyente. Las vinculaciones tienen un impacto positivo en el desarrollo de capacidades (Becker y Dietz, 2004; Belderbos, Carree, y Lokshin, 2004; Fritsch, 2004; Nieto y Santamaría, 2007; Santamaría, Nieto, y Barge-Gil, 2009). La evidencia empírica también muestra que los vínculos impactan de manera diferente en los procesos de aprendizaje e innovación según el tipo de contraparte (clientes, proveedores, competidores, universidades, centros tecnológicos, etc.), el objetivo perseguido (I+D, control de calidad, capacitación, etc.) y el nivel de formalidad (acuerdos de cooperación, interacciones informales, etc.), entre otros atributos de la interacción.

Más recientemente, la literatura basada en el enfoque de redes sociales (Wasserman, 1994) ha complementado y enriquecido los estudios de la innovación con la construcción de indicadores cuantitativos que no caracterizan a la empresa individual, sino al conjunto de los vínculos que ésta mantiene con otras organizaciones (Ahuja, 2000; Giuliani y Bell, 2005; Gulati, 1998). Este artículo pretende ser una contribución de esa línea. Basado en el enfoque de redes sociales, el objetivo es analizar la relación entre el entorno de red de las empresas y el desarrollo de capacidades. En particular, se busca identificar si existe alguna relación entre las características de las redes en las que operan las empresas -en términos de su nivel de cohesión -y los del proceso de creación de capacidades.

El análisis empírico se basa en un conjunto de empresas del sector de software en Argentina. Varias razones justifican esta selección. En primer lugar, se trata de un sector en el que las redes de conocimiento entre las empresas y otras organizaciones parecen, a priori, muy relevantes para explicar la dinámica de las empresas innovadoras (Salavisa, Sousa, y Fontes, 2012). En segundo lugar, casi por definición, el funcionamiento de estas empresas es interactivo dado que el elevado nivel de *customización* de los productos finales requiere constantes interacciones entre usuarios y productores (Lundvall, 1992a). En tercer lugar, los procesos de innovación y de aprendizaje entre las empresas del sector de software y servicios informáticos (SSI) se basan en gran medida en la generación y transmisión de conocimiento tácito, que se produce a partir de la interacción entre múltiples actores (Cowan, David, y Foray, 1999).

Los resultados muestran que cuanto mayor es el nivel de cohesión de la red, mayor es el nivel de capacidades de las empresas. Los resultados también ponen de manifiesto la existencia de diferentes tipos de estrategias de vinculación: la mayoría de las empresas de la base de datos (65%) siguen una estrategia de tipo *stand-alone*,

caracterizada por bajos niveles de interacción en las redes intra- y extra-sectoriales. Un segundo grupo (21%) parecería optar por lo que denominamos una estrategia de sustitución, donde la interacción es intensa en una red, pero reducida en la otra. Finalmente, un tercer grupo de firmas parecería adoptar una estrategia de complementariedad (15%), definida a partir de aquellas firmas ubicadas en lugares altamente cohesionados, tanto en la red intra- como extra- sectorial.

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente manera. Después de esta introducción, en la sección dos se revisa la literatura relevante. En la tercera sección se presentan el modelo, la metodología y los datos. En la cuarta sección se analizan los resultados. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

2. Enfoque conceptual e hipótesis

2.1 Capacidades, conocimiento y redes

El enfoque basado en los recursos, desarrollado por Penrose (1959) y, posteriormente, por la literatura del *management* (Wernerfelt, 1984), asigna a las capacidades un lugar central en el proceso de generación de ventajas competitivas. La literatura evolucionista y schumpeteriana retoma este enfoque para explicar la emergencia de la innovación a partir de un proceso de generación y acumulación de capacidades, especialmente tecnológicas (Cohen y Levinthal, 1989; Nelson y Winter, 1982; Teece y Pisano, 1994). En esta literatura, el concepto de capacidades se refiere a la adaptación, integración y reconfiguración de las habilidades organizacionales y los recursos internos y externos. Esto significa que en el proceso de construcción de capacidades las organizaciones combinan conocimientos acumulados internamente con los adquiridos desde el exterior, lo que se realiza tanto a través de esfuerzos explícitos para incorporar otros conocimientos -por ejemplo a través de la I+D- como vía vínculos formales e informales con otras organizaciones y la realización de actividades conjuntas.

En este contexto, el entorno inmediato en el que operan las empresas determina la mayor parte de su capacidad para incorporar conocimientos externos. Siguiendo Antonelli (2008), este entorno no se refiere exclusivamente a la proximidad geográfica, sino al espacio multidimensional definido por la proximidad tecnológica, cognitiva y social de las organizaciones que lo conforman. En otras palabras, las empresas actúan y se posicionan en una arquitectura de conexiones cuyas características parcialmente determinan senderos de aprendizaje y emergencia de innovaciones.

Dentro de este punto de vista complejo y sistémico de las dinámicas innovadoras de las empresas, las redes adquieren un papel central en el acceso a los recursos externos y la construcción de capacidades. Por lo tanto, el marco analítico y el enfoque metodológico de redes sociales (Wasserman, 1994) contribuye a entender la relación micro-meso entre las capacidades y el entorno. Sobre la base de este enfoque, el proceso de asignación y movilización de recursos para la innovación se ve influido por el contexto en el que operan las empresas, no sólo en términos de calidad, cantidad y variedad de recursos disponibles, sino también en términos de la naturaleza de las relaciones que se establezcan y de la morfología del entorno, para el acceso a estos recursos.

La literatura sobre las redes sociales y las redes de innovación (Cantner y Graf, 2006; Gloor, Paasivaara, Schoder, y Willems, 2008; Powell y Grodal, 2005) ha explorado la

relación entre la dinámica innovadora de las empresas y las características de las redes en las que operan. La mayor parte de las contribuciones se centran en analizar, por un lado, qué tipo de forma de red fomenta mejor el aprendizaje y los procesos de innovación y, por el otro, qué posiciones dentro de la red contribuyen a mejorar las oportunidades de acceso a los recursos externos clave. El impacto de la densidad de la red, el nivel de la apertura y la fuerza de los lazos están en el centro del debate de estas contribuciones. Algunos autores sostienen que las redes de alta densidad con fuertes lazos son más beneficiosos en términos de cooperación y confianza entre actores (Ahuja, 2000), del intercambio de información de alta calidad (Gulati, 1998; Van Geenhuizen, 2008) y de la capacidad de detectar oportunidades de negocio (Arenius y De Clercq, 2005). Por el contrario, otros autores hacen hincapié en las ventajas de las redes abiertas con vínculos débiles y agujeros estructurales (Burt, 2009), ya que permiten establecer relaciones con actores no conectados y explorar nuevas oportunidades, al tiempo que facilitan el acceso a la información no redundante (Zaheer y McEvily, 1999). Desde una posición intermedia, algunos estudios muestran que la red más beneficiosa es la que combina vínculos fuertes y débiles (Uzzi, 1997), ya que los primeros permiten el intercambio de información buena y de conocimiento tácito, mientras que los segundos facilitan el acceso a información novedosa y no redundante.

Como se mencionara, en este trabajo se analiza la relación entre las redes de conocimiento y las capacidades, partiendo de la premisa que las vinculaciones que las empresas establecen con otras organizaciones para aumentar su nivel de capacidades determinan una red heterogénea en términos de su estructura y cohesión, y esto da forma al entorno en que las empresas operan a nivel meso. Se sostiene que a pesar de que habrá un nivel medio de la cohesión de la red, también habrá ciertos lugares dentro de la misma donde esta cohesión será mayor y lugares donde será muy reducida. Entonces, dado el lugar específico donde se encuentra la firma, el impacto de las vinculaciones en sus capacidades será diferente. En este marco, las decisiones de la firma sobre las interacciones que establece con otras organizaciones conforman lo que denominamos estrategia de red de la empresa. Así, la red -a nivel meso- es causa y consecuencia de las decisiones micro, es el agregado de las estrategias que a su vez condiciona las decisiones futuras.

En sentido amplio, la literatura evolucionista define la estrategia como el conjunto de decisiones con respecto a cómo enfrentar el proceso de selección (Nelson, 1991b; Penrose, 1959). Análogamente, la estrategia de red es el conjunto de decisiones respecto a cómo interactuar con los diferentes agentes del entorno, tanto con aquellas organizaciones específicas del sector, como con las que forman parte del entorno ampliado -el sistema de innovación-, en la búsqueda de conocimiento externo. Dada esta definición, dos cuestiones deben tenerse en cuenta para el análisis de la estrategia de red de una empresa. Primero, es un concepto *ex post* que aunque puede caracterizarse en retrospectiva, no necesariamente surge de un proceso de planificación en sentido estricto (Freeman, 1974; Nelson, 1991a). Habrá casos donde se realizaron esfuerzos deliberados en pos de establecer vinculaciones con una organización del entorno -por ejemplo, un acuerdo de cooperación con una universidad para realizar actividades conjuntas de I + D-, pero también habrá interacciones ordinarias y menos planificadas que permiten a la empresa mejorar sus capacidades -por ejemplo, actividades comerciales regulares con proveedores. En segundo lugar, la estrategia de la empresa se puede observar a partir de su posición dentro de la red a la que pertenece (Giuliani y Bell, 2005). Dada la posición de la empresa en términos de su cercanía o distancia al

núcleo de una red –actores clave con una intensa circulación de conocimiento- y el número de vinculaciones que tiene con otros actores dan cuenta de las decisiones tomadas por la empresa para el acceso a conocimiento externo. Así, en un momento dado en el tiempo y el espacio, la estructura de vinculaciones de la firma representa su estrategia, asumiendo que existe un umbral mínimo de capacidades para lograr un lugar específico dentro de la red (Cohen y Levinthal, 1990; Narula, 2003).

2.2 Preguntas de investigación e hipótesis

El análisis se basa en el sector de software y servicios informáticos (SSI), que presenta ciertas características específicas que hacen particularmente interesante el uso de redes sociales para su análisis. En primer lugar, se trata de una actividad intensiva en conocimiento e innovación, donde los vínculos son parte de la naturaleza misma del sector debido al bajo nivel de estandarización de los productos finales. La mayoría de los productos/servicios de estas empresas requieren constantes interacciones con los clientes durante y después del proceso de desarrollo. Por lo tanto, es un proceso de co-producción donde la oferta es constantemente reconfigurada a partir de las relaciones entre usuarios y productores, hasta la etapa final del desarrollo. En segundo lugar, y en parte ligado a las características anteriores, el sector de software es altamente intensivo en el uso del conocimiento tácito. La heterogeneidad de los productos, la baja estandarización y el proceso productivo (centrado más en el uso de metodologías ágiles que en manuales de procedimientos codificados) explican la importancia del conocimiento tácito en el funcionamiento de las empresas. En tercer lugar, la interactividad es una característica típica de este sector. Las empresas y los empleados son a menudo parte de las "comunidades de práctica" donde comparten información e incluso desarrollos que serán testeados por otros participantes.

Teniendo en cuenta la relación previamente definida entre redes y capacidades, la pregunta que ha guiado esta investigación es: ¿qué tipo de red o que características de la red fomentan la circulación del conocimiento y la acumulación de capacidades? Las especificidades del sector llevan a suponer que cuanto mayor es la cohesión del espacio de red en el que opera la empresa, mayor es la circulación de conocimiento. Al mismo tiempo, ya que los vínculos –formales e informales- son fundamentales en la dinámica competitiva de este sector es esperable una relación positiva entre la cohesión de la red y el nivel de capacidades de las empresas.

En consecuencia, el objetivo es testear si un nivel de cohesión específico en la red a la que pertenece la empresa tiene un impacto diferencial en sus capacidades. La Figura 1 resume las hipótesis, que pueden ser formuladas de la siguiente manera:

H1: existe una relación causal positiva entre la cohesión de la red intra-sectorial y el nivel de capacidades de la empresa;

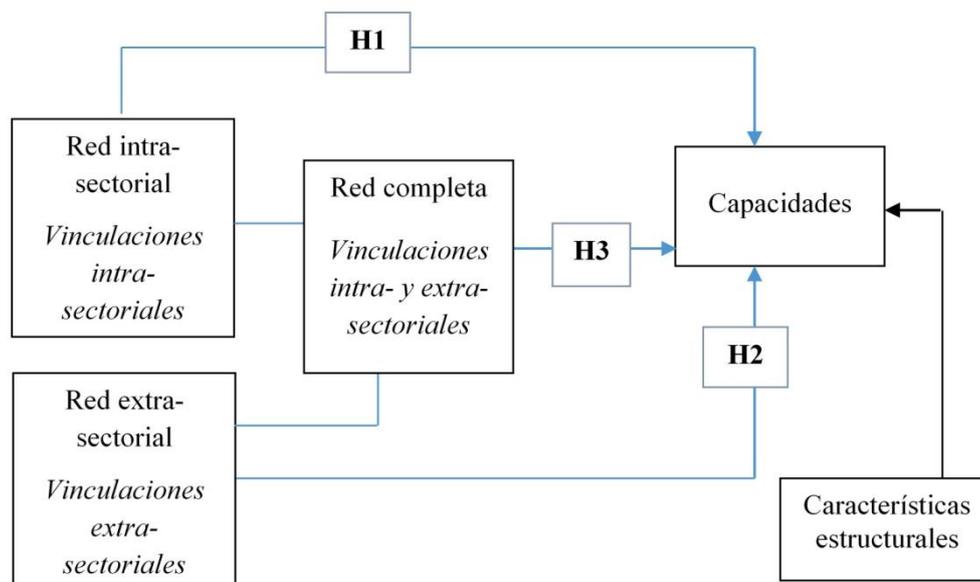
H2: existe una relación causal positiva entre la cohesión de la red extra-sectorial y el nivel de capacidades de la empresa;

H3: existe una relación causal positiva entre el nivel de la cohesión de la red completa (intra y extra sectorial) y el nivel de capacidades de la empresa.

En cierta medida, las tres hipótesis podrían ser agregadas en una que explore la relación entre la cohesión de la red y las capacidades de la firma, que es de hecho, la pregunta que ha motivado este trabajo. Sin embargo, tal como se verá en las siguientes

secciones, la separación de las hipótesis constituye una decisión metodológica útil para testear la relación entre cohesión y capacidades en diferentes redes. También ayuda a presentar y analizar los resultados, sobre todo porque se espera identificar diferentes estrategias, cuyas características estarán asociadas a diferentes combinaciones de relaciones intra- y extra-sectoriales.

Figura 1: Síntesis de los argumentos teóricos e hipótesis



Respecto de los argumentos detrás de las hipótesis, las tres están en línea con la literatura que sostiene una relación positiva entre la cohesión de la red y las capacidades de la firma, dado el tipo de flujos de conocimiento facilitados por la confianza y la cooperación. El supuesto subyacente es que a mayor nivel de cohesión de la red mayor el nivel de capacidades.

H1 refiere a las redes intra-sectoriales, que en este caso implica interacciones con competidores y cámaras de software, donde una relación positiva estaría en línea con la literatura que destaca la importancia de la cooperación horizontal como medio para acceder a conocimiento tácito (Cowan et al., 1999). En el caso de las redes de extra-sectoriales (H2), se consideran las interacciones con los clientes y las organizaciones de ciencia y tecnología (universidades y laboratorios). Los argumentos se encuentran también en línea con la literatura, pero esta vez con aquella con eje en las interacciones entre usuarios y productores (Lundvall, 1992a) y la necesidad de estar cerca de la oferta de conocimiento, dado el dinamismo tecnológico del sector (Freeman, 1974; Pavitt, 1984).

H3 se basa en el supuesto de que las empresas pueden implementar diferentes estrategias de vinculación basadas en la combinación de interacciones con diferentes tipos de socios -competidores, cámaras, clientes o instituciones de ciencia y tecnología. La idea subyacente es que el lugar específico que ocupa la empresa en cada red, que resultan de su estrategia de red, podría dar lugar a diferentes niveles de capacidades. Con base en argumentos similares a los de H1 y H2, se espera que las empresas que se ubican en lugares altamente cohesionados en ambas redes –intra- y extra-sectorial-

presenten mayores niveles de capacidades. A la inversa, se espera que las empresas ubicadas en lugares periféricos y menos cohesionados de las redes intra- y extra-sectoriales presenten menores niveles de capacidades. Las situaciones intermedias son el caso más interesante, donde no se puede asumir a priori algún tipo de causalidad. Dada la literatura revisada, no es posible predecir qué sub-red es más importante en términos de capacidades. En consecuencia, esperamos que este trabajo contribuya con evidencia empírica en esa dirección.

La motivación asociada a las hipótesis planteadas se basa en la idea de que si bien las firmas pueden elegir una combinación específica de los vínculos que mantienen con otras organizaciones, la posición que ocupan en las redes de conocimiento que participan está determinada no sólo por la decisión individual de la empresa sino también por las decisiones de las demás organizaciones (firmas e instituciones) que comparten su entorno. Siguiendo a Nelson (1991a) las empresas deciden respecto de cómo competir y asignar recursos, lo que incluye la decisión de vincularse con otras organizaciones. Esta idea también puede hallarse en Penrose (1959) y el subsecuente enfoque basado en recursos discutido en la sección 2: la firma decide respecto de la interacción con un conjunto específico de actores, esto le permite acceder a un set también específico de recursos externos, lo que impactará luego en sus capacidades. Sin embargo, aunque es esperable que el conocimiento externo al que accedió sea específico al set de actores con los que interactúa la firma, no es posible predecir qué tipo de actor y qué tipo de conocimiento externo serán los de mayor impacto en las capacidades, dada la complejidad y la heterogeneidad de los actores que componen el entorno. En consecuencia, es esperable que las firmas sean capaces de acceder a conocimiento igualmente relevante a partir de diferentes combinaciones de vinculación con el entorno. Por tanto, el supuesto aquí es que no existe un camino lineal y unívoco para alcanzar posiciones clave en las redes. Desafortunadamente, verificar este supuesto excede las posibilidades y objetivos de este trabajo, aunque pretendemos contribuir en esa línea.

3. Datos y metodología

Como se mencionó antes, el objetivo de este trabajo es analizar la relación entre vinculaciones y capacidades. En particular, analizar las condiciones que explican una relación positiva entre la cohesión de la red de conocimiento y las capacidades de las empresas. Para ello, se aplicó una metodología que combina: i) la estimación de las capacidades de las empresas como una variable latente mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), y ii) la construcción de tres redes de conocimiento utilizando el enfoque de redes sociales.

La base de datos utilizada en este trabajo está formada por 189 empresas argentinas de software encuestadas en 2011, con información para el período 2008-2010¹. Una de las principales ventajas de esta base es la disponibilidad de un gran número de variables que dan cuenta del nivel de capacidades de las firmas (Tabla 1). Para sintetizar la información, se aplicó el ACP para construir un indicador compuesto que sintetice el

¹ La encuesta se realizó en el marco del proyecto de investigación “Capacidades de absorción y conectividad en sistemas productivos y de innovación locales” financiado por la Fundación Carolina (España) La muestra fue realizada por el Observatorio del Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio del Trabajo, Empleo y Seguridad Social de Argentina. Para asegurar la representatividad estadística se consideró la distribución en la población según el tamaño de las firmas y el acceso a programas públicos (Ley de software, FONTAR, FONSOFT). Las empresas encuestadas pertenecen a la Ciudad de Buenos Aires y las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

nivel de capacidades de las empresas². Este método se basa en la idea de que las variables referidas a una misma dimensión (capacidades en este caso) se encuentran fuertemente correlacionadas, de forma que el ACP reduce la cantidad de datos en un pequeño número de componentes. Cada uno de estos componentes refleja una dimensión específica de la covarianza de las variables utilizadas.

Tabla 1. Indicadores de capacidades

Variable	Definición
Recursos humanos calificados	<i>Proporción de personal con nivel de doctorado</i>
Generación endógena de conocimiento	<i>Existencia de departamento formal o informal de I+D</i>
Esfuerzos en innovación	<i>Inversiones en licencias, adquisición y/o desarrollo de software, ingeniería reversa, capacitación, consultoría y/o I+D</i>
Aseguramiento de la calidad	<i>Trazabilidad, auditorías internas, personal y/o existencia de un área de control de calidad</i>
Estándares de calidad	<i>Disponibilidad de certificaciones de calidad</i>

El primer componente se extrajo y seleccionó como indicador sintético de las capacidades de las firmas. Este componente explica el 50% de la variación total y puede considerarse una descripción buena y concisa de los datos³. Como es práctica común en el ACP, el componente principal fue estandarizado –media cero media y desviación estándar igual a uno.

A continuación, se construyeron tres redes: intra-sectorial, extra-sectorial y completa; a partir del enfoque de redes sociales. Para su construcción se consideraron los vínculos (formales e informales) orientados a los siguientes objetivos: aseguramiento de la calidad, asistencia técnica, acciones comerciales conjuntas y actividades de I+D. La red intra-sectorial se construyó sobre la base de las interacciones que las empresas mantienen con otras firmas del sector y con cámaras empresariales de software y servicios informáticos. La red extra-sectorial incluye tanto las interacciones con empresas pertenecientes a otros sectores de actividad, así como también los vínculos con universidades e instituciones públicas y privadas de CyT. Construidas las redes, se procedió al análisis de su topología a partir del nivel de cohesión, lo que permite la identificación de los diferentes sub-grupos dentro de ellas.

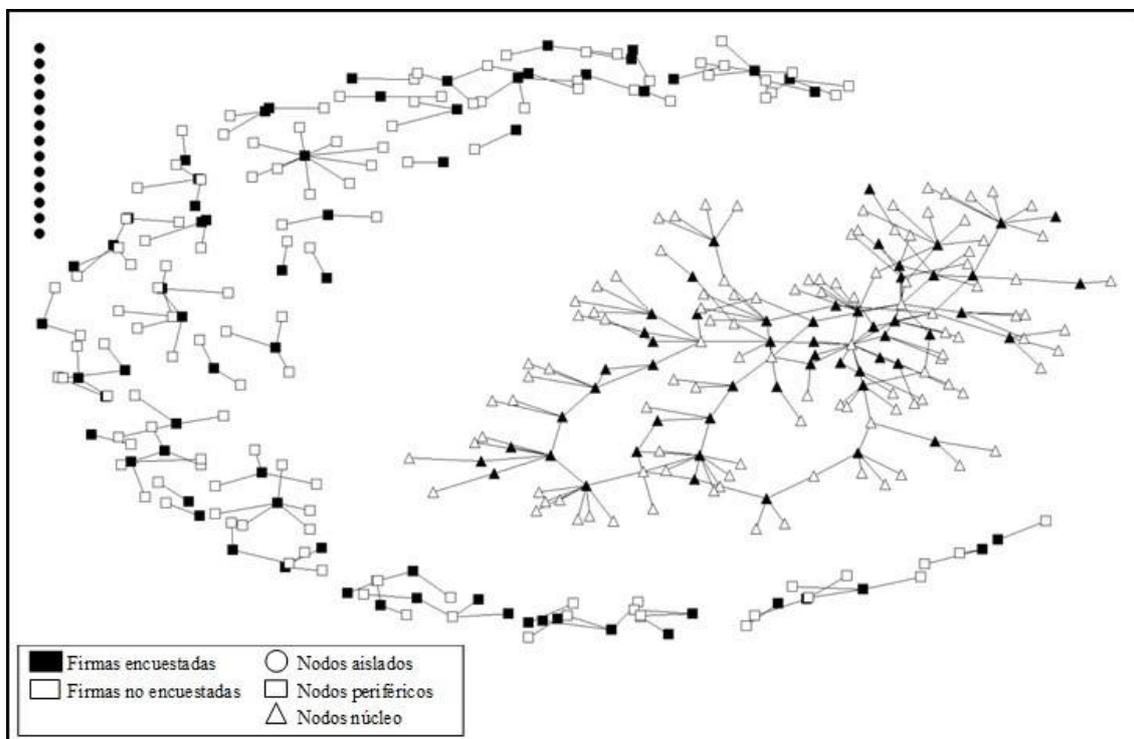
La Figura 2 ilustra la red intra-sectorial, integrada por 364 nodos, 134 de ellos representan las firmas encuestadas (nodos negros) y los restantes 230 representan aquellas empresas o cámaras que fueron declaradas como contraparte pero que no fueron entrevistadas (blanco nodos). En cuanto a la composición de la red, tres grupos emergen al considerar su grado de cohesión. El primer grupo (10 nodos circulares

² Se ha seleccionado este método dado que las capacidades de la firma son un constructo formativo.

³ Ver Anexo 1 para una descripción más detallada del Análisis de Componentes Principales.

negros) se compone de nodos aislados (en lo sucesivo grupo aislado). Es decir, empresas que se caracterizan por la ausencia de vínculos formales o informales con el resto de los actores intra-sectoriales. El segundo grupo (188 nodos cuadrados blancos y negros) está compuesto por diferentes redes pequeñas de baja densidad interna y altamente dispersas dado que no se vinculan entre sí (grupo periférico). Por último, el tercer grupo (163 nodos triangulares negros y blancos) se compone por un solo grupo grande que muestra altos niveles de densidad y cohesión (grupo núcleo). La característica principal de este grupo es que está compuesto por un conjunto de empresas y cámaras fuertemente conectados entre sí y, al mismo tiempo, desconectado de los dos grupos anteriores. En el análisis comparado se observa un aumento de los niveles de cohesión conforme se avanza desde el grupo aislado hacia el grupo núcleo.

Figura 2. Red intra-sectorial



Fuente: elaboración propia en base a la base de datos de empresas de software.

Para estudiar la topología de la red extra-sectorial no se utilizó el gráfico tradicional de redes ya que la inspección gráfica revela la presencia de un gran número de redes egocéntricas desconectadas entre sí. Por lo tanto, se empleó un indicador de red que permite analizar la propensión de las empresas a adquirir conocimientos externos a través de la interacción con organizaciones del entorno, pero externas al sector de software. Esta aproximación es similar al concepto de apertura externa desarrollado por Giuliani y Bell (2005). Para operacionalizar este concepto se comparó el número de vínculos de las empresas con el promedio registrado en la red extra-sectorial (tres vínculos con socios externos). Sobre la base de esta comparación, se identificaron tres

subgrupos: de menor apertura externa (por debajo de la media), de apertura externa media (alrededor de la media) y de alta apertura externa (superior la media).

La combinación de las dos redes proporciona una visión más completa sobre las estrategias de las empresas para acceder a conocimiento externo. Nuevamente se identificaron tres grupos, basados en la intensidad de los vínculos. El primero está compuesto por firmas asiladas (*stand-alone*), que no se conectan o mantienen muy pocos vínculos. El segundo grupo está compuesto por empresas altamente conectados en una de las redes pero poco conectados en la otra. Por último, el tercer grupo está compuesto por firmas localizadas en lugares altamente cohesionados en ambas redes. Una posible interpretación de esto es que las empresas pertenecientes al segundo grupo presentan una estrategia de sustitución, donde se concentran los esfuerzos en la adquisición de conocimiento externo en un tipo de red. Por su parte, las empresas del tercer grupo parecen estar siguiendo una estrategia de complementación donde el acceso al conocimiento externo combina una alta participación en las dos redes.

Los diferentes grupos se esquematizan en la figura 3. Dada la red completa, el 66% de las empresas (124 firmas) presentan estrategia de tipo *stand-alone*, 22% (40 empresas) una estrategia de sustitución y el 12% restante (25 empresas) una estrategia de complementación.

Figura 3. Diferentes estrategias de acceso a recursos externos

		Red intra-sectorial (grupos)			Total
		Aislado	Periferia	Núcleo	
Red extra-sectorial (apertura)	Baja	69	3	4	76
	Media	44	8	9	61
	Alta	36	6	10	52
	Total	149	17	23	189

	<i>Stand-alone</i>
	Sustitución
	Complementación

Fuente: elaboración propia en base a la base de datos de empresas de software. Nota: cada celda contiene el número de firmas en cada grupo.

De acuerdo a lo que sostiene la literatura, es de esperar que la relación entre el nivel de cohesión de la red y el desarrollo de capacidades de las firmas sea bidireccional: el nivel de capacidades determina las posibilidades de las firmas de interactuar con otras organizaciones y, al mismo tiempo, las vinculaciones de las firmas tienden a mejorar su nivel de capacidades. Este trabajo se centra en la segunda direccionalidad, el impacto de la posición de las firmas en las redes propuestas sobre su nivel de capacidades. Para mitigar (en parte) el sesgo de simultaneidad utilizamos datos del período 2008-2010

para la construcción de las redes y los datos de 2010 para la estimación de las capacidades.

La estrategia de identificación debe considerar dos elementos adicionales. El primero es el sesgo de selección por factores observables. Es decir, deben controlarse aquellas cuestiones que afectan tanto a la topología de la red como a las capacidades de las empresas. El segundo es que nuestra variable independiente toma tres valores (esto es así para las tres redes analizadas). En consecuencia, es preciso medir el diferencial de capacidades en tres grupos pudiendo comparar no solo contra el grupo control sino además contra su adyacente. A partir de todo esto, se optó por aplicar un modelo de tratamiento multivariado, utilizando como control un amplio set de covariables: ubicación, tamaño, edad, participación del capital extranjero y un conjunto de variables binarias que indica la presencia de factores que limitan la conectividad de la empresa⁴.

4. Resultados

La Tabla 2 presenta la estadística descriptiva de las tres redes. Respecto de las capacidades, la prueba no paramétrica de correlación muestra una asociación positiva entre el nivel de cohesión tanto en la red intra- como en la extra-sectorial y el nivel de capacidades. Para el resto de las variables los resultados son disímiles. No se observa diferencia entre los tres grupos en términos de la edad promedio de las firmas (columna 2) para el caso de la red intra-sectorial, mostrando cada grupo una edad media de dieciséis años. Lo mismo sucede para los grupos en la red extra-sectorial. Tampoco parece haber una relación clara entre la participación de capitales extranjeros y el nivel de cohesión de las redes. Por el contrario, surgen algunas diferencias cuando se considera el número medio de empleados, donde parece existir una asociación positiva entre el nivel de cohesión y el tamaño de la firma, tanto para la red intra- como la extra-sectorial. En esta última, de hecho, el tamaño medio de las empresas dentro del grupo de apertura externa alta es más de dos veces superior al del resto de los grupos.

La red completa muestra que la edad de las empresas es similar entre los grupos y que el tamaño se asocia positivamente con el nivel de cohesión de la red. A su vez, la participación del capital extranjero no muestra una clara asociación. En relación a las estrategias, el análisis de correlación indica una asociación positiva y significativa entre el nivel de cohesión y el nivel de capacidades: las empresas que siguen una estrategia de complementación alcanzan los niveles más altos de capacidades, seguidas por las empresas con una estrategia de sustitución y, finalmente, las firmas de estrategia aislada.

⁴ Este conjunto está compuesto por cuatro variables binarias que indican cuando la firma enfrenta limitaciones para establecer vínculos con otros actores: i) la ausencia de un socio interesante, ii) la ausencia de socios que satisfagan las necesidades de la empresa, iii) experiencias anteriores negativas, y iv) problemas para hallar problemas interesantes para la firma y el socio.

Tabla 2. Principales características de las redes de conocimiento

	Antigüedad	Tamaño (empleo promedio 2008)	Participación de capital extranjero (%)	Indicador de capacidades
Red intra-sectorial				
Aislado	1999	27	6,3	-0.6363
Periferia	1999	52	4,6	-0.0283
Núcleo	1999	66	10,7	0.8163
<i>Correlación tau-b de Kendall entre la red intra-sectorial y el indicador de capacidades:</i>				<i>0.47***</i>
Red extra-sectorial				
Apertura externa baja	1999	39	6,4	-0.1467
Apertura externa media	2003	40	11,7	0.2455
Apertura externa alta	2001	102	7,6	0.7484
<i>Correlación tau-b de Kendall entre la red extra-sectorial y el indicador de capacidades:</i>				<i>0.24***</i>
Red completa				
<i>Stand Alone</i>	1999	27	5,3	-0.4442
Estrategia de sustitución	1999	66	12	0.722
Estrategia de complementación	2001	107	7	0.8396
<i>Correlación tau-b de Kendall entre la red extra-sectorial y el indicador de capacidades:</i>				<i>0.28***</i>
Total	1999	46	7	

*Fuente: elaboración propia en base a la base de datos de empresas de software. *** significativo al 1%.*

En la tabla 3 se presentan las estimaciones del modelo, que informan sobre el diferencial del nivel de capacidades de las empresas que es atribuible al grupo que pertenecen dentro de la red. Este coeficiente se denomina efecto medio del tratamiento (en inglés, ATE). Se presentan dos tipos de ATE, el primero es la diferencia en las capacidades entre cada grupo y el nivel de base (el grupo de cohesión baja), y el segundo muestra la diferencia en las capacidades en relación con el grupo en el nivel adyacente (el grupo anterior). Adicionalmente, en la tabla se presenta el nivel medio de capacidades del grupo base (coeficiente conocido como resultado potencial medio, POMs por sus siglas en inglés).

Antes de comenzar con la lectura de los resultados, es importante comentar que los valores de las estimaciones se corresponden con la unidad de medida de la variable dependiente: el factor de capacidades de las empresas. Como fuera mencionado anteriormente, el método de componentes principales genera un factor que está normalizado; esto es, toma valores que van de $-$ a $+$ infinito, con una media nula y desvío standard igual a uno. En este sentido, los valores positivos indican que esa firma

está por arriba del promedio, en tanto que valores negativos indican que la firma está ubicada por debajo del promedio del panel.

El primer resultado a destacar es el valor negativo que toma el POM en cada una de las redes. Esto indica que las firmas pertenecientes a los grupos menos cohesionados en la red intra y extra sectorial, o que adoptaron una estrategia stand-alone en la red completa, registran un score de capacidades inferior al promedio del panel de firmas. El segundo resultado a destacar surge de la lectura de los ATEs da las primera y última red, a mayor nivel de cohesión mayor es la brecha en el score de capacidades, tanto cuando se la compara con el grupo base como con el adyacente (excepto para el "grupo medio" de la red extra-sectorial).

Tabla 3. Resultados

Red intra-sectorial	ATEs		Red extra-sectorial	ATEs		Red completa	ATEs	
	Nivel Base	Nivel adyacente		Nivel Base	Nivel adyacente		Nivel Base	Nivel adyacente
Aislado			Baja			<i>Stand-alone</i>		
Periferia	0,48*	0,48*	Media	0,49	0,49	Sustitución	0,55*	0,55*
Núcleo	0,89**	0,41*	Alta	0,77***	0,65**	Complementación	0,9**	0,71*
Aislado (POMs)	-0,48		Bajo (POMs)	-0,12		<i>Stand-alone (POMs)</i>	-0,19	

Observaciones: 189. Resultado del modelo: Lineal. Método de Estimación: Ajuste de regresión lineal. *, ** y *** equivalen a niveles de significatividad del 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Las estimaciones fueron controladas por ubicación, tamaño, edad, participación del capital extranjero y presencia de factores que limitan la conectividad. No se reportan esas estimaciones.

Fuente: elaboración propia en base a la base de datos de empresas de software.

En el caso de la red intra-sectorial, las firmas pertenecientes al grupo aislado se destacan por promediar un score de capacidades muy inferior a la media del panel. Las firmas de la periferia y el núcleo promedian niveles de capacidades superiores, lo que revela un impacto positivo del nivel de cohesión en la red. Cabe destacar que el diferencial de capacidades entre la periferia de la red y la región de nodos aislados es idéntico al estimado entre el núcleo de la red y la periferia (0.48 vs. 0.41 respectivamente). Esto muestra un impacto directamente proporcional entre cohesión y capacidades, aportando evidencia en favor de la hipótesis 1. En esta línea, los resultados son consistentes con la literatura revisada, que pone de manifiesto la importancia de las interacciones de conocimiento y el acceso a recursos externos en el desarrollo de capacidades.

En relación a la red extra-sectorial, el diferencial de capacidades solo es positivo y significativo cuando se analiza al grupo de alta apertura externa (tanto cuando se lo compara con el grupo base como contra su adyacente). Este resultado sugiere la existencia de un umbral de interacciones a partir del cual el grado de cohesión de la red impacta sobre las capacidades. En este caso, los resultados están en línea con la literatura sobre las interacciones proveedor- usuario (Lundvall, 1992a) y sobre la importancia del acceso al conocimiento generado en las instituciones científico-tecnológicas (Cowan et al., 1999). A la vez, dan cuenta del impacto de la intensidad de

las vinculaciones con organizaciones extra-sectoriales, lo que podría señalar la importancia del acceso a información no redundante, como sugiere la literatura sobre redes sociales (Zaheer y McEvily, 1999).

Finalmente, y en línea con la hipótesis 3, las firmas que adoptaron una estrategia de complementación (esto es, que se localizan en las regiones altamente cohesionadas de la red intra- y extra-sectorial) son las que registran el diferencial de capacidades más elevado. Más aún, la brecha positiva en el score de capacidades entre la estrategia de complementación y sustitución es mayor que la estimada entre esta última y la estrategia *stand-alone* (0.71 vs 0.55 respectivamente) Estos resultados confirman la naturaleza complementaria de las vinculaciones anticipada en el mismo nombre de la estrategia. A la vez, coinciden con la literatura que sostiene que los entornos en los cuales el flujo de conocimientos es elevado contribuyen al acceso a recursos externos (el conocimiento en este caso) que, a la vez, impacta sobre los procesos de aprendizaje de las empresas.

5. Conclusiones

El principal objetivo de este artículo se orientó a contribuir con evidencia empírica respecto de la dinámica de interacción entre los niveles meso y micro para el caso de las empresas de software en Argentina. En particular, la pregunta que guió el trabajo es cómo el entorno (definido como la red de conocimiento a la que pertenecen las firmas) impacta sobre las capacidades tecno-organizacionales de las empresas. Así, el entorno de conocimiento fue caracterizado a partir de la construcción de tres redes: una intra-sectorial, una extra-sectorial y una red completa. La evidencia empírica condujo a aceptar las hipótesis planteadas, lo que desde una perspectiva teórica y conforme a lo planteado por la literatura, se explica de la siguiente manera. Por un lado, la pertenencia a redes de conocimiento parece tener un papel clave en el proceso de desarrollo de capacidades en las empresas. Por el otro, los resultados indican que no sólo la presencia de redes sino también algunas de las características de la red son relevantes para explicar el desarrollo de capacidades. Por tanto, para las tres redes consideradas, la evidencia proporcionada muestra que cuanto mayor es el nivel de cohesión, mayor es el nivel de capacidades de las firmas. El nivel de cohesión del entorno en el que operan las empresas da cuenta del flujo de conocimiento que circula en todas las áreas de la red. Así, el proceso de creación de capacidades no sólo depende de la existencia o del número de vínculos que las empresas establecen con otras organizaciones, sino también de la posición de las empresas en la arquitectura de conexiones. Las firmas localizadas en zonas altamente cohesionadas pueden acceder a información de mayor calidad y a oportunidades de negocio basadas en la confianza existente entre nodos cercanos (Ahuja, 2000; Gulati, 1998).

Los resultados de esta investigación abren nuevas preguntas para futuras líneas de investigación con el objetivo de explorar las características y dinámica del entorno mesoeconómico a partir del análisis de redes sociales. En este trabajo, la atención se centró en el grado de cohesión, que resultó ser un indicador importante en la explicación del nivel de capacidades de las empresas. Sin embargo, el análisis de redes sociales ofrece un amplio conjunto de herramientas para estudiar otros factores, asociados, por

ejemplo, con el tipo de redes y los atributos tanto de los nodos como de los vínculos entre la empresa y el resto de las organizaciones.

Por último, las limitaciones principales de este trabajo se relacionan con la disponibilidad de información. En primer lugar, no fue posible dar cuenta de la dinámica de las redes dado que no se cuenta con información para diferentes momentos en el tiempo. En segundo lugar, una limitación importante está relacionada con el análisis de redes abiertas. El método de bola de nieve sería la metodología más apropiada para este tipo de red (además de los encuestados, se entrevista a todas las contrapartes que no forman parte de la muestra original pero que fueron nombrados por los encuestados). Sin embargo, por razones de tiempo, recursos y alcance no fue posible aplicar esta metodología. No obstante, en futuras investigaciones se buscará perfeccionar las técnicas de recolección y análisis de datos e incorporar el uso de metodologías cualitativas para profundizar el estudio de las relaciones micro-meso en la dinámica de producción e innovación de las firmas.

Anexo N°1: Análisis de componentes principales (ACP)

El principal objetivo de la utilización del ACP es la estimación de un indicador compuesto que sintetice una serie de variables que dan cuenta de las capacidades de las empresas. Para ello se utiliza el primer componente como un proxy de las capacidades. A continuación se presentan algunas estadísticas adicionales que dan cuenta de la relevancia del método y permiten profundizar el análisis del nivel de capacidades de las firmas de la base.

La tabla 4 presenta los autovalores de la matriz de correlación y la proporción de variación explicada por cada uno de los componentes principales. Tal como puede observarse, el primer componente (utilizado como indicador de capacidades) presenta un autovalor de 3,53 que explica el 46% de la varianza.

Tabla 3. Análisis de componentes principales – Autovalores y varianza

N° de componente	Autovalor	Varianza explicada
1	3,53	46%
2	0,99	22%
3	0,62	16%
4	0,35	10%
5	0,29	6%

A continuación, el análisis de los coeficientes para los componentes principales (tabla 5) permite caracterizarlos. Puesto que los datos están estandarizados, es posible evaluar directamente la magnitud relativa de los coeficientes para cada columna. La interpretación de los componentes principales se basa en la identificación de las variables que se encuentran más fuertemente correlacionados con cada componente. En otras palabras, es preciso decidir qué números son “grandes” dentro de cada columna. De esta forma, el primer componente sintetiza las siguientes dimensiones de las capacidades: calidad de los recursos humanos, esfuerzos de innovación, aseguramiento de la calidad y, en menor medida, disponibilidad de normas de calidad. Si cualquiera de estas variables aumenta, también lo hacen las restantes puesto que todas ellas están positivamente relacionados (todas tienen signos positivos).

En conclusión, el primer componente principal proporciona una descripción buena y concisa de las variables relacionadas con las capacidades de las empresas. Los coeficientes de puntuación revelan una composición integral en términos de la dimensión considerada.

Tabla 4: Análisis de componentes principales – Coeficientes

	N° de componente principal				
	1	2	3	4	5
Recursos humanos calificados	0,40	-0,58	-0,01	-0,02	-0,01
Generación endógena de conocimiento	0,28	0,19	0,77	0,38	-0,31
Esfuerzos en innovación	0,65	0,23	0,31	-0,58	0,61
Aseguramiento de la calidad	0,47	0,30	-0,09	-0,07	-0,24
Estándares de calidad	0,37	0,33	-0,44	-0,23	-0,45

Referencias

- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425-455.
- Antonelli, C. (2008). *Localized technological change. Towards the economics of complexity*. London and New York.: Routledge.
- Arenius, P., y De Clercq, D. (2005). A network-based approach on opportunity recognition. *Small Business Economics*, 24(3), 249-265.
- Becker, W., y Dietz, J. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry. *Research policy*, 33(2), 209-223.
- Belderbos, R., Carree, M., y Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research policy*, 33(10), 1477-1492.
- Burt, R. S. (2009). *Structural holes: The social structure of competition*: Harvard university press.
- Cantner, U., y Graf, H. (2006). The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy*, 35(4), 463-480.
- Cohen, W., y Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, 99(397), 569–596.
- Cohen, W., y Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. [Article]. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cowan, R., David, P., y Foray, D. (1999). *The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness*. Artículo presentado en 3rd TIPIK Workshop, Strasbourg.
- Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
- Fritsch, M. (2004). Cooperation and the efficiency of regional R&D activities. *Cambridge Journal of Economics*, 28(6), 829-846.
- Giuliani, E., y Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, 34(1), 47-68. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2004.10.008>
- Gloor, P. A., Paasivaara, M., Schoder, D., y Willems, P. (2008). Finding collaborative innovation networks through correlating performance with social network structure. *International Journal of Production Research*, 46(5), 1357-1371.
- Gulati, R. (1998). Alliances and networks. *Strategic management journal*, 19(4), 293-317.
- Lundvall, B. Å. (1992a). User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation. En B. Å. Lundvall (Ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Lundvall, B. Å. (Ed.). (1992b). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

- Narula, R. (2003). Understanding Absorptive Capacities in an “Innovation Systems” Context: Consequences for Economic and Employment Growth. *DRUID Working Paper No 04-02*.
- Nelson, R. (1991a). The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance. *Science and Public Policy*, 18(6), 347-352. doi: 10.1093/spp/18.6.347
- Nelson, R. (1991b). Why do firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, 12(S2), 61-74. doi: 10.1002/smj.4250121006
- Nelson, R., y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Nieto, M. J., y Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6), 367-377.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(Especial Issue), 353-369.
- Penrose, E. (1959). *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Oxford University Press.
- Powell, W. W., y Grodal, S. (2005). Networks of innovators. *The Oxford handbook of innovation*, 56-85.
- Salavisa, I., Sousa, C., y Fontes, M. (2012). Topologies of innovation networks in knowledge-intensive sectors: Sectoral differences in the access to knowledge and complementary assets through formal and informal ties. *Technovation*, 32(6), 380-399.
- Santamaría, L., Nieto, M. J., y Barge-Gil, A. (2009). Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low-and medium-technology industries. *Research Policy*, 38(3), 507-517.
- Teece, D., y Pisano, G. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), 537-556. doi: 10.1093/icc/3.3.537-a
- Uzzi, B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative science quarterly*, 35-67.
- Van Geenhuizen, M. (2008). Knowledge networks of young innovators in the urban economy: biotechnology as a case study. *Entrepreneurship and Regional Development*, 20(2), 161-183.
- Wasserman, S. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8): Cambridge university press.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2), 171-180.
- Zaheer, A., y McEvily, B. (1999). Bridging ties: A source of firm heterogeneity in competitive capabilities. *Strategic management journal*, 20(12), 1133.