

*Memoria del Foro Bienal Iberoamericano de Estudios del Desarrollo, 2011. Sede: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, del 11 al 13 de abril de 2011.*

## **El papel del capital social en el desarrollo Un estudio de las redes de innovación en España**

Pablo Galaso\*

### **Resumen:**

*Este capítulo describe la relación entre el capital social y el desarrollo a través de un análisis de las redes de innovación españolas. Para ello, a partir de datos de patentes (entre 1978 y 2008), se elabora una red de 8.215 empresas innovadoras conectadas por 5.475 vínculos de colaboración. Posteriormente, se separa esta red en las tres redes regionales más importantes del país (Barcelona, Madrid y Valencia) con el fin de analizar sus características estructurales, evolución temporal y diferencias territoriales. Finalmente, se presenta un análisis estadístico que correlaciona dichas características con el rendimiento de innovación obtenido por las empresas. Sus resultados muestran reveladoras conclusiones acerca de la forma en la que el capital social ha influido sobre los resultados de innovación y, consecuentemente, sobre el desarrollo español.*

### **Abstract:**

*The present chapter describes the relationship between social capital and development, analysing social capital embedded in networks of innovative companies in Spain. Using patent data between 1978 and 2008, we elaborate a national network of 8,215 companies in Spain connected by 5,475 collaboration links. Subsequently, we divide it into the three largest regional networks: Barcelona, Madrid and Valencia. We then perform a static and dynamic analysis on each of the networks which reveals their structure, regional differences and evolution over time. This analysis allows us to offer a detailed view of the structural characteristics and dynamics of social capital in Spain. We complete our research with a statistical study that models the relationship between the network properties and the innovation outputs of companies. Our results reveal interesting conclusions as to the role that social capital has played in innovation outputs and, subsequently, in Spanish development.*

\* Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo, Universidad Autónoma de Madrid. Email: [pablo.galaso@uam.es](mailto:pablo.galaso@uam.es)

## **1. Introducción**

¿Influyen las relaciones sociales en el desarrollo? ¿De qué forma lo hacen? ¿Se puede medir o cuantificar esta influencia? Tradicionalmente, la teoría económica ha ofrecido respuestas demasiado reducidas y en ocasiones contradictorias a estas preguntas. Dichas relaciones se han considerado, durante mucho tiempo, como irrelevantes o incluso como impedimentos para el análisis del desarrollo (Woolcock y Narayan, 2000).

Más recientemente, los trabajos acerca del capital social consideran a las relaciones sociales como objeto principal de su análisis. Por ello, argumentan que los recursos naturales, financieros, técnicos y humanos son necesarios aunque no suficientes para estudiar adecuadamente el desarrollo; además de dichos recursos, otros factores como el capital social tienen una influencia fundamental. Las otras formas de capital, es decir, el capital natural, financiero, técnico y humano, “determinan solo parcialmente el proceso de desarrollo, porque no consideran la manera en la que los actores económicos interactúan y se organizan para generar crecimiento y desarrollo” (Grootaert, 1998; 1). El capital social completa esta carencia.

En el presente capítulo se pretende profundizar en este argumento (1) identificando, desde un punto de vista teórico, las formas mediante las cuales el capital social influye en los procesos de desarrollo; (2) ofreciendo una medición del capital social para la economía española y (3) estudiando la influencia que dicho capital social ha tenido en el desarrollo español.

## **2. ¿Qué es el capital social y cómo influye en el desarrollo?**

Desde que en 1916 Lyda Judson Hanifan acuñase por vez primera la expresión *capital social* para destacar la importancia de un compromiso comunitario en el apoyo de la democracia y el desarrollo (Hanifan, 1916), este concepto ha sido objeto de estudio por parte de multitud de disciplinas académicas entre las que se encuentra la economía. No obstante la gran difusión alcanzada por los estudios sobre capital social,<sup>1</sup> la extensa y creciente literatura al respecto ha puesto de manifiesto una enorme dificultad a la hora de ofrecer una definición consensuada del mismo.

A la hora de definir y acotar el concepto de capital social, muchos trabajos combinan –y en muchas ocasiones confunden– una gran variedad de ideas similares, de forma que siempre que se observan comportamientos cooperativos o actitudes benignas en los agentes económicos se atribuye la explicación al capital social (Durlauf, 2002). Dada su claridad y capacidad de síntesis, nos decantamos por emplear la definición de Nan Lin, según la cual el capital social es el conjunto de recursos presentes en las relaciones sociales (Lin, 2005).

En esta definición se subrayan los dos aspectos básicos del capital social. En primer lugar, se trata de un conjunto de recursos y, por lo tanto, de un factor productivo susceptible de satisfacer indirectamente necesidades humanas. En segundo lugar,

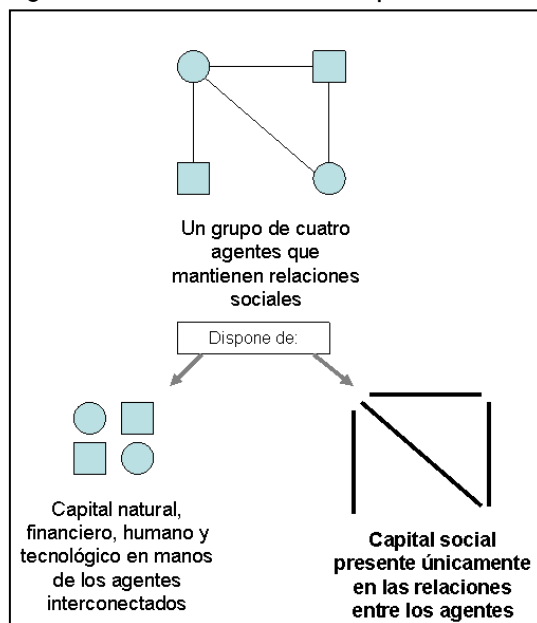
---

<sup>1</sup> Como muestra de este éxito, Sabatini recuerda que en EconLit, la base de datos más empleada para la búsqueda de artículos en economía, el número de referencias que incluyen “capital social” como una de sus palabras clave se ha ido duplicado todos los años desde finales de los años noventa (Sabatini, 2006).

dichos recursos están presentes en las relaciones sociales; o sea, no se encuentran ni en los individuos que se relacionan, ni en los elementos físicos que se usan para la producción (donde sí están las otras formas de capital), sino que son inherentes a la estructura de las relaciones entre individuos (Coleman, 1990) y, por lo tanto, solamente en dicha estructura podremos ubicar al capital social (véase Gráfico 1).

**Gráfico 1**

¿Dónde se encuentra el capital social?



Fuente: elaboración propia.

Por ello, partiendo de un grupo de agentes interrelacionados, la red de relaciones, al transmitir y poner a disposición de sus miembros el capital que poseen individualmente, es en sí misma un recurso. Un recurso que no pertenece a ninguno de los agentes en particular, sino que está en manos de todos ellos al mismo tiempo. Este recurso es el capital social.

La pregunta que surge a continuación es: ¿cómo influye el capital social en el rendimiento de los agentes? Es decir, ¿qué mecanismos o procesos modelan el papel del capital social en el desarrollo? El origen de esta influencia se sitúa en los llamados costes de transacción.<sup>2</sup> Como varios autores sostienen, el capital social reduce dichos costes y, por lo tanto, hace más eficientes las transacciones entre agentes (Putnam, 2003; Durlauf y Fafchamps, 2004). De esta forma, al mejorar la eficiencia de los intercambios sociales y económicos, el capital social logra impulsar los procesos de desarrollo.

Ahora bien, ¿por qué el capital social reduce los costes de transacción? La literatura académica al respecto ofrece dos respuestas: (1) porque facilita la obtención y difusión de información entre agentes económicos y (2) porque desincentiva los posibles comportamientos oportunistas, fomentando la adopción de soluciones cooperativas socialmente más eficientes.

<sup>2</sup> North (1990) argumenta que toda transacción lleva implícitos una serie de costes denominados costes de transacción. A saber: (1) los costes de medición de los atributos que posee el objeto de intercambio o costes de búsqueda de información, (2) los de protección de derechos y (3) los de vigilancia y aplicación de los acuerdos entre las partes.

Respecto a la primera razón, la falta de información adecuada lleva a los agentes económicos a la adopción de decisiones ineficientes en las transacciones. Con el fin de reducir estas ineficiencias, los agentes buscan aumentar la cantidad y calidad de la información necesaria a la hora de tomar sus decisiones. Este proceso de búsqueda conlleva una serie de costes –en tiempo, esfuerzo, etc.– que el capital social es capaz de reducir. Diversos estudios muestran cómo determinadas estructuras en las redes de relaciones sociales permiten una mejor sistematización y organización de la información disponible haciéndola más asequible para sus miembros (véanse Schilling y Phelps, 2007 o Fleming *et al.*, 2007 entre otros). Además, el capital social, a través de un adecuado tipo de relaciones entre actores, facilita enormemente la transmisión de conocimientos tácitos o no codificados así como los procesos de aprendizaje colectivo que requieren flujos de información por canales informales. Este tipo de información y procesos de aprendizaje son de vital importancia en determinados modelos de desarrollo local (Boschma, 2004).

En cuanto a la segunda razón, los comportamientos oportunistas reducen la eficiencia de las transacciones ya que, aunque el oportunista logre mejores resultados para sí mismo, la pérdida social es mayor que la ganancia individual. Para evitar estos comportamientos es necesario incurrir en una serie de costes de transacción –costes de vigilancia y aplicación de acuerdos entre las partes–. Diversos trabajos concluyen que el capital social, al desincentivar estos comportamientos, logra disminuir dichos costes (Burt, 2000; Schilling y Phelps, 2007 entre otros). El mecanismo concreto de actuación del capital social es el siguiente: la participación en redes genera una cierta cohesión interna, lo cual facilita la creación de un sistema de autogobierno y vigilancia mutua a través de sanciones efectivas que, a su vez, desincentivan enormemente la realización de acciones de tipo oportunista e impulsan la confianza y reciprocidad interna.

Por todo ello, podemos concluir que el capital social, presente en las redes de relaciones sociales, al facilitar la difusión de información e impulsar la cooperación entre agentes, reduce los costes de transacción influyendo positivamente en los procesos de desarrollo (véase Cuadro 1).

### **Cuadro 1**

#### Efectos del capital social sobre el desarrollo

<b>Obtención y difusión de información</b>	<b>Desincentivo al oportunismo e impulso para la cooperación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Permite la sistematización y organización de información disponible</li> <li>▪ Fomenta conocimientos tácitos no codificados y aprendizaje colectivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporciona un sistema informal de sanciones</li> <li>▪ Dirige las preferencias individuales hacia objetivos comunes</li> <li>▪ Aumenta la eficiencia en la puesta en práctica de soluciones cooperativas</li> <li>▪ Disminuye el riesgo de engaño</li> <li>▪ Supone un ejemplo para futuros comportamientos cooperativos</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3. ¿Cómo se mide el capital social?**

La medición del capital social ha generado un amplio debate sobre sus limitaciones y dificultades. De hecho, el desacuerdo existente en la definición del término se agudiza considerablemente cuando se trata de presentar una herramienta adecuada para su estudio empírico. Por ello, en ocasiones se considera que las diferencias a la hora de medirlo suponen una de las mayores debilidades de la teoría del capital social (Fukuyama, 1999).

Tras la publicación del célebre trabajo de Putnam *et al.* (1993), en el que se ofrece por primera vez una medición del capital social, a mediados de los años noventa comenzaron a surgir múltiples estudios empíricos que, ofreciendo una medida del capital social, trataban de analizar sus resultados o influencias en distintos ámbitos sociales y económicos.<sup>3</sup> Para la elaboración de indicadores, se emplearon tanto fuentes primarias de información –encuestas con información sobre la participación en asociaciones, niveles de confianza o cooperación entre ciudadanos–, como fuentes secundarias –información disponible sobre participación electoral, donación de sangre, ratios de criminalidad o de educación–. Más recientemente, estas fuentes se ampliaron con experimentos económicos basados en la teoría de juegos capaces de aportar información cuantitativa acerca de las normas que rigen las relaciones entre agentes.

No obstante el interés de estos estudios empíricos, la mayor parte de ellos emplea indicadores indirectos que no representan lo que el capital social realmente es, sino que caen en el error de identificarlo con lo que éste genera (Sabatini, 2006). Haciendo frente a esta desventaja, algunos trabajos recientes sugieren que el análisis de redes sociales puede ser una mejor herramienta para la medición del capital social (Burt, 2000; Sabatini, 2005). Según esta literatura académica, si el capital social se encuentra en las relaciones entre agentes, entonces conviene contar con un instrumento capaz de describir en detalle la enorme complejidad inherente a la estructura y evolución de dichas relaciones. Un instrumento así es el análisis de redes, ya que permite estudiar las relaciones específicas entre una serie de elementos, centrándose exclusivamente en las relaciones y no en los atributos de los elementos (Molina, 2001). Al ofrecer una amplia gama de información cuantitativa al respecto, este tipo de análisis facilita, además, la comprensión de la influencia que las relaciones entre agentes ejercen sobre el rendimiento de los mismos.

Llegados a este punto, conviene plantearse lo siguiente: si una red no es más que un conjunto de nodos, unidos por líneas, ¿qué características estructurales son capaces de mejorar el rendimiento de esos nodos? es decir, ¿qué propiedades de red podremos identificar con el capital social? Pues bien, aunque no existe una estructura de red óptima, sí se pueden encontrar evidencias empíricas acerca de algunas características estructurales que tienen la capacidad de potenciar los rendimientos de sus miembros y, por lo tanto, se pueden identificar con el capital social.<sup>4</sup>

La primera característica es la **conectividad**. Entendemos por conectividad a un conjunto de propiedades de red que miden el nivel de conexión entre los nodos

---

<sup>3</sup> Durlauf y Fafchamps (2004) presentan un interesante compendio de estos trabajos.

<sup>4</sup> Para cuantificar cada una de estas propiedades se pueden emplear diferentes indicadores. En el siguiente apartado se explican los cálculos necesarios para obtener los indicadores que hemos empleado.

observando varios parámetros tales como la cantidad de vínculos existentes, el número de nodos desconectados del resto, el número de nodos conectados en componentes separados, etc. Todas estas propiedades muestran, en definitiva, el grado de unión entre los miembros de una red y, por lo tanto, tienen influencia en el rendimiento de los miembros al facilitar y acelerar el acceso a la información (Granovetter, 1973; Watts, 1999) haciéndola más fiable, ya que más vínculos supondrán mayores fuentes de información (Fritsch y Kauffeld-Monz, 2008; Burt, 2000). Además, la conectividad influirá positivamente al fomentar que los miembros de la red compartan actitudes y valores, lo que reducirá comportamientos oportunistas (Monge *et al.*, 2008).

La segunda característica identificada ha sido la **descentralización**. Ésta mide el grado de homogeneidad en el reparto de los vínculos entre nodos de una red. Así, en las redes descentralizadas, los vínculos estarán repartidos de manera relativamente homogénea, mientras que en las centralizadas un número reducido de nodos tenderá a concentrar la mayor parte de vínculos. La descentralización mide, por tanto, el grado de concentración de las relaciones dentro de un colectivo. Se observa que cuando una red presenta varios núcleos de actividad separados –o sea, es descentralizada–, las conexiones descentralizadas permitirán el acceso a información más heterogénea con fuentes no redundantes de información (Granovetter 1973; Burt, 2000), lo cual, a su vez, facilitará enormemente la difusión de nuevas ideas (Schilling y Phelps, 2007; Monge *et al.*, 2008), evitando de esta forma el estancamiento colectivo (Ter Wal, 2008). Asimismo, las conexiones alternativas harán más difícil esconder los eventuales comportamientos oportunistas y las motivaciones a la cooperación serán mayores.

El **agrupamiento** es la tercera característica del capital social que hemos identificado. Esta propiedad mide el grado en el que una red está formada por diferentes grupos de nodos altamente vinculados entre sí. Dentro de estos grupos o *clusters*, la densidad de los contactos es muy elevada, por lo que nos encontraremos con un gran número de tríadas de agentes o lazos recíprocos entre individuos. La alta densidad interna hace más rápida y fiable la transmisión de información al reducir el número de intermediarios y al facilitar el contraste con diferentes fuentes, descubriendo, en caso de error, dónde y cómo la información ha sido distorsionada (Schilling y Phelps, 2007). Además, los lazos característicos de estos *clusters* facilitan la difusión de conocimientos tácitos o no codificados (Monge *et al.*, 2008; Fritsch y Kauffeld-Monz, 2008) así como la información de mayor complejidad ya que permiten, al receptor de información, consultar con el emisor para aclarar dudas (Fleming *et al.*, 2007). Finalmente, la elevada cohesión interna facilita la creación de un sistema de autogobierno y vigilancia mutua que desincentiva los comportamientos oportunistas e impulsa la confianza, fomentando de este modo la cooperación entre agentes (Schilling y Phelps, 2007; Uzzi y Spiro, 2005; Ter Wal, 2008).

La cuarta característica es la **cercanía estructural**. Ésta analiza la distancia, medida como número de conexiones, a la que se encuentran entre sí todos los nodos de una red. Para reducir la distancia media entre los nodos de una red, resultan de gran utilidad los lazos que conectan a distintos *clusters*, también denominados lazos puente sobre agujeros estructurales (Burt, 2000). Estos lazos mejoran la difusión de información al reducir el número de intermediarios haciendo más eficiente el proceso

de transmisión de conocimientos y permitiendo que la información llegue a más individuos y se transmita más velozmente y con mayor integridad y veracidad (Watts, 1999). Además, estos vínculos permiten el acceso a información más heterogénea al poner en contacto distintos núcleos de nodos con fuentes no redundantes de información (Granovetter 1973; Burt, 2000), lo cual, a su vez, facilita enormemente los procesos de innovación y adopción de nuevas ideas (Schilling y Phelps, 2007; Monge et al., 2008). Finalmente, y al igual que las otras características, la cercanía estructural impulsa la cooperación entre agentes al facilitar que se compartan actitudes y valores (Monge et al., 2008). A este respecto, los lazos puente actúan como árbitros en caso de conflictos entre *clusters*, por lo que fomentan el mantenimiento de la confianza global y la cooperación por esta vía (Fritsch y Kauffeld-Monz, 2008).

La última característica del capital social se conoce como propiedad de **mundo pequeño**. Descrito por primera vez por Watts y Strogatz (1999), el mundo pequeño refleja la capacidad de una red de mantener simultáneamente un fuerte agrupamiento y una elevada cercanía estructural. La combinación de estas dos características genera una serie de efectos positivos para el conjunto de la red. Así, manteniendo las ventajas del elevado agrupamiento, los *clusters* tendrán acceso a una mayor diversidad de información, gracias a la cercanía estructural, lo que aumentará considerablemente las posibilidades de recombinación e innovación (Uzzi y Spiro, 2005; Schilling y Phelps, 2007).

En conclusión, estas cinco características de red son propias del capital social al constituir, en sí mismas, un recurso inherente a las relaciones sociales. Esto se debe a que, como hemos visto, todas ellas facilitan la difusión de información e innovaciones y fomentan la adopción de soluciones cooperativas. Por lo tanto, podemos afirmar que estas propiedades reducen los costes de transacción, impulsando así el desarrollo. La medición de estas propiedades estructurales permitirá, en definitiva, realizar un estudio cuantitativo del capital social.

#### **4. Fuentes de datos y metodología empleada**

Si el capital social es el conjunto de recursos presentes en las relaciones sociales, un estudio completo del mismo requeriría una tarea prácticamente inabarcable a día de hoy dada la amplitud, profundidad y complejidad que presenta el entramado completo de dichas relaciones.<sup>5</sup> Por ello, y siguiendo las recomendaciones de Durlauf y Fafchamps (2004), hemos optado por centrar nuestro estudio en un aspecto concreto y abarcable del capital social: las redes de colaboración entre empresas innovadoras.

Tres razones han motivado esta elección. En primer lugar, en la actualidad disponemos de datos enormemente fiables y detallados que permiten conocer con gran precisión la estructura y tipología de redes de empresas innovadoras: los registros de patentes. Datos con esta calidad y fiabilidad no existen para otras esferas de la realidad económica directamente relacionadas con su capital social. En segundo lugar, dichas redes, aun siendo accesibles, han de ser un reflejo del vasto –e inabarcable– entramado de relaciones empresariales y, por extensión, de otros

---

<sup>5</sup> Piénsese en la infinidad de relaciones que mantienen entre sí los miembros de una sociedad: desde las relaciones comerciales o financieras entre empresas, las relaciones de amistad o parentesco entre individuos, las relaciones entre individuos y empresas, entre empresas e instituciones, etc. Se trata, en definitiva, de una maraña de redes superpuestas, entrelazadas y difícilmente observables en su totalidad.

ámbitos de la economía. Es decir, han de ser una buena muestra del capital social. Finalmente, dado el amplio consenso acerca de la influencia que tiene la innovación sobre el conjunto de una economía,<sup>6</sup> un estudio centrado en este aspecto puede resultar de gran interés en especial a la hora de observar el papel que el capital social desempeña en el desarrollo.

Los datos necesarios se han obtenido de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Concretamente, de los registros de patentes europeas presentadas en España entre 1978 (año en el que comienzan a registrarse estas patentes en España) y 2008. Con ellos, elaboramos una extensa y detallada base de datos capaz de desglosar, para cada patente, información exhaustiva acerca de las empresas e inventores que participaron en su elaboración.<sup>7</sup> Posteriormente, identificamos a todas las empresas que colaboraron entre sí para patentar de forma que, uniendo esas colaboraciones, podemos obtener las redes de cooperación entre empresas innovadoras.

Siguiendo la metodología empleada por los trabajos de análisis de redes sociales (véase, por ejemplo Ter Wal y Boschma, 2007), se han elaborado las redes de empresas analizando las patentes conjuntas y los inventores comunes de la siguiente forma:

- **Nodos:** se han considerado como nodos de la red a las entidades que han registrado al menos una patente a su nombre. La mayoría de ellas son empresas, aunque también nos encontraremos con universidades, centros de investigación o incluso individuos particulares. En adelante, los denominaremos innovadores.
- **Vínculos:** cada vínculo de la red refleja una relación de colaboración entre dos innovadores. Se considera que existe un vínculo cuando se da al menos una de las siguientes situaciones: (1) relación directa entre nodos (cuando una patente ha sido registrada por más de un innovador, estos han debido de cooperar con el fin de desarrollar y patentar conjuntamente el producto) y (2) relación indirecta entre nodos (cuando un inventor ha trabajado en diferentes patentes para más de un innovador, se considera que existe un lazo de cooperación entre esos innovadores en el que el inventor común ejercerá como nexo de unión).<sup>8</sup> En nuestras redes hemos incluido ambos tipos de relaciones indistintamente como los lazos entre los nodos.
- **Situación geográfica:** para localizar geográficamente a los nodos, no solo se han empleado las direcciones postales de los innovadores, sino también las de los inventores. Es por ello que algunos nodos pueden estar situados en más de una región. Esto se ha hecho así con el fin de recoger las relaciones de colaboración que se puedan dar entre filiales

---

<sup>6</sup> Aunque existen ciertos matices, desde la publicación de la *Teoría del desarrollo económico* (Schumpeter, 1911), la relación entre la innovación y los procesos de desarrollo parece suficientemente justificada.

<sup>7</sup> De cada patente se identifica en la base de datos la siguiente información: los solicitantes e inventores que han participado, las direcciones postales de cada uno de ellos, la relación de patentes en las que han participado, los productos patentados y las fechas de solicitud de la patente.

<sup>8</sup> Aunque la colaboración directa refleja la forma más pura de cooperación en la innovación, esta modalidad no es completa, ya que deja de lado otras formas de cooperación innovativa también importantes (Ter Wal y Boschma, 2007).



regionales de empresas cuya dirección registrada en la patente sea la de la casa matriz. De esta forma, se refleja mejor la realidad geográfica de muchas colaboraciones que, de otra forma, se situarían en las regiones donde mayoritariamente se localizan las casas matrices (Madrid y Barcelona, principalmente).

- **Evolución temporal:** se emplean las fechas de solicitud de patentes como referencia del momento en el que se produce la cooperación entre agentes. Así, tanto los nodos como los vínculos de una red pueden ir evolucionando con el tiempo, apareciendo y desapareciendo a medida que se vayan registrando nuevas patentes. A menudo conviene tener en cuenta periodos de tiempo que incluyan varios años ya que, aunque la patente se registre en un momento determinado, la relación de cooperación suele ser más duradera, abarcando tanto un tiempo antes, como un tiempo después. Por ello, hemos dividido el espectro temporal de nuestros datos en seis periodos de cinco años.<sup>9</sup>

Tras aplicar esta metodología, el resultado fue una gran red nacional de 8.215 innovadores conectados entre sí por 5.475 vínculos. Una vez trazada la red, separamos las tres redes regionales de mayor tamaño: Barcelona, Madrid y Valencia. Esto nos permite observar por separado sus características estructurales calculando, para cada una de ellas, las variables de red que miden las propiedades del capital social. Por ello, todas las variables de red se han calculado desde dos perspectivas: (1) una perspectiva nacional, empleando los datos de la red nacional, y (2) una perspectiva regional, empleando a las redes regionales por separado.

Con el fin de medir la influencia del capital social sobre los rendimientos de la innovación, llevamos a cabo un análisis estadístico que modela la relación entre una serie de variables de red asociadas a cada innovador en cada periodo (variables independientes) y el número de patentes que registrará cada innovador en el periodo siguiente (variable dependiente).

Respecto a la variable dependiente, empleamos datos de patentes por ser un indicador suficientemente fiable de los resultados de innovación en una economía (Griliches, 1990; Archibugi, 1992; Andersen, 2001). Como el objetivo es observar la forma en que determinadas propiedades de red influyen en los posteriores rendimientos de innovación, usamos la variable *Patentes futuras<sub>it</sub>* que definimos como el número de patentes registradas por el innovador *i* en el año *t + 1*.

Las variables independientes se refieren a una serie de propiedades de red que miden las características estructurales del capital social. Concretamente, hemos seleccionado las siguientes:

---

<sup>9</sup> La razón por la que se han elegido periodos de cinco años es porque esta división nos permite contar con datos suficientes en cada uno de estos periodos como para construir redes de colaboración entre innovadores (con periodos más cortos no se disponía de información suficiente para observar colaboraciones con las que elaborar redes). Además, al disponer de seis periodos diferentes, se puede observar adecuadamente la evolución de estas redes en diferentes momentos.

### En CG<sub>it</sub>

Esta variable nos indica si durante el periodo  $t$ , el nodo  $i$ , forma parte del componente gigante (CG) de la red.<sup>10</sup> Por tanto, toma el valor 1 si el nodo está conectado a dicho grupo y 0 si no está conectado.

Con ello medimos la posibilidad de que el innovador  $i$  tenga conexión con el mayor grupo de empresas innovadoras en una red determinada. Dado que el hecho de pertenecer a este grupo puede facilitar el acceso a información valiosa, así como ser una fuente de posibles colaboraciones, consideramos que los miembros del componente gigante mejorarán sus futuros resultados de innovación. Por tanto, estimamos que la variable *En CG* estará positivamente relacionada con nuestra variable dependiente.

### CG Proporción<sub>t</sub>

Mide el porcentaje que representa, sobre el total de nodos de la red, el número de nodos que pertenecen al componente gigante durante el periodo  $t$ .

Refleja el nivel de importancia que el mayor grupo de innovadores tiene sobre el total de los miembros. Si este grupo tiene un mayor peso, entonces suponemos que habrá una mayor difusión de información tanto entre los miembros del componente como hacia fuera de dicho componente, gracias a los derrames de información. Además, estimamos que existirá una mayor facilidad de cooperar entre todos los innovadores. Por ello, esperamos que esta variable esté directamente relacionada con la variable dependiente del modelo.

### CG Tamaño<sub>t</sub>

Calcula el número de nodos incluidos en el componente gigante, lo cual, presenta el tamaño del mayor grupo de innovadores conectados. A medida que el tamaño del grupo aumenta, también aumentan la difusión de información y las posibilidades de colaboración, tanto entre innovadores pertenecientes al grupo como entre el resto de innovadores de la red. Ambos factores influirán positivamente en los rendimientos futuros de innovación.

Por esta razón, se espera que la variable *CG Tamaño* esté relacionada positivamente con la variable dependiente.

### Densidad<sub>t</sub>

La densidad de una red es el porcentaje de vínculos existentes sobre el total de vínculos posibles de la red.

Su cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$Densidad_t = \frac{l}{\frac{n(n-1)}{2}}$$

---

<sup>10</sup> El componente gigante es el grupo de nodos interconectados más numeroso de la red.

Donde:

$l$ : es el número de vínculos de la red.

$n$ : es el número de nodos de la red

Con esta variable obtenemos información acerca del nivel de conexión de los nodos de una red. Así, en redes más densas, los nodos están mejor conectados entre ellos y disponen de más vías alternativas para entablar relaciones.

La densidad puede favorecer el desarrollo de las innovaciones ya que facilita la difusión de información y la hace más creíble. Por ello, esperamos que esté positivamente correlacionada con la variable *Patentes futuras<sub>it</sub>*.

### Centralización<sub>t</sub>

Esta variable describe, en términos porcentuales, la similitud de una red a otra en forma de estrella con el mismo número de nodos.<sup>11</sup>

Su cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Centralización} = \frac{\sum [C(v^*) - C(v_i)]}{n - 2}$$

Donde:

$n$ : es el número de nodos de la red.

$C(v_i) = \frac{\text{deg}(v_i)}{n-1}$  es la centralidad del nodo  $v_i$ .

$\text{deg}(v_i)$  es el grado del nodo  $v_i$ , es decir, el número de vínculos que tiene dicho nodo.

$v^*$  es el nodo con mayor centralidad de grado de la red.

Esta variable representa la medida en la que las conexiones de una red están concentradas en un número reducido de nodos, lo cual se puede interpretar como el grado de equidad en los roles que desempeñan los innovadores.

Altos niveles de centralización aumentan la homogeneidad de la información que se transmite. Además, las redes descentralizadas hacen más difícil esconder eventuales comportamientos oportunistas, por lo que facilitan la cooperación entre agentes.

Por estas dos razones, se espera que la variable *Centralización* esté negativamente correlacionada con nuestra variable dependiente.

### Agrupamiento<sub>t</sub>

Esta propiedad estudia el grado en el que una red está formada a su vez por diferentes grupos de nodos altamente vinculados entre sí.

---

<sup>11</sup> Una red en forma de estrella se caracteriza por tener un nodo central al cual se conectan el resto de nodos. Entre los nodos periféricos no existe ningún vínculo, por ello, el nodo central concentra todas las relaciones de la red.

El cálculo del coeficiente de agrupamiento se puede realizar a través de la media de los coeficientes de agrupamiento de cada nodo<sup>12</sup> o, simplemente, dividiendo el número total de triadas (tríos de nodos completamente conectados) entre el número de tríos de nodos que mantienen alguna conexión.

Esta variable puede afectar a los resultados de innovación debido a que los múltiples lazos entre los innovadores de cada *cluster* agilizan la circulación de información y fomentan la cooperación entre ellos.

Por tanto, se espera que nuestros modelos reflejen una correlación positiva entre la variable *Agrupamiento* y la variable dependiente.

#### Alcance<sub>t</sub>

La variable *Alcance* refleja la distancia a la que se encuentran entre sí todos los nodos de una red. Se emplea para medir la cercanía estructural, de manera que a mayor valor de la variable, mayor cercanía estructural presentará la red.

Para calcularla se procede de la siguiente forma:

$$Reach_t = \frac{\left[ \sum_n \sum_j \frac{1}{d_{ij}} \right]}{n-1}$$

Donde:

$d_{ij}$  es la distancia mínima del nodo  $i$  al nodo  $j$ , cuando  $i \neq j$

$n$  es el número de nodos de la red

Como hemos visto antes, la cercanía estructural mejora los resultados de la innovación porque permite a los innovadores tener un mejor acceso a la información disponible en la red y porque impulsa la cooperación entre ellos.

Por lo tanto, esperamos que la variable *Alcance* esté positivamente correlacionada con *Patentes futuras<sub>it</sub>*.

#### Mundo pequeño<sub>t</sub>

Esta última variable independiente mide la capacidad de una red de mantener simultáneamente un fuerte agrupamiento y una elevada cercanía estructural.

Se calcula como el producto de las dos anteriores variables:

$$\text{Mundo pequeño} = \text{Agrupamiento} \times \text{Alcance}$$

La combinación de fuertes niveles de agrupamiento con grandes dosis de cercanía estructural tiene una influencia positiva sobre los resultados de innovación ya que potencia los beneficios que estas dos propiedades generan por separado.

Por esta razón, esperamos que la variable *Mundo pequeño* muestre una correlación positiva con nuestra variable dependiente.

<sup>12</sup> Véase Watts y Strogatz (1998) para más detalle.

No obstante, la propensión a patentar puede variar con motivo de otros muchos factores que pueden resultar en una fuente de sesgo (Schilling y Phelps, 2007). Con el fin de incorporar estos efectos, se han incluido en el modelo las siguientes variables de control:

#### Patentes<sub>t</sub>

Esta variable mide el número de patentes registradas por cada innovador en el periodo  $t$ .

Habitualmente, los innovadores que registran más patentes en el periodo actual tienden a patentar más durante el periodo siguiente. Por lo tanto, empleamos esta variable para controlar las posibles diferencias entre innovadores en la propensión a patentar, motivadas por la actividad innovadora previa.

#### Grado<sub>t</sub>

La variable *Grado* mide el número de vínculos de cada nodo.

Al incluir esta variable en el modelo recogemos el posible efecto en la propensión a patentar generado por un mayor nivel de actividad en la red en términos del número de vínculos de colaboración con otros innovadores.

#### Provincia<sub>t</sub>

Con el fin de controlar las diferencias en la propensión a patentar que puedan ser motivadas por el hecho de situarse en una región o en otra, empleamos esta variable.

Concretamente, utilizamos las variables ficticias (variables *dummy*) *Provincia1* y *Provincia2* para que, al combinarlas, podamos determinar si el nodo se sitúa en Madrid, Barcelona o Valencia.<sup>13</sup>

#### Periodo<sub>t</sub>

Por último, la evolución de factores macroeconómicos, políticos, legales, etc. también puede afectar a los resultados de innovación en una economía. Con el fin de recoger estos efectos sobre los registros de patentes, incluimos la variable *Periodo*.

Esta variable indica, por tanto, el periodo para el que se está realizando cada estimación y toma valores enteros entre el 1 y el 6, dependiendo del periodo que se considere.

Conviene tener en cuenta que una de las variables independientes (*En CG*) mide una característica individual de los nodos y, por ello, presenta valores diferentes para cada nodo. Sin embargo, el resto son medidas de la red en conjunto, así que cada una de ellas tomará el mismo valor para todos los nodos miembros de la red. Además, dado que las variables empleadas (excepto *Patentes*, *Provincia* y *Periodo*) se pueden calcular desde una perspectiva nacional y desde una regional, hemos podido aplicar nuestros modelos dos veces. La primera vez, empleando las variables

---

<sup>13</sup> El nodo se situará en Madrid cuando la variable *Provincia1* toma el valor 1. La localización en Valencia viene determinada cuando la variable *Provincia2* toma el valor 1. Finalmente, el nodo se situará en Barcelona cuando *Provincia1* y *Provincia2* tomen el valor 0.

regionales, lo que nos permite observar la influencia de la red regional en los resultados de innovación. La segunda, usando datos nacionales para reflejar la influencia de la red nacional española en la innovación de las empresas. Esta doble perspectiva admite comparar las influencias en el desarrollo del capital social en el ámbito regional con el capital social nacional.

Como hemos dicho, nuestra variable dependiente es el número de patentes registradas por cada innovador. Se trata de una variable de recuento o de conteo, que toma únicamente valores enteros no negativos y que presenta sobredispersión. Para este tipo de datos, una alternativa al modelo de Poisson es el modelo logit ordenado que, asumiendo una distribución binomial en vez de una normal, permite recoger la sobredispersión (Agresti, 1996).

El modelo que estimamos presenta la siguiente configuración general:

*Patentes futuras<sub>it</sub> = f(Agrupamiento<sub>t</sub>, Alcance<sub>t</sub>, Mundo pequeño<sub>t</sub>, En CG<sub>t</sub>, Densidad<sub>t</sub>, Centralización<sub>t</sub>, CG Proporción<sub>t</sub>, CG Tamaño<sub>t</sub>, Patentes<sub>t</sub>, Grado<sub>t</sub>, Provincia, Periodo<sub>t</sub>)*

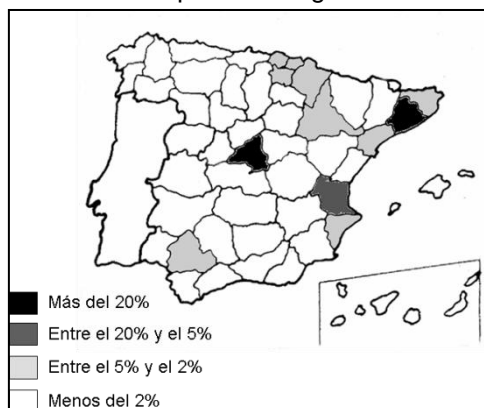
Combinando esas variables construimos cuatro variaciones del modelo general. Aplicamos cada una de estas variaciones, dos veces: una primera con los valores regionales de cada variable y otra segunda con los valores nacionales.

## **5. Resultados: capital social y desarrollo en las redes de innovación españolas**

Lo primero que descubrimos al analizar nuestros datos es una enorme concentración de la actividad innovadora en un reducido número de regiones. Esta concentración es, de hecho, una de las principales características del sistema español de innovación (Fundación Cotec, 2010). Así, las provincias de Barcelona y Madrid aglutinan la mayor parte de la producción de patentes entre 1978 y 2008 al registrar, respectivamente, un 31,5 y un 23,6 por ciento de las patentes españolas. Como se observa en el Mapa 1, las otras regiones que destacan por su actividad innovadora se sitúan en la costa mediterránea (Valencia, Alicante, Tarragona y Gerona), el norte del país (Guipúzcoa, Navarra, Zaragoza, Vizcaya y Álava) y solo una de ellas en el sur (Sevilla), quedando el resto prácticamente al margen de las actividades de innovación. Esta distribución territorial coincide con la especialización productiva clásica de la estructura económica española, según la cual el centro, norte y costa mediterránea del país concentran los principales núcleos de actividades industriales y de servicios, mientras que el resto de regiones se especializan en actividades de agricultura y, por lo tanto, su actividad innovadora resulta muy reducida.

### Mapa 1

Distribución territorial de la producción de patentes europeas en España  
(% sobre el total de patentes registradas en España)



Fuente: elaboración propia

Cuando analizamos la evolución de la producción de patentes observamos un crecimiento moderado hasta 1997, año en el que la actividad innovadora comienza a crecer significativamente hasta alcanzar en el último periodo una cifra de 5.992 patentes en España. El crecimiento es especialmente importante durante estos años en las provincias de Barcelona y Madrid, situándose Valencia persistentemente por detrás de estas dos regiones.

### Cuadro 2

Evolución de la producción de patentes europeas en España

	<b>1978- 82</b>	<b>1983- 87</b>	<b>1988- 92</b>	<b>1993- 97</b>	<b>1998- 02</b>	<b>2003- 08</b>	<b>Total</b>
España	120	397	1.001	1.773	3.141	5.992	12.424
Barcelona	52	171	408	458	844	1.681	3.614
Madrid	14	109	223	419	638	1.186	2.589
Valencia	1	14	34	99	217	394	759

Fuente: elaboración propia

Empleando adecuadamente estos datos de patentes, podemos construir la red de innovación en España (Gráfico 2) y las redes de Barcelona, Madrid y Valencia (Gráficos 3, 4 y 5). Para cada una de estas redes calculamos diferentes parámetros que se identifican con las propiedades estructurales del capital social. En el Cuadro 3 presentamos esta información.

**Gráfico 2**  
Componente gigante de la red nacional de innovación



Nota: este gráfico representa el grupo más numeroso de nodos interconectados –componente gigante– en la red española de innovadores. Sus nodos son innovadores y sus vínculos representan relaciones de colaboración para la innovación que tuvieron lugar entre 1978 y 2008. Este componente aglutina al 10,37 por ciento de los innovadores en España.



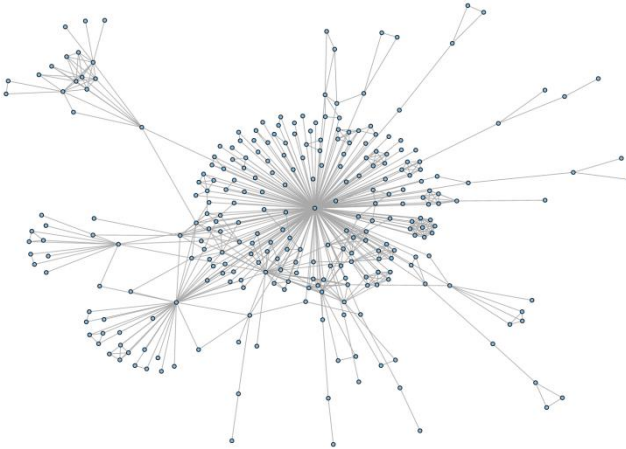
**Gráfico 3**

Componente gigante de la red de Barcelona



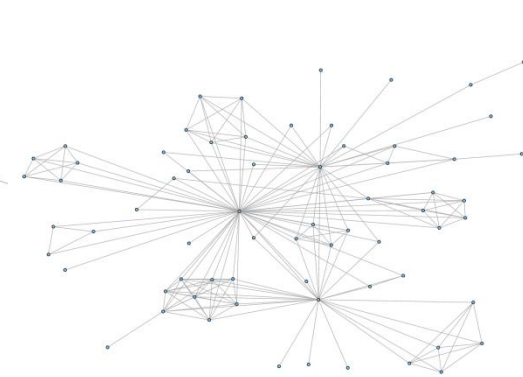
**Gráfico 4**

Componente gigante de la red de Madrid



**Gráfico 5**

Componente gigante de la red de Valencia



Nota: estos tres gráficos presentan los componentes gigantes de las redes de Barcelona, Madrid y Valencia. Sus nodos son innovadores situados en cada una de dichas provincias y sus vínculos representan colaboraciones de innovación que tuvieron lugar entre 1978 y 2008. Se puede observar a simple vista cómo la red de Barcelona está más expandida y menos centralizada que las redes de Madrid y Valencia.

**Cuadro 3**

Propiedades estructurales de las redes de innovación en España

		<b>España</b>	<b>Barcelona</b>	<b>Madrid</b>	<b>Valencia</b>
Tamaño	Nodos	8.215	2.459	1.614	604
	Vínculos	5.475	1.558	1.114	458
Componente gigante	Nodos	852	208	278	67
	% del total	10,37	8,46	17,22	11,09
Segundo componente	Nodos	17	16	10	11
	% del total	0,21	0,65	0,62	1,82
Aislados	Nodos	4.139	1.203	811	300
	% del total	50,38	48,92	50,25	49,67
Densidad (%)		0.02	0,05	0,09	0,25
Grado	Media	1,33	1,27	1,38	1.51
	Desv. Típica	4,44	2,33	5,25	3.24
Centralización		0.04	0,02	0,12	0,08
Coeficiente de agrupamiento		0.90	0,91	0,89	0,94
Diámetro <sup>(a)</sup>		11	12	9	5
Distancia media <sup>(b)</sup>		3.76	3,72	2,72	2,07
Distancia media en el comp. Gigante <sup>(c)</sup>		3.79	3,87	2,74	2,20
Alcance medio		ND	0,00	0,01	0,01
Mundo pequeño, indicador I <sup>(d)</sup>		ND	0,00	0,01	0,01
Mundo pequeño, indicador II <sup>(e)</sup>		0.24	0,24	0,33	0,45

Notas:

(a) Distancia máxima entre un par cualquiera de nodos.

(b) Media aritmética de las distancias entre todos los pares de nodos

(c) Media aritmética de las distancias entre todos los pares de nodos del componente gigante

(d) Coeficiente de agrupamiento x Alcance medio

(e) Coeficiente de agrupamiento / Distancia media

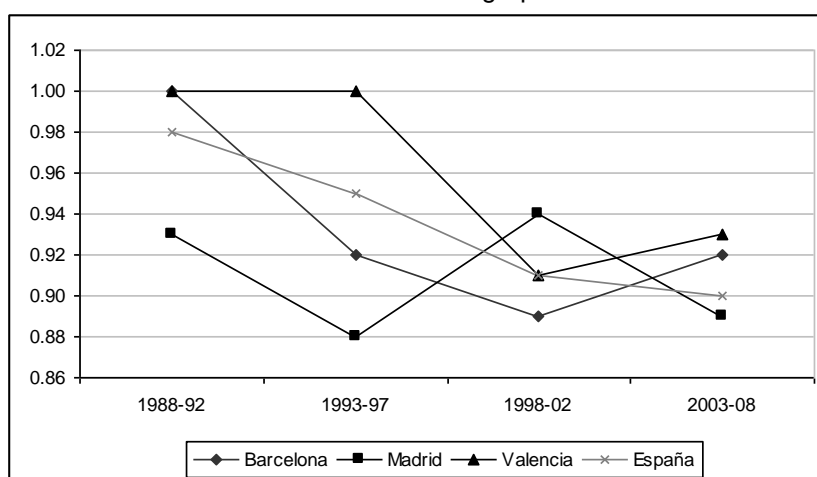
Fuente: elaboración propia

En primer lugar, en lo que respecta a las propiedades de conectividad, se observan significativas diferencias entre las distintas redes, lo que nos permite afirmar que la manera en la que los agentes innovadores están conectados varía entre las regiones españolas. Por un lado, la red de Barcelona (la de mayor tamaño) tiene una mejor conectividad en términos de nodos aislados al ser la que menos aislados tiene proporcionalmente; no obstante, el peso de su componente gigante es menor y la densidad es la más reducida. En el otro extremo, Madrid y Valencia muestran mayores densidades, un componente gigante de gran peso (más del 17 y del 11 por ciento respectivamente) junto con un gran número de nodos aislados. Aparte de las diferencias regionales, las reducidas densidades y el gran número de nodos aislados de todas las redes son una muestra de que su capital social no vincula en exceso a los innovadores en actividades de colaboración y aun a día de hoy se sigue innovando de forma aislada.

En lo que respecta a la propiedad de descentralización, descubrimos que la red de Madrid presenta una distribución bastante desigual en el grado de sus nodos (número de vínculos por nodo), mientras que la centralización es muy elevada. Por otro lado, la red de Barcelona aparece con una distribución de grado más equitativa y una menor centralización. Esta diferencia nos indica que en Madrid la mayor parte de las relaciones están concentradas en un número reducido de innovadores centrales que aglutinan muchas conexiones y por los que pasa la mayor parte de las colaboraciones para la innovación. En el otro extremo, Barcelona presenta un mapa de relaciones sociales más equitativamente distribuido y, por tanto, más descentralizado y diversificado.

Posteriormente, en cuanto a la propiedad de agrupamiento, se observa una cierta similitud en las redes españolas. Entre todas ellas, la de Valencia muestra mayor coeficiente de agrupamiento. Además, analizando la evolución del agrupamiento de las redes, se puede observar que, a pesar de las diferencias y variaciones, la tendencia general desde 1992 ha sido la de ir reduciendo los niveles de agrupamiento (Gráfico 6). Esto nos permite afirmar que el capital social en las redes españolas tiende cada vez más a una configuración de las relaciones menos agrupada en *clusters* separados de innovadores.

**Gráfico 6**  
Evolución del coeficiente de agrupamiento medio

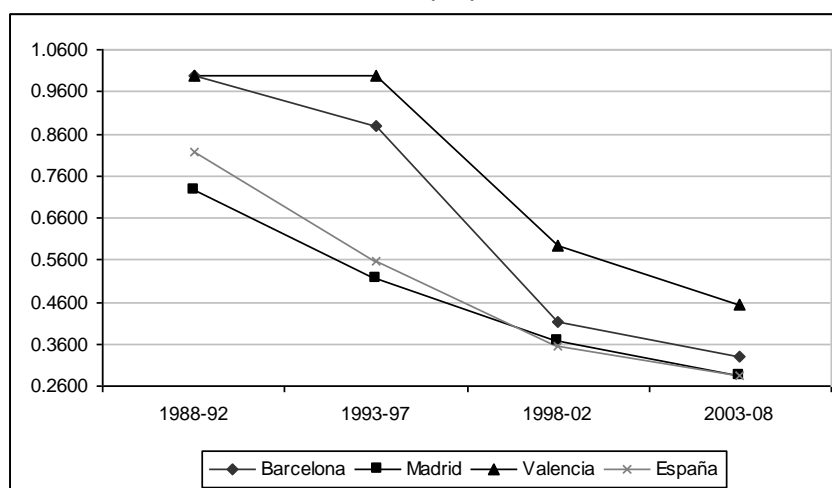


Fuente: elaboración propia

Respecto a la propiedad de cercanía estructural, los datos muestran una mayor cercanía en las redes de Madrid y Valencia en comparación con Barcelona, lo que señala que esta última red está más expandida mientras que las de Madrid y Valencia son redes más compactas, en las que los nodos están a menos pasos unos de otros. Este hecho está en gran parte motivado por los mayores niveles de centralización que presentan las redes valenciana y madrileña. En ellas, los nodos centrales, además de aglutinar una gran cantidad de vínculos, sirven como conectores entre otros pares de nodos de forma que reducen sensiblemente la distancia media y aumentan así la cercanía estructural de la red. En el caso de Barcelona, la mayor descentralización, genera una estructura de red más expandida.

Por último, en lo referente a las medidas relacionadas con la propiedad de mundo pequeño, podemos observar un mayor valor por parte de la red de Valencia. Esto quiere decir que la estructura de la red valenciana mantiene mejor el agrupamiento y la cercanía estructural. Más allá de esto, al estudiar la evolución de estos valores, se observa, desde 1992, una clara tendencia hacia el alejamiento de la estructura de mundo pequeño en todas las redes españolas. Esto sugiere que en la innovación española, el aumento del tamaño de las redes ha llevado aparejado una reducción del agrupamiento y un aumento de las distancias entre nodos, lo que, necesariamente ha influido negativamente en su estructura de mundo pequeño.

**Gráfico 7**  
Evolución del *Mundo pequeño*, indicador II



Fuente: elaboración propia

Una vez descritas las propiedades estructurales de las redes, pasamos a estudiar su influencia en los resultados de innovación de las empresas, para lo cual empleamos las cuatro variaciones del modelo descrito previamente.

Tras aplicar los modelos, obtenemos 385 observaciones, esto es, encontramos 385 nodos que mantienen al menos una relación para la innovación en dos periodos consecutivos como mínimo. Las variables seleccionadas en cada variación del modelo y los resultados obtenidos aparecen recogidos en el Cuadro 4. Tanto la Chi cuadrado (entre 126 y 134) como el valor de p (0,0000) y el del pseudo-R cuadrado<sup>14</sup> indican que todos los modelos son estadísticamente significativos en conjunto.

De los resultados obtenidos en nuestras variables podemos realizar la siguiente lectura:

En primer lugar, las variables *Agrupamiento*, *Alcance*, *Mundo pequeño* y *Densidad* no son significativas en ninguno de los modelos. Esto nos sugiere que, al menos en el caso de España, dichas características de red no afectan a los resultados de innovación de las empresas.

No obstante, encontramos interesantes resultados en lo que respecta al resto de variables. En primer lugar, descubrimos importantes diferencias en algunas

<sup>14</sup> Se usa aquí el pseudo-R cuadrado ya que no existe un equivalente directo del R cuadrado para este tipo de modelos.

variables entre los valores nacionales y los regionales. Por ejemplo, el coeficiente para la variable *En CG* es significativo en los modelos 1 y 2 y altamente significativo en los modelos 3 y 4. Sin embargo, esto sucede solo cuando se emplean las variables de la red nacional y no cuando se consideran exclusivamente las redes regionales. Todo ello nos permite concluir que, dado que el coeficiente es positivo, la conexión al mayor grupo de nodos de la red nacional facilita significativamente los resultados de innovación, aunque en el ámbito regional este factor es irrelevante.

En cuanto a la centralización, observamos que la variable de la red regional es significativa con coeficiente negativo en los modelos 1 y 2; en el modelo 3, el coeficiente regional es altamente significativo mientras que el nacional es solo marginalmente significativo; en el modelo 4 el coeficiente nacional resulta marginalmente significativo. Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente forma: el nivel de descentralización de las redes facilita los procesos de innovación, no obstante, esta característica tiene más importancia para el caso de la red regional que para el de la red nacional de innovadores.

Respecto a la variable *CG Tamaño* descubrimos que únicamente en el modelo 4 resulta ser marginalmente significativa en el ámbito nacional. Dicho resultado nos sugiere que cuanto mayor sea el número de nodos conectados en el componente gigante de la red nacional, mejor serán los resultados de innovación de todos los nodos de la red (tanto de los nodos conectados a este componente, como del resto de los nodos de la red).

Finalmente, observando los resultados de la variable *CG Proporción*, descubrimos que su coeficiente para la red regional es, en el modelo 3, positivo y estadísticamente significativo. En el caso de la red nacional, su coeficiente es solo marginalmente significativo. Lo cual implica que una mayor proporción de nodos en el componente gigante favorece la innovación especialmente cuando se trata de la red regional.

**Cuadro 4**  
Resultados de los modelos logit ordenados

	<b>Modelo 1</b>				<b>Modelo 2</b>				<b>Modelo 3</b>				<b>Modelo 4</b>			
	<b>Regional</b>		<b>Nacional</b>		<b>Regional</b>		<b>Nacional</b>		<b>Regional</b>		<b>Nacional</b>		<b>Regional</b>		<b>Nacional</b>	
	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.	Coef.	Des. Típ.
<b>Variables independientes</b>																
<i>Agrupamiento</i>	-0.622	0.426	-0.025	0.370	-0.588	0.490	0.079	0.427	-0.632	0.427	-0.041	0.372	-0.634	0.426	-0.041	0.372
<i>Alcance</i>	19.825	20.038	-76.912	50.329	22.211	26.448	-53.619	69.420	26.094	20.276	-88.410	50.832	20.092	20.070	-88.410	50.832
<i>En CG</i>	-0.125	0.602	1.782 *	0.709	-0.138	0.609	1.681 *	0.741	-0.277	0.606	1.953 **	0.715	-0.136	0.602	1.953 **	0.715
<i>Densidad</i>	32.987	34.614	136.445	268.112	33.059	34.675	125.397	269.163	-44.441	46.245	-269.990	338.577	33.708	35.190	806.684	445.337
<i>Centralización</i>	-14.486 *	6.185	-3.529	18.595	-14.500 *	6.189	-3.692	18.604	-59.727 **	19.357	-267.454 +	139.669	-21.481	11.641	-169.233 +	88.945
<i>Mundo pequeño</i>					-3.574	25.792	-30.282	62.329								
<i>CG Proporción</i>									42.724 *	17.118	203.988 +	106.830				
<i>CG Tamaño</i>													0.017	0.024	0.046 +	0.024
<b>Variables de control</b>																
<i>Patentes</i>	0.221 **	0.031	0.226 **	0.031	0.221 **	0.031	0.225 **	0.031	0.222 **	0.031	0.228 **	0.031	0.221 **	0.031	0.228 **	0.031
<i>Grado</i>	0.249	0.148	0.166	0.110	0.245	0.151	0.151	0.114	0.235	0.149	0.178	0.111	0.246	0.148	0.178	0.111
<i>Provincia1</i>	0.621	0.297	0.104	0.214	0.621 *	0.297	0.116	0.215	0.692 *	0.295	0.087	0.215	0.698 *	0.316	0.087	0.215
<i>Provincia2</i>	-0.261	0.489	-0.210	0.401	-0.257	0.490	-0.201	0.403	-0.203	0.476	-0.247	0.403	0.024	0.639	-0.247	0.403
<i>Periodo</i>	0.304 *	0.130	0.166	0.253	0.305 *	0.130	0.167	0.253	0.242	0.128	-0.181	0.306	0.188	0.208	0.112	0.252
<b>Validez de los modelos</b>																
Log Likelihood	-716.8753		-717.3763		-716.8657		-717.2584		-713.8512		-715.5323		-716.6188		-715.5323	
Número de obs.	385		385		385		385		385		385		385		385	
LR chi2 (10)	127.70		126.70		127.72		126.93		133.75		130.39		128.21		130.39	
Prob > chi2	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
Pseudo R2	0.0818		0.0811		0.0818		0.0813		0.0857		0.0835		0.0821		0.0835	

+  $p < 0.06$

\*  $p < 0.05$

\*\*  $p < 0.01$

Fuente: elaboración propia

## **6. Conclusiones**

El capital social presente en las relaciones entre agentes influye en el desarrollo a través de una reducción en los costes de transacción. Esta reducción aparece debido a dos motivos: primero, porque se facilita la difusión de información entre los agentes interconectados y, segundo, porque se impulsa la adopción de soluciones cooperativas.

Para la medición del capital social, se puede emplear el análisis de redes con el fin de identificar una serie de variables que influyan positivamente en el rendimiento de los miembros de la red. Concretamente, hemos encontrado cinco tipos de propiedades estructurales que favorecen la difusión de información y la cooperación entre agentes: (1) conectividad, (2) descentralización, (3) agrupamiento, (4) cercanía estructural y (5) mundo pequeño. Estas propiedades se pueden identificar con el capital social.

Para medir estas características en la economía española, trazamos las redes de innovación empleando datos de patentes europeas y obtenemos la red nacional y las redes regionales de Barcelona, Madrid y Valencia. En ellas observamos algunas diferencias estructurales que reflejan la diversidad del capital social presente en las redes de innovación.

En primer lugar, en lo que respecta a la conectividad, destaca el hecho de que Barcelona tiene menos nodos aislados aunque el peso de su componente gigante y su densidad son menores que en el resto de las redes españolas. En el otro extremo, las redes de Valencia y especialmente la de Madrid, presentan una gran proporción de nodos aislados junto con un importante peso de su componente gigante. Estos hechos muestran la distinta conectividad de dichas redes: Barcelona, más homogénea y equitativamente distribuida, frente a Madrid y Valencia, más concentradas en un grupo de nodos altamente conectados.

En cuanto a la descentralización, también se observan dos modelos: por un lado la red nacional y la madrileña están muy poco descentralizadas, es decir, se asemejan más a una red en forma de estrella, reflejando una estructura de capital social donde la mayor parte de las relaciones entre innovadores pasa por un reducido número de nodos que aglutinan muchas conexiones. Por otro lado, Barcelona es la que mayores niveles de descentralización muestra, reflejo de su estructura expandida y su capital social más equitativo y homogéneamente repartido entre nodos.

En referencia a la cercanía estructural, la estructura de red de Barcelona –más expandida– provoca que sus nodos se encuentren a mayor distancia unos de otros que en el caso de las redes de Madrid y Valencia, donde parece haber una mayor cercanía entre nodos, dadas sus estructuras compactas y centralizadas.

Finalmente, respecto al agrupamiento y al mundo pequeño, la red valenciana es la que muestra unos niveles mayores en estos dos parámetros. No obstante, la tendencia general refleja una progresiva reducción de estas dos variables en todas las redes españolas a medida que pasa el tiempo, lo que nos indica que el capital social, con el crecimiento de las relaciones, va perdiendo en agrupamiento y en mundo pequeño.

Al analizar la influencia que estas cinco propiedades han tenido en los resultados de innovación de las empresas –y, por ende, en el desarrollo español–

podemos comprobar cómo el capital social ha facilitado los procesos de innovación de diferentes formas.

Lo más destacable es, quizás, el distinto papel que desempeñan las redes regionales frente a las redes nacionales. En cuanto a la red nacional, es decir, el capital social nacional, parece ser el hecho de pertenecer al componente gigante el factor que mayor influencia tiene en la innovación. Cuando existe al menos un vínculo de cooperación con ese grupo de actores nacionales, entonces los rendimientos de la innovación mejoran sensiblemente al permitir el acceso a información de gran valor y poder cooperar con otros innovadores de gran importancia. Por otro lado, aunque con resultados menos significativos, el número de actores pertenecientes al componente gigante ha demostrado tener una influencia positiva en los resultados de todos los nodos de la red nacional. Pese a que el efecto es leve, este hecho nos podría sugerir la existencia de derrames en el capital social nacional que revierten en todos los agentes, independientemente de su pertenencia al gran componente.

La red regional, es decir, el capital social entre agentes regionales, impulsa el desarrollo cuando sus relaciones son descentralizadas, aparecen múltiples actores alternativos y sus conexiones están homogéneamente distribuidas. La influencia de esta estructura en los rendimientos de innovación parece justificarse al permitir la difusión de información más diversa, más rica y menos redundante que la que circula en redes altamente centralizadas. Además, la estructura descentralizada fomenta la cooperación entre los actores regionales, impulsando así nuevas innovaciones.

Finalmente, las redes regionales favorecen los resultados cuando tienen una elevada proporción de nodos en su componente gigante. Esta medida de la conectividad influye positivamente en todos los miembros de la red regional pero no en los de la red nacional, lo que nos sugiere que los derrames de información motivados por esta variable se dan en el ámbito regional y no en el nacional.

Nuestros modelos no presentan efectos significativos del agrupamiento, la cercanía estructural, la densidad y el mundo pequeño sobre los resultados de la innovación. Por ello concluimos que, a diferencia de otros estudios (Uzzi y Spiro, 2005; Schilling y Phelps, 2007), en el caso español, no parece existir relación entre dichas propiedades y los rendimientos de los agentes.

No obstante, los demás resultados ponen de manifiesto la relevancia del papel que desempeña el capital social en el desarrollo. Señalando, además, la manera en que algunas de sus propiedades estructurales facilitan los procesos de innovación.



### Referencias bibliográficas y documentales

- Agresti, A. (1996). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Wiley, New York.
- Andersen, B. *Technological Change and the Evolution of Corporate Innovation. The Structure of Patenting, 1880-1990*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Archibugi, D. (1992). "Patenting as an Indicator of Technological Innovation: a Review". *Science and Public Policy*, vol. 19, no. 6.
- Boschma, R. A. (2004). "Social Capital and Regional Development: an Empirical Analysis of the Third Italy". En Boschma, R. A., Kloosterman, R. (ed.), *Learning from clusters. A critical assessment*, Springer Verlag, Dordrecht.
- Burt, R. (2000). "The Network Structure of Social Sapital". *Research in Organizational Behavior*, vol. 22.
- Coleman, J. (1990). *Foundations of Social Theory*, Harvard University Press, Cambridge.
- Durlauf, S. N. (2002). "The Empirics of Social Capital: Some Skeptical Thoughts". *The World Bank Publications*, Washington.
- Durlauf, S. N. y Fafchamps, M. (2004). "Social Capital". *The Centre for The Study of African Economies Working Paper Series*, n. 214, The Berkeley Economic Press.
- Fleming, L., King, C. y Juda, A. (2007). "Small Worlds and Regional Innovation". *Organization Science*, vol. 18.
- Fritsch, M. y Kauffeld-Monz, M. (2008). "The Impact of Network Structure on Knowledge Transfer: An Application of Social Network Analysis in the Context of Regional Innovation Networks". *Jena Economic Research Papers*, Jena.
- Fukuyama, F. (1999). "Social Capital and Civil Society". Artículo preparado para la *IMF Conference on Second Generation Reforms*, noviembre de 1999, IMF Institute and the Fiscal Affairs Department, Washington.
- Fundación Cotec (2010). "Informe Cotec 2010". *Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica*, Madrid.
- Granovetter, M. (1973). "The Strength of Weak Ties". *American Journal of Sociology*, vol. 78.
- Griliches, Z. (1990). "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". *Journal of Economic Literature*, vol. 28.
- Grootaert, C. (1998). "Social Capital: The Missing Link?". *The World Bank Social Capital Thematic Group*.
- Hanifan, L. J. (1916). "The Rural School Community Centre". *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, n. 67.
- Lin, N. (2005). "A Network Theory of Social Capital". En Castiglione, D.; Van Deth, J. y Wolleb, G. (ed.) *Handbook on Social Capital*, Oxford University Press, Oxford.

- Molina, J. L. (2001). *El análisis de redes sociales. Una introducción*. Edicions Bellaterra, Barcelona
- Monge, M., Hartwich, F. y Halgin, D. (2008). "How Change Agents and Social Capital Influence the Adoption of Innovations among Small Farmers. Evidence from Social Networks in Rural Bolivia". *International Food Policy Research Institute*, Washington.
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Putnam, R. (ed.) (2003). *El declive del capital social. Un estudio internacional sobre las sociedades y el sentido comunitario*, Galaxia Gutenberg, Círculo de lectores, Barcelona.
- Sabatini, F. (2005). "Social Capital as Social Networks. A New Framework for Measurement". *Sapienza University of Rome*, Department of Public Economics, Working paper no. 83.
- Sabatini, F. (2006). "The Empirics of Social Capital and Economic Development: A Critical Perspective". *Fondazione Eni Enrico Mattei*.
- Schilling, M. A. y Phelps, C. C. (2007). "Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Small World Connectivity on Firm Innovation". *Management Science*, vol. 53, no. 7.
- Schumpeter, J. (1980) [1911]. *The Theory of Economic Development. An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, Oxford University Press, Oxford.
- Ter Wal, A. L. J y Boschma, R. A. (2007). "Applying Social Network Analysis in Economic Geography: Framing Some Key Analytic Issues". *Utrecht University*, Department of Economic Geography, Working Paper.
- Ter Wal, A. (2008). "Cluster Emergence and Network Evolution: A Longitudinal Analysis of the Inventor Network in Sophia-Antipolis". Working paper: Urban and Regional Research Centre (URU) - Section of Economic Geography Utrecht University, Utrecht.
- Uzzi, B. y Spiro, J. (2005). "Collaboration and Creativity: The Small World Problem". *AJS*, vol. 111 n. 2.
- Watts, D. (1999). "Networks, Dynamics and the Small World Phenomenon". En *American Journal of Sociology*, vol. 105, no.2.
- Watts, D. y Strogatz, S. (1998). "Collective Dynamics of 'Small-World' Networks". *Nature*, vol. 398.
- Woolcock, M. y Narayan, D. (2000). "Social Capital: Implications for Development Theory". *The World Bank Research Observer*, no. 15.