

C. QUINTANA GARCÍA *

C. A. BENAVIDES VELASCO **

Concentraciones territoriales, alianzas estratégicas e innovación. Un enfoque de capacidades dinámicas ***

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Marco teórico e hipótesis. 2.1. Externalidades y transferencia de conocimiento. 2.2. Personal altamente cualificado. 2.3. Competencias complementarias de producción y comercialización. 2.4. Apropiabilidad. 2.5. Recursos financieros externos. 2.6. Capacidad de innovación. 3. Estudio empírico: metodología y resultados. 3.1. Muestra. 3.2. Variables. 3.3. Método estadístico y resultados. 4. Discusión y conclusión. Referencias bibliográficas

RESUMEN: Este trabajo persigue identificar y medir la incidencia conjunta de las concentraciones geográficas y las redes de cooperación en la capacidad de las empresas de alta tecnología para completar los recursos y competencias esenciales en sus procesos de innovación. Para ello, se ha formulado y contrastado un conjunto de hipótesis mediante el estudio de una muestra de empresas biotecnológicas. Como resultado, se obtienen conclusiones interesantes sobre el efecto de la localización y las alianzas en el acceso de estas empresas a recursos y competencias clave tales como conocimiento científico y tecnológico, personal altamente cualificado, competencias complementarias de producción y comercialización, apropiabilidad y recursos financieros externos; asimismo se examina la relación existente entre estos factores y el rendimiento innovador.

* Dpto. Economía y Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Campus El Ejido, s/n. 29071 Málaga (España). Teléfono: (34) 95 213 41 47 Fax: (34) 95 213 12 93. E-mail: cqg@uma.es

** Dpto. Economía y Administración de Empresas. E.T.S. Ingenieros Industriales. Campus El Ejido, s/n. 29071 Málaga (España). Teléfono: (34) 95 213 28 76 Fax: (34) 95 213 70 33. E-mail: cabv@uma.es

*** A D. Alfredo A. Quintana Sánchez. *In Memoriam*. Este trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Investigación «Innovación Tecnológica y Calidad» (SEJ 414) financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Los autores agradecen a Gary Pisano y Tiziana Casciaro, profesores de la *Harvard Business School*, y a los dos evaluadores anónimos de la revista CEDE los interesantes comentarios que han ayudado a mejorar la versión inicial del presente artículo.

Palabras clave: Distritos tecnológicos, redes de cooperación, externalidades de conocimiento, apropiabilidad, empresas dedicadas a la biotecnología (EDB).

ABSTRACT: This paper aims to measure the joint influence of geographic concentration and strategic alliances on the capacity of high-technology firms to complete key resources and competences for their innovation processes. A set of hypotheses are contrasted through a study carried out within a sample of biofirms. As a result, interesting conclusions about the effect of location and alliances on accessing key resources and competences such as scientific and technological knowledge, skilled labour, complementary downstream competences, appropriability and external financial resources; likewise, the relationship between these factors and innovation performance is examined.

Key words: Technological clusters, cooperation network, spillovers, appropriability, dedicated biotechnology firms (DBFs).

1. Introducción

Este trabajo estudia cómo las concentraciones geográficas y las alianzas estratégicas con agentes específicos establecidos en distintas localizaciones inciden en la consecución, por parte de las empresas de alta tecnología, de los recursos y competencias esenciales para sus procesos de innovación. Las aglomeraciones territoriales de empresas han recibido una creciente atención desde diversas líneas de investigación y marcos teóricos. Una de las primeras aportaciones que pusieron de relieve sus beneficios fue ofrecida por Marshall (1920), y a ella siguieron los trabajos de la «economía urbana» (Weber, 1928; Lösch, 1954; Isard, 1956; Smith, 1971; Henderson, 1986; Martín y Rogers, 1994). Es la «geografía económica» (Malecki, 1980; Howells, 1984; Camagni, 1991; Feldman y Florida, 1994; Audrestsch y Feldman, 1996; Anselin, Varga y Acs, 2000; Acs, 2002; Howells, 2002) la que ha realizado una de las mayores contribuciones a la investigación de la localización de la producción y la innovación, especialmente en la industria de alta tecnología.

El interés por las concentraciones territoriales también ha favorecido el desarrollo de aportaciones en los campos de la organización industrial y la dirección estratégica (Porter, 1990; 2000; Enright, 1995). Estos enfoques consideran que los *clusters* ofrecen ventajas potenciales para la innovación y el crecimiento, dado que posibilitan la creación de conocimiento específico a la industria, el desarrollo de alianzas verticales, la oportunidad de percibir nuevos desarrollos tecnológicos, etc. Desde la dirección estratégica, algunas voces apuntan el valor añadido de extender la perspectiva basada en los recursos y el enfoque de capacidades dinámicas (Wernerfelt, 1984; Prahalad y Hamel, 1990; Barney, 1991; Grant, 1991; Peteraf, 1993; Teece, Pisano y Shuen, 1997; Eisenhardt y Martin, 2000) al estudio de las aglomeraciones geográficas (Enright, 1998; Best, 1999; Foss, 1999; Lawson, 1999; Coombs y Metcalfe, 2000). Consideramos esta visión integradora de carácter emergente apropiada para el estudio de las empresas de alta tecnología.

En efecto, tales empresas (como por ejemplo las que desarrollan actividad biotecnológica) se caracterizan por productos complejos cuya obtención demanda una gran diversidad de habilidades y conocimientos correspondientes a múltiples disciplinas tecnológicas, las cuales deben ser actualizadas constantemente para responder a los cambios en las condiciones del mercado.

Por ello, dichos recursos están localizados cada vez en menor medida en una única organización (especialmente en las de reducida dimensión), sino que se distribuyen entre un rango diverso de ellas. De este modo, es posible asumir que la proximidad geográfica ayuda a las empresas tecnológicas a acceder a los recursos distribuidos y mejorar algunas competencias dinámicas, las cuales se definen como la capacidad de adaptar, integrar y reconfigurar las habilidades organizativas internas y externas para responder al entorno cambiante (Teece *et al.*, 1997:515).

Son numerosas las contribuciones teóricas que reconocen los beneficios positivos derivados de las economías de aglomeración. En cambio, aunque también abundan las investigaciones empíricas sobre los fenómenos de *clustering*, la mayoría de ellas tienen como objetivo contrastar que las externalidades de conocimiento científico y tecnológico son sensibles a la distancia y tienden a concentrarse en el espacio. Estos trabajos suelen utilizar como unidad de análisis la región o nación, y en pocas ocasiones la unidad es la empresa. Empleando diversas fuentes secundarias para medir el *output* de la actividad innovadora, se ha examinado el grado en que la actividad económica e innovadora se produce de manera aglomerada (entre otros Jaffe, 1989; Acs, Audretsch y Feldman, 1992; Jaffe, Trajtenberg y Henderson, 1993; Feldman, 1994; Audretsch y Feldman, 1996; Zucker, Darby y Brewer, 1998). En otra dirección, se ha analizado el papel de la investigación, los *spillovers* y diversos factores locales en el nivel de competencia tecnológica de una región (Cheshire y Carbonaro, 1996; Magrini, 1998). A pesar de estos estudios, existe escasa evidencia empírica que analice el efecto conjunto de la proximidad y las redes de cooperación en el rendimiento empresarial o en las capacidades dinámicas (algunos ejemplos con cierta relación son DeCarolis y Deeds, 1999; Deeds, DeCarolis y Coombs, 1999; McEvily y Zaheer, 1999).

La principal contribución de este artículo es abordar, desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, un tema poco explorado como es el impacto conjunto de las aglomeraciones territoriales y las alianzas verticales con agentes situados en diferentes localizaciones en los recursos y competencias clave para alimentar los procesos de innovación; así, se desea dar respuesta a dos preguntas básicas: ¿Tienen las empresas localizadas en distritos tecnológicos un mayor acceso a recursos que las ubicadas fuera de ellos? ¿Tienen las empresas aglomeradas mayor capacidad de innovación que las no concentradas en *clusters*?

Para contestar a estas cuestiones, hemos estructurado el presente trabajo del modo siguiente. En primer lugar, realizamos una revisión de los estudios teóricos y empíricos afines al tema central de investigación, lo cual nos conduce a establecer una serie de hipótesis. A continuación, para contrastar tales hipótesis, efectuamos un estudio empírico sobre una muestra de empresas biotecnológicas españolas que tiene como objetivo identificar y medir la incidencia real del efecto agregado de la localización en *clusters* y el desarrollo de alianzas estratégicas en el acceso a los recursos y capacidades relevantes para el sector objeto de estudio (conocimiento científico y tecnológico, personal altamente cualificado, competencias complementarias de producción y comercialización, apropiabilidad y recursos financieros externos), así como

analizar la relación existente entre estos factores y el rendimiento innovador. Las fuentes de información empleadas han sido diversas. Tanto para la construcción de la base de datos de la población objetivo como para la determinación de *clusters* biotecnológicos en España, utilizamos fuentes secundarias. Para la medición de las variables del modelo, la recogida de información se llevó a cabo mediante un cuestionario enviado a las empresas biotecnológicas. El análisis y discusión de los resultados permite obtener interesantes conclusiones que se muestran en el último apartado donde se exponen además las limitaciones del presente estudio así como líneas futuras de investigación.

2. Marco teórico e hipótesis

Las concentraciones territoriales pueden ofrecer ventajas con respecto a diversas dimensiones competitivas como son la productividad, la innovación y la creación de nuevas empresas. En los *clusters*, las redes de cooperación se dan con gran intensidad, facilitando el aprendizaje y el ajuste flexible entre empresas especialistas en tecnologías relacionadas. Tomando como marco teórico el enfoque de las *capacidades dinámicas*, se pretende analizar la incidencia de las concentraciones territoriales y las alianzas en la «capacidad de innovación» considerada como una competencia dinámica ya que integra, adapta y reconfigura algunos recursos y habilidades para la creación de nuevos o mejorados productos y procesos (Helfat y Raubitschek, 2000; Lawson y Samson, 2001). Nos limitaremos a la «innovación de producto» porque representa la forma dominante de innovación en el sector biotecnológico.

Desde la perspectiva basada en las capacidades dinámicas, se argumenta que la ventaja competitiva yace en los procesos organizativos y gerenciales, en la posición actual y en las rutas o alternativas estratégicas disponibles para la empresa (Teece *et al.*, 1997:518). En este sentido, las aglomeraciones y las alianzas estratégicas son micromecanismos que pueden mejorar la capacidad de innovación incidiendo en los tres elementos: a) la efectividad de los *procesos*, al favorecer la coordinación e integración de las actividades, el aprendizaje y la reconfiguración y transformación, gracias a las relaciones interorganizativas con otros agentes donde la proximidad promueve una mayor confianza; b) la *posición* con respecto a los activos, al mejorar el acceso, exploración y explotación de conocimientos tecnológicos, competencias complementarias, recursos financieros y recursos locacionales (por ejemplo, personal cualificado), debido a la proximidad a otros agentes generadores de conocimiento y recursos complementarios y a una mayor legitimidad que genera un efecto atracción de inversión; c) las *alternativas estratégicas* disponibles, especialmente por mejorar la captación y explotación de oportunidades tecnológicas.

En particular, nos vamos a centrar en el segundo determinante de las competencias dinámicas. Así, trataremos de analizar en qué medida la ubicación en *clusters* tecnológicos y la cooperación con ciertos tipos de agentes incide en la *posición* de las empresas dedicadas a la biotecnología (EDB) con respecto a los siguientes recursos y capacidades clave en el sector (Pisano, 1991;

Bartholomew, 1997; Casper y Kettler, 2001): *spillovers* y transferencia de conocimiento, personal altamente cualificado, competencias complementarias de producción y comercialización, apropiabilidad y recursos financieros externos. En efecto, las innovaciones de producto requieren la confluencia e integración de diversas capacidades. Las bioempresas, normalmente de pequeño y mediano tamaño, pueden ser superiores en la generación de nuevo conocimiento tecnológico pero, habitualmente, no poseen elevados niveles de capacidades relacionadas con la aprobación legal, fabricación, distribución y comercialización de los productos. Por otro lado, dado que la obtención de productos comercializables supone períodos muy largos, el acceso a recursos financieros externos y garantizar la apropiación de los resultados de la innovación son aspectos cruciales en este sector.

Por último, estudiaremos el efecto de estos recursos y competencias en la capacidad de innovación medida en términos de *outputs*.

2.1. EXTERNALIDADES Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Las externalidades de conocimiento es un fenómeno considerado desde distintos enfoques teóricos como una de las razones de la formación de *clusters* tecnológicos. Los distritos industriales son observados como sistemas de producción caracterizados por procesos dinámicos de aprendizaje colectivo (Florida, 2000) y una serie de componentes esenciales: división del trabajo entre las unidades pertenecientes al mismo ciclo productivo, procesos de aprendizaje por la práctica (*learning-by-doing*), por el uso (*learning-by-using*), etc.

Estos procesos de aprendizaje inciden positivamente en la capacidad de investigación y desarrollo, competencia básica que garantiza la competitividad de las empresas tecnológicas y el desarrollo de nuevos productos (Dierickx y Cool, 1989; Nelson, 1991). Esta capacidad dinámica o arquitectónica (Henderson y Cockburn, 2002) representa la habilidad de acceder a nuevo conocimiento externo e integrarlo de manera flexible en las tecnologías actuales de la empresa. Esta cuestión es particularmente importante en el sector biotecnológico. Las actividades de investigación en este sector se caracterizan por una elevada complejidad tecnológica y combinatoria (Carrincazeaux, Lung y Rallet, 2001:779). La primera hace referencia a la frecuencia con que el conocimiento es renovado, que de ser alta, demanda cambios continuos en las rutinas de gestión de los procesos de innovación; la complejidad combinatoria es una medida de la dificultad de crear coherencia entre las bases de conocimiento, y se produce porque el conocimiento científico y las habilidades relevantes para el desarrollo de innovaciones biotecnológicas yacen en un amplio espectro de disciplinas (ingeniería genética, tecnología de computación, desarrollo de *software*, etc.). Tal complejidad tecnológica y combinatoria explica la dificultad por parte de las empresas para generar internamente la diversidad de conocimiento necesaria (Deeds *et al.*, 1999:214; Owen-Smith *et al.*, 2002). Además, el carácter tácito del conocimiento científico, su indivisibilidad en el uso, y la incertidumbre sobre su

valor en diferentes contextos, provoca que no sea fácil su transferencia mediante relaciones de mercado (Metcalfé y James, 2000:45). Ambos factores pueden provocar una concentración permanente o transitoria de actividades de I+D+I en una determinada localización donde las competencias estén distribuidas entre diferentes agentes.

Son diversos los estudios (Utterback, 1974; Goddard, 1978; Jaffe, 1989; Jaffe *et al.*, 1993) que argumentan que una configuración concentrada espacialmente permite un mayor intercambio de información a través de procesos de comunicación informales, redes e interacción próxima. Incluso en la era de los sistemas avanzados de información y comunicación, parece que las formas de conocimiento tácito son mejor transmitidas cuando los agentes están geográficamente próximos. Especialmente interesante es el acceso al conocimiento científico generado en las universidades y centros públicos de investigación. Estas organizaciones pueden suministrar información sobre descubrimientos con valor comercial potencial, realizados en sus laboratorios, que representan conocimiento científico de carácter complejo y tácito (Zucker, Darby y Armstrong, 1998:71; Antonelli, 2000). Por ello, la colaboración con estas instituciones ayuda a las empresas a reconocer y capitalizar oportunidades tecnológicas y reducir el montante necesario para desarrollar los programas de investigación en nuevos campos (Teece, *et al.*, 1997). Además de acuerdos de colaboración en materia de investigación y desarrollo, ejemplos de mecanismos de transferencia de tal conocimiento son la formación del personal de la compañía, participación de empleados en seminarios organizados por las universidades, reclutamiento de jóvenes científicos para el equipo de investigación o de prestigiosos investigadores para formar parte del consejo de dirección (Audretsch y Stephan, 1996:646); esta última opción tiene la ventaja de proporcionar una constante evaluación externa de los proyectos de la empresa y dar señales al entorno sobre la calidad de la actividad desarrollada por la misma.

De este modo, parece que la simple localización cercana a universidades y centros de investigación tiene un efecto limitado en el rendimiento de la empresa. En efecto, el proceso de aprendizaje colectivo requiere el establecimiento de un lenguaje común y un entorno de confianza que incentive a los socios a compartir conocimientos e información (Keeble, 2000). Los descubrimientos científicos producidos por las universidades tienden a ser tácitos y son inicialmente conocidos por un individuo o un pequeño grupo de investigadores, por lo que las EDB sólo accederán y compartirán estos conocimientos manteniendo una activa participación con sus generadores. Así, se ha contrastado empíricamente que la existencia de un cúmulo de conocimiento científico en una determinada región generado por universidades y centros de investigación geográficamente próximos, pero con los que no se mantiene colaboración, no produce efectos positivos, lo que evidencia la mejor transferencia de tecnología mediante alianzas u otros mecanismos de colaboración que por simples externalidades (Zucker, Darby y Armstrong, 1998; 2002).

Teniendo en cuenta este análisis, planteamos las siguientes hipótesis:

H1a: Las externalidades y la transferencia de conocimiento en los dis-

tritos tecnológicos se darán con mayor intensidad cuando las empresas estén involucradas en alianzas verticales hacia atrás.

H1b: La efectividad de la transferencia de conocimiento en el contexto de las alianzas verticales hacia atrás será mayor cuando los agentes cooperantes estén geográficamente próximos.

2.2. PERSONAL ALTAMENTE CUALIFICADO

Una de las razones más argumentadas para justificar la emergencia de las economías de aglomeración es la concentración de un cúmulo de habilidades localizadas y un mercado flexible de mano de obra altamente cualificada, debido principalmente a la presencia de universidades y centros de investigación. Desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, se reconoce al personal cualificado como uno de los recursos estratégicos locacionales que condiciona la posición de la empresa y mejora los procesos de innovación (Teece, *et al.*, 1997; Henderson y Cockburn, 2002). Dado que el capital humano altamente cualificado suele permanecer en ciertas regiones, produciéndose una elevada movilidad del mismo entre las distintas organizaciones pertenecientes a ellas (Almeida y Kogut, 1999; Song, Almeida y Wu, 2003), se convierte en una fuente de ventaja competitiva difícil de replicar por aquellas empresas ajenas a los distritos tecnológicos. Además, la movilidad de personal representa un tipo de interdependencia no comercial entre las empresas locales y las instituciones, que sirve como vehículo de transmisión de experiencia, conocimiento tácito, códigos de comunicación y procedimientos de búsqueda, lo cual puede resultar en nuevas combinaciones de conocimiento para ser integrado y utilizado en el desarrollo de innovaciones (Storper, 1995; Keeble, 2000).

Es frecuente que las EDB, y en particular las de reducida dimensión, tengan que hacer frente al problema de atraer y retener personal de investigación dado el elevado riesgo y dinámica competitiva que caracterizan al sector. Por ello, tales empresas se pueden beneficiar de estar localizadas en distritos tecnológicos y tener un acceso más fácil a dicho personal. Hay que pensar que, comparado con industrias maduras, en sectores extremadamente competitivos basados en tecnologías emergentes, el ciclo de vida de muchas compañías es corto lo que genera inevitablemente un elevado número de contrataciones y despidos de empleados (Casper y Kettler, 2001). Asimismo, el establecimiento de redes de cooperación con agentes locales proporciona confianza y legitimidad para atraer mano de obra cualificada.

Las propias universidades suministran este personal mediante nuevos licenciados y doctores, o investigadores que trabajan a tiempo parcial en los proyectos de investigación de las empresas y asesoran a su dirección científica (Acs, 2002:138). En muchas ocasiones, el fenómeno de los recursos intelectuales concentrados refleja el relativo coste de oportunidad de abandonar la actividad académica para desarrollar proyectos empresariales y comercializar nuevas aplicaciones tecnológicas (Bartholomew, 1997:248-249). De este modo, la mano de obra se convierte en un factor fijo que provoca la concen-

tración geográfica de ciertas industrias alrededor de universidades que desarrollan actividades científicas con un elevado grado de excelencia (Zucker, Darby y Peng, 1998).

Por otro lado, la existencia de empresas establecidas de carácter complementario (farmacéuticas, químicas, agroalimentarias, etc.) también representa fuentes de personal técnico, con conocimiento de actividades relacionadas con la producción y comercialización de productos (Stuart y Sorenson, 2003).

Estos argumentos sugieren la siguiente hipótesis:

H2: Las empresas localizadas en distritos tecnológicos tendrán un mayor acceso a personal altamente cualificado que aquellas no aglomeradas.

2.3. COMPETENCIAS COMPLEMENTARIAS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Desde la perspectiva de las capacidades dinámicas se reconoce la importancia del uso de recursos y capacidades complementarias para la producción y distribución de nuevos productos y servicios (Amit y Schoemaker, 1993; Teece, *et al.*, 1997; Henderson y Cockburn, 2002). Las diferencias en cómo las empresas coordinan las rutinas, recursos y competencias complementarias tienen un impacto significativo en el rendimiento del proceso innovador en lo que se refiere al coste y tiempo de desarrollo y a la calidad de la innovación. Cuando las competencias complementarias están distribuidas entre diversos agentes, es difícil su integración a través de relaciones de mercado (Teece, 1986; Kogut y Zander, 1992). Para el acceso a tales competencias por parte de pequeñas empresas tecnológicas, las alianzas verticales hacia delante pueden representar un mecanismo más eficaz, donde se intercambia información y se reduce la percepción de riesgo de comportamiento oportunista por parte del socio (Gulati y Singh, 1998). Dichas alianzas pueden mejorar lo que desde la perspectiva basada en las capacidades dinámicas se denomina «inteligencia de mercado» (Amit y Schoemaker, 1993; Sinkula 1994; Slater y Narver 1995), la cual refleja la habilidad de percibir nuevas oportunidades de mercado y de capitalizarlas mediante el diseño y ejecución de planes específicos. Asimismo, inciden positivamente en las competencias técnicas relativas al diseño, fabricación y control de la calidad del producto (Danneels, 2002).

De manera específica, las empresas biotecnológicas necesitan activos complementarios para completar su cadena de valor añadido, relacionados con ensayos clínicos, aprobación legal de los productos, distribución, etc., actividades que son específicas a cada mercado y que, en su conjunto, suponen la fase más larga de las aplicaciones biotecnológicas. Por otro lado, las EDB pueden poseer poca experiencia de comercialización internacional (Madhok y Osengowitsch, 2000). Es por ello por lo que buscan desarrollar acuerdos de cooperación con empresas establecidas, usuarias finales de sus productos; a éstas les proporcionan los últimos avances tecnológicos a cambio de que les ayuden a superar las barreras de entrada en comercialización, distribución y certificaciones gubernamentales, e incluso les faciliten el acceso a fuentes de financiación (McNamara, 1998/9:103-104).

De este modo nacen relaciones simbióticas. Dado que los campos de la biología molecular e ingeniería genética avanzan muy rápidamente, las empresas establecidas, a menudo de gran dimensión, no pueden mantenerse y realizar desarrollos alrededor de todas las líneas emergentes de investigación (Cabo, 1999:191); por ello, estas compañías, mediante alianzas, mantienen contacto con los proyectos más avanzados de I+D+I ejecutados por las bioempresas, las cuales gozan de gran flexibilidad y agilidad para captar nuevas oportunidades debido a su habitual reducido tamaño (Sharp, 1999). Las grandes empresas prefieren las alianzas estratégicas a la adquisición de las EDB para internalizar la nueva tecnología al tiempo que maximizan el valor de sus opciones reales en entornos caracterizados por elevada incertidumbre (Folta, 1998; Rothaermel, 2001).

Aunque algunos trabajos sugieren que las innovaciones más radicales intensifican las alianzas locales entre proveedores y clientes (Baptista, 2001:33; Oerlemans, Meeus y Boekema, 2001), muchos estudios muestran que son frecuentes las colaboraciones entre las EDB y grandes empresas establecidas pero no en un contexto regional (Pisano, 1991; Zeller, 2001); así, por ejemplo, una investigación de la industria biotecnológica francesa (Lemarié, Mangematin y Torre, 2001) pone de manifiesto que la proximidad geográfica a empresas farmacéuticas es de poca importancia, ya que colaboraciones con aquéllas situadas en mercados internacionales favorecen y promueven la difusión de los productos; por su parte Niosi (2002) también demuestra, en el mismo sector, que las alianzas internacionales son el tipo de cooperación que mejor incide en el rápido crecimiento de las bioempresas. Además, es posible observar que las actividades de producción y comercialización incorporan conocimiento de carácter más codificado que las de investigación, de modo que puede ser transmitido más fácilmente a larga distancia.

Así pues, podemos asumir que la proximidad geográfica en alianzas verticales hacia delante es menos necesaria que en las colaboraciones mantenidas con las universidades y centros de investigación. Sin embargo, también es posible argumentar que si una empresa está localizada en un distrito tecnológico puede gozar de mayor reputación útil para atraer socios (Quince y Whitaker, 2002); esto sugiere que más que interdependencias comerciales, una de las fuerzas más potentes de los *clusters* viene dada por las influencias indirectas que ejercen para alcanzar legitimidad y aminorar la percepción de riesgo que a menudo sufre el sector. Por otro lado, las compañías establecidas buscan alianzas con empresas ubicadas en distritos tecnológicos, inmersas en redes de cooperación con instituciones locales y un contexto social dinámico para acceder tanto a su conocimiento como al inserto en el entorno local (Gulati y Singh, 1998; Rothaermel, 2001).

Dados los argumentos anteriores, establecemos las siguientes hipótesis:

H3a: La localización en distritos tecnológicos y la participación en alianzas locales hacia atrás incidirán positivamente en el desarrollo de alianzas verticales hacia delante.

H3b: Las alianzas verticales hacia delante de carácter internacional mejorarán las competencias complementarias (producción, comercialización, etc.) en mayor medida que las de carácter local.

2.4. APROPIABILIDAD

La apropiabilidad es la capacidad de la compañía de beneficiarse de los resultados de sus procesos de innovación; esto es una cuestión vital para las empresas de alta tecnología porque uno de sus activos más importante es el conocimiento tecnológico. Es posible argumentar que un mejor conocimiento de las actividades de investigación de los agentes participantes de un *cluster* y la existencia de relaciones de confianza entre ellos, puede favorecer la división del trabajo y la limitación de comportamiento oportunista asociado a la co-localización (Antonelli, 2000:543). Es más, se apunta que las empresas potencialmente imitadoras tienen un uso limitado de los descubrimientos científicos desarrollados por otras debido a una «exclusión natural» (Zucker, Darby y Brewes, 1998); si las técnicas de replicación y los conocimientos previos relacionados con el descubrimiento no son ampliamente dominados, es difícil la absorción del nuevo conocimiento. A pesar de estos argumentos, no existen conclusiones definitivas acerca de los efectos de las concentraciones geográficas en la capacidad de apropiación.

En este sentido, es interesante el análisis de los mecanismos de protección para identificar tales efectos. Los medios más frecuentemente citados son (Levin *et al.*, 1987; Scherer y Ross, 1990): patentes, secreto industrial, líder en tiempo, movimiento rápido a lo largo de la curva de aprendizaje y esfuerzos superiores en ventas y servicios. En el sector específico de la biotecnología, Liebeskind *et al.* (1996) encuentran que dada la dinamicidad de sus actividades de innovación, sólo aquellas empresas que son primeras en descubrir productos o procesos podrán apropiarse de los beneficios económicos, cuestión que conduce a una «carrera de patentes».

En cambio, otros trabajos apuntan que las patentes, en ciertos sectores tecnológicos avanzados, son el medio de protección menos efectivo por el riesgo derivado de la habilidad de los competidores de «inventar alrededor de la patente» (Levin *et al.*, 1987; Harabi, 1995). La perspectiva evolucionista apunta que la apropiabilidad del conocimiento depende más del liderazgo tecnológico y la experiencia acumulada que de los medios de protección de la propiedad intelectual (Nelson y Winter, 1982; Dosi, 1988). Dicho liderazgo y acumulación de conocimiento depende de la capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1990), ya que proporcionará a la empresa un mejor entendimiento y mayor proactividad para evaluar los avances tecnológicos intermedios que suministran señales sobre las eventuales potencialidades de nuevos desarrollos tecnológicos.

Cuando los mecanismos tradicionales de protección no son totalmente efectivos, hay que acudir a barreras de imitación alternativas, que en el caso de las empresas tecnológicas pueden basarse en el control de los recursos complementarios tales como las competencias de producción, distribución y comercialización (Teece, 1986; 1998). Estos activos complementarios son difíciles de imitar porque representan el resultado de procesos de *learning-by-doing* donde está involucrada la interacción de miembros procedentes de las distintas áreas organizativas. En este sentido, las alianzas verticales hacia delante con los usua-

rios finales permiten el control de tales recursos complementarios; estos acuerdos generan un contexto más protector para la comercialización, debido a dos razones básicas (Pisano, Shan y Teece, 1988:196-197): en primer lugar, las bioempresas evitan tener que exponer su *know-how* a un amplio número de potenciales inversores y distribuidores de sus productos; y en segundo lugar, la apropiación oportunista por parte de los socios puede ser mitigada si éstos acceden a financiar parte de los costes de las actividades de investigación.

Por lo tanto, paralelamente a la capacidad de absorción, las alianzas verticales hacia delante pueden incidir positivamente en la posición de liderazgo tecnológico, difícil de replicar debido a la ambigüedad causal que genera la coordinación y complementariedad de los recursos y competencias (Lippman y Rumelt, 1982; Zander y Kogut, 1995).

Si asumimos que la concentración geográfica promueve el establecimiento de colaboraciones verticales con empresas usuarias (H3a), indirectamente beneficia la capacidad de apropiabilidad de las bioempresas. En ausencia de tales relaciones, el nuevo conocimiento puede fluir por la región y ser difícilmente apropiable.

De este modo, proponemos las siguientes hipótesis:

H4a: Las alianzas verticales hacia delante y la capacidad de absorción impactarán positivamente en la apropiabilidad.

H4b: Las empresas localizadas en distritos tecnológicos que no mantengan alianzas verticales hacia delante tendrán una menor capacidad de apropiación de los resultados de la innovación que aquellas no aglomeradas.

2.5. RECURSOS FINANCIEROS EXTERNOS

La posición que la empresa ostenta con respecto a los activos financieros puede tener implicaciones estratégicas. No siempre se puede acceder a fuentes externas de financiación sin la revelación o difusión considerable de información a los potenciales inversores acerca de los proyectos de investigación (Teece, *et al.*, 1997). Esta cuestión tiene una especial importancia para las pequeñas empresas tecnológicas que dependen en gran medida de sus actividades de investigación; a menudo cuentan con recursos financieros escasos para introducir nuevos productos en el mercado y tienen dificultades para acudir a fuentes externas de tales recursos debido al riesgo de novedad percibido en ellas, y la incertidumbre y asimetrías de información inherentes al proyecto, lo que provoca altos costes de transacción (Lerner y Mergers, 1998; Audretsch y Feldman, 2003). En este sentido, la localización en distritos tecnológicos y la participación en acuerdos de cooperación pueden validar el valor potencial comercial de las bases de conocimiento ante posibles inversores. Desde la perspectiva institucional se argumenta que el capital social, la reputación y estatus acumulados por los socios (universidades, empresas establecidas, etc.) se transfiere mediante los acuerdos de colaboración, facilitando así la atracción de financiación externa (Benjamin y Podolny, 1999; Stuart, Hoang y Hybels, 1999).

La problemática descrita está presente en sector biotecnológico. La búsqueda de flujo de recursos financieros externos y permanente a largo plazo es una de las tareas más relevantes para alimentar el proceso de obtención de productos comercializables, el cual suele demandar a las empresas períodos muy largos (de seis a quince años) de investigación y desarrollo (Audretsch, 2001); esto contrasta con los períodos relativamente cortos de tiempo de obtención de *cash-flow* en industrias relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación, que se miden en meses e incluso semanas.

Las EDB no tienen en ocasiones productos en el mercado¹ sobre los cuales puedan ser evaluadas, así que los potenciales inversores deben poner atención a su *input* más importante, el conocimiento presente en el equipo científico (Shan y Song, 1997; Coombs y Deeds, 2000). En este sentido, algunos trabajos (Stephan y Everhart, 1998; Stephan, Audretsch y Hawkins, 2000) demuestran la relevancia de la reputación al tiempo que una bioempresa decide cotizar en bolsa. Una de las vías para alcanzar dicha reputación es la presencia de científicos prestigiosos activamente involucrados en la compañía, lo que indica que ésta tiene suficiente capacidad para finalmente lanzar productos al mercado, mostrando además, que tales científicos valoran positivamente los proyectos de investigación desarrollados por la empresa. Como ya se argumentó anteriormente, este tipo de relación se da con mayor intensidad cuando existe una localización próxima a las universidades y centros de investigación.

De modo particular, se apunta que la inversión directa extranjera, incluida las adquisiciones, es atraída hacia regiones que ofrecen activos complementarios y un adecuado soporte de infraestructura (Lindholm, 2000:161). Esta hipótesis es convalidada por Coombs y Deeds (2000:246), quienes analizando compañías biotecnológicas de EE.UU., llegan a la conclusión de que la localización tiene una correlación significativa con el montante de capital atraído desde inversores extranjeros, lo que sugiere que éstos están también interesados en el acceso a los *spillovers* locales. Las relaciones interorganizativas con compañías establecidas usuarias finales, como son grandes farmacéuticas, constituyen otro medio de validar el potencial de los proyectos de las pequeñas empresas en los mercados financieros (Stuart, *et al.*, 1999). En el caso de que estas colaboraciones se efectúen con compañías extranjeras, se da señales de una difusión internacional de los productos y, por ende, de mayores beneficios potenciales. Asimismo, estos socios pueden ser ellos mismos fuentes de recursos financieros (Pisano, 1991).

Combinando estas evidencias con el primer y segundo grupo de hipótesis, establecemos lo siguiente:

H5: Las empresas localizadas en distritos tecnológicos e involucradas en acuerdos de cooperación atraerán más recursos financieros externos que aquellas que no presenten tales rasgos.

¹ Hasta la obtención de un producto comercializable, la mayoría de las bioempresas sobreviven realizando servicios tales como el de diagnóstico genético humano, veterinario, agrario (fitopatología), etc.

2.6. CAPACIDAD DE INNOVACIÓN

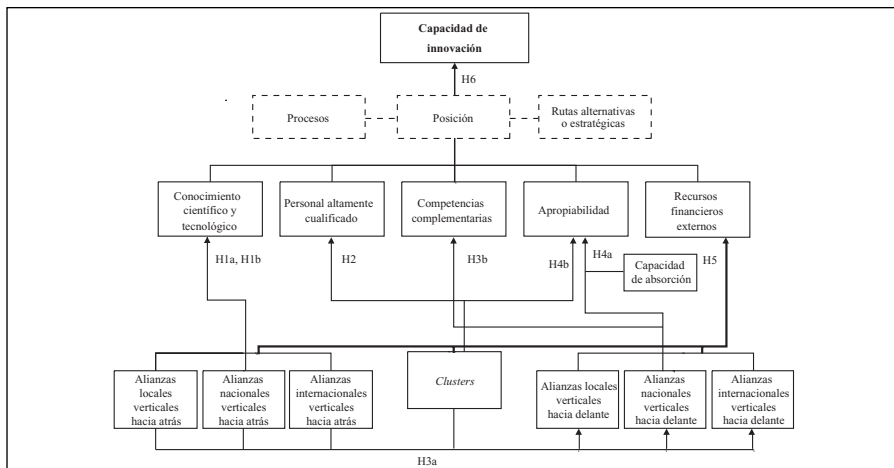
Los procesos de aprendizaje colectivo inherentes a las aglomeraciones geográficas y las redes de cooperación, promueven la introducción de nuevos productos y reducen la incertidumbre asociada a las innovaciones (Capello y Faggian, 2005). De manera más concreta, las sinergias y complementariedades de conocimiento y del resto de activos y competencias determinantes de la capacidad de innovación contribuyen al desarrollo de nuevos productos en los sectores de alta tecnología mediante tres vías (Yli-Renko, Autio y Sapienza, 2001): a) aumentando el alcance y profundidad de las bases de conocimiento específico a la empresa, incrementando el potencial de nuevas combinaciones de innovación; b) reduciendo los ciclos de desarrollo de nuevos productos y acelerando su introducción en los mercados; y c) incrementando el deseo de las pequeñas empresas tecnológicas de crear nuevos productos para sus clientes-usuarios finales clave.

De este modo, si las empresas son capaces de acceder a los recursos y competencias complementarias descritas en los subepígrafes anteriores, podrán desarrollar eficazmente el ciclo completo de investigación, desarrollo e innovación; como resultado final, tenemos la siguiente hipótesis:

H6: Cuanto mayor sea la apropiabilidad y el acceso a conocimientos científicos, competencias de producción y comercialización, personal altamente cualificado y recursos financieros externos, mayor será la capacidad de innovación.

En la figura 1 se representa el modelo que se va a contrastar en el estudio empírico. Las estimaciones de las relaciones causales contenidas en él se muestran en la tabla 4.

FIGURA 1.—*Incidencia de las concentraciones territoriales y alianzas estratégicas en la capacidad dinámica de innovación*



3. Estudio empírico: metodología y resultados

El objetivo de la investigación empírica ha sido contrastar las hipótesis planteadas relativas al efecto de la localización y desarrollo de redes de cooperación en la consecución de un conjunto de habilidades y recursos necesarios en los procesos de innovación. En este apartado explicaremos detalladamente cómo se ha confeccionado la muestra y construido las variables, cuáles han sido las fuentes, el método de recogida de información empleado, así como el análisis estadístico efectuado.

3.1. MUESTRA

La población objeto de estudio está formada por empresas españolas dedicadas a la biotecnología, excluidas subsidiarias de compañías extranjeras. El informe Asebio (2002) ha estimado que dicha población ascendía a 119 empresas a finales de 2002. No existe una base de datos completa y actual de este sector en España, así que tuvimos que construir una propia utilizando los siguientes recursos:

- a) La base de datos «Spanish research groups & enterprises working in Biotechnology 1997» diseñada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT, 1998).
- b) Tres bases de datos en línea a las que se accede por las páginas web de los siguientes organismos: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI, 2002), Fundación Genoma España (Genoma España, 2002) y Sistema Regional de Información y Promoción Tecnológica Madri+d (Madri+d, 2002).
- c) El informe Asebio correspondiente al año 2002.

Una vez examinadas estas fuentes de información, establecimos numerosos contactos telefónicos que nos permitieron identificar aquellas empresas que realmente no estaban completamente dedicadas a la biotecnología, sino que, por ejemplo, eran farmacéuticas o químicas diversificadas que llevaban a cabo algunas actividades biotecnológicas. Como resultado final, llegamos a construir una base de datos de 114 bioempresas españolas. Dado que el tamaño de la población es reducido, decidimos seleccionar a todas para la muestra. En primer lugar, una versión preliminar del cuestionario fue validada por un pre-test realizando una entrevista personal a gerentes de diez EDB; este pre-test ayudó a modificar la redacción de algunas preguntas y a mejorar ítems difíciles de entender. El cuestionario final fue enviado en el primer trimestre de 2003 a los gerentes del resto de la muestra o a aquellas personas consideradas aptas para responderlo. Posteriormente, se enviaron cartas recordatorias para incrementar la tasa de respuesta. Finalmente, 64 empresas respondieron al cuestionario lo que representa aproximadamente un 53.78% de la población, lo cual consideramos una tasa de respuesta satisfactoria.

La distribución de la localización de las empresas que contestaron es muy similar a la de la población: las empresas ubicadas en *clusters* biotecnológicos representan un 47.82% en la población y un 42.18% en la muestra final. Para evitar el sesgo de no respuesta, comparamos ciertos atributos clave tales como localización, ventas facturadas, edad y tamaño de las bioempresas de la muestra final y de las contenidas en la base de datos que no respondieron. Los resultados de las pruebas estadísticas para el sesgo de respuesta (test t y Kolmogorov-Smirnov para dos muestras) mostraron que no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

3.2. VARIABLES

Capacidad de innovación. Existen varias opciones para medir la capacidad de innovación (patentes, productos en el mercado, productos en desarrollo) que en nuestro modelo representa una variable dependiente. Aunque conseguimos información sobre el número de patentes en la muestra, decidimos no utilizar este criterio debido a que, por razones estratégicas, algunas empresas deciden no proteger su conocimiento clave mediante patentes (Grant, 1996). Por otro lado, las bioempresas más jóvenes pueden no tener productos en el mercado ya que los procesos de desarrollo de nuevos productos suelen ser muy largos (en muchas ocasiones debido al período de aprobación legal y registro, en especial, para aquellos productos con aplicaciones terapéuticas). Por lo tanto, como en estudios previos (Shan, Walker y Kogut, 1994; Deeds y Hill, 1996; Deeds, DeCeSarolis y Coombs, 1999), se ha construido una única variable «productos» (PDTO) que se define como la suma de los productos en el mercado y el número de productos en desarrollo (a menudo en fase de aprobación legal).

Cluster. Esta variable independiente está relacionada con la localización geográfica de las EDB. Pone de manifiesto si cada empresa de la muestra está localizada en un distrito tecnológico, en este caso en un área donde se dé una gran concentración de actividad biotecnológica generada por agentes diversos. El primer paso para construir esta variable ha sido identificar los distritos biotecnológicos en España. En vez de regiones, hemos utilizado provincias como unidad de análisis. Se han utilizado seis indicadores por cada una de las 52 provincias españolas para identificar *clusters* biotecnológicos; los cuatro primeros son indicadores de *input*: número de empresas dedicadas a la biotecnología (incluidas empresas extranjeras), número de departamentos académicos involucrados activamente en actividades de investigación asociadas a la biotecnología (bioquímica, biología molecular etc.), número de centros públicos de investigación relacionados con el sector y número de *spin-offs* biotecnológicos. Las dos dimensiones restantes son indicadores de *outputs*: número de patentes logradas en la última década (1993-2002) y número de artículos científicos publicados en revistas de reconocido prestigio para el mismo período.

La información relativa a las cuatro primeras medidas fue obtenida de nuestra propia base de datos y del informe Asebio (2002). La información

sobre patentes se extrajo de la base de datos oficial en línea *Oepmpat* de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM, 2002). Las búsquedas se realizaron utilizando los códigos de la clasificación internacional de patentes relativos a las invenciones biotecnológicas, que son los siguientes (OECD, 2001): C12M, C12N, C12P, C12Q y C12S². Los artículos científicos fueron identificados en la base de datos del *Science Citation Index* del *Institute for Scientific Information* que está en línea (ISI, 2002). Buscamos los artículos en donde participaban autores españoles (universidades, centros o empresas) de todas las revistas incluidas en el subcampo «biotecnología y microbiología aplicada»; además, restringimos la búsqueda a artículos que al menos hubieran sido citados diez veces como una medida mínima de relevancia.

Siguiendo la misma metodología que DeCarolis y Deeds (1999:960-961), los seis indicadores fueron normalizados y se llevó a cabo un análisis factorial cuyos resultados se recogen en la tabla 1. Una muestra de sesenta unidades (52 provincias en nuestro caso) requiere una carga factorial de 0.70 por cada variable (Hair *et al.*, 1999:100); en nuestro caso todos los indicadores son significativos porque tienen una carga de 0.86 o superior. El análisis factorial produce un autovalor de 5.276 que explica un 87.934 por ciento de la varianza. Teniendo en cuenta estos resultados, se ha creado un único indicador con el valor medio de los ítems normalizados en cada provincia. De este modo, fue posible indentificar sólo tres provincias que tenían un valor medio del indicador unificado superior a 1, y mucho más elevado que el resto de provincias; éstas fueron: Madrid (5.43), Barcelona (3.16) y Valencia (1.3).

TABLA 1.—Análisis factorial de los indicadores de clusters

Indicadores	Carga factorial
EDB	0.954
<i>Spin-offs</i>	0.918
Departamentos académicos	0.869
Centros públicos de investigación	0.971
Patentes (1993-2002)	0.927
Artículos científicos (1993-2002)	0.982
Autovalor	5.276
% de Variación Explicada	87.934

² C12M: aparatos para enzimología o microbiología; C12N: microorganismos o enzimas; composiciones que los contienen; C12P: procesos de fermentación o procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico dado o una composición dada o para la separación de isómeros ópticos a partir de una mezcla racémica; C12Q: procesos de medida, investigación o análisis en los que intervienen enzimas o microorganismos; composiciones o papeles reactivos para este fin; procesos para preparar estas composiciones; procesos de control sensibles a las condiciones del medio en los procesos microbiológicos o enzimológicos; C12S: procedimientos que utilizan enzimas o microorganismos para liberar, separar o purificar un compuesto o una composición preexistente.

A partir de aquí, construimos una variable ficticia denominada «Cluster» (CL) que toma el valor «1» si la empresa está localizada en alguna de esas tres provincias representativas de distritos biotecnológicos o «0» en el resto de los casos.

Alianzas verticales. Esta variable contempla el número total de acuerdos de cooperación que las EDB mantienen con agentes específicos. Se han identificado dos relaciones, las «alianzas verticales hacia atrás» (variable independiente), que representan las mantenidas con universidades y centros de investigación, y las «alianzas verticales hacia delante» (variable explicada y explicativa en el modelo estructural), que son los acuerdos desarrollados con empresas establecidas, usuarias finales de productos biotecnológicos que suponen una importante fuente de innovación. Cada uno de estos dos tipos básicos de alianzas ha sido dividido en tres clases: locales (si el socio está ubicado en la misma provincia), nacionales (si el socio pertenece a cualquier otra provincia española) e internacionales. Como se muestra en la tabla 3, las variables representativas de estas alianzas se denominan: ALVA, ANVA y AIVA (alianzas locales, nacionales e internacionales verticales hacia atrás respectivamente), ALVD, ANVD y AIVD (alianzas locales, nacionales e internacionales verticales hacia delante respectivamente).

Variables representativas de recursos y competencias. Éstas son variables explicadas por las detalladas anteriormente y explicativas del rendimiento innovador. Se ha utilizado un enfoque multi-ítems para operativizar los constructos teóricos asociados a las siguientes variables: externalidades y transferencia de conocimiento (CONOC), personal altamente cualificado (PERS), competencias complementarias de producción y comercialización (COMPL), apropiabilidad (APROP) y recursos financieros externos (FINEXT). Los ítems de cada constructo han sido formulados sobre la base de la literatura existente que ha sido empleada en la elaboración de las hipótesis. Para el análisis estadístico, se creó una escala de Likert [1-7], donde 1 refleja fuerte desacuerdo y 7, totalmente de acuerdo. El apéndice del presente artículo recoge los ítems seleccionados para medir los constructos teóricos. Cuando se usan escalas multi-ítems es necesario medir la fiabilidad y validez de las escalas utilizadas; la elección de los ítems sobre la base de estudios previos y la realización del pre-test aseguran la validez. La fiabilidad medida por el alfa de

TABLA 2.—*Fiabilidad de los ítems para medir los constructos latentes*

Constructos	α de Cronbach	Ítems	N válidos
Externalidades y transferencia de conocimiento	0.7163	5	61
Personal altamente cualificado	0.7292	2	64
Competencias complementarias de producción y comercialización	0.7249	5	61
Apropiabilidad	0.7281	3	64
Recursos financieros externos	0.7006	2	64

Cronbach de cada constructo es mostrada en la tabla 2. Existe un acuerdo generalizado en considerar 0.7 como límite inferior aceptable del alfa de Cronbach (Robinson, Shaver y Wrightsman, 1991). En la citada tabla se observa que todos los constructos cumplen este requisito, indicando consistencia interna.

En relación con las hipótesis relativas a la apropiabilidad, hemos incorporado la variable «capacidad de absorción» (CAPABSOR), la cual se ha medido como el porcentaje de facturación dedicado a gastos de investigación y desarrollo (Cohen y Levinthal, 1990). Esta es una medida generalmente aceptada pues se considera que la intensidad o esfuerzo en investigación y desarrollo contribuye a la habilidad de explotar conocimiento externo.

Variables de control. En el análisis se han incluido tres variables de control: edad, tamaño y alianzas horizontales. El éxito de una bioempresa puede ser una función de la edad (EDAD) como reflejo de experiencia, y del tamaño (TAMAÑO) gracias a una acumulación de competencias competitivas; aunque, por el contrario, dichos factores podrían tener un impacto negativo, debido a que las empresas, a medida que pasa el tiempo y son de mayor dimensión, tienden a presentar relativamente más inercia y a realizar menos esfuerzo para desarrollar nuevas capacidades (McEvily y Zaheer, 1999). La edad es calculada mediante el año de creación de empresas y el tamaño es expresado en términos del número total de empleados incluyendo doctores y médicos doctores a finales de 2002. En lo referente a las variables explicativas del acceso a recursos y capacidades, incorporamos la variable de control «ALHORZ» representativa del número total de alianzas horizontales (co-opetitivas) que mantienen las bioempresas. La competitividad de las pequeñas empresas biotecnológicas yace en gran medida en la consecución de recursos y capacidades complementarias mediante alianzas verticales, pero también se argumenta que la colaboración competitiva puede estimular la innovación. Desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, se apunta que la co-opetición entre empresas de alta tecnología, cuya actividad es intensiva en conocimiento, puede permitir en mayor medida (Lado, Boyd, y Hanlon, 1997; Afuah, 2000; Quintana y Benavides, 2004): aprendizaje tecnológico dados unos niveles aceptables de compromiso y confianza; acceso a recursos complementarios en diferentes áreas (producción, desarrollo de nuevos productos y mercados, etc.); creación de nuevas opciones de inversión en actividades de alto riesgo; e internalización de *spillovers*, promoviendo la apropiabilidad de los resultados de la investigación mientras incrementa el intercambio de información entre los socios. En cambio, la teoría de costes de transacción predice una alta tasa de fracaso de estos acuerdos de cooperación que puede producirse por el riesgo de revelación incontrolada de información, la cual será apropiada por un socio (Park y Russo, 1996).

3.3. MÉTODO ESTADÍSTICO Y RESULTADOS

Como se deriva del marco teórico y evidencias revisadas, la consecución del objetivo de la investigación lleva al estudio de una serie de relaciones complejas donde ciertas variables son a la vez explicadas por unos hechos y explicativas de otros. Por ello, se ha seleccionado como técnica estadística principal más adecuada el modelo de ecuaciones estructurales. Estimamos un modelo (figura 1) cuyas relaciones causales son recogidas en la tabla 4, las cuales especifican la interacción entre la localización, las redes de cooperación y los recursos y capacidades necesarios para desarrollar los procesos de innovación. Se empleó el método de mínimos cuadrados ponderados porque tiene en cuenta la heteroscedasticidad entre las ecuaciones del modelo minimizando la suma ponderada de los residuos cuadrados (Greene, 1998). Los estadísticos descriptivos y las correlaciones de las variables objeto de estudio se muestran en la tabla 3.

La tabla 4 recoge la estimación de los parámetros del modelo estructural propuesto y diversas medidas de bondad del ajuste que muestran que el modelo tiene un ajuste satisfactorio. Se ha obtenido un GFI (*goodness-of-fit index*) de 0.872, siendo el valor deseable cercano o superior a 0.90 (Hair *et al.*, 1998). El error de aproximación cuadrático medio (RMSEA) es 0.078 que está incluido en el intervalo aceptable (0.02-0.08). Es conveniente obtener un χ^2 no significativo; en nuestro modelo lo es, pero la χ^2 normada, donde la χ^2 es ajustada por los grados de libertad toma un valor de 1.32 que se sitúa en el rango recomendado (1.0 a 2.0). Por lo tanto, estimamos que el modelo presenta un nivel de ajuste aceptable que nos permite examinar las relaciones teóricas de los constructos.

El primer grupo de hipótesis examina el impacto de la localización y las alianzas verticales hacia atrás en el acceso a *spillovers* y transferencia de conocimiento. Los resultados confirman la hipótesis H1b. Se demuestra que la ubicación en distritos biotecnológicos incide positivamente en la adquisición de conocimientos de agentes locales, especialmente universidades y centros de investigación. En particular, las alianzas locales se correlacionan positivamente con la absorción de conocimiento; en cambio, los acuerdos de cooperación con organizaciones académicas nacionales o extranjeras no son significativos en el modelo. No se pudo contrastar la hipótesis H1a porque todas las empresas inmersas en concentraciones geográficas mantienen lazos próximos con los agentes locales.

La hipótesis H2 que predice una relación positiva entre las aglomeraciones y la captación de personal altamente cualificado es verificada. Las EDB localizadas en una de las tres provincias representativas de distrito tecnológico en el sector están teniendo un acceso más fácil a personal científico y de gestión cualificado. Las principales fuentes de este recurso son las universidades y competidores locales y, en general, el intercambio de empleados en el contexto de las alianzas. Es más, las empresas ubicadas en *clusters* tienen científicos universitarios en su consejo de dirección en mayor medida que las no aglomeradas; la mayoría de estos científicos ejercen dos funciones: formar parte del equipo fundador y participar en los proyectos de investigación.

TABLA 3.—Estadísticos descriptivos y matriz de correlación

Variable	Media	Desv. Típ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. PDTO	30.72	38.19	1.00																
2. CL	0.42	0.498	0.26	1.00															
3. CONOC	5.22	1.16	0.55	0.41	1.00														
4. PERS	4.96	1.58	0.12	0.25	0.43	1.00													
5. COMPL	4.99	1.33	0.61	0.32	0.69	0.31	1.00												
6. APROP	5.22	1.21	-0.10	-0.01	0.18	0.13	-0.03	1.00											
7. FINEXT	4.89	1.63	0.66	0.31	0.55	0.17	0.62	-0.18	1.00										
8. ALVA	1.58	1.15	0.45	0.14	0.53	0.11	0.39	-0.01	0.58	1.00									
9. ANVA	1.59	2.22	0.39	0.03	0.31	0.00	0.43	-0.03	0.41	0.21	1.00								
10. AIVA	1.03	1.63	0.31	0.15	0.41	0.15	0.35	-0.03	0.46	0.42	0.56	1.00							
11. ALVD	0.11	0.36	-0.06	0.00	-0.03	-0.03	0.02	0.12	0.14	0.22	-0.02	-0.06	1.00						
12. ANVD	0.86	1.93	0.35	-0.02	0.22	0.01	0.34	-0.05	0.37	0.54	0.66	0.15	-0.06	1.00					
13. AIVD	3.22	5.73	0.77	0.25	0.48	0.25	0.53	-0.09	0.57	0.35	0.26	0.23	-0.04	0.10	1.00				
14. CAPBSOR	32.47	32.99	-0.14	0.07	0.17	0.24	0.10	0.20	-0.07	0.03	0.26	0.21	0.00	0.40	-0.25	1.00			
15. ALHORZ	1.16	3.248	0.15	-0.09	0.23	-0.11	0.23	0.03	0.06	0.04	0.44	0.14	-0.05	0.23	0.08	0.15	1.00		
16. EDAD	14.42	19.27	0.51	0.15	0.07	-0.09	0.20	-0.01	0.23	0.08	0.00	0.12	-0.01	0.00	0.28	-0.37	-0.10	1.00	
17. TAMANO	48.66	56.32	0.21	0.13	0.09	-0.03	0.30	-0.01	0.20	0.08	0.00	0.12	0.21	-0.01	0.16	-0.42	-0.11	0.55	1.00

* Las cifras en cursiva son significativas al nivel 0.05 (bilateral).

TABLA 4.—Estimación del modelo de ecuaciones estructurales

HIPÓTESIS	RELACIONES CAUSALES	EFFECTO ESTIMADO	TEST T
H1a, H1b	ALVA → CONOC	0.441***	3.96
	ANVA → CONOC	0.067	1.38
	AIVA → CONOC	0.111	0.82
	ALHORZ → CONOC	0.060	1.50
H2	CL → PERS	0.804*	2.08
H3a, H3b	CL → ALVD	-0.007	-0.85
	CL → ANVD	-0.844	-1.38
	CL → AIVD	2.469*	2.10
	ALVA → ALVD	0.096*	2.32
	ALVA → ANVD	0.393**	2.98
	ALVA → AIVD	1.472*	2.40
	ANVA → ALVD	0.004	0.17
	ANVA → ANVD	0.427***	4.79
	ANVA → AIVD	0.583	1.68
	AIVA → ALVD	-0.044	0.19
	AIVA → ANVD	-0.093	-0.59
	AIVA → AIVD	-0.187	-0.36
	ALVD → COMPL	0.252	0.69
	ANVD → COMPL	0.184**	3.00
AIVD → COMPL	0.115***	5.07	
ALHORZ → COMPL	0.055	0.17	
H4a, H4b	CL → APROP	-0.105	-0.25
	ALVD → APROP	0.272	0.61
	ANVD → APROP	-0.013	-0.14
	AIVD → APROP	0.012	0.37
	CAPABSOR → APROP	0.008	1.20
	ALHORZ → APROP	0.003	0.06
H5	CL → FINEXT	0.692**	2.45
	ALVA → FINEXT	0.460***	3.45
	ANVA → FINEXT	0.052	0.58
	AIVA → FINEXT	0.043	0.40
	ALVD → FINEXT	0.490	1.33
	ANVD → FINEXT	0.227**	2.35
	AIVD → FINEXT	0.101***	4.07
	ALHORZ → FINEXT	-0.028	-0.64
H6	CONOC → PDTO	7.497*	2.05
	PERS → PDTO	-1.538	-0.80
	COMPL → PDTO	6.866*	2.16
	APROP → PDTO	-0.509	-0.21
	FINEXT → PDTO	7.583***	3.35
	EDAD → PDTO	0.955***	5.60
	TAMAÑO → PDTO	0.144	1.38
* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ (test de dos colas)			
$\chi^2 = 139.321$ (105 g.l.) $p = 0.01$ χ^2 normada = 1.32			
GFI = 0.872			
RMSEA = 0.078			

El modelo valida la hipótesis H3b pero parcialmente la H3a. Con respecto a esta última, se observa en la tabla 4 que existe una relación positiva y significativa entre estar localizados en *clusters* y el número de alianzas internacionales verticales hacia delante. Así mismo, son las alianzas con

universidades de carácter local las que incentivan las colaboraciones con empresas establecidas tanto locales, nacionales como internacionales. También las alianzas con universidades nacionales promueven acuerdos verticales hacia delante dentro del país. El estudio demuestra la incidencia positiva de las alianzas verticales internacionales hacia delante en la capacidad de las EDB de completar las competencias de producción y comercialización en comparación con las de carácter local, siendo las nacionales también significativas y positivas.

Para contrastar las hipótesis asociadas a la apropiabilidad, usamos el modelo de ecuaciones propuesto y desarrollamos análisis adicionales con el test *t*; como resultado, obtuvimos que no se confirmaban. La ubicación en distritos tecnológicos tiene una incidencia negativa, aunque no significativa, en la apropiación de los resultados de la innovación. Ninguna del resto de las variables analizadas (alianzas verticales hacia delante, alianzas horizontales y capacidad de absorción) impacta significativamente en la apropiabilidad. La mayoría de las empresas que conforman la muestra (aglomeradas o no) dicen tener una alta capacidad (media 5.22 en la escala de Likert [1-7]) para proteger sus conocimientos y tecnologías clave y evitar la apropiación oportunista de los socios y potenciales imitadores. En general, la muestra considera que la efectividad del secreto industrial (media 4.83) es superior a la de las patentes (media 3.88), debido al riesgo de «inventar alrededor de la patente» y al hecho de que las pequeñas empresas no tienen suficientes recursos financieros para defenderse en caso de conocer qué parte de su tecnología protegida legalmente ha sido imitada.

Con respecto a la hipótesis H5, se confirma el efecto positivo de las concentraciones territoriales en la capacidad de las bioempresas para obtener recursos financieros externos. De manera especial, los acuerdos con universidades locales y las alianzas tanto nacionales como internacionales verticales hacia delante se correlacionan positiva y significativamente con el acceso a la financiación externa; la colaboración con las universidades y centros de investigación puede dar señales al mercado financiero sobre la calidad de las actividades de investigación de las EDB, y las alianzas con empresas establecidas extranjeras validan la difusión de los productos biotecnológicos en los mercados internacionales. Las principales fuentes de financiación externa son, en primer lugar, los fondos públicos (del gobierno español y la Unión Europea), seguidamente el capital riesgo y, en menor medida, la inversión extranjera. Sólo tres empresas de la muestra cotizan en bolsa y dos de ellas están ubicadas en provincias representativas de *clusters*.

Finalmente, la sexta hipótesis es parcialmente verificada; las externalidades y transferencia de conocimiento, las competencias complementarias de producción y comercialización y la financiación externa se relacionan positivamente con los resultados de la innovación; la variable de control «edad», como medida de la experiencia, también incide favorablemente en el número de productos (en el mercado y en desarrollo); en cambio, las variables personal altamente cualificado y la apropiabilidad son encontradas no significativas.

4. Discusión y conclusión

El presente estudio contribuye a la investigación en dirección estratégica, extendiendo la visión basada en las capacidades dinámicas al análisis de los distritos tecnológicos. La asunción implícita de la visión basada en los recursos considera que las capacidades son internamente generadas. Muchos trabajos han sugerido que esas capacidades pueden generarse externamente mediante alianzas (Powell *et al.*, 1996; McEvily y Zaheer, 1999). En este artículo, asumimos que los *clusters* representan micromecanismos que potencian las redes de cooperación, y combinados con éstas, mejoran la posición de las empresas con respecto a los recursos y competencias clave para alimentar sus procesos de innovación, tales como las tecnológicas, de producción, marketing, etc. La ubicación en distritos tecnológicos puede incidir favorablemente en la capacidad de innovación porque precisamente promueve dichas competencias al tiempo que facilita el acceso a otros recursos tales como personal cualificado y recursos financieros.

La mayor parte de la investigación empírica previa sobre aglomeraciones territoriales se centra en demostrar que los *spillovers* se producen en un contexto regional (Jaffe, 1989; Acs *et al.*, 1992; Jaffe *et al.*, 1993; Magrini, 1998). Muchos de estos trabajos usan países o regiones como unidad de análisis, pero son menos los que consideran como tal unidad la empresa. Son pocas las contribuciones que indagan las relaciones entre la localización y las capacidades competitivas o el efecto conjunto de los fenómenos de aglomeración y dinámica de redes en el rendimiento empresarial.

Nuestro estudio ha perseguido medir el efecto agregado de la ubicación en *clusters* y alianzas estratégicas con agentes establecidos en diferentes localizaciones en la capacidad de las empresas de alta tecnología, a menudo de reducida dimensión, en completar el conjunto de recursos y competencias clave en su actividad innovadora. Para ello, se ha contrastado la batería de hipótesis mediante un cuestionario enviado a una muestra de EDB españolas. Se emplearon diversas dimensiones (número de bioempresas, de departamentos académicos y centros de investigación, *spin-offs*, patentes y artículos científicos) para identificar distritos biotecnológicos y posteriormente, clasificar las empresas entre aglomeradas o no dependiendo de si se encontraban o no inmersas en tales distritos. Parte del cuestionario fue destinado a operativizar los constructos teóricos asociados con las siguientes variables: externalidades y transferencia de conocimiento, personal altamente cualificado, competencias complementarias de producción y comercialización, apropiabilidad y recursos financieros externos. Se espera que estos elementos influyan positivamente en el rendimiento del proceso innovador.

Los resultados muestran evidencias interesantes acerca de los beneficios de formar parte de los distritos tecnológicos y de mantener acuerdos de colaboración con tipos específicos de agentes. Particularmente, la localización en dichos distritos tiene un efecto significativo y positivo en el acceso al conocimiento científico generado por organizaciones locales, y en este sentido, sólo las alianzas locales verticales hacia atrás inciden favorablemente en el apro-

vechamiento de los flujos de conocimiento. Las alianzas con universidades nacionales o extranjeras no tienen un efecto positivo en la absorción de conocimiento científico. Esta evidencia sugiere que el conocimiento de carácter tácito, especialmente asociado a desarrollos emergentes, se transmite mejor en la proximidad. Además, estos resultados se pueden justificar por las distintas funciones que ejercen los acuerdos de colaboración con universidades con diferentes localizaciones. Como apuntan Audretsch y Stephan (1996), cuando la principal función de los científicos es proporcionar prestigio a las empresas, esta tarea de credibilidad se puede efectuar en la distancia; en cambio, la proximidad es útil bajo la asunción de que aquéllos estén involucrados en las actividades de investigación y desarrollo. Adicionalmente, el estudio confirma que las aglomeraciones permiten un mayor acceso a personal altamente cualificado, lo que demuestra que éste suele permanecer dentro de los *clusters* y que los académicos no suelen abandonar sus puestos en la universidad para comercializar invenciones.

Por otro lado, las concentraciones espaciales y las colaboraciones con universidades locales crean un efecto red que afecta a la capacidad de establecer alianzas verticales hacia delante. Ello confirmaría que las compañías establecidas buscan acuerdos con pequeñas empresas tecnológicas inmersas en distritos tecnológicos y redes de cooperación que favorecen el contacto permanente con una diversidad de tecnologías y proyectos de investigación emergentes y la generación, por tanto, de economías de alcance. De este modo, tales empresas establecidas pueden acceder al conocimiento inserto tanto en las bioempresas como en el entorno local (Gulati y Singh, 1998; Rothaermel, 2001). Dentro de las alianzas verticales hacia delante, son las de carácter nacional e internacional las que impactan positiva y significativamente en las competencias de producción y marketing de las bioempresas, incluyendo la experiencia en comercialización internacional. Sin embargo, nuestra investigación no revela efectos significativos de ninguna tipología de colaboraciones verticales hacia delante en la apropiabilidad.

En conjunto, la ubicación en *clusters*, la colaboración con instituciones locales de investigación y compañías usuarias finales nacionales e internacionales favorece el acceso a fuentes de financiación externa. Tales factores incrementan la legitimidad externa y la percepción de éxito por parte de los potenciales inversores acerca del ciclo completo de investigación, desarrollo e innovación (Stuart, *et al.*, 1999).

Finalmente, el modelo propuesto muestra que los elementos más importantes para mejorar los resultados del proceso innovador, medidos en términos de productos en el mercado y en desarrollo, son las externalidades y transferencia de conocimiento, las competencias complementarias y la financiación externa.

El presente trabajo arroja evidencias empíricas sobre las relaciones entre la localización, alianzas y el rendimiento innovador, con un análisis basado en la perspectiva de las capacidades dinámicas. Factores únicos de la realidad española, especialmente, la relativa juventud del sector biotecnológico, limitan la aplicación de las conclusiones obtenidas a otros contextos territoriales. Futuras líneas de investigación podrían consistir, precisamente, en extender

este estudio a Europa; existen ciertas áreas europeas que pueden clasificarse como *clusters* activos en el sector de la biotecnología como Cambridge, Oxford, Londres, etc. en Reino Unido, París, Alsacia, Rhône-Alpes, etc. en Francia, Munich, Rineland o Heidelberg en Alemania, etc. Esta investigación permitiría identificar las ventajas peculiares de cada distrito en las distintas regiones europeas y obtener, en su caso, conclusiones generalizables.

Por otro lado, aunque los resultados confirman muchas de las hipótesis establecidas, el estudio se limita a un sector en particular, que presenta unas características muy peculiares que impiden la generalización de las conclusiones a otros sectores de actividad. Sería de interés extender la presente investigación a otras industrias e identificar diferencias sectoriales en la importancia de la proximidad geográfica, la organización y heterogeneidad de las alianzas y su impacto en el rendimiento empresarial. Además, la naturaleza transversal de la muestra impide conocer la dirección en que avanzan las relaciones causales analizadas. Un estudio longitudinal permitiría dar respuesta a interrogantes tales como: ¿La causalidad entre las variables cambia de dirección e importancia? ¿La localización en distritos tecnológicos tiene la misma importancia en todas las fases del ciclo de vida organizacional?

El trabajo que aquí presentamos abre vías para la futura investigación sobre aspectos relativamente poco explorados. Permite avanzar en el conocimiento del papel que juegan las aglomeraciones y las redes de cooperación en la mejora y desarrollo de la capacidad de innovación en un sector en particular, y suministra soporte empírico para ligar marcos teóricos asociados al pensamiento estratégico con estudios regionales asociados a la economía urbana y geografía económica.

APÉNDICE.—*Lista de ítems incluidos en el cuestionario para medir los constructos teóricos*

Nota: para responder a cada pregunta se ha utilizado una escala de Likert [1-7] donde 1: totalmente desacuerdo y 7: totalmente de acuerdo

EXTERNALIDADES Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

1. La empresa posee o tiene acceso a una diversidad suficiente de conocimiento científico para ejecutar las actividades de investigación.
2. La empresa desarrolla un número óptimo de invenciones en comparación con la competencia.
3. La localización de la empresa ha permitido un acceso más fácil al conocimiento científico y tecnológico generado por otros agentes.
4. La empresa ha adquirido o aprendido conocimiento científico relevante de sus socios (especialmente universidades y centros de investigación).
5. La empresa ha desarrollado nuevo conocimiento científico en colaboración con los socios (especialmente universidades y centros de investigación).

PERSONAL ALTAMENTE CUALIFICADO

1. La empresa tiene un acceso fácil a personal altamente cualificado (doctores, médicos doctores, etc.).
2. La localización de la empresa ha permitido un acceso más fácil a dicho personal.

COMPETENCIAS COMPLEMENTARIAS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

1. La empresa posee una gran diversidad tecnológica para desarrollar las innovaciones.
2. La empresa posee suficiente conocimiento de fabricación y aprobación legal de los nuevos productos.
3. La empresa posee suficiente conocimiento de distribución y comercialización de los productos.
4. La empresa tiene una gran experiencia en comercialización internacional.
5. La empresa ha aprendido o adquirido importantes capacidades complementarias de sus socios (especialmente empresas usuarias finales) relacionadas con ensayos clínicos, producción, aprobación legal y comercialización.

APROPIABILIDAD

1. La empresa tiene capacidad suficiente para proteger su conocimiento y tecnologías clave, evitando la apropiación oportunista por parte de los socios.
2. La empresa ha sido capaz de proteger los resultados derivados de la innovación frente a potenciales imitadores.
3. La localización de la empresa tiene un impacto positivo en la protección de los resultados de la innovación.

RECURSOS FINANCIEROS EXTERNOS

1. La empresa tiene un acceso fácil a recursos financieros externos.
2. La empresa tiene un acceso mayor a tales recursos que las competidoras.

Referencias bibliográficas

- ACS, Z.J.; AUDRETSCH, D.B. y FELDMAN, M.P. (1992), «Real effects of academic research: comment», *The American Economic Review*, vol. 82, nº 5, págs. 363-367.
- ACS, Z.J. (2002), *Innovation and the Growth of Cities*, Edward Elgar, Cheltenham.
- AFUAH, A. (2000), «How much do your 'co-opetitors' capabilities matter in the face of technological change?». *Strategic Management Journal*, vol. 21, nº 3, págs. 387-404.
- ALMEIDA, P. y KOGUT, B. (1999), «Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks», *Management Science*, vol. 45, nº 7, págs. 905-917.
- AMIT, R. y SCHOEMAKER, P. (1993), «Strategic assets and organizational rent», *Strategic Management Journal*, vol. 14, nº 1, págs. 33-46.
- ANSELIN, L., VARGA, A. y ACS, Z.J. (2000), «Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities», *Papers in Regional Science*, vol. 79, nº 4, págs. 435-443.
- ANTONELLI, C. (2000), «Collective Knowledge Communication and Innovation: The Evidence of Technological Districts», *Regional Studies*, vol. 34, nº 6, págs. 535-547.
- ASEBIO (2002), *Informe Asebio 2002*, Asociación Española de Bioempresas, Madrid.
- AUDRETSCH, D.B. (2001), «The Role of Small Firms in U.S. Biotechnology Clusters», *Small Business Economics*, vol. 17, nº 1-2, págs. 3-15.
- AUDRETSCH, D.B. y FELDMAN, M.P. (1996), «R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production», *The American Economic Review*, vol. 86, nº 3, págs. 630-640.
- (2003), «Small-firm strategic research partnership: The case of biotechnology», *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 15, nº 2, págs. 273-288.
- AUDRETSCH, D.B. y STEPHAN, P.E. (1996), «Company-Scientist Locational Links: The Case of Biotechnology», *The American Economic Review*, vol. 86, nº 3, págs. 641-652.
- BAPTISTA, R. (2001), «Geographical Clusters and Innovation Diffusion», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 66, nº 1, págs. 31-46.
- BARNEY, J.B. (1991), «Firm resources and sustained competitive advantage», *Journal of Management*, vol. 17, nº 1, págs. 99-120.
- BARTHOLOMEW, S. (1997), «National systems of biotechnology innovation: complex interdependence in the global system», *Journal of International Business Studies*, vol. 28, nº 2, págs. 241-266.
- BENJAMIN, B.B. y PODOLNY, J.M. (1999), «Status, quality, and social order in the California wine industry», *Administrative Science Quarterly*, vol. 44, nº 3, págs. 563-589.
- BEST, M.H. (1999), «Regional growth dynamics: a capabilities perspective», *Contributions to Political Economy*, vol. 18, págs. 105-119.
- CABO, P.G. (1999), «Industrial participation and knowledge transfer in joint R&D projects», *International Journal of Technology Management*, vol. 18, nº 3-4, págs. 188-206.
- CAMAGNI, R. (ed.) (1991), *Innovation Networks: Spatial Perspectives*, Belhaven Press, Londres.

- CAPELLO, R. y FAGGIAN, A. (2005), «Collective Learning and Relational Capital in Local Innovation Processes», *Regional Studies*, vol. 39, nº 1, págs. 75-87.
- CARRINCAZEAX, C., LUNG, Y. y RALLET, A. (2001), «Proximity and localisation of corporate R&D activities», *Research Policy*, vol. 30, nº 5, págs. 777-789.
- CASPER, S. y KETTLER, H. (2001), «National Institutional Frameworks and the Hybridization of Entrepreneurial Business Models: The German and UK Biotechnology Sectors», *Industry and Innovation*, vol. 8, nº 1, págs. 5-30.
- CDTI (2002), *Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial* [<http://www.cdti.es>]. [Consulta: noviembre 2002].
- CICYT (1998), *Spanish research groups & enterprises working in biotechnology 1997*. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. [<http://www.cicyt.es>]. [Consulta: octubre 2002].
- COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1990) «Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation». *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, nº 1, págs. 128-152.
- COOMBS, J.E. y DEEDS, D.L. (2000), «International alliances as sources of capital: evidence from biotechnology industry», *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 11, nº 2, págs. 235-253.
- COOMBS, R. y METCALFE, J.S. (2000), «Organizing for Innovation: Co-ordinating Distributed Innovation Capabilities», en Foss, N. y Mahnke, V. (eds.), *Competence, Governance & Entrepreneurship*, Oxford University Press, Oxford, págs. 209-234.
- DANNEELS, E. (2002), «The dynamic of product innovation and firm competences», *Strategic Management Journal*, vol. 23, nº 9, págs. 1095-1121.
- DECAROLIS, D. y DEEDS, D. (1999), «The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: an empirical investigation of the biotechnology industry», *Strategic Management Journal*, vol. 20, nº 10, págs. 953-968.
- DEEDS, D. y HILL, W.L. (1996), «Strategic alliances, complementary assets and new product development: An empirical study of entrepreneurial biotechnology firms», *Journal of Business Venturing*, vol. 12, nº 1, págs. 31-46.
- DEEDS, D., DECAROLIS, D. y COOMBS, J. (1999), «Dynamic capabilities and new product development in high technology ventures: an empirical analysis of new biotechnology firms», *Journal of Business Venturing*, vol. 15, nº 3, págs. 211-229.
- DIERICKX, I. y COOL, K. (1989), «Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage». *Management Science*, vol. 35, nº 12, págs. 1504-1513.
- DOSI, G. (1988), «The nature of the innovate process», en Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers. Londres, págs. 221-238.
- EISENHARDT, K.M. y MARTIN, J.A. (2000), «Dynamic capabilities: what are they?», *Strategic Management Journal*, vol. 21, nº 10-11, págs. 1105-1121.
- ENRIGHT, M. (1995), «Organization and coordination in geographically concentrated industries», en Lamoreaux, N. y Raff, D. (eds.), *Coordination and Information: Historical Perspectives on the Organization of Enterprise*, Chicago University Press for the NBER, Chicago, págs. 1-17.
- ENRIGHT, M. (1998), «Regional Clusters and Firm Strategy», en Chandler Jr, A.D.; Hagström, P. y Sölvell, Ö. (eds.), *The Dynamic Firm. The Role of Technology, Strategy, Organization, and Regions*, Oxford University Press, Oxford, págs. 315-342.
- FELDMAN, M.P. (1994), *The geography of Innovation*, MIT Press, Cambridge, MA.
- FELDMAN, M.P. y FLORIDA, R. (1994), «The Geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States», *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 84, nº 2, págs. 210-229.
- FLORIDA, R. (2000), «The Learning Region», en Acs, Z.J. (ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*, Pinter, Londres, págs. 231-244.

- FOLTA, T. (1998), «Governance and uncertainty: the trade-off between administrative control and commitment», *Strategic Management Journal*, vol. 19, nº 11, págs. 1007-1028.
- FOSS, N.J. (1999), «Networks, capabilities, and competitive advantage», *Scandinavian Journal of Management*, vol. 15, nº 1, págs. 1-15.
- GENOMA ESPAÑA (2002), *Empresas españolas dedicadas a la biotecnología*, Genoma España, [<http://www.gen-es.org>]. [Consulta: Noviembre 2002].
- GODDARD, J. (1978), «The Location of Non-manufacturing Activities Within Manufacturing Industries», en Hamilton, F. (ed.), *Contemporary Industrialization*, Longman, Londres, págs. 62-85.
- GRANT, R.M. (1991), «The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation». *California Management Review*, vol. 33, nº 3, págs. 114-135.
- (1996), «Towards a knowledge-based theory of the firm», *Strategic Management Journal*, vol. 17, págs. 109-122.
- GREENE, W.H. (1998), *Econometric Analysis*, Prentice-Hall, Londres.
- GULATI, R. y SINGH, H. (1998), «The architecture of cooperation: Managing coordination costs and appropriation concerns in strategic alliances», *Administrative Science Quarterly*, vol. 43, nº 4, págs. 781-814.
- HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. y BLACK, W. (1999), *Análisis Multivariante*, Prentice-Hall, Madrid.
- HARABI, N. (1995), «Appropriability of technical innovations. An empirical analysis», *Research Policy*, vol. 24, nº 6, págs. 981-992.
- HELFAF, C.E. y RAUBITSCHKE, R.S. (2000), «Product sequencing: co-evolution of knowledge, capabilities and products», *Strategic Management Journal*, vol. 21, nº 10-11, págs. 961-979.
- HENDERSON, J.V. (1986), «Efficiency of Resource Usage and City Size», *Journal of Urban Economics*, vol. 19, nº 1, págs. 47-70.
- HENDERSON, R. y COCKBURN, I. (2002), «Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Drug Discovery», en Dosi, G.; Nelson, R. y Winter, S. (eds.), *The nature and dynamics of organizational capabilities*, Oxford University Press, Nueva York, págs. 155-182.
- HOWELLS, J. (1984), «The Location of Research and Development: Some Observations and Evidence from Britain», *Regional Studies*, vol. 18, nº 1, págs. 13-29.
- (2002), «Tacit Knowledge, Innovation and Economic Geography», *Urban Studies*, vol. 30, nº 5-6, págs. 871-884.
- ISARD, W. (1956), *Location and Space-Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.
- ISI (2002), *ISI Web of Science*, ISI Web of Knowledge [<http://www.isi4.newisiknowledge.com>]. [Consulta: junio 2003].
- JAFFE, A.B. (1989), «Real effects of academic research», *The American Economic Review*, vol. 79, nº 5, págs. 957-970.
- JAFFE, A.B.; TRAJTENBERG, M. y HENDERSON, R. (1993), «Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, nº 3, págs. 577-598.
- KEEBLE, D. (2000), «Collective Learning Processes in European High-Technology Milieux», en Keeble, D. y Wolkinson, F. (eds.), *High-technology Clusters, Networking and Collective Learning in Europe*, Ashgate, Hampshire, págs. 199-229.
- KOGUT, I. y ZANDER, U. (1992), «Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology», *Organization Science*, vol. 3, nº 3, págs. 383-397.
- LADO, A.A.; BOYD, N.G. y HANLON, S.C. (1997), «Competition, cooperation, and the search for economic rents: A syncretic model». *Academy of Management Review*, vol. 22, nº 1, págs. 110-141.

- LAWSON, C. (1999), «Towards a competence theory of the region», *Cambridge Journal of Economics*, vol. 23, nº 2, págs. 151-166.
- LAWSON, B. y SAMSON, D. (2001), «Developing innovation capability in organizations: a dynamic capabilities approach», *International Journal of Innovation Management*, vol. 5, nº 3, págs. 377-400.
- LEMARIE, A.; MANGEMATIN, V. y TORRE, A. (2001), «Is the Creation and Development of Biotech SMEs Localised? Conclusions Drawn from the French Case», *Small Business Economics*, vol. 17, nº 1-2, págs. 61-76.
- LERNER, J. y MERGES, R.P. (1998), «The Control of Technology Alliances: An Empirical Analysis of the Biotechnology Industry», *Journal of Industrial Economics*, vol. 46, nº 2, págs. 125-156.
- LEVIN, R.C.; KLEVORICK, A.K.; NELSON, R.R. y WINTER, S.G. (1987), «Appropriating the returns from industrial research and development», *Brooking Papers on Economic Activity*, vol. 3, págs. 783-820.
- LIEBESKIND, J.P.; OLIVER, A.L.; ZUCKER, L. y BREWER, M. (1996), «Social networks, learning, and flexibility: sourcing scientific knowledge in new biotechnology firms», *Organization Science*, vol. 7, nº 4, págs. 428-443.
- LINDHOLM, Å. (2000), «Large Firm Acquisitions, Spin-Offs and Links in the Development of Regional Clusters of Technology-Intensive SMEs», en Keeble, D. y Wilkinson, F. (eds.), *High-Technology Clusters, Networking and Collective Learning in Europe*, Ashgate, Aldershot, págs. 156-181.
- LIPPMAN, S.A. y RUMELT, R.P. (1982), «Uncertain Imitability: An Analysis of Interfirm Differences in Efficiency under Competition», *The Bell Journal of Economics*, nº 13, págs. 418-438.
- LÖSCH, A. (1954), *The Economics of Location*, Yale University Press, New Haven.
- MADHOK, A. y OSEGOWITSCH, T. (2000), «The International Biotechnology Industry: A Dynamic Capabilities Perspective», *Journal of International Business Studies*, vol. 31, nº 2, págs. 325-335.
- MADRID (2002), *Sistema Regional de Información y Promoción Tecnológica Madrid*. [<http://www.madrimasd.org>]. [Consulta: noviembre 2002].
- MAGRINI, S. (1998), «The Evolution of Income Disparities among Regions of the European Union», *Regional Science and Urban Economics*, vol. 29, nº 2, págs 257-281.
- MALECKI, E.J. (1980), «Dimensions of R&D Location in the United States», *Research Policy*, vol. 9, nº 1, págs. 2-22.
- MARSHALL, A. (1920), *Principles of Economics*, MacMillan, Londres (*princeps* 1890).
- MARTIN, P.J. y ROGERS, C.A. (1994), «Industrial Location and Public Infrastructure», *CEPR Discussion Paper*, nº 909.
- MCEVILY, B. y ZAHEER, A. (1999), «Bringing ties: a source of firm heterogeneity in competitive capabilities», *Strategic Management Journal*, vol. 20, nº 2, págs. 1133-1156.
- MCNAMARA, P. (1998/9), «Knowledge based strategic alliances and value creation: A study of biotechnology firms quoted on the London Stock Exchange», *Irish Business and Administration Research*, vol. 19/20, nº 1, págs. 99-117.
- METCALF, J. S. y JAMES, A. (2000), «Knowledge and capabilities. A new view of the firm», en Foss, N.J. y Robertson, P.L. (eds.), *Resource, Technology and Strategy. Explorations in the resource-based perspective*, Routledge, Londres, págs. 31-52.
- NELSON, R. (1991), «Why do firms differ and how does it matter», *Strategic Management Journal*, vol. 12, págs. 61-74.
- NELSON, R.R. y WINTER, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- NIOSI, J. (2002), «Alliances are not enough explaining rapid growth in biotechnology firms», *Research Policy*, vol. 32, nº 5, págs 737-750.

- OECD (2001), «Biotechnology statistics in OECD member countries: compendium of existing national statistics», *STI Working Papers*, 2001/6.
- OEPM (2002), *Oepmpat*. Oficina Española de Patentes y Marcas. [<http://www.oepm.es>]. [Consulta: junio 2003].
- OERLEMANS, L.; MEEUS, M. y BOEKEMA, F. (2001), «Firm clustering and innovation: Determinants and effects», *Papers in Regional Science*, vol. 80, págs. 337-356.
- OWEN-SMITH, J.; RAICCABONI, M.; PAMMOLLI, F. y POWELL, W.W. (2002), «A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences», *Management Science*, vol. 48, nº 1, págs. 24-43.
- PARK, S.H. y RUSSO, M.V. (1996), «When Competition Eclipses Cooperation: An Event History Analysis of Joint Venture Failure», *Management Science*, vol. 42, nº 6, págs. 875-890.
- PETERAF, M. (1993), «The cornerstone of competitive advantage: A resource based-view», *Strategic Management Journal*, vol. 14, nº 3, págs. 179-191.
- PISANO, G. (1991), «The Governance of Innovation: Vertical Integration and Collaborative Arrangements in the Biotechnology Industry», *Research Policy*, vol. 20, nº 3, págs. 237-249.
- PISANO, G.; SHAN, W. y TEECE, D. (1988), «Joint Ventures and Collaboration in the Biotechnology Industry», en Mowery, D. (ed.), *International collaborative ventures in U.S. manufacturing*. Ballinger Publishers, Cambridge, MA, págs. 183-222.
- PORTER, M.E. (1990), *The Competitive Advantage of the Nations*, Free Press, Nueva York.
- (2000), «Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy», *Economic Development Quarterly*, vol. 14, nº 1, págs. 15-34.
- POWELL, W.W.; KOPUT, K.K. y SMITH-DOERR, L. (1996), «Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology», *Administrative Science Quarterly*, vol. 41, nº 1, págs. 116-145.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990), «The core competence of the corporation», *Harvard Business Review*, vol. 68, nº 3, págs. 79-91.
- QUINCE, T. y WHITTAKER, H. (2002), «Close encounters: evidence of the potential benefits of proximity to local industrial clusters», *ESRC Working Paper*, nº 235.
- QUINTANA GARCÍA, C. y BENAVIDES VELASCO, C.A. (2004), «Cooperation, competition, and innovative capability: a panel data of European biotechnology firms». *Technovation*, vol. 24, nº 12, págs. 927-938.
- ROBINSON, J.P.; SHAVER, P.R. y WRIGHTSMAN, L.S. (1991), «Criteria for Scale Selection and Evaluation», en Robinson, J.P.; Shaver, P.R. y Wrightsman, L.S. (eds.), *Measures of Personality and Social Psychological Attitudes*, Academic Press, San Diego, CA.
- ROTHAERMEL, F.T. (2001), «Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation», *Strategic Management Journal*, vol. 22, nº 6-7, págs. 687-699.
- SHAN, W.; WALKER, G. y KOGUT, B. (1994), «Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry», *Strategic Management Journal*, vol. 15, nº 5, págs. 387-394.
- SHAN, W. y SONG, J. (1997), «Foreign direct investment and the sourcing of technological advantage: evidence from the biotechnology industry», *Journal of International Business Study*, vol. 28, nº 2, págs. 267-284.
- SHARP, M. (1999), «The science of nations: European multinationals and American biotechnology», *International Journal of Biotechnology*, vol. 1, nº 1, págs. 132-162.
- SHERER, F.M. y ROSS, D. (1990), *Industrial Markets Structure and Economic Performance*, Houghton, Boston.

- SINKULA, J.M. (1994), «Market Information Processing and Organizational Learning», *Journal of Marketing*, vol. 58, nº 1, págs. 35-45.
- SLATER, S. y NARVER, J. (1995), «Market Orientation and the Learning Organization», *Journal of Marketing*, vol. 59, nº 1, págs. 63-74.
- SMITH, D. (1971), *Industrial Location: An Economic Geographical Analysis*, Wiley, Nueva York.
- SONG, J.; ALMEIDA, P. y WU, G. (2003), «Learning-by-Hiring: When Is Mobility More Likely to Facilitate Interfirm Knowledge Transfer», *Management Science*, vol. 45, nº 7, págs. 905-917.
- STEPHAN, P.; AUDRETSCH, D. y HAWKINS, R. (2000), «The knowledge production function: lessons from biotechnology», *International Journal of Technology Management*, vol. 19, nº 1-2, págs. 165-178.
- STEPHAN, P. y EVERHART, S.A. (1998), «The Changing Rewards to Science: The Case of Biotechnology», *Small Business Economics*, vol. 10, nº 2, págs. 141-151.
- STORPER, M. (1995), «The Resurgence of Regional Economies, Ten Year Later: The Region as a Nexus of Untraded Interdependencies», *European Urban and Regional Studies*, vol. 2, nº 3, págs. 191-221.
- STUART, T.E.; HOANG, H. y HYBELS, R.C. (1999), «Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures», *Administrative Science Quarterly*, vol. 44, nº 2, págs. 315-349.
- STUART, T.E. y SORENSON, O. (2003), «The geography of opportunity: spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms», *Research Policy*, vol. 32, nº 2, págs. 229-254.
- TEECE, D.J. (1986), «Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy», *Research Policy*, vol. 15, nº 6, págs. 285-305.
- (1998), «Capturing value from knowledge assets: The new economy, markets for know-how, and intangible assets», *California Management Review*, vol. 40, nº 3, págs. 55-78.
- TEECE, D.J.; PISANO, G. y SHUEN, A. (1997), «Dynamic capabilities and strategic management», *Strategic Management Journal*, vol. 18, nº 7, págs. 509-533.
- UTTERBACK, J. (1974), «Innovation in Industry and the Diffusion of Technology», *Science*, vol. 183, págs. 620-626.
- WEBER, A. (1928), *Theory of the Location of Industries*, Chicago University Press, Chicago (princeps 1909).
- WERNERFELT, B. (1984), «A resource-based view of the firm», *Strategic Management Journal*, vol. 5, nº 2, págs. 171-180.
- YLI-RENKO, H.; AUTIO, E. y SAPIENZA, H. J. (2001), «Social capital, knowledge acquisition, and knowledge exploitation in young technology-based firms», *Strategic Management Journal*, vol. 22, nº 6-7, págs. 587-613.
- ZANDER, U. y KOGUT, B. (1995), «Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test», *Organization Science*, vol. 6, nº 1, págs. 76-92.
- ZELLER, C. (2001), «Clustering Biotech: A Recipe of Success? Spatial Patterns of Growth of Biotechnology in Munich, Rhineland and Hamburg», *Small Business Economics*, vol. 17, nº 1-2, págs. 123-141.
- ZUCKER, L.G.; DARBY, M.R. y ARMSTRONG, J. (1998), «Geographically localized knowledge: spillovers or markets?», *Economic Inquiry*, vol. 36, nº 1, págs. 65-86.
- (2002), «Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology», *Management Science*, vol. 48, nº 1, págs. 138-153.
- ZUCKER, L.G.; DARBY, M.R. y BREWER, M.B. (1998), «Intellectual Human Capital and

the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises», *The American Economic Review*, vol. 88, n° 1, págs. 290-306.

ZUCKER, L.G.; DARBY, M.R. y PENG, Y. (1998), «Fundamentals or population dynamics and the geographic distribution of U.S. biotechnology enterprises, 1976-1989», *NBER Working Paper Series*, n° 6414.