El desarrollo de innovaciones tecnológicas estratégicas: el efecto mediador de la complejidad en el sector de la biotecnología en España

Fernando E. García Muiña* • **Eva Pelechano Barahona*** • **José E. Navas López****
*Universidad Rey Juan Carlos • **Universidad Complutense de Madrid

RECIBIDO: 13 de marzo de 2009
ACEPTADO: 11 de febrero de 2011

Resumen: *Este trabajo profundiza en las relaciones entre las decisiones de gestión del conocimiento y la creación de ventajas competitivas sostenibles. La incorporación de la complejidad de las capacidades tecnológicas como variable mediadora y explicativa de esas relaciones, permite justificar el efecto de las fuentes de conocimiento y su posterior codificación en el sostenimiento de las ventajas competitivas. Los resultados indican que el acceso al conocimiento a traves del empleo mayoritario de fuentes internas y su posterior codificación son claves para desarrollar capacidades tecnológicas, cuya estructura interna de la complejidad mejora el sostenimiento de las ventajas competitivas. La evidencia obtenida no permite explicar que el efecto positivo y significativo del empleo equilibrado de fuentes internas y externas, se justifique a través de la estructura de complejidad de la que ambos tipos de fuente son responsables.*
Palabras clave: *Gestión del conocimiento / Codificación de conocimiento / Fuentes de conocimiento / Ventajas competitivas sostenibles / Capacidades tecnológicas / Complejidad.*

Building Strategic Technological Innovations: The Moderating Effect of Complexity in the Biotechnological Spanish Industry

Abstract: *This research is focused on knowledge management decisions and their effect on creating sustained competitive advantages based on technological innovations. The technological capabilities complexity construct, as an intermediate variable, shed some light on such relationships, as it let us justify the effect of sources of knowledge and their codification in obtaining sustained competitive advantage. The results show that an intesive use of internal sources of knowledge and its subsequent codification are key factors to develop technological capabilities. The internal structure of capability complexity, derived from both knowledge management decisions, ensures the maintenance of competitive advantages by its effect on barriers to imitation and substitution. Nevertheless, the empirical evidence do not let us explain that the positive effect of the joint use of internal and external sources on technological innovations, could be justified by their effect on the capability complexity structure.*
Key Words: *Knowlede management / Knowledge codification / Sources of knowledge / Sustained competitive advantage / Technological capabilities / Complexity.*

INTRODUCCIÓN

En el actual contexto económico el desarrollo de tecnologías clave se plantea como uno de los pilares básicos de la competitividad (Afuah, 2002; De Carolis, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003; Jiménez Jiménez y Sanz Valle, 2006; García Muiña y Navas López, 2007), ya que la capacidad de adaptación de las empresas y sus resultados son consecuencia de la posesión de diferentes bases de conocimientos y capacidades tecnológicos (Nonaka, 1991; Alegre, Chiva y Lapiedra, 2006).

La literatura propone múltiples variables como factores determinantes de la capacidad de innovación tecnológica de la empresa; sin embargo, a consecuencia de la ausencia de un claro consenso, se debe seguir profundizando en la creación de ventajas competitivas sostenibles de base tecnológica. Por ello, en el presente trabajo se trata de avanzar en los argumentos teóricos que justifican el papel que ocupan ciertas decisiones de gestión de conocimiento en el desarrollo de capacidades tecnológicas estratégicas. En este caso, el estudio se centra en las fuentes de acumulación y en los procesos de codificación posterior del conocimiento.

Con respecto a las fuentes de conocimiento, existen distintas posturas en la literatura. Un primer enfoque apoya el mayor potencial de las fuentes internas, al considerar que el conocimiento tácito y específico así acumulado protege a las capacidades que lo incorporan frente a su imitación (Afuah, 2002; Figueiredo, 2002; Miller, Eisenstat y Foote, 2002; Zahra y Nielsen, 2002). Un segundo enfoque concluye que las fuentes externas de conocimiento son la fórmula más eficiente para desarrollar capacidades (Yli-Renko, Autio y Sapienza, 2001; Matusik, 2002). Y, por último, ciertos modelos intentan mejorar el tratamiento de estas relaciones incorporando el efecto conjunto de ambos tipos de fuente y

cuestionando, por tanto, la capacidad explicativa de los efectos individuales de cada una de ellas (Tripsas, 1997; Figueiredo, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Knott, 2003).

En el caso de la codificación los resultados encontrados en la literatura tampoco son concluyentes. Así, autores como Tripsas (1997); Zack (1999); Albino, Garavelli y Schiuma (2001); Soo, Devinney, Midgley y Deering (2002); Zahra y Nielsen (2002); o Spencer (2003) se muestran a favor de la codificación de conocimiento, al promover la creación de un contexto organizativo que favorece el desarrollo y la transferencia de los conocimientos necesarios para construir capacidades fuente de ventajas competitivas, como consecuencia de una disminución de la ambigüedad causal y de las asimetrías de información entre distintos agentes. En contra de la codificación identificamos los trabajos de Leonard-Barton (1992); Hedlund (1994); Christensen (1996); o Lazarick, Mangolte y Massué (2003), que consideran que reduce notablemente la capacidad innovadora y creativa de la empresa. Por último, hay autores que señalan que el tipo de capacidad tecnológica objeto de análisis determinará si codificar el conocimiento es una decisión adecuada o no (Miller *et al*., 2002; Balconi, 2002; Crossan y Berdrow, 2003).

Ante esta situación de la literatura, en el presente trabajo nos planteamos la necesidad de incorporar una variable mediadora –la complejidad de las capacidades tecnológicas– que permita comprender mejor el sentido y la intensidad de estas relaciones, es decir, disponer de algún elemento de juicio adicional que haga posible arrojar luz a estas controvertidas relaciones, y apoyar teóricamente los resultados de ciertos trabajos. Si bien en estudios anteriores tanto las fuentes como la codificación se han relacionado con los resultados tecnológicos, no se ha considerado que el sentido e intensidad de estas relaciones se explique a partir de su influencia en la complejidad de las capacidades tecnológicas.

La selección de la complejidad como una variable explicativa se justifica a partir del *enfoque basado en los recursos* (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991; Grant, 1991; Peteraf, 1993) y sus posteriores desarrollos –el *enfoque de las capacidades dinámicas* (Teece, Pisano y Shuen, 1997; Bowman y Ambrosini, 2003) y la *teoría de la empresa basada en el conocimiento* (Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant, 1996; Spender, 1996; Styhre, 2004; Un y Cuervo Cazurra, 2004)–.

Una de las cuestiones que ha recibido mayor atención por parte de esta literatura ha sido el estudio de los criterios que deben cumplir los recursos y capacidades empresariales –entre los que se sitúan aquéllos de carácter tecnológico– para ser fuente de ventajas competitivas sostenibles. A pesar de la existencia de múltiples propuestas, el progresivo avance de la disciplina ha situado en el centro del debate la naturaleza más o menos compleja del conocimiento como el principal factor explicativo de su potencial para crear valor, al ser determinante de la creación de barreras frente a la imitación y sustitución (Wilcox-King y Zeithaml, 2001; McEvily y Chakravarthy, 2002).

En sentido amplio, la complejidad de las capacidades tecnológicas se define como la dificultad para comprender cómo distintas piezas o componentes de conocimiento se integran y transforman en innovaciones valiosas (Zander y Kogut, 1995; Wonglimpiyarat, 2005).

Por ello, este trabajo permitirá comprender el papel de las fuentes y la codificación de conocimiento en la creación de ventajas competitivas sostenibles –obtenidas a partir de las capacidades tecnológicas– mediante su influencia en el nivel de complejidad de esas capacidades.

Por lo que respecta a la estructura general del trabajo, en primer lugar se describen los fundamentos teóricos necesarios para abordar la definición del modelo y las hipótesis objeto de contraste. A continuación se describen los principales aspectos metodológicos y, finalmente, se presentan los resultados y conclusiones más relevantes, así como algunas de las principales limitaciones y futuras líneas de investigación.

COMPLEJIDAD DE LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

La aproximación conceptual al término de complejidad formulada por las diferentes propuestas gira en torno a una misma idea: la difi-

cultad para comprender cómo distintas piezas o componentes de conocimiento se integran y transforman en innovaciones tecnológicas valiosas (Zander y Kogut, 1995; Wonglimpiyarat, 2005). Por tanto, se puede considerar que la complejidad de las capacidades es un rasgo esencial a la hora de evaluar su potencial estratégico, ya que afecta a las posibilidades de ser imitadas y/o sustituidas por la competencia (Lippman y Rumelt, 1982; Reed y DeFillipi, 1990; Vicente-Lorente, 2001; Wilcox-King y Zeithaml, 2001; González Álvarez y Nieto Antolín, 2005), y que depende de las distintas decisiones de gestión de conocimiento.

A pesar de la importancia que se ha concedido a la complejidad, se ha contrastado empíricamente que no siempre una mayor complejidad aumenta la sostenibilidad de las ventajas competitivas; en cambio, sí que se ha concluido que existen distintas dimensiones dentro de la complejidad con un efecto particular en la creación de barreras a la imitación y/o sustitución de capacidades (García Muiña, Pelechano Barahona y Navas López, 2008) [1].

La *dimensión epistemológica*[2] del modelo de la espiral de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995) nos ha permitido identificar dos componentes de la complejidad, según la proporción de conocimientos tácitos y explícitos que se incorporan en las capacidades tecnológicas.

La *complejidad endógena* se define como aquella que depende única y exclusivamente de la presencia de conocimientos generados internamente, de carácter tácito y específico. Reflejaría la dificultad para identificar, comprender y reproducir las capacidades tecnológicas estratégicas de la empresa líder, como consecuencia de la inarticulación del conocimiento en que están basadas sus innovaciones. El antecedente directo de esta dimensión se encuentra en el concepto definido por Wilkox-King y Zeithaml (2001), conocido como *ambigüedad característica* de las capacidades, relacionada estrechamente con la proporción de conocimiento tácito.

Por otra parte, la *complejidad exógena* es aquella que depende de la proporción de conocimientos tácitos y explícitos integrados en las capacidades. En otras palabras, es la dificultad para identificar y comprender el valor y uso más eficiente que una empresa concreta hace de un conocimiento difundido en la industria, y generado exógenamente gracias al dominio complementario de conocimiento específico de naturaleza tácita. En esta ocasión, el principal antecedente lo encontramos en la definición que formulan McEvily y Chakravarthy (2002) del término *especificidad de diseño* o *uso*; esta dimensión se refiere al uso particular y eficiente que una empresa hace de conocimiento tecnológico genérico o público. Esta complejidad exógena reflejaría la posible existencia de un efecto multiplicador del conocimiento tácito, en presencia de conocimiento explícito, sobre el nivel total de complejidad de la capacidad.

En definitiva, el conocimiento tácito se convierte en condición necesaria para que exista complejidad, mientras que la proporción de conocimiento explícito determina el peso relativo que ambas dimensiones tienen en la complejidad total de las capacidades.

Complejidad total (C_T) = Complejidad endógena (C_{ENDG}) + Complejidad exógena (C_{EXOG})

La complejidad endógena se ha considerado determinante de la creación de barreras a la imitación de tecnologías valiosas, como consecuencia de la dificultad para identificar y comprender el conocimiento tácito (Lippman y Rumelt, 1982; Reed y DeFillipi, 1990; Afuah, 2002; McEvily y Chakravarthy, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; González Álvarez y Nieto Antolín, 2005). Para el caso concreto de los activos tecnológicos existen diferentes modelos empíricos que corroboran estos argumentos teóricos (MacMillan, McCaffery y van Wijk, 1985; Rogers, 1995).

Como en el caso de la imitación, se ha reconocido que la complejidad tecnológica influye decisivamente en las posibilidades de ser sustituida (McEvily, Das y McAbe, 2000; Teng y Cummings, 2002; Makadok, 2003; Spencer, 2003). De forma contraria a la imitación, diversos estudios (Cowan y Foray, 1997; McEvily *et al*., 2000; Teng y Cummings, 2002; Crossan y Berdrow, 2003) consideran que la mayor proporción de conocimiento tácito aumenta la propensión de ciertos agentes hacia la búsqueda de tecnologías alternativas; por tanto, las probabili-

dades de que sean vulnerables frente a la sustitución son mayores (Spencer, 2003; Markman, Spina y Phan., 2004; García Muiña *et al*., 2008).

Esta perspectiva considera que los agentes económicos interesados en una tecnología concreta –clientes, socios, etc.– muestran un mayor rechazo hacia aquellas que son incapaces de comprender suficientemente. De ahí que los competidores estén motivados a desarrollar tecnologías alternativas –sustitutivas– que sean más atractivas para esos agentes, al considerar que serán menores las asimetrías de información y, por tanto, menos probables los comportamientos oportunistas de los proveedores de tecnología.

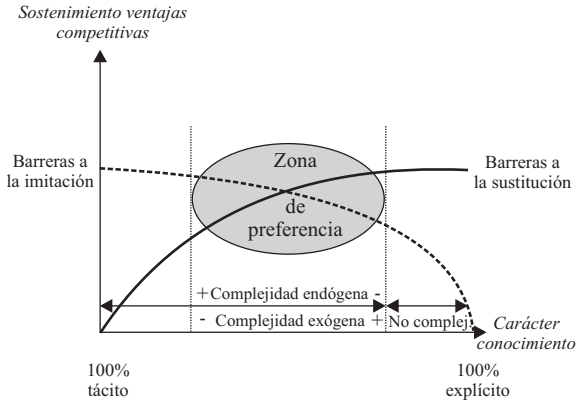
Por ello, una cierta proporción de conocimientos explícitos –nunca el cien por cien–, que aparentemente permita un análisis más completo de la tecnología ofrecida, puede convertirse en una opción interesante para crear barreras a la sustitución sin tener que debilitar las barreras a la imitación, tal y como demuestra empíricamente el trabajo de García Muiña *et al*. (2008)[3].

Así, en un contexto de capacidades complejas, se concluye que solo cuando la complejidad de las capacidades se deriva de la presencia conjunta y relativamente equilibrada de conocimientos tácitos y explícitos, las ventajas competitivas son realmente sostenibles, al crearse simultáneamente barreras frente a la imitación y a la sustitución.

De forma contraria, una empresa que mayoritariamente contara con conocimiento de uso general creado externamente no podría explotarlo de forma más eficiente que el mercado y, por tanto, el funcionamiento de sus capacidades sería *transparente* y comprensible para los agentes económicos, disipándose toda posibilidad de crear ventajas competitivas sostenibles y de apropiarse de las rentas generadas.

En la figura 1 se establecen las relaciones entre el carácter del conocimiento –tácito/explícito– y, por tanto, las dimensiones de la complejidad, así como las barreras a la imitación y sustitución. Asimismo, se muestra la *zona de preferencia* en la que las empresas deberían situarse si desean alcanzar un nivel satisfactorio de protección de sus capacidades.

Figura 1.- Carácter del conocimiento y sostenimiento de las ventajas competitivas



FUENTE: Elaboración propia.

DECISIONES DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTO Y COMPLEJIDAD DE LAS CAPACIDADES: MODELO DE ANÁLISIS

Una vez identificado el potencial estratégico de la complejidad de las capacidades tecnológicas, por su influencia sobre la creación de barreras a la imitación y a la sustitución, resulta fundamental analizar las decisiones que afectan específicamente a la naturaleza del conocimiento[4] presente en los sistemas tecnológicos y que, por tanto, explican el sostenimiento de las ventajas competitivas de base tecnológica.

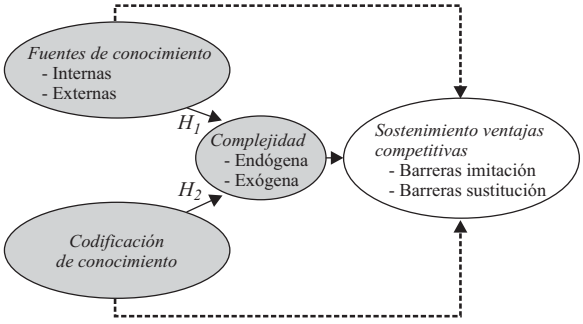
En los últimos años se han publicado diversos trabajos empíricos que han complementado los argumentos teóricos relativos a los factores determinantes de la naturaleza de ese conocimiento tecnológico. Su revisión nos ha permitido reconocer la relevancia de dos procesos –que se han relacionado directamente con los resultados tecnológicos– de los que no se ha estudiado que su influencia se pueda explicar a través de su efecto en la complejidad: 1) *las fuentes de conocimiento* empleadas en su acumulación (Spender, 1996; Tripsas, 1997; De Carolis y Deeds, 1999; Yeoh y Roth, 1999; Yli-Renko *et al*., 2001; Afuah, 2002; Matusik, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003) y 2) la *codificación* del conocimiento acumulado (Coombs y Hull, 1998; Crossan, Lane y White, 1999; Zack, 1999; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; Miller *et al*., 2002;

Soo *et al*., 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Maritan y Brush, 2003).

Las fuentes de conocimiento tecnológico pueden definirse como todo medio en virtud del cual las empresas acumulan los conocimientos que permanecen en la organización, con la finalidad de crear valor mediante su adecuada explotación e incorporación en productos y/o procesos tecnológicamente innovadores (Tripsas, 1997; DeCarolis y Deeds, 1999; Yli-Renko *et al*., 2001; Afuah, 2002; Matusik, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Zott, 2003).

Desde un punto de vista teórico, las alternativas de acumulación de conocimiento tecnológico pueden representarse a través de una variable discreta o continua, en cuyos extremos se sitúan los proyectos de I+D+i propios –fuentes internas– y la adquisición de tecnología en mercados competitivos –fuentes externas– (Matusik, 2002; Schroeder, Bates y Junttila, 2002; Zahra y Nielsen, 2002).

Figura 2.- Modelo específico de análisis



FUENTE: Elaboración propia.

Las fuentes internas hacen alusión a los métodos de acumulación de conocimiento tecnológico a través de procesos de aprendizaje propios, derivados fundamentalmente de la experiencia en el desempeño de los procesos organizativos y del estudio mediante proyectos de innovación tecnológica (Nieto Antolín, 2001).

A partir de los planteamientos pioneros de Beer (1959), diversos estudios han otorgado mayor valor estratégico a las fuentes internas (Chandler, 1990; March, 1991; Conner y Prahalad, 1996; Mowery, Oaxley y Silverman, 1996). Este hecho quizá podría explicarse porque la creación de barreras a la imitación de las capacidades distintivas –a la que este tipo de conocimiento interno parece servir eficazmente, dado su carácter tácito y específico– era casi el único objeto de atención a la hora de explicar el sostenimiento de las ventajas competitivas (Nelson y Winter, 1982; Castanias y Helfat, 1991; Lado y Wilson, 1994; Nonaka y Takeuchi, 1995; Matusik, 2002; McEvily y Chakravarthy, 2002; Schroeder *et al*., 2002). A pesar de estos beneficios, las fuentes internas de conocimiento también presentan algunos inconvenientes, tales como la mayor irreversibilidad de las decisiones, los mayores niveles de riesgo y de costes asumidos, así como la resistencia al cambio en la empresa (Leonard-Barton, 1992; Pérez López, López León y Vázquez Ordás, 2005).

Además, la tradición investigadora relativa al estudio de las *externalidades* (Von Hippel, 1988; Jaffe, Trajtenberg y Henderson, 1993; Powell, Koput y Smith-Doerr, 1996), la existencia de mercados para ciertas tecnologías (Grindley y Teece, 1997; Arora, Fosfury y Gambardella, 2001) y el papel que desempeña la capacidad de absorción en la eficiencia de los procesos (Cohen y Levinthal, 1990; Lane y Lubatkin, 1998; Stock, Greis y Fischer, 2001; Zahra y George, 2002; Nieto Antolín y Quevedo Cano, 2005; Jiménez Jiménez y Sanz Valle, 2006), permiten reconocer el interés de ciertas fuentes externas de conocimiento ante determinadas condiciones competitivas.

Las fuentes externas se refieren a todo proceso de acumulación e incorporación de conocimiento tecnológico, cuyo desarrollo ha sido posible mediante la intervención de terceros agentes a través de la compra directa de tecnología, tecnología incorporada, contratos de licencias o acuerdos de cooperación. A pesar de la posible desventaja de las fuentes externas frente a aquellas de carácter interno, al no adaptarse a las necesidades específicas de la organización y estar más fácilmente disponibles para la competencia, esta alternativa es generalmente más barata, rápida y menos arriesgada (Pérez López *et al*., 2005). Además, la dotación complementaria de conocimientos propios permite hacer un uso más eficiente de aquel externo y crear más valor que el mercado mediante su explotación.

En este sentido, la mayoría de los trabajos que analizan empíricamente el valor de las dis-

tintas fuentes de conocimiento tecnológico lo hacen a través del efecto individual de cada una de ellas en los resultados, apostando por el mayor valor absoluto de un tipo concreto de fuente (Yeoh y Roth, 1999; Yli-Renko *et al*., 2001; Afuah, 2002; Balconi, 2002; Matusik, 2002; Miller *et al*., 2002; Douglas y Ryman, 2003; Spencer, 2003). Sin embargo, también existen ciertos modelos que incluyen el efecto del empleo conjunto de ambos tipos de fuente, limitando la capacidad explicativa de los efectos individuales (Tripsas, 1997; Figueiredo, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002 y Knott, 2003).

Con este trabajo pretendemos arrojar luz –al menos en parte– sobre la literatura existente con respecto a las relaciones entre las fuentes y el sostenimiento de las ventajas competitivas. El carácter controvertido de los resultados empíricos encontrados puede deberse a que estos trabajos no han contemplado el papel que desempeña la complejidad del conocimiento a la hora de explicar estas relaciones. Aquellos estudios que reconocen un mayor potencial estratégico a las fuentes internas de conocimiento a la hora de construir capacidades tecnológicas distintivas, implícitamente están otorgando mayor valor a la dimensión endógena de la complejidad, al tratarse de un factor determinante de la existencia de barreras a la imitación de dichos activos. En cambio, quienes apuestan por la utilización exclusiva de fuentes externas, en realidad estarían defendiendo el desarrollo de tecnologías transparentes, poco o nada complejas, ante los inconvenientes de la ambigüedad causal sobre los procesos de aprendizaje.

En ambos casos, las tecnologías serían vulnerables frente a la sustitución y a la imitación, respectivamente. Por un lado, la exclusiva presencia de conocimiento tácito aumentará la propensión de distintos agentes hacia la búsqueda de tecnologías alternativas que sustituyan a las actuales. Y, por otro lado, la excesiva proporción de conocimientos explícitos hace que las capacidades tecnológicas sean comprensibles y fácilmente imitables para la mayoría de los agentes económicos. En ambas situaciones se pierde, por tanto, toda posibilidad de generar ventajas competitivas sostenibles.

Únicamente aquellos trabajos que analizan tanto el efecto individual como el efecto conjunto de las fuentes internas y externas (Tripsas, 1997; Figueiredo, 2002; Schroeder *et al*., 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Knott, 2003) nos han permitido reconocer la posible influencia positiva de la dimensión exógena de la complejidad en los resultados tecnológicos, al equilibrar la proporción de conocimientos tácitos y explícitos (Cowan y Foray, 1997; Lane y Lubatkin, 1998; Stock, Greis y Fischer, 2000; Zahra y George, 2002; De Carolis, 2003; Denrell, Fang y Winter, 2003; Knott, 2003), responsable de mayores barreras frente a la imitación y la sustitución.

A partir de estas consideraciones, definimos la primera hipótesis general, que se desagrega en otras más específicas. El no rechazo de estas hipótesis nos puede permitir concluir que el empleo más o menos equilibrado de fuentes internas y externas aumenta la sostenibilidad de las ventajas competitivas, al hacer posible la construcción de capacidades tecnológicas en las que el componente exógeno de la complejidad adquiere un peso significativo.

- H_1: *Las fuentes de conocimiento empleadas se relacionan con la complejidad de las capacidades tecnológicas.*
  - H_{11}: *Cuanto mayor sea la proporción de fuentes internas, mayor será el nivel de complejidad endógena de las capacidades tecnológicas.*
  - H_{12}: *Cuanto más equilibrada sea la proporción entre fuentes internas y externas, mayor será el nivel de complejidad exógena de las capacidades tecnológicas.*
  - H_{13}: *Cuanto mayor sea la proporción de fuentes externas, menor será el nivel de complejidad total de las capacidades tecnológicas.*

Una vez acumulado el conocimiento a través de distintas fuentes, los responsables de la empresa tienen la posibilidad de manipularlo de forma deliberada para transformar alguno de sus atributos y, de este modo, incrementar el valor creado mediante su explotación (Zander y Kogut, 1995; Szulanski, 1996; Zack, 1999; Zahra y Nielsen, 2002; Zollo y Winter, 2002; Spencer, 2003).

Una de las decisiones que ha recibido mayor atención en la literatura es la codificación, tal y como se reconoce en la dimensión epistemológica de la *espiral de conocimiento* de Nonaka y Takeuchi (1995). Diversos estudios reconocen la importancia de manipular y alterar la naturaleza tácita del conocimiento en el sostenimiento de las ventajas competitivas, considerando que la codificación no es simplemente una herramienta responsable de su transformación, sino que se trata de un instrumento que influye tanto en la dirección y agilidad de los procesos de transferencia y aprendizaje de nuevo conocimiento (Szulanski, 1996; Cowan y Foray, 1997; Zack, 1999; Balconi, 2002; Nightingale, 2003; García Muiña, Pelechano Barahona y Navas López, 2009) como en los resultados económicos (Winter, 1987; Fosfuri y Roca, 2002). Además, el desarrollo de nuevas tecnologías de procesamiento de información otorga un gran protagonismo a la codificación en la actualidad y especialmente en el futuro (Cowan y Foray, 1997; Zack, 1999; Cohendet y Steinmueller, 2000; Balconi, 2002; Soo *et al*., 2002).

La codificación se define como el proceso de conversión del conocimiento tácito codificable en mensajes –patentes, bases de datos o manuales de procedimiento– que pueden ser procesados a partir de ese momento como información (Cowan y Foray, 1997; Cohendet y Steinmueller, 2000; Albino *et al*., 2001; Balconi, 2002).

Así pues, el proceso de codificación altera tanto la proporción de conocimiento tácito y explícito presente en la empresa como su emplazamiento, al trasladar parte de los conocimientos desde la mente de los trabajadores hacia la organización (Balconi, 2002; Subramanian y Youndt, 2005). De este modo, indirectamente es un instrumento útil para modificar la estructura interna de la complejidad y, por lo tanto, un medio responsable de la creación de barreras frente a la imitación y sustitución.

Como en el caso de las fuentes, el carácter controvertido de los resultados encontrados en la literatura puede deberse a que los trabajos anteriores no han contemplado el papel que desempeña la complejidad del conocimiento a la hora de explicar la relación entre la codificación y el éxito, medido en función del sostenimiento de las ventajas competitivas de base tecnológica según la existencia de barreras a la imitación y sustitución.

En este caso, los trabajos que destacan los efectos positivos de la codificación estarían apoyando implícitamente los beneficios de transformar parte de la complejidad endógena en exógena, al crear una mayor confianza en la tecnología por parte de los agentes y aumentar las barreras a la sustitución. Por el contrario, aquellos autores que identifican el valor estratégico de las capacidades tecnológicas con su carácter tácito, reacios a implantar prácticas de codificación, se inclinarían por la dimensión endógena, al considerar que la codificación no solo facilita la imitación del conocimiento, sino que también puede aumentar la *fosilización* de la empresa y reducir su capacidad creativa (Lazarick, Mangolte y Massué, 2003). En este segundo caso, no se reconocen los beneficios de equilibrar las dimensiones endógena y exógena de la complejidad en la construcción de barreras.

Por todo ello, con el no rechazo de la siguiente hipótesis podremos justificar que, hasta un cierto nivel, la codificación tiene un efecto positivo en el sostenimiento de ventajas competitivas por su influencia en el componente exógeno de la complejidad.

Así, en un contexto de capacidades complejas y, por tanto, protegidas frente a la imitación:

- H_2: *Cuanto mayor sea la implantación de prácticas de codificación, mayor será el nivel de complejidad exógena de las capacidades tecnológicas.*

La formulación de las hipótesis pretende demostrar que tanto el empleo conjunto de fuentes de conocimiento como la codificación parcial son decisiones adecuadas para crear ventajas competitivas sostenibles, cuyo efecto se justifica a través de su influencia en el componente exógeno de la complejidad de las capacidades tecnológicas. Consideramos que solo cuando la complejidad de las capacidades se deriva de la presencia conjunta y relativamente equilibrada de conocimientos tácitos y explícitos –complejidad endógena y complejidad exógena–, las ventajas competitivas son realmente sostenibles al crearse simultáneamente barreras frente a la imitación y a la sustitución.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO EMPÍRICO

El contraste empírico de las hipótesis se realizó sobre una población de empresas dedicadas a la actividad biotecnológica en España. Esta industria se puede considerar joven a nivel general –y muy joven en el caso español– y con una clara apuesta por la inversión en I+D. La juventud y el reducido tamaño que suelen caracterizar a estas empresas implican un gran déficit de recursos financieros propios internos, así como de capacidades de producción y comercialización (Chen, 2006; Gurau y Ranchhod, 2007). Además, uno de los aspectos más relevantes en el campo de la biotecnología es la necesidad de una gran cantidad de recursos financieros capaces de soportar elevados niveles de riesgo y largos plazos de recuperación de las inversiones (Mangematin *et al*., 2003; Rothaermel y Deeds, 2004; García-Muiña y Navas-López, 2007; Gurau y Ranchhod, 2007).

Uno de los principales problemas a la hora de caracterizar el sector de la biotecnología radica en la todavía falta de identidad propia, dado su marcado carácter horizontal (Chen, 2006). La deseada homogeneidad de las empresas de la población exige el cumplimiento de varios criterios, entre los que destaca especialmente la pertenencia a ciertos segmentos de actividad dentro de la industria biotecnológica. De esta forma, las empresas incluidas en el estudio son aquellas especializadas en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas al campo de la salud –humana y animal[5]–. Las actividades de las empresas finalmente incluidas giran en torno al desarrollo de productos y servicios biotecnológicos concentrados en ciertas áreas terapéuticas, destinados al tratamiento, la prevención o el diagnóstico de enfermedades –producción de vacunas, antibióticos, fármacos, *kits* de diagnóstico, xenotrasplantes, fármaco-genómica o ingeniería celular y de tejidos–. Además, solo se incluyeron pequeñas empresas –hasta 50 trabajadores– que se dedicaban mayoritariamente al negocio de la biotecnología –más del 80% del volumen de negocio–, eliminándose aquellas en las que esa actividad era inferior, ya que en casi todos los casos se trataba de grandes grupos farmacéuticos, cuyas actividades básicas se regían por modelos de negocio muy diferentes (Baker, 2003; Chen, 2006; Gurau y Ranchhod, 2007). Además, la selección de empresas de pequeño tamaño se justifica porque en ellas las capacidades tecnológicas adquieren una mayor importancia relativa, frente a las capacidades de producción, marketing o logística, entre otras (Pla-Barber y Alegre, 2007).

Las características de la población seleccionada en este trabajo perfilan notablemente el proceso de análisis estadístico de los datos y la interpretación de los resultados. El reducido tamaño de la población y, por tanto, de la muestra obtenida, aconseja el empleo de técnicas estadísticas no paramétricas, ya que no se puede asegurar que tanto las variables como el modelo completo se comporten de acuerdo con una función *normal* (Siegel y Castellan, 1988). Los datos disponibles y la propia definición de las hipótesis aconsejan su contraste a través de los tests *U de Mann-Whitney* y *W de Wilcoxon*[6]. Estas pruebas contrastan la hipótesis nula de si dos submuestras independientes han sido extraídas –o no– de la misma población continua (Ruiz-Maya Pérez y Martín Pliego, 1995). Para ello, ambos tests comprueban si las observaciones de una submuestra difieren –por exceso o por defecto– en la variable objeto de estudio con respecto de las observaciones de la otra submuestra. Esa diferencia es la referencia para el cálculo de los rangos de variación a partir de los cuales se generan los estadísticos *U* y *W*. Así, cuanto mayor sea la diferencia entre la suma de rangos de cada una de las muestras –estadístico *U* menor y *W* mayor–, más significativas serán las diferencias subyacentes en la variable analizada entre las observaciones de una y de otra submuestras.

Los principales aspectos metodológicos aparecen resumidos en la ficha técnica (tabla 1).

Tabla 1.- Ficha técnica de la investigación empírica

Universo de la población	52 empresas
Tamaño de la muestra	34 empresas
Tasa de respuesta	63 %
Nivel de confianza	95 % (z=1,96)
Error muestral	±8,32 % (para el caso más desfavorable, donde p=q= 0,5)
Procedimiento del muestreo	El cuestionario se envió a todas las empresas que constituían la población
Ámbito geográfico	Territorio nacional
Período de análisis	2000-2002
Unidad muestral	Empresa
Fecha realización	Entre febrero y septiembre de 2003
Fuentes de información	*Primarias*: cuestionario enviado por correo postal o electrónico al máximo responsable de I+D o, en su defecto, al director general

FUENTE: Elaboración propia.

En nuestro estudio esta prueba estadística implica la previa clasificación de las empresas en dos grupos, en función del valor que tome la variable dependiente –complejidad– con respecto a la mediana de su distribución. Se creará un primer grupo integrado por aquellas empresas cuyas tecnologías presenten una mayor complejidad, y un segundo grupo con las que se caracterizan por todo lo contrario. Por lo tanto, es la variable dependiente la que se emplea como instrumento de clasificación previa de las observaciones muestrales. Se ha elegido la mediana como criterio de segmentación en lugar de la media, porque representa de forma más apropiada la posición relativa de unas empresas frente a otras. Además, se evitan los inconvenientes derivados de la falta de representatividad de la media cuando las variables presentan una elevada dispersión, asegurándose la correcta asignación de cada empresa a su grupo de pertenencia.

Una vez clasificadas las empresas, se contrasta si ambos grupos –que presentan distintos niveles de complejidad– mantienen diferencias significativas en cuanto a las fuentes de conocimiento empleadas y a los niveles de implantación de prácticas de codificación.

MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

El proceso de diseño de las medidas empleadas está orientado hacia la consecución de unos niveles satisfactorios de fiabilidad y validez, que en cada caso se adaptan a la naturaleza del indicador empleado, tal y como se muestra en la tabla 2. Cada unidad muestral aportó información de las variables para los tres ejercicios del período de estudio, y su tratamiento se realizó a partir del valor medio resultante de las tres observaciones.

Junto a la controversia que despierta la definición de la propia noción de complejidad, otro problema añadido, que también es fuente de divergencias entre los distintos autores, es su medición. Por un lado, la mayoría de trabajos plantean medidas subjetivas de la complejidad de las capacidades (entre otros, Wilcox-King y Zeithaml, 2001) y, por otro lado, múltiples estudios (entre otros, Kline, 1991; Singh, 1997) reconocen que la mayoría de las medidas absolutas de la complejidad son meramente conceptuales, pero que sus posibilidades para hacerlas operativas son mínimas. Con la intención de superar alguna de estas limitaciones, la medición de la complejidad quedó definida mediante la escala multiitem propuesta por García Muiña, Martín de Castro, López Sáez y Navas López (2006), donde se contrastó empíricamente la efectiva existencia de una estructura compuesta por las dimensiones endógena y exógena. En ese trabajo, los autores formularon los resultados del análisis factorial exploratorio de la complejidad, que

Tabla 2.- Variables y medidas: análisis psicométrico

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CARÁCTER	ANÁLISIS PSICOMÉTRICO
Complejidad	Endógena	- Visibilidad conocimiento - Dificultad articulación - Experiencia acumulada	Cualitativo	Fiabilidad (Alpha de Cronbach) Validez de constructo/concepto (Enfoque convergente)
	Exógena	- Número de tecnologías - Coordinación entre departamentos - Coordinación entre trabajadores - Complementariedad conocimientos		
Fuentes de conocimiento	Internas	- Distribución del gasto en I+D+i (%)	Cuantitativo	Validez teórica/contenido
	Externas			
Codificación de conocimiento	-	- Esfuerzo flujo conocimiento - Incentivos transmisión - Capacitación y entrenamiento trabajadores - Sistemas formales sugerencia empleados	Cualitativo	Fiabilidad (Alpha de Cronbach) Validez de constructo/concepto (Enfoque convergente)

FUENTE: Elaboración propia.

permitieron comprobar el cumplimiento satisfactorio de los criterios de fiabilidad y validez del constructo.

A partir de la revisión de diversas propuestas que reconocían la importancia de conocer las distintas formas de acumular el conocimiento (Tripsas, 1997; DeCarolis y Deeds, 1999; Yeoh y Roth; 1999; Matusik, 2002; Schroeder *et al*., 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Douglas y Ryman, 2003; Knott, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003), la variable *fuentes* ha quedado medida a través de un indicador cuantitativo que refleja el modo en que se reparten los gastos en I+D+i de la empresa, es decir, la proporción de gastos en I+D+i aplicados al desarrollo de proyectos de investigación propios o a fuentes externas.

Al igual que en el caso de la complejidad, la medición de la codificación de conocimiento se ha realizado a través de escalas multi-ítem de 7 puntos. El proceso de construcción de la escala toma en consideración las principales propuestas de diversos trabajos que abordan su tratamiento (Tripsas, 1997; Zack, 1999; Albino *et al*., 2001; Balconi, 2002; Crossan y Berdrow, 2003; Spencer, 2003).

A la vista de los resultados del análisis factorial exploratorio puede considerarse el cumplimiento de la unidimensionalidad de la variable *codificación del conocimiento* y, por tanto, el cumplimiento de la validez de constructo o de los rasgos desde un enfoque convergente.

RESULTADOS

Con respecto a la relación entre las fuentes de conocimiento individualmente consideradas y la complejidad de las capacidades tecnológicas, podemos concluir que los resultados son coherentes con lo esperado. Los datos mostrados en la tabla 3 permiten no rechazar la subhipótesis H_{11}, en la que se establecía que cuanto mayor fuera la proporción de fuentes internas, mayor sería el nivel de complejidad endógena de las capacidades tecnológicas. El carácter significativo de Z_{FI} (2,345; con una significación del 5%) indica que las empresas que se sitúan en el grupo 1 –con una elevada complejidad endógena– difieren de las localizadas en el grupo 2 –con una reducida complejidad endógena– en cuanto al empleo de fuentes internas de conocimiento (15,88>9,13).

En coherencia con lo esperado, a medida que aumenta la proporción de fuentes internas, los niveles de complejidad endógena de las capacidades tecnológicas son superiores. Estos resultados apoyan aquella corriente de la literatura que establecía una relación directa entre las fuentes internas de conocimiento y las barreras a la imitación derivadas del conocimiento tácito y específico (Afuah, 2002; Figueiredo, 2002; Miller *et al*., 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003).

Por lo que respecta al efecto individual de las fuentes externas de conocimiento, estas se relacionan negativamente con el nivel de complejidad endógena (Z_{FE}=2,345; a un nivel de significación del 5%; (9,13<15,88).

Al igual que en el caso de la complejidad endógena, los resultados indican que el mayor empleo de fuentes externas se relaciona inversamente con la complejidad exógena de las capacidades, a un nivel de significación del 10% (tabla 4) (Z_{FE} =-1,633; 8,35<12,65).

Tabla 3.- Fuentes de conocimiento, codificación y complejidad endógena: resultados del análisis no paramétrico

RANGOS				
	Nivel de complejidad endógena	*N*	Rango medio	Suma de rangos
FI	(2) Reducido	17	9,13	155,21
	(1) Elevado	17	15,88	269,96
	Total	34		
FE	(2) Reducido	17	15,88	269,96
	(1) Elevado	17	9,13	155,21
	Total	34		
*FI*FE*	(2) Reducido	17	13,21	224,57
	(1) Elevado	17	11,79	200,43
	Total	34		
COD	(2) Reducido	17	15,08	256,36
	(1) Elevado	17	10,75	182,75
	Total	34		

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE (a)				
	FI	*FE*	*FI*FE*	*COD*
U de Mann-Whitney	31,500	31,500	63,500	51,000
W de Wilcoxon	155,210	155,210	200,430	182,750
Z_{ij}	2,345**	-2,345**	-0,493	-1,470
Sig.asintót. (bilateral)	0,019	0,019	0,622	0,141

**p*<0,10; ***p*<0,05; ****p*<0,01.
(a): Variable de agrupación: nivel de complejidad endógena.

Tabla 4.- Fuentes de conocimiento, codificación y complejidad exógena: resultados del análisis no paramétrico

RANGOS				
	Nivel de complejidad exógena	*N*	Rango medio	Suma de rangos
FI	(2) Reducido	17	8,35	141,95
	(1) Elevado	17	12,65	215,05
	Total	34		
FE	(2) Reducido	17	12,65	215,05
	(1) Elevado	17	8,35	141,95
	Total	34		
*FI*FE*	(2) Reducido	17	11,20	190,40
	(1) Elevado	17	9,80	166,60
	Total	34		
COD	(2) Reducido	17	7,05	119,85
	(1) Elevado	17	13,95	237,15
	Total	34		

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE (a)				
	FI	*FE*	*FI*FE*	*COD*
U de Mann-Whitney	28,500	28,500	43,000	15,500
W de Wilcoxon	141,950	141,950	166,600	119,850
Z_{ij}	1,633*	-1,633*	-0,532	2,614***
Sig.asintót. (bilateral)	0,100	0,100	0,594	0,009

*p<0,10; **p<0,05; ***p<0,01.
(a): Variable de agrupación: nivel de complejidad exógena.

Estos datos permiten soportar la hipótesis H_{13}, donde argumentábamos que la mayor proporción de fuentes externas reducía el nivel de la compejidad total de las capacidades tecnológicas, puesto que las fuentes externas dan lugar a capacidades poco o nada complejas en ambas dimensiones. Los resultados obtenidos pueden justificar que apenas existan estudios que otorguen potencial estratégico a las fuentes externas, ya que las capacidades así desarrolladas son muy vulnerables frente a la imitación, tal y como defiende Figueiredo (2002).

Para el caso de la segunda subhipótesis H_{12}, y en contra de lo esperado, los resultados del análisis no muestran que el equilibrio entre fuentes internas y externas de conocimiento se relacione directamente con el nivel de complejidad exógena de las capacidades, como consecuencia de la falta de significatividad del estadístico Z_{FI*FE} (-0,532). A la vista de estos resultados no podemos explicar, al menos a través de la complejidad, porqué el empleo equilibrado de fuentes internas y externas resulta útil para crear capacidades inmunes a la imitación y sustitución, tal y como concluyen empíricamente diversos trabajos (Tripsas, 1997; Yeoh y Roth, 1999; Figueiredo, 2002; Schroeder *et al*., 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Knott, 2003).

La razón de ello podría ser la existencia de una relación de carácter no lineal entre el empleo conjunto de ambos tipos de fuente y la dimensión exógena de la complejidad, a la que la técnica estadística se muestra insensible. Es decir, puede ser que a partir de un nivel de uso de fuentes externas, su efecto sobre la complejidad cambie de sentido, y pase de afectar positivamente al componente exógeno a la construcción de tecnologías transparentes.

Con todos estos resultados, y a pesar del carácter restringido de la muestra analizada, encontramos la suficiente evidencia empírica como para contrastar de forma favorable la hipótesis genérica H_1, puesto que la proporción entre fuentes internas y externas de conocimiento se relaciona significativamente con la composición cualitativa de la complejidad de las capacidades.

Además del contraste de esta primera hipótesis, los resultados obtenidos del análisis empírico nos proporcionan información adicional. De forma en principio paradójica, la mayor proporción de fuentes internas de conocimiento se relaciona positivamente con el nivel de complejidad exógena (Z_{FI} =1,633; 12,65>8,35). Estos resultados reconocen la necesidad de disponer de conocimientos internos exclusivos que permitan mejorar los niveles de eficiencia de aquellos desarrollados por agentes externos, haciendo posible la creación de ventajas competitivas sostenibles gracias a la existencia simultánea de barreras a la imitación y sustitución. En cambio, la casi exclusiva presencia de conocimientos externos es responsable de la construcción de capacidades tecnológicas poco complejas y vulnerables a la competencia, tal y como se apuntó en la hipótesis H_{13}, ya que la proporción de fuentes externas se relaciona inversamente tanto con los niveles de complejidad endógena como exógena.

Por tanto, para que exista complejidad es necesario disponer siempre de una determinada proporción de conocimiento tácito y específico desarrollado a través de medios propios. Todos estos argumentos descansan en la propuesta conceptual que se formuló de la complejidad exógena, y que quizá justifique la poca relevancia que tradicionalmente se ha otorgado a las fuentes externas de conocimiento a la hora de construir capacidades tecnológicas estratégicas (Lei, Hitt y Bettis, 1996; Matusik, 2002). De estos resultados

se deduce la existencia de esa posible raíz común en torno al conocimiento tácito que, según hemos argumentado, presentaban ambas dimensiones de la complejidad.

La hipótesis H_2 plantea que, en un contexto de capacidades complejas, existe una relación directa entre las prácticas de codificación y los niveles de complejidad exógena de las capacidades.

Los resultados mostrados en la tabla 4 nos permiten afirmar que no se debe rechazar esta hipótesis, que presenta una significación del 1% (13,95>7,05). El *p*-valor del estadístico Z_{COD} (2,614) reconoce una gran intensidad en la relación entre ambos fenómenos. Estos resultados proporcionan argumentos para explicar porqué la codificación de conocimiento, a través de su efecto sobre la complejidad, resulta ser una decisión adecuada para mejorar la sostenibilidad de las ventajas competitivas, al aumentar las barreras a la sustitución (Tripsas, 1997; Wilcox-King y Zeithaml, 2001; Balconi, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Spencer, 2003).

En definitiva, el empleo de fuentes internas de conocimiento y su posterior codificación es el proceso determinante para crear ventajas competitivas sostenbibles de base tecnológica, al ser responsable de la construcción de capacidades cuya estructura de complejidad –proporción entre complejidad endógena y exógena– permite crear barreras a la imitación y sustitución simultáneamente.

CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

En la literatura existen trabajos que muestran resultados contradictorios en cuanto a las decisiones de gestión de conocimiento y su relación con el sostenimiento de las ventajas competitivas. Además, el sector de la biotecnología en España carece todavía de modelos de negocio que se puedan considerar como referencia clara de éxito. Con el estudio empírico propuesto se pretende ofrecer nueva evidencia que permita comprender cómo y porqué una buena gestión del capital tecnológico de las empresas mejora sus resultados.

Para ello, se ha utilizado el concepto de *complejidad de las capacidades* como variable explicativa del sentido e intensidad de las relaciones entre las fuentes y las prácticas de codificación y el sostenimiento de las ventajas competitivas a través de las barreras a la imitación y sustitución.

La descripción propuesta de la complejidad, que distingue entre las dimensiones endógena –conocimiento tácito– y exógena –proporción de conocimiento tácito y explícito–, ha permitido avanzar en el estudio de esta controvertida relación, apoyando el sentido de las relaciones de ciertos trabajos anteriores.

A pesar del carácter restringido de la muestra analizada, los resultados de este estudio son coherentes con los alcanzados en distintas investigaciones empíricas previas, que vincularon directamente el empleo de fuentes internas de conocimiento con la creación de barreras a la imitación de las capacidades. El sentido positivo de esta relación se justifica, puesto que el empleo de fuentes internas de conocimiento aumenta tanto los niveles de complejidad endógena como exógena de las capacidades, que explican la mayor dificultad para su imitación.

En cambio, los resultados muestran que la mayor proporción de fuentes externas desemboca en la construcción de capacidades tecnológicas con una menor complejidad total, al afectar de forma negativa tanto a los niveles de complejidad endógena como exógena. Este hecho explicaría la razón por la que numerosos estudios no reconozcan potencial alguno a las fuentes externas en la obtención de ventajas competitivas sostenibles.

Una primera implicación práctica de estos resultados sería la necesidad de que las empresas de esta industria desarrollaran tecnologías internamente, aunque ello suponga la asunción de mayores costes y riesgos a corto plazo, ya que esta será la única forma de alcanzar una posición de ventaja sólida frente a la competencia en el futuro. En cambio, primar ciertos criterios económico-financieros a corto plazo en el proceso de toma de decisiones puede desembocar en una situación complicada para la empresa.

Con respecto al efecto positivo del empleo equilibrado de fuentes internas y externas sobre la construcción de barreras a la imitación y sustitución, este trabajo no permite explicar que esa relación se justifique a través de la complejidad

exógena. Es posible que esta falta de significación de la relación entre el empleo conjunto de fuentes de conocimiento y la complejidad exógena se deba a su carácter no lineal, aspecto que no recoge la técnica estadística empleada. Por tanto, una cuestión que sugiere un mayor análisis en el futuro es el tratamiento del efecto conjunto de las fuentes de conocimiento sobre la complejidad, pero utilizando otras técnicas estadísticas sensibles a estas relaciones no lineales.

Por lo que respecta a la decisión de codificar parcialmente el conocimiento, los resultados apuntan que, en el contexto de capacidades complejas, esta práctica resulta adecuada para aumentar las barreras a la sustitución, como consecuencia de su influencia directa en los niveles de complejidad exógena. Por ello, la codificación es apropiada, tal y como mostraron ciertos trabajos que relacionaron directamente esa práctica con el sostenimiento de las ventajas competitivas, y en contra de aquellos estudios que consideraron que mediante esta práctica las empresas se *fosilizaban* y perdían su habilidad para desarrollar innovaciones tecnológicas.

La dirección de la empresa no solo debe valorar la conveniencia de codificar el conocimiento solo por su influencia en la rapidez del proceso de aprendizaje, sino también incorporar en el análisis el papel que desempeña esta decisión a la hora de legitimar el conocimiento interno, frente a los agentes económicos que pudieran estar interesados en él. Alcanzar un nivel satisfactorio de legitimidad en el sector de la biotecnología resulta clave, debido a la sensibilidad que despiertan ciertos desarrollos tecnológicos de este campo en la sociedad.

Como consecuencia de los efectos positivos de la complejidad exógena de la tecnología sobre las barreras a la imitación y sustitución del conocimiento, los resultados de esta investigación indican que los directivos de estas empresas deben centrar sus esfuerzos en la construcción y explotación económica de tecnologías complejas –pero aparentemente más simples frente a terceros agentes ante la mayor presencia de conocimientos explícitos–, a partir de desarrollos internos y de la posterior codificación parcial del conocimiento acumulado.

Las principales limitaciones del estudio giran en torno al diseño de la muestra: en concreto, al reducido número de observaciones y a la necesidad de seguir avanzando en la definición de otras medidas adecuadas a entornos de alta intesidad tecnológica. De ahí que una futura línea de investigación se sitúe en la ampliación de la población a otros segmentos de la biotecnología –o incluso a otros sectores– con la intención de comprobar si los resultados son generalizables a otras tecnologías y realidades económicas.

Otra limitación adicional se relaciona con el tratamiento de las fuentes externas, ya que estas no incluyen los acuerdos de cooperación. Si bien estos acuerdos pueden ser definidos como un tipo de fuente externa, en numerosas ocasiones la naturaleza del conocimiento desarrollado en estos procesos estaría más próxima a las de las fuentes internas. Ello, junto con la problemática específica de los factores clave de éxito de los acuerdos de colaboración, justifica su no inclusión en este estudio y la posibilidad de un análisis futuro en nuevas investigaciones.

Dado su carácter exploratorio, este trabajo debe considerarse como un primer paso para comprender el papel de la complejidad como una variable explicativa del sentido de las relaciones entre determinadas decisiones de gestión de conocimiento y la obtención de ventajas competitivas sostenibles.

NOTAS

1. Las barreras a la imitación dificultarían la reproducción o copia de las capacidades empresariales valiosas por parte de terceros, mientras que las barreras a la sustitución reducirían las posibilidades de encontrar capacidades alternativas útiles para los mismos usos.
2. La dimensión epistemológica de la espiral de la creación de conocimiento reconoce que el proceso de aprendizaje tiene lugar a través de la interacción de conocimientos explícitos y tácitos. "*El conocimiento explícito es aquél de carácter formal y sistemático que se puede codificar y transmitir fácilmente entre diferentes individuos, grupos y/u organizaciones, y puede tomar la forma de reglas, normas técnicas y directrices*" (Fernández Sánchez, 2005, p. 5). El conocimiento tácito sería aquel de difícil transferencia y sistematización ante las dificultades para su codificación, adquirido fundamentalmente a través de la propia experiencia del individuo (Polanyi, 1966). Este ti-

po de conocimiento suele presentar un elevado nivel de especificidad, puesto que generalmente pierde valor fuera del contexto en el que se ha generado.

3. Los resultados del estudio de García Muiña *et al*. (2008) sobre una muestra de empresas biotecnológicas en España, ponen de manifiesto que las empresas cuyas capacidades son más inmunes frente a la sustitución son aquellas cuya complejidad depende fundamentalmente del componente exógeno. Por tanto, se concluye que una tecnología *aparentemente transparente* y más comprensible cuenta con una mayor legitimidad social, al considerar los agentes que las asimetrías de información son menores.
4. En este sentido, únicamente nos hemos centrado en aquellas decisiones de gestión de conocimiento directamente relacionadas con su naturaleza, apartando del estudio aquellas decisiones relativas al contexto organizativo en el que tienen lugar los procesos de aprendizaje –decisiones de diseño organizativo– y a las personas que participan en ellos –decisiones de recursos humanos y comportamiento organizativo–.
5. Además, se han incluido empresas de *suministros*, al ser organizaciones que desarrollan y suministran *kits* de diagnóstico médico para aquellas otras dedicadas a la salud. En este sentido, los expertos del sector consultados –los responsables del Centro Nacional de Biotecnología y del Centro de Biología Molecular, así como los directores generales de las empresas Genetrix, Ingenasa, Bionostra y Alma Bioinformática– nos aconsejaron agrupar estos segmentos de actividad.
6. El generalizado rechazo social que supone el desarrollo de actividades biotecnológicas en agroalimentación y medio ambiente, nos hizo prever una mayor dificultad para obtener información de este tipo de empresas; de ahí, nuestra decisión de incluir solo aquellas dedicadas a salud y suministros, al ser mucho más favorablemente consideradas.
7. Para el contraste no paramétrico y los análisis descriptivos y exploratorios de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS 13.5

BIBLIOGRAFÍA

AFUAH, A. (2002): "Mapping Technological Capabilities Into Product Markets and Competitive Advantage: The Case of Cholesterol Drugs", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 171-179.

ALBINO, V.; GARAVELLI, A.C.; SCHIUMA, G. (2001): "A Metric for Measuring Knowledge Codification in Organisational Learning", *Technovation*, 21, pp. 413-422.

ALEGRE, J.; CHIVA, R.; LAPIEDRA, R. (2006): "La innovación de productos en el sector cerámico: Un análisis de las empresas más innovadoras y menos innovadoras", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 15 (4), pp. 55-68.

ARORA, A.; FOSFURI, A.; GAMBARDELLA, A. (2001): "Market for Technology and Their Implications for Corporate Strategy", *Industrial and Corporate Change*, 10, pp. 419-451.

BAKER, A. (2003): "Biotechnology's Growth-Innovation Paradox and the New Model for Success", *Journal of Commercial Biotechnology*, 9, pp. 286-288.

BALCONI, M. (2002): "Tacitness, Codification of Technological Knowledge, and the Organisation of Industry", *Research Policy*, 31, pp. 357-379.

BARNEY, J.B. (1991): "Firms Resources and Sustained Competitive Advantage", *Journal of Management*, 17, pp. 99-120.

BEER, J.J. (1959): *The Emergence of the German Dye Industry*. Urbana, IL: University of Illinois Press.

BOWMAN, C.; AMBROSINI, V. (2003): "How the Resource-Based and de Dynamic Capabilities Views of the Firm Inform Corporate-Level Strategy", *British Journal of Management*, 14, pp. 289-303.

CASTANIAS, R.P.; HELFAT, C.E. (1991): "Managerial Resources and Rents", *Journal of Management*, 17, pp. 155-171.

CHANDLER JR., A.D. (1990): *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge: The Belknap Press / Harvard University Press.

CHEN, Z. (2006): "Organizational Innovation and Learning in the Biotechnological Industry", *International Journal of Business and Management*, (December), pp. 29-38.

COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. (1990): "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 128-152.

COHENDET, P.; STEINMUELLER, W.E. (2000): "The Codification of Knowledge: A Conceptual and Empirical Exploration", *Industrial and Corporate Change*, 9, pp. 195-209.

CONNER, K.R.; PRAHALAD, C.K. (1996): "A Resource-Based Theory of the Firm: Knowledge Versus Opportunism", *Organization Science*, 7, pp. 477-501.

COOMBS, R.; HULL, R. (1998): "Knowledge Management Practices and Path-Dependency in Innovation", *Research Policy*, 27, pp. 237-253.

COWAN, R.; FORAY, D. (1997): "The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge",

Industrial and Corporate Change, 6, pp. 595-622.

CHRISTENSEN, J.F. (1996): "Analysing the Technology Base of the Firm: A Multi-Dimensional Resource and Competence Perspective", en N.J. Foss y C. Knudsen [ed.]: *Towards a Competence Theory of the Firm*, pp. 111-132. London: Routledge.

CROSSAN, M.M.; BERDROW, I. (2003): "Organizational Learning and Strategic Renewal", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 1087-1105.

CROSSAN, M.M.; LANE, H.W.; WHITE, R.E. (1999): "An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution", *Academy of Management Journal*, 24, pp. 522-537.

DE CAROLIS, D.M. (2003): "Competences and Imitability in the Pharmaceutical Industry: An Analysis of Their Relationship with Wirm Performance", *Journal of Management*, 29, pp. 27-50.

DE CAROLIS, D.M.; DEEDS, D.L. (1999): "The Impact of Stocks and Flows of Organizational Knowledge on Firm Performance: An Empirical Investigation on Biotechnology Industry", *Strategic Management Journal*, 20, pp. 953-968.

DENRELL, J.; FANG, C.; WINTER, S.G. (2003): "The Economics of Strategic Opportunity", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 977-990.

DOUGLAS, T.J.; RYMAN, J.A. (2003): "Understanding Competitive Advantage in the General Hospital Industry: Evaluating Strategic Competencies", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 333-347.

FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, E. (2005): *Estrategia de innovación*. Madrid: Thomson.

FIGUEIREDO, P.N. (2002): "Does Technological Learning Pay Off? Inter-Firm Differences in Technological Capability-Accumulation Paths and Operational Performance Improvement", *Research Policy*, 31, pp. 73-94.

FOSFURI, A.; ROCA BATLLORI, E. (2002): "Naturaleza y características del conocimiento tecnológico y limitaciones a la transferencia de tecnología", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 11 (3), pp. 139-152.

GARCÍA MUIÑA, F.E.; MARTÍN DE CASTRO, G.; LÓPEZ SÁEZ, P.; NAVAS LÓPEZ, J.E. (2006): "The Complexity in Technological Capabilities: Evidence from Spanish Biotechnological Firms", *International Journal of Technology Management*, 35, pp. 224-240.

GARCÍA MUIÑA, F.E.; NAVAS LÓPEZ, J.E. (2007): "Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales. Un estudio empírico en el sector biotecnológico español", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 32, pp. 169-202.

GARCÍA MUIÑA, F.E.; PELECHANO BARAHONA, E.; NAVAS LÓPEZ, J.E. (2008): "La complejidad del conocimiento y el sostenimiento de las ventajas competitivas", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 37, pp. 7-32.

GARCÍA MUIÑA, F.E.; PELECHANO BARAHONA, E.; NAVAS LÓPEZ, J.E. (2009): "Knowledge Codification and Technological Innovation Success: Empirical Evidence from Spanish Biotech Companies", *Technological Forecasting and Social Change*, 76, pp. 141-153.

GONZÁLEZ ÁLVAREZ, N.; NIETO ANTOLÍN, M. (2005): "Efectos de la ambigüedad causal sobre los resultados empresariales: un análisis en las mayores empresas manufactureras españolas", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 25, pp. 83-102.

GRANT, R.M. (1991): "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation", *California Management Review*, 34 (Spring), pp. 114-135.

GRANT, R.M. (1996): "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17, pp. 109-122.

GRINDLEY, P.C.; TEECE, D.J. (1997): "Licensing and Cross-Licensing in Semiconductors and Electronics", *California Management Review*, 39 (2), pp. 8-41.

GURAU, C.; RANCHHOD, A. (2007): "The Internationalisation of Biotech SMEs: A Comparative Analysis of UK and US Firms", *Advances in International Marketing*, 17, pp. 137-157.

HEDLUND, G. (1994): "A Model of Knowledge Management and the N-Form Corporation", *Strategic Management Journal*, 15, pp. 73-90.

JAFFE, A.B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. (1993): "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citation", *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 577-598.

JIMÉNEZ JIMÉNEZ, D.; SANZ VALLE, R. (2006): "Innovación, aprendizaje organizativo y resultados empresariales. Un estudio empírico", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 29, pp. 31-56.

KLINE, S.J. (1991): "A Numerical Index for the Complexity of Systems: The Concept and Some Implications", *Proceedings de la Conferencia de Dirección de la Complejidad y Modelización de la Realidad*. New York, NY: ACM Press.

KNOTT, A.M. (2003): "The Organizational Routines Factor Market Paradox", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 929-943.

LADO, A.A.; WILSON, M.C. (1994): "Human Resource Systems and Sustained Competitive Advantage: A Competency-Based Perspective", *Academy of Management Review*, 19, pp. 699-727.

LANE, P.J.; LUBATKIN, M. (1998): "Relative Absorptive Capacity and Interorganizational Learning", *Strategic Management Journal*, 19, pp. 461-477.

LAZARIC, N.; MANGOLTE, P.A.; MASSUÉ, M.L. (2003): "Articulation and Codification of Collective Know-How in the Steel Industry: Evidence from blast Furnace Control in France", *Research Policy*, 32, pp. 1829-1847.

LEI, D.; HITT, M.A.; BETTIS, R. (1996): "Dynamic Core Competences Through Meta-Learning and Strategic context", *Journal of Management*, 22, pp. 549-569.

LEONARD-BARTON, D. (1992): "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development", *Strategic Management Journal*, 13, pp. 111-125.

LIPPMAN, S.A.; RUMELT, R.P. (1982): "Uncertain Imitability: An Analysis of Interfirm Differences in Efficiency Under Competition", *Bell Journal of Economics*, 13, pp. 418-438.

MAKADOK, R. (2003): "Doing the Right Thing and Knowing the Right Thing to do: Why the Whole is Greater than the Sum of Parts", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 1043-1055.

MACMILLAN, I.; MCCAFFERY, M.; VAN WIJK, G. (1985): "Competitors' Responses to Easily Imitated New Products: Exploring Commercial Banking Product Introductions", *Strategic Management Journal*, 6, pp. 75-86.

MANGEMATIN, V.; LEMARIÉ, S.; BOISSIN, J.P.; CATHERINE, D.; CORROLLEUR, F.; CORONINI, R.; TROMMETTER, M. (2003): "Development of SMEs and Heterogeneity of Trajectories: The Case of Biotechnology Firms in France", *Research Policy*, 32, pp. 621-638.

MARCH, J.G. (1991): "Exploration and Exploitation in Organizational Learning", *Organization Science*, 2, pp. 95-112.

MARITAN, C.A.; BRUSH, T.H. (2003) "Heterogeneity and Transferring Practices: Implementing Flow Manufacturing in Multiple Plants", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 945-959.

MARKMAN, G.D.; ESPINA, M.I.; PHAN, P.H. (2004): "Patents as Surrogates for Inimitable and Non-Substitutable Resources", *Journal of Management*, 30, pp. 529-544.

MATUSIK, S.F. (2002): "An Empirical Investigation of Firm Public and Private Knowledge", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 457-467.

MCEVILY, S.K.; CHAKRAVARTHY, B. (2002): "The Persistence of Knowledge-Based Advantage: An Empirical Test for Product Performance and Technological Knowledge", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 285-305.

MCEVILY, S.K.; DAS, S.; MCABE, K. (2000): "Avoiding Competence Substitution Through Knowledge Sharing", *Academy of Management Review*, 25, pp. 294-311.

MILLER, D.; EISENSTAT, R.; FOOTE, N. (2002): "Strategy from the Inside Out: Building Capabilities-Creating Organizations", *California Management Review*, 44, pp. 37-54.

MOWERY, D.C.; OXLEY, J.E.; SILVERMAN, B.S. (1996): "Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer", *Strategic Management Journal*, 17 (Winter Special Issue), pp. 77-92.

NELSON, R.R.; WINTER, S.G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press.

NICHOLLS-NIXON, C.L.; WOO, C.Y. (2003): "Technology Sourcing and Output of Established Firms in a Regime of Encompassing Technological Change", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 651-666.

NIETO ANTOLÍN, M. (2001): "Proposiciones básicas para el estudio de la innovación tecnológica en la empresa", *II Jornada sobre Gestión de la Innovación Tecnológica en la Empresa*. Universidad Complutense de Madrid.

NIETO ANTOLÍN, M.; QUEVEDO CANO, P. (2005): "Variables estructurales, capacidad de absorción y esfuerzo innovador en las empresas manufactureras españolas", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 14 (1), pp. 25-44.

NIGHTINGALE, P. (2003): "If Nelson and Winter are Only Half Right About Tacit Knowledge, Which Half? A Searlean Critique of 'Codification", *Industrial and Corporate Change*, 12, pp. 149-183.

NONAKA, I. (1991): "The Knowledge Creating Company", *Harvard Business Review*, 69 (November-December), pp. 96-104.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1995): *The Knowledge-Creating Company*. Oxford: Oxford University Press.

PÉREZ LÓPEZ, S.; MONTES PEÓN, J.M.; VÁZQUEZ ORDÁS, C.J. (2005): "Medición del aprendizaje organizativo: Propuesta de una escala multidimensional", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 14 (2), pp. 159-176.

PETERAF, M.A. (1993): "The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View", *Strategic Management Journal*, 14, pp. 179-191.

PLA BARBER, J.; ALEGRE, J. (2007): "Analysing the Link between Export, Innovation and Size in a Science Based Industry", *International Business Review*, 16, pp. 275-293.

POLANYI, M. (1966): *The Tacit Dimension*. London: Routledge/Kegan.

POWELL, W.W.; KOPUT, K.W.; SMITH-DOERR, L (1996): "Interorganizational Collaboration and the

Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, 41, pp. 116-146.

REED, R.; DEFILLIPI, R. (1990): "Causal Ambiguity, Barriers to Imitation, and Sustainable Competitive Advantage", *Academy of Management Review*, 15, pp. 88-102.

ROGERS, E. (1995): *Diffusions of Innovation*. New York, NY: Free Press.

ROTHAERMEL, F.T.; DEEDS, D.L. (2004): "Exploration and Exploitation Alliances in Biotechnology: A System of New Product Development", *Strategic Management Journal*, 25, pp. 201-221.

RUIZ-MAYA PÉREZ L.; MARTÍN PLIEGO, F.J. (1995): *Estadística II: Inferencia*. Madrid: AC.

SCHROEDER, R.G.; BATES, K.A.; JUNTTILA, M.A. (2002): "A Resource-Based View of Manufacturing Strategy and the Relationship to Manufacturing Performance", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 105-117.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. (1988): *Non Parametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York, NT: McGraw-Hill.

SINGH, K. (1997): "The Impact of Technological Complexity and Interfirm Cooperation on Business Survival", *Academy of Management Journal*, 40, pp. 339-367.

SPENCER, J.W. (2003): "Firms' Knowledge Sharing Strategies in the Global Innovation System: Empirical Evidence from the Flat Panel Display", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 217-233.

SOO, C.; DEVINNEY, T.; MIDGLEY, D.; DEERING, A. (2002): "Knowledge Management: Philosophy, Processes, and Pitfalls", *California Management Review*, 44 (4), pp. 129-150.

SPENDER, J.C. (1996): "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17, pp. 45-62.

STOCK, G.N.; GREIS, N.P.; FISCHER, W.A (2001): "Absorptive Capacity and New Product Development", *Journal of High Technology Management Research*, 12, pp. 77-91.

STYHRE, A. (2004): "Rethinking Knowledge: A Bergsonian Critique of the Notion of Tacit Knowledge", *British Journal of Management*, 14, pp. 177-188.

SUBRAMANIAN, M.; YOUNDT, M.A. (2005): "The Influence of Intellectual Capital on the Types of Innovative Capabilities", *Academy of Management Journal*, 48, pp. 450-463.

SZULANSKI, G. (1996): "Exploring Internal Stickiness: Impediments to the Transfer of Best Practice within the Firm", *Strategic Management Journal*, 17 (Winter Special Issue), pp. 27-43.

TEECE, D.J., PISANO, G.; SHUEN, A. (1997): "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, 18, pp. 509-533.

TENG, B.; CUMMINGS, J.L. (2002): "Trade-Offs in Managing Resources and Capabilities", *Academy of Management Executive*, 16, pp. 81-91.

THOMKE, S.; KUEMMERLE, W. (2002): "Asset Accumulation, Interdependence and Technological Change: Evidence from Pharmaceutical Drug Discovery", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 619-635.

TRIPSAS, M. (1997): "Unraveling the Process of Creative Destruction: Complementary Assets and Incumbent Survival in the Typesetter Industry", *Strategic Management Journal*, 18 (Summer Special Issue), pp. 119-142.

UN, C.A.; CUERVO CAZURRA, A. (2004): "Strategies for Knowledge Creation in Firms", *British Journal of Management*, 15, pp. S27-S41.

VICENTE LORENTE, J.D. (2001): "Specificity and Opacity as Resource-Based Determinants of Capital Structure: Evidence for Spanish Manufacturing Firms", *Strategic Management Journal*, 22, pp. 157-177.

VON HIPPEL, E. (1988): *The Sources of Innovation*. New York, NY: Oxford University Press.

WERNERFELT, B. (1984): "A Resource-Based View of the Firm", *Strategic Management Journal*, 5, pp. 171-180.

WILCOX-KING, A.; ZEITHAML, C.P. (2001): "Competences and Firm Performance: Examining the Causal Ambiguity Paradox", *Strategic Management Journal*, 22, pp. 75-99.

WINTER, S.G. (1987): "Knowledge and Competence as Strategic Assets", en D. Teece [ed.]: *The Competitive Challenge – Strategies for Industrial Innovation and Renewall*, pp. 159-183. Cambridge: Ballinger.

WONGLIMPIYARAT, J. (2005): "Does Complexity Affect Speed of Innovation?", *Technovation*, 25, pp. 865-882.

YEOH, P.; ROTH, K. (1999): "An Empirical Analysis of Sustained Advantage in the U.S. Pharmaceutical Industry: Impact of Firms Resources and Capabilities", *Strategic Management Journal*, 20, pp. 637-653.

YLI-RENKO, H.; AUTIO, E.; SAPIENZA, H.J. (2001): "Social Capital, Knowledge Acquisition, and Knowledge Exploitation in Young Technology-Based Firms", *Strategic Management Journal*, 22, pp. 587-613.

ZACK, M.H. (1999): "Managing Codified Knowledge", *Sloan Management Review*, (Summer), pp. 45-58.

ZAHRA, S.A.; GEORGE, G. (2002): "Absorptive Capacity: A Review Reconceptualization, and Extension", *Academy of Management Review*, 27, pp. 185-203.

ZAHRA; S.A.; NIELSEN, A.P. (2002): "Sources of Capabilities, Integration and Technology Commercialization", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 377-398.

ZANDER, U.; KOGUT, B. (1995): "Knowledge and the Speed of Transfer and Imitation of Organizacional Capabilities: An Empirical Test", *Organization Science*, 6 (1), pp. 76-92.

ZOLLO, M.; WINTER, S. (2002): "Deliberate Learning and Evolution of Dynamic Capabilities", *Organization Science*, 13, pp. 339-351.

ZOTT, C. (2003): "Dynamic Capabilities and the Emergence of Intra-Industry Differential Firm Performance: Insights from a Simulation Study", *Strategic Management Journal*. 24, pp. 97-125.