
DECISIONES DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA CAPACIDAD INNOVADORA DE LAS EMPRESAS: EL PAPEL DE LA COMPLEJIDAD

FERNANDO E. GARCÍA-MUIÑA, EVA PELECHANO-BARAHONA
y JOSÉ E. NAVAS-LÓPEZ

RESUMEN

En la literatura no existen resultados concluyentes acerca de las relaciones entre las decisiones de gestión del conocimiento que se toman en la empresa y su capacidad innovadora. Para avanzar en esta cuestión, el presente trabajo incorpora la complejidad de las capacidades tecnológicas como una variable mediadora y explicativa de tales relaciones, y plantea una definición del término en torno a dos dimensiones básicas, complejidad endógena y complejidad exógena. Esta definición permite mejorar la comprensión del papel de las fuentes de conocimiento y su posterior codificación a la hora de desarrollar innovaciones tecnológicas, tanto de carácter incremental como radical.

Según los resultados obtenidos en una muestra de empresas de biotecnología españolas, es posible concluir que para potenciar la actividad innovadora de la empresa, se deberá promover la construcción y explotación económica de capacidades tecnológicas complejas en sus dos dimensiones, como consecuencia de los efectos positivos derivados de la presencia conjunta de conocimientos tácitos y explícitos. De esta forma, es posible argumentar la necesidad de acudir a fuentes internas y codificar el conocimiento acumulado para mejorar la actividad innovadora de las empresas.

En un contexto competitivo dinámico, el desarrollo de innovaciones tecnológicas se plantea como uno de los pilares básicos de la competitividad empresarial (Afuah, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; García Muiña, 2004).

Aunque la literatura considera múltiples variables como factores determinantes de la capacidad innovadora de la empresa, no existen resultados empíricos concluyentes acerca de su efecto real. El presente estudio se centra en el análisis de las fuentes de acceso al conocimiento y los procesos de codificación posterior, y su relación con la creación de innovaciones tecnológicas, distinguiendo explícitamente si son de carácter radical e incremental, puesto que apenas hay estu-

dios que hayan tenido en cuenta tal aspecto.

Si bien en investigaciones anteriores ambas decisiones de gestión de conocimiento se han relacionado con los resultados innovadores, no se ha considerado que tales relaciones se puedan explicar a partir de su influencia en ciertas características de las capacidades empresariales necesarias para desarrollar innovaciones como, por ejemplo, su nivel de complejidad.

A pesar de la existencia de múltiples criterios para valorar estratégicamente los recursos y capacidades empresariales, 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 a través del

desarrollo de innovaciones (García Muiña *et al.*, 2008). De esta forma, la incorporación de la variable complejidad va a permitir disponer de algún elemento de juicio adicional que haga posible mejorar la comprensión sobre el papel de las fuentes y la codificación de conocimiento en el potencial innovador de la empresa.

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).

A continuación se describen los fundamentos teóricos necesarios para abordar la definición del mo-

PALABRAS CLAVE / Codificación / Complejidad / Fuentes de Conocimiento / Gestión del Conocimiento / Innovación Tecnológica /

Recibido: 16/03/2009. Aceptado: 17/03/2010.

Fernando E. García-Muiña. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid (UCM), España. Profesor, Universidad Rey Juan Carlos (URJC), España. Dirección: Pº Artilleros s/n, 28032, Madrid, España. e-mail: fernando.muina@urjc.es

Eva Pelechano-Barahona. Licenciada en Administración y Dirección de Empresas, URJC, España. Profesora Colaboradora, URJC, España. e-mail: eva.pelechano@urjc.es

José E. Navas-López. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, UCM, España. e-mail: jenavas@ccee.ucm.es

delo y las hipótesis objeto de contraste. Luego 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.

La Complejidad de las Capacidades Tecnológicas

Aproximación conceptual

El término de complejidad gira en torno a la definición (Zander y Kogut, 1995; Wonglimpiyarat, 2005) arriba expresada, referida a la integración del conocimiento y su transformación en innovaciones. Por tanto, se puede considerar que la complejidad de las capacidades tecnológicas es un rasgo esencial a la hora de evaluar su potencial estratégico, ya que afecta a los procesos de desarrollo de innovaciones radicales e incrementales (Reed y DeFillipi, 1990; Wilcox-King y Zeithaml, 2001), y que depende de distintas decisiones de gestión de conocimiento.

A pesar de que se ha argumentado teóricamente que los conocimientos son más estratégicos a medida que aumenta su complejidad, los resultados empíricos no confirman esta relación (García Muiña, 2004). Este hecho puede deberse al insuficiente tratamiento teórico del concepto complejidad, al no distinguirse diferentes dimensiones, ni el efecto particular de cada una de ellas en el sostenimiento de las ventajas competitivas.

La dimensión epistemológica del modelo de la espiral de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995), permite identificar dos componentes de la complejidad, la endógena y la exógena según la proporción de conocimientos tácitos y explícitos que se incorporan en las capacidades tecnológicas (García Muiña *et al.*, 2006).

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.

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 tá-

dades dinámicas (Teece, Pisano y Shuen, 1997) y el conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant, 1996; Spender, 1996), orientados principalmente hacia el proceso de construcción de los activos empresariales, resultan ser un marco adecuado para el análisis del desarrollo de innovaciones.

La actividad innovadora exige el dominio de ciertos conocimientos tácitos que permitan construir capacidades tecnológicas específicas y distintivas, responsables del desarrollo de innovaciones radicales e incrementales que distancien la empresa de sus competidores. De hecho, la completa ausencia de este tipo de conocimiento tácito desafiaría la existencia de auténticas capacidades organizativas, ya que su definición implica la ausencia de mercados para su negociación (Grant, 1991).

Sin embargo, una excesiva proporción de conocimiento tácito puede desafiar el desarrollo de innovaciones incrementales (Figura 1), al estar basadas en la mejora continua, la reutilización de los conocimientos previos almacenados y la necesidad de contener los niveles de costos y riesgos asumidos en las operaciones (Dierickx y Cool, 1989; Levinthal, 1997). Por tanto, los efectos de una difícil transferencia y explotación conjunta de los conocimientos tecnológicos tácitos entre diferentes áreas de la organización, serán especialmente perjudiciales para un proceso innovador de carácter incremental (Leonard-Barton, 1992; Szulanski, 1996; García Muiña, 2004).

Así, en un contexto de capacidades complejas, y por tanto fuente de innovaciones distintivas, el equilibrio entre conocimientos tácitos y explícitos, reduce los problemas de identificación de la aportación de cada componente del sistema a los resultados. De esta forma se limita una de las principales fuentes de desmotivación hacia los procesos de cambio tecnológico incremental, con clara orientación al mercado y a corto plazo.

Al igual que en el caso de las innovaciones incrementales, para las innovaciones radicales no existen resultados concluyentes acerca de la relación entre la complejidad de las capacidades y la tasa de innovaciones, al no analizar el efecto particular de cada una de sus dimensiones, endógena y exógena.

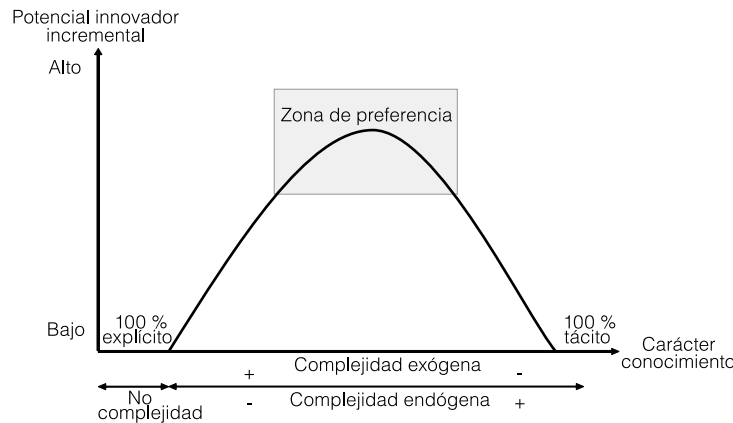


Figura 1. La complejidad de las capacidades y las innovaciones incrementales.

cita. Esta complejidad exógena reflejaría la posible existencia de un efecto multiplicador del conocimiento tácito, en presencia de una gran proporción 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 entre conocimiento tácito y explícito determina el peso relativo que ambas dimensiones tienen en la complejidad total de las capacidades. La complejidad puede ser expresada como

$$C_T = C_{ENDO} + C_{EXO}$$

donde C_T : complejidad total; C_{ENDO} : complejidad endógena = $f(\text{conocimiento tácito})$; y C_{EXO} : complejidad exógena = $f(\text{conocimiento tácito} \cap \text{conocimiento explícito})$

La complejidad y el desarrollo de innovaciones tecnológicas

A través de la desagregación de la complejidad en estas dos dimensiones, es posible establecer más claramente los posibles efectos de la complejidad en el potencial innovador de las empresas. Las aportaciones realizadas desde los enfoques de las capaci-

La actividad innovadora de carácter radical (Figura 2) también requiere el dominio de conocimientos tácitos y específicos, que permitan la creación de nuevos desarrollos frente a la oferta de la competencia. A diferencia de las innovaciones incrementales, la elevada obsolescencia a la que se ven sometidos los conocimientos en este caso, limita casi toda posibilidad de reutilización de los conocimientos almacenados en distintas áreas de la organización; por ello, los procesos de adaptación al nuevo entorno competitivo requieren el diseño de nuevas capacidades tecnológicas basadas en conocimientos cualitativamente distantes a los anteriores (Collis, 1994). En este contexto, la presencia de conocimientos explicitados podría limitar la creatividad e intuición necesarias para llevar a cabo una actividad innovadora que, por otra parte, tampoco sitúa entre sus máximas prioridades los niveles de eficiencia productiva y la contención de los riesgos asumidos (Crossan y Berdrow, 2003).

Este planteamiento, por un lado, justificaría el sentido positivo de la relación entre la complejidad endógena de las capacidades y el potencial innovador de la empresa de carácter radical, y, por otro lado, otorgaría un mayor valor estratégico al conocimiento tácito frente al explícito. Sin embargo, no avanzar más en el análisis podría llevar a conclusiones erróneas respecto a cómo mejorar la capacidad innovadora de la empresa. Especialmente cuando el sector es muy dinámico, las organizaciones deben valorar la incorporación complementaria e inmediata de conocimiento explícito (Arora, Fosfuri y Gambardella, 2001; DeCarolis, 2003), que permita explotar de forma más eficiente aquel específico que les otorga distinción frente a la competencia, ante un contexto caracterizado por la urgencia del tiempo (Tripsas, 1997; Yeoh y Roth, 1999; Schroeder, Bates y Junttila, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002).

Por tanto, nuevamente se justifican los beneficios que supone la construcción de capacidades tecnológicas com-

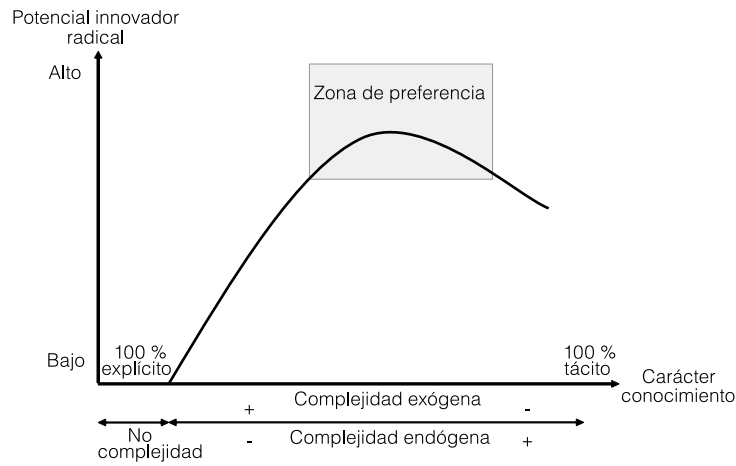


Figura 2. La complejidad de las capacidades y las innovaciones radicales.

plejas, pero en las que sus dos dimensiones adquieren un notable peso específico, como consecuencia de la coexistencia de conocimientos tácitos y explícitos.

Decisiones de Gestión de Conocimiento y Complejidad de las Capacidades: Modelo de Análisis

Una vez identificado el potencial estratégico de la complejidad sobre el desarrollo de innovaciones, resulta fundamental analizar las decisiones de gestión de conocimiento que afectan a la naturaleza de las capacidades 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 del conocimiento tecnológico. Su revisión permite reconocer la relevancia de dos procesos que, si bien se han relacionado directamente con los resultados innovadores, no se ha estudiado que su influencia se pue-

da explicar a través de su efecto en la complejidad: 1) las fuentes de conocimiento empleadas en su acumulación y 2) la codificación del conocimiento acumulado (Figura 3).

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 (DeCarolis y Deeds, 1999; Afuah, 2002; Matusik, 2002; Zahra y Nielsen, 2002).

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, 2005).

Diversos estudios han otorgado mayor valor estratégico a las fuentes internas (March, 1991; Conner y Prahalad, 1996). Este hecho quizá podría explicarse por las posibilidades de generar innovaciones distintivas frente a los competidores (Afuah, 2002; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; Douglas y Ryman, 2003). A pesar de los beneficios, las fuentes internas de conocimiento también presentan algunos inconvenientes tales como, la mayor irreversibilidad de las decisiones, los mayores niveles de riesgo y costos asumidos así como la resistencia al cambio en la empresa (Leonard-Barton, 1992). Además, la tradición investigadora relativa al estudio de las externalidades (Powell, Koput y Smith-Doerr, 1996), la existencia de mercados para ciertas tecnologías (Arora et al., 2001) y el papel que juega la capacidad de absorción en la eficiencia de los procesos (Cohen y Levinthal, 1990), 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 co-

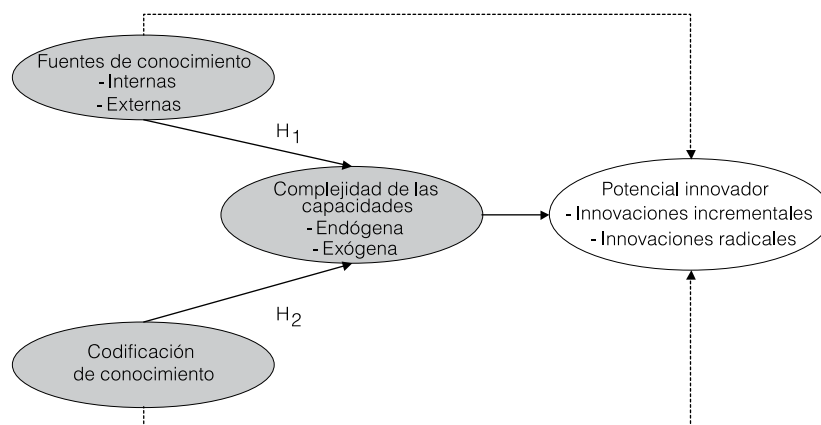


Figura 3.- Modelo específico de análisis.

nocimiento 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, acuerdos de cooperación, etc. 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, Montes y Vázquez, 2005). Además, la dotación complementaria de conocimientos propios posibilita hacer un uso más eficiente del conocimiento externo y crear más valor que el mercado mediante su explotación e incorporación en innovaciones.

En este sentido, la mayoría de trabajos que analizan empíricamente el valor de las distintas fuentes de conocimiento tecnológico lo hacen a través del efecto individual de cada una de ellas en los resultados innovadores, apostando por el mayor valor absoluto de un tipo concreto de fuente (Yeoh y Roth, 1999; Afuah, 2002; Balconi, 2002; Matusik, 2002; Douglas y Ryman, 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 (Thomke y Kuemmerle, 2002; Knott, 2003).

El carácter controvertido de los resultados empíricos encontrados puede deberse a que los trabajos no han contemplado el papel que ocupa 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 estratégicas, implícitamente están otorgando mayor valor a la dimensión endógena de la complejidad al tratarse de un factor determinante de la creatividad necesaria para desarrollar innovaciones radicales. 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 y los beneficios derivados de los menores riesgos y costos asumidos.

En cualquier caso, concentrar los esfuerzos en un único tipo de fuente podría ser excesivamente arriesgado, costoso y lento para el caso del empleo exclusivo de fuentes inter-

nas, o bien insuficiente para acometer una actividad tecnológica que otorgue a la empresa el potencial necesario para diferenciarse de la competencia y liderar el proceso innovador, para el caso del empleo exclusivo de fuentes externas. En ambas situaciones se pierde, por tanto, toda posibilidad de generar ventajas competitivas sostenibles de base tecnológica.

Únicamente aquellos trabajos que analizan tanto el efecto individual como 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 (Zahra y George, 2002; De Carolis, 2003; Knott, 2003).

En este caso, la complementariedad entre las distintas fuentes de conocimiento permitirá, por un lado, especializarse en un área de conocimiento y aprovechar la capacidad de generar innovaciones distintivas, gracias a la creatividad que proporcionan las fuentes internas y a la mejor asimilación del conocimiento externo, y, por otro lado, beneficiarse de la mayor eficiencia y menor riesgo que proporcionan las fuentes externas.

A partir de estas consideraciones es definida la primera hipótesis general (H_1), que se desagrega en otras (H_{11} , H_{12} y H_{13}) más específicas y así se tiene:

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.

El no rechazo de estas hipótesis permite 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 donde el componente exógeno de la complejidad adquiere un peso significativo, que permite mejorar el potencial innovador de la empresa.

Una vez acumulado el conocimiento a través de distintas fuentes, 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) como en los resultados económicos (Fosfuri y Roca, 2002).

La codificación se define como el proceso de conversión del conocimiento tácito codificable en mensajes (patentes, bases de datos, manuales de procedimiento, etc.) que pueden ser procesados como información (Cowan y Foray, 1997; Albino, Garavelli y Schiuma, 2001; Balconi, 2002). Así, el proceso de codificación altera tanto la proporción de conocimiento tácito y explícito presente en la empresa como su ubicación, 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 que influye en la creación de innovaciones.

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 ocupa la complejidad del conocimiento a la hora de explicar la relación entre la codificación y el resultado innovador. 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 un contexto organizativo más favorable a la difusión del conocimiento dentro de la empresa. Por el contrario, aquellos autores que identifican el valor estratégico de las capacidades tecnoló-

gicas 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.

Por todo ello, con el no rechazo de la siguiente hipótesis se podrá justificar que, hasta un cierto nivel, la codificación tiene un efecto positivo en la capacidad innovadora y, por tanto, en el sostenimiento de ventajas competitivas, por su influencia en el componente exógeno de la complejidad. Así, en un contexto de capacidades complejas,

H2: Cuanto mayor sea la implantación de prácticas de codificación, mayor será el nivel de complejidad exógena de las capacidades tecnológicas.

Metodología

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. Las empresas incluidas en el estudio se especializan en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas en el campo de la salud (humana y animal). Sus actividades 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, farmacogenómica o ingeniería celular y de tejidos).

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 (U de Mann-Whitney y W de Wilcoxon), ya que no se puede asegurar que tanto las variables como el modelo completo se compor-

TABLA I
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	Cuestionario enviado a todas las empresas que constituirían la población
Ámbito geográfico	Territorio nacional
Periodo de análisis	2001-2003
Unidad muestral	Empresa
Fecha realización	Feb-set 2004
Fuentes de información	Primarias: cuestionario enviado por correo postal o electrónico al máximo responsable de I+D o, en su defecto, al director general

ten de acuerdo a una función normal. Los principales aspectos metodológicos aparecen resumidos en la Tabla I.

Medición de las variables

El proceso de diseño de las medidas empleadas está orientado hacia la consecución de 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 II. Cada unidad muestral aportó información de las variables para los tres ejercicios del periodo 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 (Wilcox-King y Zeithaml, 2001) y, por otro lado, múltiples estudios (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 algunas de estas limitaciones, la medición de la complejidad quedó definida mediante la escala multitem propuesta por García Muña *et al.* (2006), donde se contrastó empíricamente la efectiva existencia de una estructura compuesta por las dimensiones endógena y exógena. En dicho trabajo, los autores plantearon los resultados del análisis factorial exploratorio de la complejidad, que 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 importan-

TABLA II
VARIABLES Y MEDIDAS: ANÁLISIS PSICOMÉTRICO

Variables	Dimensiones	Indicadores	Carácter	Análisis psicométrico
Complejidad	Endógena	Visibilidad conocimiento Dificultad articulación Experiencia acumulada	Cualitativo	Fiabilidad (Alpha de Cronbach)
	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)

cia de conocer las distintas formas de acumular el conocimiento (De-Carolis y Deeds, 1999; Yeoh y Roth; 1999; Schroeder *et al.*, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Douglas y Ryman, 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, bien al desarrollo de proyectos de investigación propios, bien a fuentes externas.

Al igual que en el caso de la complejidad, la medición de la codificación de conocimiento se ha planteado a través de escalas multitem de siete puntos. El proceso de construcción de la escala toma en consideración las principales propuestas de diversos trabajos que abordan su tratamiento (Zack, 1999; Balconi, 2002).

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

En cuanto al contraste de las hipótesis planteadas en este estudio respecto a la relación entre las fuentes de conocimiento individualmente consideradas y la complejidad de las capacidades tecnológicas, es posible concluir que los resultados son coherentes con lo esperado. Los datos mostrados en la Tabla III permiten no rechazar la subhipótesis H_{11} . El carácter significativo de Z_{FI} (2,345; con significación del 5%) indica que las empresas que se sitúan en el grupo 1, con una elevada complejidad endógena, difieren de las ubicadas 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.

En cuanto al efecto individual de las fuentes externas de conocimiento, éstas se relacionan negativamente con el nivel de complejidad tanto endógena (Z_{FE} = 2,345; a un nivel de significación del 5%; 9,13 <15,88) como exógena (Z_{FE} = -1,633; a un nivel de significación

TABLA III
FUENTES, CODIFICACIÓN Y COMPLEJIDAD: RESULTADOS DEL ANÁLISIS

	Nivel de complejidad	Intervalos			
		Complejidad exógena		Complejidad endógena	
		Intervalo p romedio	Suma de intervalos	Intervalo promedio	Suma de intervalos
FI	(2) Reducido	8,35	141,95	9,13	155,21
	(1) Elevado	12,65	215,05	15,88	269,96
FE	(2) Reducido	12,65	215,05	15,88	269,96
	(1) Elevado	8,35	141,95	9,13	155,21
FI×FE	(2) Reducido	11,20	190,40	13,21	224,57
	(1) Elevado	9,80	166,60	11,79	200,43
COD	(2) Reducido	7,05	119,85	15,08	256,36
	(1) Elevado	13,95	237,15	10,75	182,75

Estadísticos	Estadísticos de contraste							
	Complejidad exógena				Complejidad endógena			
	FI	FE	FI×FE	COD	FI	FE	FI×FE	COD
U de Mann-Whitney	28,500	28,500	43,000	15,500	31,500	31,500	63,500	51,000
W de Wilcoxon	141,950	141,950	166,600	119,850	155,210	155,210	200,430	182,750
Z_{ij}	1,633+	-1,633+	-0,532	2,614+++	2,345++	-2,345++	-0,493	-1,470
Signif. asintót. (bilateral)	0,100	0,100	0,594	0,009	0,019	0,019	0,622	0,141

+ p<0,10; ++ p<0,05; +++ p<0,01

del 10%; 8,35 <12,65). Estos datos permiten soportar la hipótesis H_{13} , donde se argumenta que la mayor proporción de fuentes externas reducía el nivel de la complejidad total de las capacidades tecnológicas, puesto que las fuentes externas dan lugar a capacidades poco o nada complejas en ambas dimensiones.

Para el caso del efecto conjunto de ambos tipos de fuentes (subhipótesis H_{12}) y, en contra de lo esperado, los resultados del análisis no muestran que el equilibrio entre fuentes internas y externas 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). 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 cual 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 incapaces de generar innovaciones.

Con estos resultados, y a pesar del carácter restringido de la muestra analizada, existe la suficiente evidencia empírica como para contrastar de forma favorable la hipótesis genérica (H_1). Para que exista complejidad, y por tanto,

potencial innovador, siempre es necesario disponer 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 planteó 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 (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.

En cuanto a la segunda de las hipótesis (H_2), los resultados mostrados en la Tabla III permiten afirmar que no se debe rechazar esta hipótesis, con 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.

En definitiva, el empleo de fuentes internas de conocimiento y su posterior codificación es el proceso determinante para crear sólidas ventajas competitivas de base tecnológica, al ser res-

ponsable de la construcción de capacidades cuya estructura de complejidad (proporción entre complejidad endógena y exógena) permite agilizar los procesos de innovación incremental y radical.

Conclusiones, Limitaciones y Líneas Futuras

En la literatura se han encontrado trabajos que muestran resultados contradictorios en cuanto a las decisiones de gestión de conocimiento y su relación con el sostenimiento de las ventajas competitivas. Para intentar arrojar luz a esta cuestión, 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 del desarrollo de innovaciones incrementales y radicales.

La descripción propuesta de la complejidad, distinguiendo entre las dimensiones endógena (conocimiento tácito) y exógena (proporción de conocimiento tácito y explícito), ha permitido avanzar en el estudio de esta controvertida relación.

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 capacidad innovadora de la empresa. 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. El conocimiento tácito permite crear innovaciones distintivas (efecto positivo del componente endógeno), y al mismo tiempo mejorar la asimilación de los conocimientos externos en el caso de las innovaciones radicales, y facilitar la transferencia y reutilización del conocimiento almacenado en el caso de las innovaciones incrementales (efecto positivo del componente exógeno).

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 cual numerosos estudios no reconocen potencial alguno a las fuentes externas en la obtención de competencias tecnológicas distintivas.

Con respecto al efecto positivo del empleo equilibrado de fuentes internas y externas sobre la capacidad innovadora de la empresa, este trabajo no permite explicar que tal 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, mediante otras técnicas estadísticas sensibles a estas relaciones no lineales.

En cuanto a la decisión de codificar el conocimiento, los resultados apuntan que, en el contexto de capacidades complejas, esta práctica resulta adecuada para agilizar los procesos de creación de innovaciones incrementales, como consecuencia de la transformación de parte de la complejidad endógena en exógena.

A la vista de los resultados obtenidos, se concluye que los directivos que quieran potenciar la actividad innovadora de la empresa deberán centrar los esfuerzos en la construcción y explotación económica de capacidades tecnológicas complejas, pero aparentemente más simples ante la mayor presencia de conocimientos explícitos, a partir de desarrollos internos y la posterior codificación 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 intensidad tecnológica. De ahí que una futura línea de investigación se sitúe en la ampliación de la población a otros segmentos de la biotecnología, e incluso a otros sectores, con la intención de comprobar si los resultados son generalizables a otras tecnologías y realidades económicas.

REFERENCIAS

Afuah A (2002) Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: The case of cholesterol drugs. *Strat. Manag. J.* 23: 171-179.

Albino V, Garavelli AC, Schiuma G (2001) A metric for measuring knowledge codification in organisational learning. *Technovation* 21: 413-422.

Arora A, Fosfuri A, Gambardella A (2001) Market for technology and their implications for corporate strategy. *Indust. Corp. Change* 10: 419-451.

Balconi M (2002) Tacitness, codification of technological knowledge, and the organisation of industry. *Res. Policy* 31: 357-379.

Cohen WM, Levinthal DA (1990) Absorptive Capacity: A new perspective on learning and innovation. *Admin. Sci. Quart.* 35: 128-152.

Collis DJ (1994) How valuable are organizational capabilities? *Strat. Manag. J.* 15: 143-152.

Conner KR, Prahalad CK (1996) Resource-Based Theory of the firm: Knowledge versus opportunism. *Organiz. Sci.* 7: 477-501.

Cowan RY, Foray D (1997) The economics of codification and the diffusion of knowledge. *Indust. Corp. Change* 6: 595-622.

Crossan MM, Berdrow I (2003) Organizational learning and strategic renewal. *Strat. Manag. J.* 24: 1087-1105.

De Carolis DM (2003) Competences and imitability in the pharmaceutical industry: An analysis of their relationship with firm performance. *J. Manag.* 29: 27-50.

De Carolis DM, Deeds DL (1999) The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation on biotechnology industry. *Strat. Manag. J.* 20: 953-968.

Dierickx I, Cool K (1989) Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Manag. Sci.* 35: 1504-1511.

Douglas TJ, Ryman JA (2003) Understanding competitive advantage in the general hospital industry: Evaluating strategic competencies. *Strat. Manag. J.* 34: 333-347.

Figueiredo PN (2002) Does technological learning pay off? inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. *Res. Policy* 31: 73-94.

Fosfuri A, Roca Batllori E (2002) Naturaleza y características del conocimiento tecnológico y limitaciones a la transferencia de tecnología. *Rev. Eur. Direc. Econ. Empr.* 11: 139-152.

García Muiña FE (2004) *Las Fuentes y Prácticas de Gestión de Conocimiento y la Complejidad de las Capacidades Tecnológicas: Análisis de la Creación de Valor en el Sector Biotecnológico Español*. Tesis. Universidad Complutense de Madrid. España.

García Muiña FE, Martín De Castro G, López Sáez P, Navas López JE (2006) The complexity in technological capabilities: evidence from spanish biotechnological firms. *Int. J. Technol. Manag.* 35: 224-240.

García Muiña FE, Pelechano Barahona E, Navas López JE (2008) La complejidad del conocimiento y el sostenimiento de las ventajas competitivas. *Cuad. Econ. Direc. Empr.* 37: 7-32.

Grant RM (1991) The Resource-Based Theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. *Calif. Manag. Rev.* 34 (Spring): 114-135.

Grant RM (1996) Toward a Knowledge-Based Theory of the firm. *Strat. Manag. J.* 17: 109-122.

Knott AM (2003) The organizational routines factor market paradox. *Strat. Manag. J.* 24: 929-943.

Lazaric N, Mangolte PA, Massué ML (2003) Articulation and codification of collective know-how in the steel industry: Evidence from blast furnace control in France. *Res. Policy* 32: 1829-1847.

Leonard-Barton D (1992) Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strat. Manag. J.* 13:111-125.

Levinthal DA (1997) Adaptation on rugged landscapes. *Manag. Sci.* 43: 934-950.

March JG (1991) Exploration and exploitation in organizational learning. *Organiz. Sci.* 2: 95-112.

Matusik SF (2002) An empirical investigation of firm public and private knowledge. *Strat. Manag. J.* 23: 457-467.

- Nicholls-Nixon CL, Woo CY (2003) Technology sourcing and output of established firms in a regime of encompassing technological change. *Strat. Manag. J.* 24: 651-666.
- Nieto Antolín M (2005) Decisiones relevantes en la formulación de estrategias tecnológicas. En *Dirección de Empresas de los Noventa. Homenaje al Profesor Marcial-Jesús López Moreno*. Civitas. Madrid, España. pp. 351-367.
- Nonaka I, Takeuchi H (1995) *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press. Oxford, RU. 304 pp.
- Pérez López S, Montes Peón JM, Vazquez Ordás CJ (2005) Medición del aprendizaje organizativo: propuesta de una escala multidimensional. *Rev. Eur. Direc. Econ. Empr.* 14: 159-176.
- Powell WW, Koput KW, Smith-Doerr L (1996) Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in Biotechnology. *Admin. Sci. Quart.* 41: 116-146.
- Reed R, Defillipi R (1990) Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage. *Acad. Manag. Rev.* 15: 88-102.
- Schroeder RG, Bates KA, Junttila MA (2002) A Resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance. *Strat. Manag. J.* 23: 105-117.
- Singh K (1997) The impact of technological complexity and interfirm cooperation on business survival. *Acad. Manag. J.* 40: 339-367.
- Spender JC (1996) Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm. *Strat. Manag. J.* 17: 45-62.
- Subramanian M, Youndt MA (2005) The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Acad. Manag. J.* 48: 450-463.
- Zsulanski G (1996) Exploring internal stickiness: impediments to the transfer of best practice within the firm. *Strat. Manag. J.* 17 (Winter Special Issue): 27-43.
- Teece DJ, Pisano G, Shuen A (1997) Dynamic capabilities and strategic management. *Strat. Manag. J.* 18: 509-533.
- Thomke S, Kuemmerle W (2002) Asset accumulation, interdependence and technological change: evidence from pharmaceutical drug discovery. *Strat. Manag. J.* 23 :619-635.
- Tripsas M (1997) Unraveling the process of creative destruction: Complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry. *Strat. Manag. J.* 18 (Summer Special Issue): 119-142.
- Wilcox-King A, Zeithaml CP (2001) Competences and firm performance: Examining the causal ambiguity paradox. *Strat. Manag. J.* 22: 75-99.
- Wonglimpiyarat J (2005) Does complexity affect speed of innovation? *Technovation* 25: 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. *Strat. Manag. J.* 20: 637-653.
- Zack MH (1999) Managing codified knowledge. *Sloan Manag. Rev.* (Summer Special Issue): 45-58.
- Zahra SA, George G. (2002) Absorptive capacity: A review reconceptualization, and extension. *Acad. Manag. Rev.* 27: 185-203.
- Zhara SA, Nielsen AP (2002) Sources of capabilities, integration and technology commercialization. *Strat. Manag. J.* 23: 377-398.
- Zander U, Kogut B (1995) Knowledge and the speed of transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test. *Organiz. Sci.* 6: 76-92.
- Zott C (2003) Dynamic capabilities and the emergence of intra-industry differential firm performance: insights from a simulation study. *Strat. Manag. J.* 24: 97-125.

KNOWLEDGE MANAGEMENT DECISIONS AND THE INNOVATIVE CAPACITY OF ENTERPRISES: THE ROLE OF COMPLEXITY

Fernando E. García-Muiña, Eva Pelechano-Barahona and José E. Navas-López

SUMMARY

There are no conclusive results in the literature concerning the relations between knowledge management decisions taken by enterprises and their innovative capacity. In order to advance in this topic, the present paper incorporates the complexity of technological capacities as a mediator variable that explains such relations, and gives a definition of the term around two basic dimensions, endogenous complexity and exogenous complexity. This definition allows furthering the understanding of the role of the sources of knowledge and their ulterior codification when technological innovations, both of incremental or of radical charac-

ter, take place. According to the results obtained with a sample of Spanish biotechnology enterprises, it can be concluded that in order to enhance the innovative activities in an enterprise, it is necessary to promote the construction and economic exploitation of complex technological capacities in both of their dimensions, as a consequence the positive effects derived from the joint presence of tacit and explicit knowledge. In such way, it is possible to argue for the need to access internal sources and codify the accumulated knowledge, in order to improve the innovative activities of the enterprises.

DECISÕES DE GESTÃO DO CONHECIMENTO E A CAPACIDADE INOVADORA DAS EMPRESAS: O PAPEL DA COMPLEXIDADE

Fernando E. García-Muiña, Eva Pelechano-Barahona e José E. Navas-López

RESUMO

Na literatura não existem resultados determinantes sobre as relações entre as decisões de gestão do conhecimento que são tomados na empresa e sua capacidade inovadora. Para avançar nesta questão, o presente trabalho incorpora a complexidade das capacidades tecnológicas como uma variável mediadora e explicativa de tais relações, e sugere uma definição do termo em torno a duas dimensões básicas, complexidade endógena e complexidade exógena. Esta definição permite melhorar a compreensão do papel das fontes de conhecimento e sua posterior codificação na hora de desenvolver inovações tecnológicas, tanto de caráter incremental como radical. Se-

gundo os resultados obtidos em uma amostra de empresas de biotecnologia espanholas, é possível concluir que para potencializar a atividade inovadora da empresa, deverá ser promovida a construção e exploração econômica de capacidades tecnológicas complexas em suas duas dimensões, como consequência dos efeitos positivos derivados da presença conjunta de conhecimentos tácitos e explícitos. Desta forma, é possível argumentar a necessidade de acudir a fontes internas e codificar o conhecimento acumulado para melhorar a atividade inovadora das empresas.