

LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS COMO BASE PARA EL SOSTENIMIENTO DE LA VENTAJA COMPETITIVA. UN ANÁLISIS EMPÍRICO EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO ESPAÑOL

Fernando E. García Muña, fernando.muina@urjc.es
Universidad Rey Juan Carlos

ABSTRACT

El estudio de los factores determinantes de los resultados empresariales es fundamental para el proceso de toma de decisiones estratégicas. Tomando como referencia principal los planteamientos de los enfoques más vanguardistas en el campo de la Dirección Estratégica, contrastamos empíricamente el papel que ocupan distintas variables en el sostenimiento de ventajas competitivas, generadas a partir de capacidades responsables de la generación de innovaciones tecnológicas valiosas. En la definición del modelo ocupa un puesto prioritario la naturaleza del conocimiento tecnológico. A partir de una aproximación teórica perfeccionada de la complejidad del conocimiento –basada en su dimensión epistemológica–, se contrasta el efecto que existe entre la complejidad y los criterios descritos en la literatura para medir el grado de sostenimiento de las ventajas competitivas: imitabilidad y sustituibilidad. Además, se analiza el efecto sustitución que existe entre las barreras naturales para proteger las capacidades tecnológicas de la imitación y otras artificiales relativas a los medios legales.

Los resultados obtenidos permiten avanzar en el análisis de las controvertidas relaciones entre la naturaleza del conocimiento y el éxito tecnológico. En este sentido, los mayores niveles de complejidad permiten proteger las capacidades de la imitación y, solo cuando esta complejidad depende de la presencia conjunta y equilibrada de conocimientos explícitos y tácitos, las capacidades se muestran, además, inmunes frente a la sustitución. Finalmente se comprueba que la protección legal tan solo es un mecanismo de protección eficaz frente a la imitación cuando las capacidades tecnológicas presentan reducidos niveles de complejidad, aunque los resultados permitan reconocer otras implicaciones positivas de dichos mecanismos legales.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto económico actual el desarrollo y explotación de capacidades tecnológicas se plantea como uno de los pilares básicos en los que las empresas deben basar su competitividad, tal y como demuestran distintos estudios empíricos (p. ej. Afuah, 2002; DeCarolis, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003). Tanto la comunidad científica como la práctica empresarial parecen converger en la consideración de que el principal activo que explica el éxito de las organizaciones es el conocimiento subyacente en dichas capacidades (p. ej. Hall, 1992; Nonaka, 1994; Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant 1996; Spender, 1996).

Precisamente uno de los problemas que ha abordado la Dirección Estratégica ha sido el análisis de los factores determinantes de la creación y sostenimiento de ventajas competitivas y, en consecuencia, la obtención de resultados empresariales superiores, siempre que la empresa pueda apropiarse de las rentas generadas (Helfat, 2000; Makadok, 2003; Lippman y Rumelt, 2003; Peteraf y Bergen, 2003). A lo largo de su desarrollo, el estudio de la estrategia empresarial se ha nutrido de distintas perspectivas teóricas y del empleo de diversas metodologías que han ido conformando un cuerpo teórico y empírico muy amplio relativo a las variables explicativas de los resultados empresariales (Hoskisson, Hitt, Wan y Yiu, 1999). Sin embargo, en las últimas décadas, a partir de los trabajos seminales en el campo de la estrategia (p. ej. Barnard, 1938; Simon, 1947; Selznick, 1957; Penrose, 1959) y de aquellos próximos a los enfoques evolucionistas (Nelson y Winter, 1982), se ha destacado especialmente el papel que ocupan los factores internos en los resultados obtenidos, según sus atributos o características esenciales (Wernerfelt, 1984; Barney, 1981; Grant, 1991; Hall, 1992; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993).

El enfoque basado en los recursos, y sus posteriores evoluciones –capacidades dinámicas (p.ej. Teece, Pisano y Shuen, 1997) o teoría del conocimiento (p. ej. Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant, 1996; Spender, 1996)–, se ha centrado fundamentalmente en el análisis de los criterios que deben cumplir los recursos y capacidades para ser fuente de ventajas competitivas sostenibles y apropiables. Como se desprende del estudio de la literatura previa, existen casi tantas propuestas de criterios de evaluación estratégica de los activos empresariales como trabajos se han preocupado por su análisis. No obstante, la heterogeneidad de la terminología empleada y el solapamiento de sus propuestas dificultan la comparación de los estudios y el avance de la disciplina estratégica (p. ej. Peteraf, 1993; Black y Boal, 1994; Fernández Rodríguez y Suárez González, 1996).

El objeto de estudio en el presente trabajo se centra en uno de los elementos determinantes de la creación de valor: *el sostenimiento de las ventajas competitivas*, y, más concretamente, de aquellas ventajas basadas en conocimientos tecnológicos. Así pues, analizamos las posibilidades y herramientas que tienen las empresas para mantener y explotar en exclusiva la posición de ventaja obtenida gracias al desarrollo de innovaciones tecnológicas de éxito en el mercado¹.

El sostenimiento real de la ventaja competitiva de base tecnológica se define como el mantenimiento de la posición de privilegio de la líder una vez que los demás agentes han desistido en su afán por alcanzarla (Hirsleifer, 1982; Lippman y Rumelt, 1982). Existen numerosas propuestas de criterios para evaluar la sostenibilidad de la ventaja competitiva; sin embargo, en el presente trabajo se ha optado por los dos criterios que, desde nuestro punto de vista y como argumentaremos posteriormente, recogen de la forma más sencilla y completa el fenómeno que se pretende analizar: *imitabilidad y sustituibilidad*, también conocidos como *límites a la competencia ex post* (Peteraf, 1993). Además, si bien existe un cierto consenso en reconocer a ambos como elementos esenciales en el sostenimiento de las ventajas competitivas, su tratamiento teórico y análisis empírico dista de ser suficiente (McEvily y Chakravarthy, 2002).

En este trabajo se estudia, pues, la relación que existe entre la complejidad del conocimiento, los mecanismos legales de protección de los intangibles y los dos criterios básicos para evaluar el sostenimiento de las ventajas competitivas. Además del sentido e intensidad de las relaciones directas entre las variables, los resultados permiten reconocer la existencia de un efecto sustitución entre ambas alternativas de protección del conocimiento; por tanto, si bien desde distintos trabajos se ha defendido que los sistemas de protección legal son alternativas muy eficaces en todo caso, en nuestro estudio se encuentra evidencia que cuestiona su interés en determinadas condiciones.

¹ Por tanto, en este trabajo no vamos a analizar los factores que expliquen la obtención de ventajas competitivas, sino la capacidad para mantener en el tiempo las ventajas tecnológicas previamente creadas frente a las demás organizaciones. El estudio a lo largo del tiempo de aquellas innovaciones de contrastado éxito en los mercados ha permitido desarrollar este análisis.

Tras esta breve introducción el artículo se estructura en los siguientes apartados; en primer lugar, se desarrolla el marco conceptual básico y las hipótesis a contrastar; en segundo lugar, se plantea la metodología empleada en el contraste empírico y, tras analizar los principales resultados obtenidos, se apuntan las principales conclusiones, limitaciones y líneas futuras de investigación.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y MODELO DE ANÁLISIS

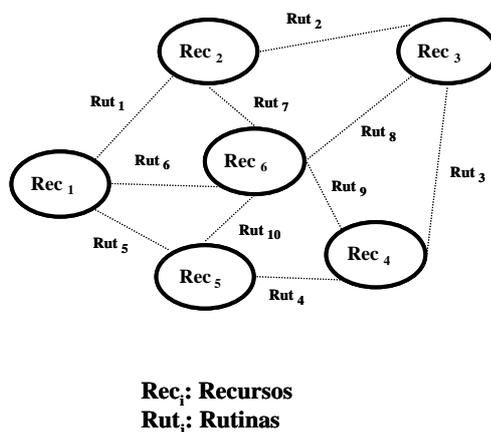
2.1. El concepto de capacidad tecnológica

La heterogeneidad terminológica a la que se ha hecho referencia, no solo se circunscribe a los criterios para establecer el potencial estratégico de los recursos y capacidades, sino que también afecta a los propios conceptos de recurso y capacidad. Existe una profusión de términos –recurso, habilidad, capacidad, conocimiento, competencia, activo o factor– relativos a los elementos y los procesos en virtud de los que la empresa desarrolla sus actividades. Sobre cada uno de ellos se establecen matices que distinguen unos de otros; sin embargo, no en todas las propuestas se vinculan las mismas propiedades con cada concepto, por lo que la dificultad para construir un marco conceptual sólido y contrastar empíricamente hipótesis resulta notable (DeCarolis, 2003).

A partir de las concepciones más difundidas y aceptadas en la literatura (Pralhad y Hamel, 1990; Grant, 1991; Black y Boal, 1994; Christensen, 1996; Miller y Shamsie, 1996; Wiklund y Shepher, 2003), definimos las capacidades tecnológicas estratégicas de una empresa como *toda facultad genérica, intensiva en conocimiento, para movilizar conjuntamente distintos recursos científicos y técnicos individuales, acumulados mediante una serie de rutinas y procedimientos, que permiten el desarrollo de productos y/o procesos productivos innovadores de éxito, al servicio de la implantación de estrategias competitivas creadoras de valor, ante unas condiciones medioambientales determinadas.*

Desde un punto de vista gráfico, podría representarse una capacidad tecnológica de la siguiente forma:

Figura 1.- Representación gráfica de una capacidad tecnológica



Fuente: Elaboración propia

2.2. El tratamiento teórico de la complejidad de las capacidades tecnológicas

La dificultad para identificar los elementos que integran una capacidad tecnológica cualquiera y comprender su funcionamiento han sido los principales atributos relativos a la naturaleza del conocimiento que se han reconocido determinantes de su valor estratégico (Lippman y Rumelt, 1982; Reed y DeFillipi, 1990; Barney, 1992; Black y Boal, 1994; Miller y Shamsie, 1996; Vicente-Lorente, 2001; Wilcox-King y Zeithaml, 2001). Sin embargo, los modelos empíricos que relacionan la complejidad del conocimiento con la eficacia tecnológica aportan unos resultados en absoluto concluyentes; el insuficiente tratamiento teórico del concepto complejidad puede justificar este hecho.

El trabajo de Simon (1962) es una de las primeras aportaciones a la definición del concepto de complejidad. Este autor considera que un sistema es complejo cuando está constituido por numerosos elementos únicos que se interrelacionan de forma exclusiva y tienen efectos similares en las salidas de dicho sistema. Por tanto, desde este punto de vista, la capacidad tecnológica –como sistema complejo– requiere estar constituida por un conjunto de “piezas” de conocimiento, todas ellas únicas e interrelacionadas de forma exclusiva.

Singh (1997: 340), a partir de los trabajos de Huberman y Hogg (1986), Anderson, Arrow y Pines (1988) y Holland y Miller (1991), propone una definición de complejidad referida específicamente al fenómeno tecnológico que se aproxima más a nuestra perspectiva. Considera que una tecnología compleja es aquella que se conforma a partir de “un sistema de diversos componentes que mantienen múltiples interacciones y constituyen un todo cuya descomposición no es posible”.

Coincidimos con Simon (1962) en los efectos de la complejidad sobre la dificultad en la identificación de la aportación de cada componente del sistema a sus salidas. Pero la definición de este autor es excesivamente restrictiva, a nuestro entender, al exigir que para que un sistema sea complejo, todos y cada uno de sus componentes deban ser únicos y específicos. Una capacidad tecnológica no requiere necesariamente del cumplimiento de esta condición para ser compleja (Adler y Shenhar, 1990; Black y Boal, 1994; Miller y Shamsie, 1996; Thomke y Kuemmerle, 2002). En este sentido, es posible que el uso y valor de un conocimiento explícito de dominio público, en presencia de otras “piezas” de conocimiento o elementos complementarios, sean difíciles de identificar. La incorporación de conocimiento de uso común en un contexto organizativo concreto puede ocasionar que la empresa que lo explote obtenga de él beneficios únicos que la

competencia no sea capaz de replicar ni tan siquiera de identificar. La raíz de estos argumentos se encuentra en el fenómeno conocido como interdependencia o coespecialización de activos propuesto por Teece (1986) años antes.

Robins (1992) plantea un modelo teórico que se apoya en estos mismos argumentos, y reconoce que la empresa dispone de activos específicos y exclusivos (X-activos) que utiliza conjuntamente para sus procesos empresariales con otros para los que sí existe un mercado de negociación.

Tomando en consideración todas estas ideas y atendiendo a la dimensión epistemológica del conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995), puede reconocerse una estructura interna de la complejidad de las capacidades que gira en torno a dos factores o dimensiones, que hemos convenido en denominar: *complejidad endógena* y *complejidad exógena*.

Por complejidad endógena se entiende aquel componente de la complejidad derivado exclusivamente de la intensidad de conocimiento tácito –exclusivo y específico–. El antecedente más directo de esta dimensión endógena de la complejidad puede encontrarse en el concepto de *ambigüedad característica de la capacidad* (Wilcox-King y Zeithaml, 2001), directamente relacionado con la proporción de conocimiento tácito.

En cambio el componente exógeno de la complejidad se relaciona con la dificultad para identificar y valorar el papel complementario de conocimientos explícitos en presencia de otros de carácter tácito. Entre otras aportaciones, el soporte teórico a esta dimensión de la complejidad se encuentra en conceptos tales como, por ejemplo, *la especificidad de diseño o uso* de la capacidad (McEvily y Chakravarthy, 2002), que hace referencia al uso particular que hace una empresa de conocimientos tecnológicos generales.

El interés de desagregar la complejidad de las capacidades en estas dimensiones, se centra en el análisis pormenorizado de los efectos particulares que ocasiona cada una de ellas en el sostenimiento de posiciones competitivas de liderazgo tecnológico, que, recordemos, es el centro de atención de nuestro estudio.

2.3. El sostenimiento de las ventajas competitivas de base tecnológica: imitabilidad y sustituibilidad de las capacidades tecnológicas

El primer paso en el estudio de los modelos de evaluación estratégica de las capacidades tecnológicas es la identificación del fenómeno al que cada uno de los criterios empleados hace referencia. En este trabajo nuestra atención se centra en el análisis de la sostenibilidad de las ventajas competitivas a partir de los niveles de *imitabilidad* y *sustituibilidad* de las capacidades.

La imitabilidad de las capacidades puede entenderse como la facilidad de los competidores para reproducirlas a través de medios propios². Desde que se reconociera que la imperfecta imitabilidad era una de las principales características que las capacidades habían de cumplir para ser estratégicas (Dierickx y Cool, 1989; Reed y DeFillipi, 1990; Barney, 1991; Amit y Schoemaker, 1993 o Fernández Sánchez, Montes Peón, Pérez-Bustamante y Vázquez Ordás, 1999), el estudio de las “barreras” que dificultan la imitación de los activos ha sido notable (Godfrey y Hill, 1995). Dichas barreras a la imitación se pueden definir en sentido amplio como todo impedimento, legal o natural, que dificulta y encarece los procesos para su copia o reproducción por terceros agentes.

A diferencia de la imitabilidad, el tratamiento de la sustituibilidad de las capacidades tecnológicas ha sido mucho menor y más reciente (p. ej. McEvily, Das y McCabe, 2000; Teng y Cummings, 2002; Douglas y Ryman, 2003; Peteraf y Bergen, 2003; Markman, Espina y Phan, 2004). Algunos estudios reconocen que el sostenimiento de las ventajas competitivas puede verse vulnerado si los competidores tienen la posibilidad de desarrollar capacidades que sustituyan a las de las empresas líderes, a través del desarrollo de productos que desempeñen las mismas funciones (Barney, 1991; Grant, 1991; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993; Black y Boal, 1994). Sin embargo, salvo algunos modelos recientes teóricos (p. ej. McEvily *et al.*, 2000; Teng y Cummings, 2002; Peteraf y Bergen, 2003) y empíricos (p. ej. Douglas y Ryman, 2003; Spencer, 2003; Markman *et al.*, 2004), sus aportaciones se quedan en este punto y no avanzan hacia el análisis y contraste de los factores determinantes de la construcción de las “barreras” a la sustitución. A partir de los planteamientos generales propuestos en trabajos anteriores (Barney, 1991; Grant, 1991; Black y Boal, 1994), y muy próximos al concepto de *capacidad equivalente* de Peteraf y Bergen (2003), definimos el fenómeno de la sustitución tecnológica como el uso alternativo de otras capacidades que permitan alcanzar los mismos resultados y funciones tecnológicas de la empresa que ocupa una posición de ventaja.

No obstante, la frontera entre la imitación y la sustitución no ha quedado claramente marcada en la literatura³. Si una empresa competidora es capaz de desarrollar una capacidad tecnológica con pequeñas variaciones respecto de la líder, el fenómeno que subyace no debe tener la consideración de sustitución sino de mera imitación (McEvily *et al.*, 2000). Por tanto, para que una capacidad sea considerada sustitutiva de otra, las “piezas” de conocimiento tecnológico o las rutinas y patrones de integración han de ser de distinta naturaleza (Dosi y Marengo, 1993; Afuah, 2002).

² Junto a la imitabilidad es habitual encontrar referido el criterio de la *transferibilidad*, relativo a la posibilidad de adquirir los activos tecnológicos directamente a través de los mercados, en lugar de emplear medios propios (p. ej. Amit y Schoemaker, 1993). Sin embargo, el estudio de las capacidades tecnológicas, y no el de los recursos individualmente considerados, puede limitarse al análisis de la imitabilidad, ya que la propia definición de capacidad elimina prácticamente cualquier posibilidad de ser intercambiada –transferida– en bloque en los mercados libres. Por tanto, si bien puede resultar interesante para analizar el potencial de los recursos tecnológicos, el cumplimiento de la imperfecta transferibilidad es una condición necesaria que exige el propio concepto de capacidad empresarial. De este modo, cuando se constate la posibilidad de que una capacidad tecnológica pueda comercializarse en bloque deberá adquirir una nueva consideración, la de recurso. Pero, además, la imperfecta transferibilidad de los recursos intangibles solo tendrá realmente trascendencia cuando, por otro lado, el conocimiento que se pretenda adquirir sea imposible de imitar.

³ Ejemplo de ello lo encontramos en Ghemawat (1991) o Barney (1997) quienes establecen diferencias mínimas a la hora de plantear la imitabilidad y sustituibilidad como factores determinantes del sostenimiento de las ventajas competitivas.

2.4. Formulación de hipótesis. La complejidad del conocimiento frente a las barreras legales de protección y su influencia en la sostenibilidad de las ventajas competitivas de base tecnológica

A partir de las referencias apuntadas hasta ahora, resulta oportuno destacar que, además de reconocer la imperfecta imitabilidad e imperfecta sustituibilidad como criterios esenciales para valorar estratégicamente las capacidades, el auténtico interés radicará en el análisis de los factores que elevan las barreras a la imitación y sustitución.

Por una parte, aunque diversos trabajos presentan las condiciones teóricas que explicarían la creación de barreras a la imitación, la evidencia empírica encontrada relativa a sus efectos sobre la creación de valor es controvertida. Por otra parte, algunos autores reconocen que la imperfecta sustituibilidad influye positivamente en el sostenimiento de las ventajas competitivas (Barney, 1991; Grant, 1991; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993; Black y Boal, 1994); sin embargo, su tratamiento teórico y empírico ha sido mínimo desde entonces (McEvily *et al.*, 2000; Spencer, 2003).

Si bien en algunas ocasiones el sostenimiento de las ventajas competitivas se ha vinculado con sistemas de protección legal (p.ej. Scherer, 1965; Griliches, Hall y Pakes, 1991; Ernst, 2001), en una mayor proporción se ha relacionado con la naturaleza del conocimiento que subyace en las capacidades empresariales (p. ej. McGrath, MacMillan y Venkataraman, 1995; Wilcox-King y Zeithaml, 2001; Fuentelsaz, Gómez y Polo, 2002; McEvily y Chakravarthy, 2002).

El carácter complejo, tácito y específico del conocimiento han sido los atributos sobre los que ha recaído un mayor poder explicativo del sostenimiento de ciertas posiciones competitivas favorables. Tradicionalmente la literatura les ha reconocido efectos beneficiosos a estas características puesto que, al dificultar la identificación de las “piezas” de conocimiento y su aportación a los resultados, parecen ser fuente de barreras a la competencia (Lippman y Rumelt, 1982; Dierickx y Cool, 1989; Reed y DeFillipi, 1990; Barney, 1992; Amit y Schoemaker, 1993).

Para el caso concreto de los activos tecnológicos existen modelos empíricos que apoyan estos planteamientos teóricos. En esta línea, MacMillan, McCaffery y van Wijk (1985) o Rogers (1995) constatan que las nuevas tecnologías son más rápidamente adoptadas por la competencia cuando la incertidumbre acerca de sus implicaciones estratégicas es menor.

Sin embargo, el estudio de las implicaciones de la complejidad o naturaleza del conocimiento sobre los resultados de la actividad tecnológica ha despertado una gran controversia en la literatura (Wilcox-King y Zeithaml, 2001). Esta situación se explica, entre otras razones, por la poca claridad con la que se ha definido la complejidad en la mayoría de los casos. De ahí, la necesidad de avanzar en el tratamiento teórico y empírico de estas cuestiones.

Tradicionalmente la literatura ha reconocido efectos beneficiosos al carácter tácito del conocimiento como consecuencia de sus implicaciones sobre la construcción de barreras a la imitación (Lippman y Rumelt, 1982; Dierickx y Cool, 1989; Reed y DeFillipi, 1990; Barney, 1992; Amit y Schoemaker, 1993). En esta línea, diversos trabajos empíricos concluyen un efecto positivo de este tipo de conocimiento, desarrollado a través de medios propios, sobre su imperfecta imitabilidad (MacMillan *et al.*, 1985; Rogers, 1995; Afuah, 2002; Figueiredo, 2002; McEvily y Chakravarthy, 2002; Miller *et al.*, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003). A partir de nuestra definición y caracterización de la complejidad, y dado que el conocimiento tácito está presente en ambos componentes de la complejidad, se define la primera hipótesis de trabajo:

H₁: La complejidad de las capacidades se relaciona directamente con su imperfecta imitabilidad

Desde este punto de vista, a pesar de los argumentos presentados por distintos trabajos, es posible cuestionar el interés real de los esfuerzos dedicados a proteger legalmente los conocimientos tecnológicos complejos, ya que éstos pueden actuar como barreras de protección naturales.

Algunos investigadores argumentan teóricamente que la protección del conocimiento es uno de los instrumentos más relevantes con que cuenta la empresa para apropiarse los resultados de las investigaciones desarrolladas. De esta forma, se reconocen a las prácticas de protección legal beneficios superiores a sus costes en casi todas las situaciones (Griliches, 1990; Ernst, 1995; Liebeskind, 1996, 1997). En este sentido, algunos modelos empíricos pioneros encuentran evidencia que apoya el efecto esperado (Scherer, 1965; Comanor y Scherer, 1969)⁴.

Sin embargo, en otros casos los argumentos teóricos se plantean en sentido contrario y, cada vez con mayor asiduidad, los resultados empíricos obtenidos demuestran que los esfuerzos constantes que acompañan a la protección legal del conocimiento pueden ser mayores que sus potenciales beneficios (DeCarolis, 2003; Spencer, 2003). Es decir, los costes en los que la empresa ha de incurrir, tanto por la concesión y mantenimiento del derecho de propiedad en un ámbito geográfico concreto como por los conflictos con otras empresas que pudieran cometer algún delito tipificado en la Ley de Propiedad Intelectual, son excesivos (Rivette y Kline, 2000).

A partir de estas reflexiones teóricas, planteamos la siguiente hipótesis de trabajo, cuyo contraste nos permitirá apreciar el posible efecto sustitución existente entre la complejidad y las prácticas de protección legal a la hora de explicar el sostenimiento de las ventajas competitivas, según su grado de imitabilidad:

H₂: La protección legal de las capacidades se relaciona directamente con su imperfecta imitabilidad

Pero si se desea plantear un tratamiento completo de la sostenibilidad de las ventajas competitivas, se ha de incluir el tratamiento de la sustituibilidad de las capacidades.

⁴ En cualquier caso resulta necesario apuntar que los efectos positivos en el éxito empresarial son más significativos cuando se trata de medidas contables que económicas, como, por ejemplo, el valor de mercado; incluso, se observa que el sentido de la relación cambia al medir el éxito de la organización de una u otra forma (DeCarolis, 2003).

De forma similar al caso de la imitación, trabajos previos reconocen que la naturaleza del conocimiento que subyace en las capacidades parece influir decisivamente en su sustituibilidad (McEvily *et al.*, 2000; Teng y Cummings, 2002; Makadok, 2003; Spencer, 2003). Sin embargo, en la literatura existen posiciones claramente enfrentadas acerca del sentido e intensidad de las relaciones entre la complejidad de las capacidades y su sustituibilidad.

Los primeros trabajos que se adentran en el estudio de esta cuestión (p. ej. Black y Boal, 1994) apoyan, en el mismo sentido de la imitabilidad, que el carácter tácito del conocimiento tecnológico dificulta los procesos de sustitución por parte de la competencia. Si se asume como cierto este argumento, los elevados niveles de complejidad, independientemente de la proporción entre sus dimensiones endógena y exógena, implicarían un mayor valor estratégico de las capacidades tecnológicas, al aumentar el sostenimiento de las ventajas competitivas.

Sin embargo, otros trabajos posteriores (p. ej. Cowan y Foray, 1997; McEvily *et al.*, 2000; Teng y Cummings, 2002; Crossan y Berdrow, 2003) consideran que las capacidades serán más vulnerables a la sustitución cuanto más intenso sea el conocimiento tácito embebido en ellas, y así lo demuestran algunos resultados empíricos de trabajos muy recientes (p. ej. Spencer, 2003; Markman *et al.*, 2004); en nuestra terminología, cuanto mayor peso específico tenga el componente endógeno de la complejidad de las capacidades. Los argumentos teóricos que apoyan esta segunda perspectiva son muy diversos y en la literatura aparecen muy dispersos y apenas relacionados en trabajos como los de Conner (1995), Gunby (1996), Cowan y Foray (1997), Crossan y Berdrow (2003), Knott (2003) o Makadok (2003); sin embargo, pueden resumirse en la siguiente idea: *los agentes interesados en una tecnología -clientes, proveedores, socios cooperantes, etc.- presentarán con mayor probabilidad un sentimiento desfavorable o de gran desconfianza respecto a esa tecnología de la que apenas conocen elemento alguno*; de ahí que la competencia trate de satisfacer la misma necesidad tecnológica mediante procedimientos alternativos –sustitutivos– que resulten más atractivos para estos agentes.

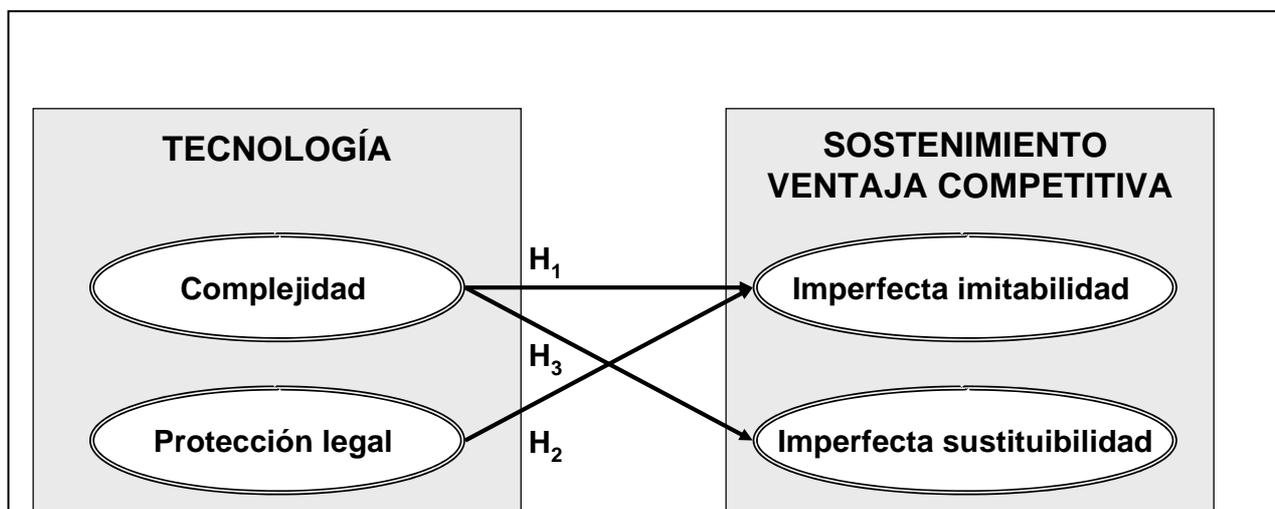
Por ello, el aumento de la proporción de conocimientos explícitos en la cuantía y forma que la empresa líder considere oportunas, pero siempre manteniendo algunos en la esfera de lo tácito, puede convertirse en una fuente de “barreras” a la sustitución, al influir favorablemente en las expectativas, percepciones y comportamientos de terceros agentes.

Esta mayor proporción de conocimientos explícitos, ante la presencia complementaria de otros tácitos, se hace operativa a través del componente exógeno de la complejidad; así pues, estamos en condiciones de plantear la tercera de las hipótesis:

H₃: La complejidad exógena se relaciona directamente con su imperfecta sustituibilidad

De forma gráfica en la figura 2 se presenta el modelo de análisis cuyas hipótesis son objeto de contraste:

Figura 2.- El modelo de análisis



Fuente: Elaboración propia

3. METODOLOGÍA

3.1. Población objeto de estudio

El contraste empírico de las hipótesis se realizó sobre una población de empresas dedicadas a la biotecnología en España, especializadas en la salud humana, salud animal y suministros, donde el componente tecnológico resulta de vital importancia.

La industria biotecnológica española es un sector emergente formado principalmente por dos tipos básicos de empresas: a) un relativamente numeroso grupo de pequeñas y medianas empresas innovadoras, que en muchos casos deben ser consideradas como *start-ups*, de un alto componente científico y tecnológico y b) un reducido número de empresas de mayor tamaño que se dedican, al igual que en el caso anterior, a la investigación científica pero que, además, se concentran en la difusión de las innovaciones y la incorporación de nuevos conocimientos tecnológicos a productos concretos.

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 (ASEBIO, 2000). El elevado número de plataformas, técnicas y aplicaciones biotecnológicas hace complejo el proceso de clasificación de las *bioempresas* por subsectores y segmentos de actividad. No obstante, la mayoría de

informes nacionales y autonómicos que tratan el negocio biotecnológico analizados promueven la siguiente clasificación: (COTEC, 1997; ASEBIO, 2000, 2001, 2002): 1) salud humana, 2) salud animal, 3) agroalimentación, 4) medio ambiente y *bioprocesos* y 5) suministros.

El reconocido carácter horizontal de la actividad biotecnológica y la práctica ausencia de una estadística nacional actualizada que recogiera de forma completa las empresas que desarrollan este tipo de actividad en España, nos obligó a elaborar nuestro propio censo de empresas a partir de la base de datos creada en 1997 por el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC), pero actualizada con tres años de retraso⁵.

La deseada homogeneidad de las empresas de la población en ciertos aspectos, que facilitara su análisis comparado en términos tecnológicos, explica que el primer criterio que debieron cumplir las empresas se refiriera a los segmentos de actividad; las empresas incluidas en el estudio deberían, al menos, dedicarse a uno de estos segmentos: salud humana, salud animal o suministros⁶. 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 solo incluir aquellas dedicadas a salud y suministros, en las que la sensibilidad de la sociedad se comporta de un modo mucho más favorable.

Las actividades de las empresas finalmente incluidas giran en torno al desarrollo de productos y servicios biotecnológicos concentrados en unas pocas 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). El análisis de los trabajos previos que se circunscriben a estas actividades nos permite concluir que se trata de un entorno muy intensivo en conocimiento tecnológico en el que la innovación de productos se plantea como la base fundamental del éxito (Henderson y Cockburn, 1994; DeCarolis, 2003).

Los principales aspectos metodológicos aparecen resumidos en la siguiente ficha técnica:

Figura 3.- 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
Unidad muestral	Empresa
Fecha realización	Febrero-septiembre 2003
Tipo de entrevista	Cuestionario enviado por correo postal o electrónico al máximo responsable de I+D o, en su defecto, al director general

Fuente: Elaboración propia

3.2. El contraste empírico a través de pruebas no paramétricas

Las características de la población seleccionada en este trabajo perfila notablemente el proceso de análisis estadístico de los datos. El reducido tamaño de la población y, por tanto de la muestra obtenida, aconseja el empleo de técnicas estadísticas no paramétricas (Siegel y Castellan, 1988), ya que no se puede asegurar que el modelo completo se comporte como una variable normal multivariante. Además, el número de variables incluidas en el modelo, en relación a las observaciones obtenidas, limita la idoneidad del empleo de métodos estadísticos paramétricos, como consecuencia del número de grados de libertad resultantes. Los modelos no paramétricos se plantean desde el supuesto de que los datos no siguen una distribución concreta, por lo que no hay parámetros que los resuman.

Los datos disponibles y el propio enunciado de las hipótesis aconsejan su contrastación a través del test *U* de *Mann-Whitney*, o también llamado *Test de Wilcoxon*. La prueba de Mann-Whitney contrasta la hipótesis nula de si dos muestras independientes han sido extraídas de la misma población continua (Ruiz-Maya Pérez y Martín Pliego, 1995)⁷.

⁵ Spanish Research Groups and Enterprises Working in Biotechnology.

⁶ Las de suministros son empresas que desarrollan y suministran *kits* de diagnóstico médico para aquellas otras dedicadas a la salud. En este sentido, los expertos del sector consultados (responsables del Centro Nacional de Biotecnología, Centro de Biología Molecular y directores generales de diversas empresas: Genetrix, Ingenasa, Bionostra y Alma Bioinformática) nos aconsejaron la idoneidad de agrupar estos tres segmentos de actividad en el contexto biotecnológico.

⁷ Para el contraste no paramétrico se empleó el paquete estadístico SPSS 11.5.

El proceso de diseño de las medidas cumple con los requisitos de fiabilidad y validez que debe exigirse a todo trabajo de investigación, teniendo en cuenta el carácter con el que se definen. Las medidas cuantitativas se plantean a partir de la exhaustiva revisión de la bibliografía, mientras que la escala de medida de la complejidad se define a partir de los objetivos de nuestra investigación y de los instrumentos de medida empleados en otros estudios anteriores.

Figura 4.- Variables y medidas del modelo

VARIABLE	DIMENSIONES	MEDIDAS	CARÁCTER	ANÁLISIS PSICOMÉTRICO
COMPLEJIDAD	ENDÓGENA	- Observabilidad conocimiento - Dificultad de transmisión - Experiencia acumulada para desarrollar el conocimiento	CUALITATIVO	FIABILIDAD VALIDEZ DE CONSTRUCTO
	EXÓGENA	- N° de tecnologías - Coordinación entre departamentos - Coordinación entre trabajadores - Complementariedad entre tecnologías		
PROTECCIÓN LEGAL		- N° patentes y acuerdos de confidencialidad durante 2000, 2001 y 2002 / Total innovaciones	CUANTITATIVO	VALIDEZ TEÓRICA
SOSTENIBILIDAD VENTAJAS COMPETITIVAS	IMITABILIDAD	- Tiempo medio (meses) imitación / Tiempo medio vida útil innovaciones	CUANTITATIVO	VALIDEZ TEÓRICA
	SUSTITUIBILIDAD	- Tiempo medio (meses) sustitución / Tiempo medio vida útil innovaciones	CUANTITATIVO	VALIDEZ TEÓRICA

Fuente: Elaboración propia

Si bien queda fuera del objetivo del presente trabajo, queremos destacar que la contrastación de la efectiva existencia de las dos dimensiones de la complejidad se planteó a través de los correspondientes análisis factoriales exploratorio (componentes principales) y confirmatorio (modelos estructurales de medida de uno y dos niveles), que permitieron depurar la escala de medida original hasta la que aparece en la figura 4.

4. RESULTADOS

El contraste de las hipótesis exige la previa clasificación de las empresas según cómo sean sus capacidades tecnológicas, en términos de complejidad⁸. Los datos de la figura 5 son, pues, la materia prima que nos permitirá afrontar el contraste de las hipótesis.

Figura 5.- Agrupación de las empresas según los niveles de complejidad

Tabla de contingencia Nivel de C_END * Nivel de C_EX

		C_EX		Total
		Baja	Alta	
C_END	Baja	12	7	19
	Alta	5	10	15
Total		17	17	34

Como puede apreciarse en la tabla de rangos de la figura 6, las empresas que presentan una menor imitabilidad de sus capacidades se caracterizan por mayores niveles de complejidad total; esta relación es significativa a un nivel del 10%, según el análisis de la

⁸ Para el contraste de la hipótesis H₁, todas aquellas empresas cuyas capacidades presentaban, al menos en una de sus dimensiones, altos niveles de complejidad fueron consideradas en el grupo de *elevada complejidad total*; por tanto, solo aquellas que presentaban simultáneamente reducidos niveles de complejidad endógena y exógena quedaron en el grupo de *reducida complejidad total*. La clasificación de cada observación en uno u otro grupo quedó determinada según la posición de la empresa en cada variable respecto a la mediana de su distribución.

significación del estadístico Z_{C_TOT} ; por tanto, los mayores niveles de complejidad de las capacidades las protegen de forma natural frente a las acciones de imitación por parte de la competencia.

Estos resultados son coherentes con los argumentos teóricos ampliamente difundidos en la literatura, así como con diversos estudios empíricos que, recientemente, han vinculado de forma directa, el desarrollo de conocimiento tácito a través de aprendizaje propio y ciertas medidas de éxito tecnológico (p. ej. Afuah, 2002; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; McEvily y Chakravarthy, 2002; Miller *et al.*, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Nicholls-Nixon y Woo, 2003).

Además, la protección legal del conocimiento solo permite aumentar las barreras a la imitación en el caso de las empresas que presentan reducidos niveles de complejidad total; en cambio, cuando se incluye toda la población de empresas su efecto protector frente a la imitación carece de efectos significativos⁹. Por tanto, se puede aceptar la hipótesis H_1 , mientras que la hipótesis H_2 , solo se acepta en el caso de capacidades tecnológicas poco complejas. De ahí la existencia de efecto sustitución entre las barreras naturales –complejidad– y artificiales –protección legal– a la hora de proteger los conocimientos de los esfuerzos imitadores de la competencia.

Figura 6.- La complejidad, la protección legal y la imitabilidad de las capacidades tecnológicas

Rangos				
	Imitabilidad	N	Rango promedio	Suma de rangos
C_TOT	(2) Baja	20	12,41	248,20
	(1) Alta	14	8,44	118,16
	Total	34	Todas las empresas	
PL	(2) Baja	7	13,00	91,00
	(1) Alta	5	7,44	37,20
	Total	12	Empresas con reducida complejidad tecnológica	

Estadísticos de contraste (a)

	C_TOT	PL
U de Mann-Whitney	39,500	22,000
W de Wilcoxon	118,160	37,200
Z	-1,746 ⁺	-2,159 ⁺⁺
Sig. Asintót. (bilateral)	,082	,031

⁺ p<0,10; ⁺⁺ p<0,05; ⁺⁺⁺ p<0,01

a. Variable de agrupación: Imitabilidad.

El estudio de la sustituibilidad de las capacidades resulta algo más complicado, puesto que a cada uno de los componentes de la complejidad se le supone efectos en distinto sentido (p. ej. McEvily *et al.*, 2000). Así, a medida que la complejidad endógena sea mayor, en principio, cabrá esperar una mayor vulnerabilidad de las capacidades frente a su sustitución, mientras que cuando los niveles de complejidad exógena sean superiores, el efecto sobre la sustituibilidad será el opuesto. Por ello, resulta interesante plantear el análisis de las relaciones entre los diferentes niveles de complejidad endógena y exógena de las capacidades y su sustituibilidad.

De este análisis se desprende que la composición cualitativa de la complejidad, y no tanto el nivel de complejidad total de las capacidades, es fundamental para explicar la vulnerabilidad del conocimiento tecnológico frente a su sustitución (ver figura 7). La menor relevancia que ocupa el nivel de complejidad global se deduce de los resultados no significativos en el grado de sustituibilidad, tanto de capacidades con elevados niveles de complejidad en ambas dimensiones como de aquellas otras que no presentan mucha complejidad en ninguna de ellas (elementos n^{os} 1 y 4 de la figura 7).

Si bien no son estadísticamente significativos, lo que sí parece que puede concluirse en este sentido es que, a medida que ambas dimensiones de la complejidad descenden, su nivel de sustituibilidad también lo hace, tal y como refleja el comportamiento de los rangos promedio correspondientes a situaciones de baja complejidad endógena y exógena. La explicación a esta situación quizá puede deberse a

⁹ Por limitaciones de espacio, tan solo incluimos los resultados de la relación entre protección legal e imitabilidad para el grupo de empresas que se caracterizan por poseer capacidades poco complejas.

que, en estas condiciones de reducida complejidad, siempre que la competencia considere que son relevantes para actuar en el sector, emprenderá directamente la imitación de las capacidades toda vez que no exista ningún derecho legal que lo prohíba¹⁰.

Por su parte, cuando las capacidades presentan elevados niveles de complejidad endógena y exógena, esta variable explicativa se encuentra homogéneamente repartida entre todas las empresas, independientemente del nivel de sustituibilidad que presenten las capacidades; los efectos contrarios de cada uno de los componentes de la complejidad sobre la sustituibilidad podrían explicar esta situación.

Figura 7.- La composición de la complejidad y la sustituibilidad de las capacidades tecnológicas

Rangos			
	Sustituibilidad	Rango promedio	Suma de rangos
1. C_EX elevada C_END elevada	(2) Baja	11,67	116,70
	(1) Alta	11,30	113,00
2. C_EX elevada C_END baja	(2) Baja	13,90	97,30
	(1) Alta	9,50	66,50
3. C_EX baja C_END elevada	(2) Baja	10,00	120,00
	(1) Alta	12,75	153,00
4. C_EX baja C_END baja	(2) Baja	12,08	60,40
	(1) Alta	10,80	54,00

Estadísticos de contraste (a)

	1	2	3	4
U de Mann-Whitney	58,000	36,000	45,000	53,000
W de Wilcoxon	113,000	66,500	120,000	54,000
Z	-,163	-2,366 ⁺⁺	-1,662 ⁺	-,553
Sig. asintót. (bilateral)	,870	,018	,096	,580

⁺ p<0,10; ⁺⁺ p<0,05; ⁺⁺⁺ p<0,01

a. Variable de agrupación: Sustituibilidad.

Sin embargo, aquellas capacidades que son complejas en solo una de sus dimensiones mantienen relaciones estadísticamente significativas con su vulnerabilidad frente a su sustitución.

Como se recoge en la figura 7, la significación de los estadísticos Z_2 –correspondiente a situaciones de alta complejidad exógena y reducida complejidad endógena ($p < 0,05$)– y Z_3 –correspondiente a situaciones de baja complejidad exógena y alta complejidad endógena ($p < 0,1$)–, ponen de manifiesto la relevancia que ocupa la distribución de la complejidad entre sus dimensiones.

Del análisis del comportamiento de los rangos promedio, puede concluirse que cuando la complejidad total de las capacidades depende fundamentalmente de su componente exógeno, éstas son menos vulnerables a su sustitución, y viceversa. Por tanto, existe evidencia empírica suficiente para aceptarse la hipótesis H_3 .

Esta evidencia empírica avala ciertos planteamientos teóricos que reconocían, además de la escasez de tratamiento de la sustituibilidad, la necesidad de desarrollar su tratamiento de forma independiente respecto de la imitación (McEvily *et al.*, 2000). Por tanto, los argumentos teóricos que se aportaron en este trabajo cuentan con el respaldo empírico suficiente. Es necesario recordar que el sentido

¹⁰ De ahí el interés, estadísticamente demostrado, por implantar prácticas de protección legal en condiciones de reducida complejidad.

negativo de la relación entre la complejidad endógena y la imperfecta sustituibilidad se ha argumentado teóricamente a partir de los mayores niveles de desconfianza que despiertan los conocimientos tácitos en terceros agentes, que se hacen más propensos a buscar tecnologías alternativas que creen comprender en mayor medida.

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido el análisis de las relaciones que existen entre la naturaleza del conocimiento, su protección legal y la sostenibilidad de las ventajas competitivas derivadas de la imperfecta imitabilidad e imperfecta sustituibilidad de las capacidades tecnológicas.

La descripción de la complejidad planteada permite analizar los efectos específicos de sus distintas dimensiones en la eficacia tecnológica, y abordar con mayor detalle el efecto sustitución o complementario que se produce entre las barreras naturales y artificiales a la imitación y sustitución, ésta última tradicionalmente marginada en la literatura. La agrupación de las empresas, según la complejidad de sus capacidades tecnológicas, ha permitido contrastar empíricamente el interés de las organizaciones por implantar ciertas prácticas de protección legal. Este trabajo, pues, además de avanzar teóricamente en el tratamiento de distintos conceptos y variables, resulta de gran utilidad para la toma de decisiones tecnológicas de carácter estratégico.

Los resultados obtenidos permiten avanzar en el análisis de las controvertidas relaciones entre la naturaleza del conocimiento y el éxito. Se comprueba que los mayores niveles de complejidad permiten proteger las capacidades de la imitación y, solo cuando esta complejidad depende de la presencia conjunta de conocimientos explícitos y tácitos, las capacidades se muestran inmunes frente a la sustitución. Finalmente, se comprueba que la protección legal solo es un mecanismo eficaz frente a la imitación cuando las capacidades tecnológicas presentan reducidos niveles de complejidad; en caso contrario, los esfuerzos empleados no se traducen en mayores niveles de protección frente a ella.

En principio no se planteó hipótesis alguna sobre la relación entre la protección legal y la sustituibilidad de las capacidades, ya que dicha protección pretende defender los conocimientos de su copia o imitación. Sin embargo, la protección legal no es sino un instrumento que transforma conocimientos tácitos en explícitos, luego puede alterar la composición cualitativa de la complejidad de las capacidades a favor del componente exógeno. De ahí que, indirectamente, pueda ser considerado un elemento eficaz y complementario no solo para construir barreras a la imitación –como siempre se ha considerado, pero solo útil cuando la complejidad es mínima–, sino también para elevar las “barreras” a la sustitución. Por tanto, puede que se haya demostrado en este trabajo una mayor utilidad a las políticas de protección legal de la inicialmente esperada. En definitiva, se podría concluir que estas prácticas son siempre interesantes, como algunos autores planteaban, pero por distintas razones de las defendidas por ellos. No obstante, un estudio de las interacciones entre las dos variables independientes propuestas en nuestro modelo se plantea como una relevante línea de investigación futura.

Finalmente, queremos poner de manifiesto la existencia de ciertas limitaciones de este trabajo. En primer lugar, solo se ha tratado el sostenimiento de las ventajas competitivas. De esta forma, sería muy interesante abordar las relaciones que existen entre ciertas prácticas de gestión de conocimiento y su naturaleza y la creación misma de ventajas competitivas y la apropiación de las rentas generadas, en cuyo estudio estamos trabajando con el diseño de medidas de éxito específicas de sectores como el biotecnológico. En segundo lugar, el sostenimiento de las ventajas competitivas ha quedado reducido al análisis de la imitabilidad y sustituibilidad; aparte de las reflexiones planteadas para la transferibilidad, hemos apartado del estudio otros criterios. Por ejemplo, el *constante desarrollo de mejoras tecnológicas de mayor o menor calado*, como mecanismo de sostenimiento de ventajas una vez que el diseño tecnológico no se disfruta en exclusiva. Tampoco se ha prestado excesiva atención a situaciones competitivas de rápida obsolescencia tecnológica, que invalidarían los criterios para medir el sostenimiento de las ventajas empleados en este trabajo. Adicionalmente, quizá haber planteado un estudio de las relaciones entre las distintas dimensiones de la complejidad y la imitabilidad hubiera permitido encontrar algún resultado interesante, que puede haber quedado ocultado por la agrupación propuesta de las empresas.

En cuanto a la metodología, reconocemos que el reducido número de empresas de la muestra no ha permitido emplear otras técnicas estadísticas que hubieran permitido analizar las relaciones de dependencia entre las variables.

Por ello, la investigación futura se va a orientar hacia la superación de estas limitaciones y el contraste de las nuevas relaciones –descubiertas a partir de los resultados obtenidos– con la finalidad de completar un modelo que integre los principales aspectos responsables del éxito tecnológico y empresarial en un contexto determinado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, P.S. y SHENHAR, F.R. (1990): “Adapting your Technological Base: The Organizational Challenge”, *Sloan Management Review*, Vol. 25, otoño, pp. 37-52.
- AFUAH, A. (2002): “Mapping Technological Capabilities into Product Markets and Competitive Advantage: The Case of Cholesterol Drugs”, *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 171-179.
- AMIT, R. y SCHOEMAKER, P.J.H. (1993): “Strategic Assets and Organizational Rent”, *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 33-46.
- ANDERSON, P.W.; ARROW, K.J. y PINES, D. (1988): *The Economy as a Complex Evolving System*, Addison-Wesley, Redwood City.
- ASEBIO (2000): *Informe Asebio 2000*, Asociación Española de Bioempresas, Madrid.
- ASEBIO (2001): *Informe Asebio 2001*, Asociación Española de Bioempresas, Madrid.
- ASEBIO (2002): *Informe Asebio 2002*, Asociación Española de Bioempresas, Madrid.
- BALCONI, M. (2002): “Tacitness, Codification of Technological Knowledge, and the Organisation of Industry”, *Research Policy*, Vol. 31, pp. 357-379.
- BARNARD, C.I. (1938): *The Functions of the Executive*, Harvard University Press, Cambridge.
- BARNEY, J.B. (1991): “Firms Resources and Sustained Competitive Advantage”, *Journal of Management*, Vol. 17, pp. 99-120.
- BARNEY, J.B. (1992): “Integrating Organizational Behavior and Strategy Formulation Research: A Resource-Based Analysis”, en P. Shrivastava, A. Huff y J. Dutton (eds.): *Advances in Strategic Management*, Vol. 8, pp. 39-61, JAI Press, Greenwich.
- BARNEY, J.B. (1997): *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*, Addison-Wesley, Reading.
- BLACK, J.A. y BOAL, K.B. (1994): “Strategic Resources: Traits, Configurations and Paths to Sustainable Competitive Advantage”, *Strategic Management Journal*, Vol. 15, pp. 131-148.
- 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 (eds.): *Towards a Competence Theory of the Firm*, pp. 111-132, Routledge, Londres.
- COMANOR, W.S. y SCHERER, F.M. (1969): “Patents Statistics as a Measure of Technical Change”, *Journal of Political Economy*, Vol. 77, pp. 392-398.
- CONNER, K.R. (1995): “Obtaining Strategic Advantage from Being Imitated: When Can Encouraging “Clones” Pay?”, *Management Science*, Vol. 41, pp. 209-225
- COTEC (1997): *Biotecnología. Documentos COTEC sobre Oportunidades Tecnológicas*, Fundación Cotec, Madrid.
- COWAN, R. y FORAY, D. (1997): “The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge”, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 6, pp. 595-622.

- CROSSAN, M.M. y BERDROW, I. (2003): "Organizational Learning and Strategic Renewal", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 1087-1105.
- DECAROLIS, D.M. (2003): "Competences and Imitability in the Pharmaceutical Industry: An Analysis of their Relationship with Firm Performance", *Journal of Management*, Vol. 29, pp. 27-50.
- DIERICKX, I. y COOL, K. (1989): "Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage", *Management Science*, Vol. 35, pp. 1504-1511.
- DOSI, G. y MARENGO, L. (1993): "Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competences", en R.W. England (ed.): *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*, University of Michigan Press, Ann Arbor.
- DOUGLAS, T.J. y RYMAN, J.A. (2003): "Understanding Competitive Advantage in the General Hospital Industry: Evaluating Strategic Competencies", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 333-347.
- ERNST, B. (1995): *The Principle of Hope*, Cambridge, MIT Press, Boston.
- ERNST, H. (2001): "Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-Series Cross Section Analyses on the Firm Level", *Research Policy*, Vol. 30, pp. 143-158.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, E.; MONTES PEÓN, J.M.; PÉREZ-BUSTAMANTE, G.O. y VÁZQUEZ ORDÁS, C.J. (1999): "Competitive Strategy in Technological Knowledge Imitation", *International Journal of Technology Management*, Vol. 18, pp. 535-548.
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Z. y SUÁREZ GONZÁLEZ, I. (1996): "La Estrategia de la Empresa desde una Perspectiva Basada en los Recursos", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 5, n.º 3, pp. 73-92.
- FIGUEIREDO, P.N. (2002): "Does Technological Learning Pay Off? Inter-firm Differences in Technological Capability-accumulation Paths and Operational Performance Improvement", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 73-94.
- FUENTELES, L.; GÓMEZ, J. y POLO, Y. (2003): "Intrafirm Diffusion of New Technologies: An Empirical Application", *Research Policy*, Vol. 32, pp. 533-551.
- GHEMAWAT, P. (1991): "Market Incumbency and Technological Inertia", *Marketing Science*, Vol. 10, n.º 2, pp. 161-171.
- GODFREY, P.C. y HILL, C.W.L. (1995): "The Problem of Unobservable in Strategic Management Research", *Strategic Management Journal*, Vol. 16, pp. 519-533.
- GRANT, R.M. (1991): "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation", *California Management Review*, Vol. 34, primavera, pp. 114-135.
- GRANT, R.M. (1996): "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, número especial de invierno, pp. 109-122.
- GRILICHES, Z. (1990): "Patents Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, pp. 1661-1707.
- GRILICHES, Z.; HALL, B.H. y PAKES, A. (1991): "R&D, Patents, and Market Value Revisited: Is There a Second (Technological Opportunity) Factor?", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 1, pp. 1183-1201.
- GUNBY, P. (1996): *Explaining Adoption Patterns of Process Standards*, Tesis Doctoral, Departamento de Economía, Universidad de Ontario.
- HALL, R. (1992): "The Strategic Analysis of Intangible Resources", *Strategic Management Journal*, Vol. 13, pp. 135-144.
- HELFAF, C.E. (2000): "Guest Editor's Introduction to the Special Issue: The Evolution of Firm Capabilities", *Strategic Management Journal*, Vol. 21, pp. 955-959.
- HENDERSON, R.M. y COCKBURN, I. (1994): "Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, pp. 63-84.
- HIRSHLEIFER, J. (1982): "Evolutionary Models in Economics and Law: Cooperation versus Conflict", *Research in Law and Economics*, Vol. 4, pp. 1-60.
- HOLLAND, J.H. y MILLER, J.H. (1991): "Artificial Adaptive Agents in Economic Theory", *American Economic Review*, Vol. 81, pp. 365-370.
- HOSKISSON, R.; HITT, M.A.; WAN, W.P. y YIU, D. (1999): "Theory and Research in Strategic Management: Swings of a Pendulum", *Journal of Management*, Vol. 25, pp. 417-456.
- HUBERMAN, B. A. y HOGG, T. (1986): "Complexity and Adaptation", *Physica*, Vol. 22 (D), pp. 376-384.
- KNOTT, A.M. (2003): "Persistent Heterogeneity and Sustainable Innovation", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 687-705.
- LIEBESKIND, J.P. (1996): "Knowledge, Strategy, and the Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, número especial de verano, pp. 93-107.
- LIEBESKIND, J.P. (1996): "Keeping Organizational Secrets: Protective Institutional Mechanisms and their Costs", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, pp. 623-663.
- LIPPMAN, S.A. y RUMELT, R.P. (1982): "Uncertain Imitability: An Analysis of Interfirm Differences in Efficiency under Competition", *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, pp. 418-438.
- LIPPMAN, S.A. y RUMELT, R.P. (2003): "A Bargaining Perspective on Resource Advantage", *Strategic Management Journal*, pp. 1069-1086.
- 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*, Vol. 24, pp. 1043-1055.
- MACMILLAN, I.; McCAFFERY, M. y van WIJK, G. (1985): "Competitors' Responses to Easily Imitated New Products: Exploring Commercial Banking Product Introductions", *Strategic Management Journal*, Vol. 6, pp. 75-86.
- MARKMAN, G.D.; ESPINA, M.I. y PHAN, P.H. (2004): "Patents as Surrogates for Inimitable and Non-Substitutable Resources", *Journal of Management*, Vol. 30, pp. 529-544.
- McEVILY, S.K. y CHAKRAVARTHY, B. (2002): "The Persistence of Knowledge-Based Advantage: An Empirical Test for Product Performance and Technological Knowledge", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 285-305.
- McEVILY, S.K.; DAS, S. y McCABE, K. (2000): "Avoiding Competence Substitution through Knowledge Sharing", *Academy of Management Review*, Vol. MILLER, D. y SHAMSIE, J. (1996): "The Resource-Based View of the Firm in Two Environments: The Hollywood Films Studios from 1936 to 1965", *Academy of Management Journal*, Vol. 39, pp. 519-543.
- McGRATH, R.G.; MacMILLAN, I.C. y VENKATARAMAN, S. (1995): "Defining and Developing Competence: A Strategic Process Paradigm", *Strategic Management Journal*, Vol. 16, pp. 251-275.
- MILLER, D.; EISENSTAT, R. y FOOTE, N. (2002): "Strategy from the Inside Out: Building Capabilities-Creating Organizations", *California Management Review*, Vol. 44, pp. 37-54.
- NELSON, R.R. y WINTER, S.G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge.
- NICHOLLS-NIXON, C.L. y WOO, C.Y. (2003): "Technology Sourcing and Output of Established Firms in a Regime of Encompassing Technological Change", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 651-666.
- NONAKA, I. (1994): "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation", *Organization Science*, Vol. 5, pp. 14-37.
- NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995): *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, Oxford.
- PENROSE, E.T. (1959): *The Theory of Growth of the Firm*, Basil Blackwell, Londres.
- PETERAF, M.A. (1993): "The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 179-191.
- PETERAF, M.A. y BERGEN, M.E. (2003): "Scanning Dynamic Competitive Landscapes: A Market-Based and Resource-Based Framework", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, 1027-1041.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990): "The Core Competence of the Corporation", *Harvard Business Review*, mayo/junio, pp. 79-91.
- REED, R. y DeFILLIPPI, R. (1990): "Causal Ambiguity, Barriers to Imitation, and Sustainable Competitive Advantage", *Academy of Management Review*, Vol. 15, pp. 88-102.
- RIVETTE, K.G. y KLINE, D. (2000): *Rembrandts in the Attic: Unlocking the Hidden Value of Patents*, Harvard Business School Press, Boston.
- ROBINS, J.A. (1992): "Organizational Considerations in the Evaluation of Capital Assets: Toward a Resource-Based View of Strategic Investment by Firms", *Organizational Science*, Vol. 3, pp. 522-536.
- ROGERS, E. (1995): *Diffusions of Innovation*, Free Press, Nueva York.
- RUIZ-MAYA, PÉREZ L. y MARTIN PLIEGO, F.J. (1995): *Estadística II: Inferencia*, Editorial AC, Madrid.
- SCHERER, E.M. (1965): "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions", en E.M. Scherer (1984): *Innovation and Growth. Schumpeterian Perspectives*, pp. 175-206, MIT Press, Cambridge.
- SELZNICK, P. (1957): *Leadership in Administration: A Sociological Interpretation*, Harper and Row, Nueva York.
- SIEGEL, S. y CASTELLAN, N. (1988): *Non Parametric Statistics for the SIMON, H.A. (1947): Administrative Behavior*, McMillan, Nueva York
- SIMON, H.A. (1962): "The Architecture of Complexity", *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 106, pp. 467-482.
- SINGH, K. (1997): "The Impact of Technological Complexity and Interfirm Cooperation on Business Survival", *Academy of Management Journal*, Vol. 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*, Vol. 24, pp. 217-233.
- SPENDER, J.C. (1996): "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, número especial de invierno, pp. 45-62.
- TEECE, D.J. (1986): "Profiting from Technological Innovation", *Research Policy*, Vol. 15, pp. 285-305.
- TEECE, D.J.; PISANO, G. y SHUEN, A. (1997): "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, Vol. 18, pp. 509-533.
- TENG, B. y CUMMINGS, J.L. (2002): "Trade-Offs in Managing Resources and Capabilities", *Academy of Management Executive*, Vol. 16, pp. 81-91.
- THOMKE, S. y KUEMMERLE, W. (2002): "Asset Accumulation, Interdependence and Technological Change: Evidence from Pharmaceutical Drug Discovery", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 619-635.
- VICENTE-LORENTE, J. D. (2001): "Specificity and Opacity as Resource-based Determinants of Capital Structure: Evidence for Spanish Manufacturing Firms", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, pp. 157-177.
- WERNERFELT, B. (1984): "A Resource-based View of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 5, pp. 171-180.
- WIKLUND, J. y SHEPHERD, D. (2003): "Knowledge-Based Resources, Entrepreneurial Orientation, and the Performance of Small and Medium-Sized Business", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 1307-1314.
- WILCOX-KING, A. y ZEITHAML, C.P. (2001): "Competences and Firm Performance: Examining the Causal Ambiguity Paradox", *Strategic Management Journal*, Vol. 22, pp. 75-99.
- ZAHRA, S.A. y NIELSEN, A.P. (2002): "Sources of Capabilities, Integration and Technology Commercialization", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 377-398.
- ZOTT, C. (2003): "Dynamic Capabilities and the Emergence of Intra-industry Differential Firm Performance: Insights from a Simulation Study", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 97-125.

