

F. E. GARCÍA MUIÑA *

J. E. NAVAS LÓPEZ **

Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales. Un estudio empírico en el sector biotecnológico español ***

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Marco teórico. 2.1. Las capacidades tecnológicas: clasificación. 3. Modelo de análisis: hipótesis de trabajo. 4. Metodología de la investigación.

4.1. Datos generales de la investigación empírica. 4.2. Medidas de las variables.

5. Resultados. 6. Conclusiones.

Referencias bibliográficas

RESUMEN: Este trabajo analiza la relación entre distintos tipos de capacidades tecnológicas y el resultado empresarial. Para ello, se propone una clasificación de capacidades y se diseña un modelo sensible a las diferentes estrategias tecnológicas y a las condiciones competitivas a las que se enfrentan las organizaciones. El estudio empírico se ha realizado sobre una muestra de empresas de biotecnología en España. La evidencia empírica refleja que no todas las capacidades tecnológicas tienen los mismos efectos sobre los resultados, ya que el potencial estratégico de tales capacidades depende de su grado de adecuación a las condiciones competitivas. Esto justifica la crítica de ciertos criterios de evaluación estratégica de recursos muy reconocidos en la literatura, y la necesidad de adoptar un enfoque contingente para su estudio.

Palabras clave: Capacidades tecnológicas, Conocimiento, Resultados y Biotecnología.

Clasificación JEL: M1

ABSTRACT: This paper studies the relationship between technological capabilities and firm performance. To achieve this objective, firstly, it is proposed a typology of technological capabilities and, secondly, it is defined a model where different technological strategies

* Departamento de Economía de la Empresa (Admón., Dir y Org.). Universidad Rey Juan Carlos. P.º de los Artilleros, s/n. 28032 Madrid. Teléfono: 914887790 fernando.muina@urjc.es.

** Departamento de Organización de Empresas. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas. 28223 Pozuelo de Alarcón. Teléfono: 913942416 jenavas@ccee.ucm.es

*** Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de los evaluadores anónimos, que contribuyeron a la mejora del presente artículo.

and industry structure are both taken into account. The empirical test was developed in the Spanish biotechnology industry. Results show that not all technological capabilities have the same effects on firm performance, as the strategic potential of such capabilities notably depends on competitive conditions. These results justify that certain traditional evaluation criteria for resources and capabilities can be criticized, and the need of contingent views to analyze the role of technological knowledge in firm success.

Key words: Technological capabilities, Knowledge, Firm Performance, and Biotechnology

JEL Classification: M1

1. Introducción

La investigación desarrollada en este trabajo plantea el análisis de las implicaciones del conocimiento tecnológico en los resultados de empresas dedicadas a biotecnología en España. El estudio de esta relación no es algo nuevo, ya que fue el propio Schumpeter (1934) quien concibió el cambio tecnológico como la causa fundamental del dinamismo y crecimiento de la economía, si bien son todavía muchas las cuestiones sobre las que se debe seguir trabajando.

A nivel microeconómico distintos planteamientos dentro del campo de la estrategia empresarial —Enfoque basado en los Recursos (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991; Grant, 1991; Hall, 1992; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993), Enfoque de las Capacidades Dinámicas (Teece, Pisano y Shuen, 1997) o Teoría de la Empresa basada en el Conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant, 1996; Spender, 1996)— también reconocen el papel que juegan los recursos y capacidades intensivos en conocimiento en la creación y sostenimiento de las ventajas competitivas, así como en la apropiación de las rentas superiores generadas. Por tanto, el desarrollo de capacidades basadas en conocimientos tecnológicos se considera como uno de los pilares básicos de la competitividad empresarial, sobre todo en aquellas industrias cuyas actividades sean intensivas en tecnología (Afuah, 2002; De Carolis, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003; Tsai, 2004).

Sin embargo, este reconocimiento teórico del potencial estratégico de los conocimientos tecnológicos carece del soporte empírico suficiente, ya que los resultados obtenidos en la investigación previa distan de ser concluyentes. El insuficiente tratamiento de las variables y medidas, así como la falta de atención a ciertos factores del entorno pueden ser las principales causas de esta situación apreciada en la literatura.

La mayoría de trabajos que se adentran en el estudio de la relación entre los conocimientos tecnológicos y los resultados lo hacen desde una perspectiva cuantitativa; esto es, defienden que cuantos más conocimientos tecnológicos se dominen mejores serán los resultados obtenidos. Esta visión implícitamente considera que todos los conocimientos tecnológicos son igualmente valiosos, es decir, que su potencial para crear valor es independiente del contexto empresarial e industrial.

Adoptando un enfoque cualitativo, y con la finalidad de avanzar en el estudio de la controvertida relación entre la tecnología y los resultados, en este trabajo analizamos si realmente todas las capacidades tecnológicas repercuten

en la misma medida en los resultados —tal y como se deduce de la investigación previa— o si, por el contrario, unos conocimientos son más valiosos que otros para enfrentarse a las oportunidades y amenazas del entorno.

Además, múltiples estudios plantean la relación entre tecnología y resultados desde un enfoque de *input*, relacionando directamente los esfuerzos tecnológicos acometidos por la empresa (por ejemplo Gasto en I+D) con los resultados. Estos trabajos no permiten analizar si unos pobres resultados empresariales son consecuencia de una falta de inversión suficiente en la función tecnológica o que, simplemente, los esfuerzos tecnológicos no se aplican en la dirección correcta. Por ello en este estudio se establece la relación entre distintos tipos de capacidades tecnológicas, definidos a partir de dos criterios jerárquicamente ordenados, y los resultados desde una visión de *output* tecnológico, vinculándose directamente los resultados de la actividad innovadora (por ejemplo tasa de innovaciones incrementales o imitabilidad de las innovaciones) con los resultados empresariales.

Otras limitaciones de la literatura revisada se refieren al tratamiento de la variable dependiente del modelo —resultados empresariales—. En numerosas ocasiones se observa que su medida queda planteada a través de indicadores financieros a corto plazo que no siempre resultan adecuados, especialmente en contextos competitivos dinámicos donde las inversiones se caracterizan por: una gran cantidad de recursos financieros, elevados niveles de riesgo y plazos de recuperación muy dilatados en el tiempo; éste es el caso del sector de la biotecnología analizado en el presente trabajo. Por ello, junto a los indicadores tradicionales, el tratamiento de los resultados empresariales incorpora otros instrumentos de medida alternativos, referidos a ciertas variables o rasgos organizativos, que tanto los argumentos teóricos como evidencia empírica reciente han reconocido como indicadores indirectos de una buena gestión empresarial, y de expectativas de futuro favorables derivadas del potencial estratégico de las tecnologías (pág. ej. Baum y Silverman, 2004). Tal es el caso, por ejemplo, de la capacidad de atracción de socios capitalistas o socios investigadores, a consecuencia de la positiva valoración que estos agentes hacen de la base tecnológica de la empresa, y muy estrechamente vinculada a la cotización de la empresa en los mercados. En definitiva, el fundamento teórico que subyace descansa en las Teorías de las *Señales* (Spence, 1974) y de la *Selección* (Weiss, 1995), y apunta que la empresa, a través de ciertas características organizativas, emite «señales» que, de igual forma que los Estados Contables o su cotización en Bolsa, recogen información de las empresas para valorar su *salud*, y que los agentes deben identificar, comprender y analizar, al ser muy relevantes a la hora de establecer las probabilidades de obtener buenos resultados en entornos de gran dinamismo.

Los resultados de la investigación empírica no paramétrica llevados a cabo nos permiten concluir que, en un contexto competitivo concreto como el biotecnológico, no todos los conocimientos tecnológicos son igualmente estratégicos. Así, de forma contraria a otros trabajos previos, el desarrollo y explotación de capacidades tecnológicas inmunes frente a la imitación y la sustitución de las innovaciones no son especialmente relevantes para los agentes mejor informados; por tanto su potencial estratégico no se esperará que sea

muy elevado. Sin embargo, las capacidades tecnológicas responsables de la constante y eficiente obtención de innovaciones incrementales y, sobre todo, aquellas orientadas hacia la permanente exploración de nuevos conocimientos, que todavía no tienen porqué tener una aplicación directa en los mercados, son consideradas determinantes para que la empresa obtenga buenos resultados de forma sostenible. El carácter dinámico de este sector y la idiosincrasia del tejido empresarial biotecnológico español pueden explicar en cierta medida estos resultados.

En cuanto a la estructura general del artículo, tras desarrollar el marco conceptual básico, se define en segundo lugar el modelo de análisis y las hipótesis a contrastar. En tercer lugar, se abordan los principales aspectos metodológicos de la investigación empírica. Finalmente, se presentan los resultados y conclusiones más relevantes así como las principales líneas futuras de investigación.

2. Marco teórico

2.1. LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS: CLASIFICACIÓN

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 una capacidad tecnológica estratégica como *toda facultad genérica intensiva en conocimiento para movilizar conjuntamente distintos recursos científicos y técnicos individuales, que permite a la empresa 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.*

A pesar del interés de esta definición, su planteamiento es excesivamente general, puesto que no todos los activos tecnológicos persiguen los mismos objetivos ni resultan adecuados a las mismas condiciones competitivas. De ahí que consideremos que carecería de sentido suficiente plantear directamente el estudio de la relación genérica entre las capacidades tecnológicas así definidas y los resultados empresariales.

Por ello, se propone una clasificación de capacidades tecnológicas que supera el ámbito de lo conceptual y se sitúa en el plano de las implicaciones académicas y directivas, con objeto de poder conocer el efecto particular de cada tipo de capacidad sobre los resultados. En este contexto se justifica la aproximación contingente al estudio del valor estratégico de las capacidades, que implica que su potencial no debe quedar siempre definido a través de los mismos criterios y que ninguna capacidad puede ser considerada a priori estratégica ante cualquier situación (Teng y Cummings, 2002; Benner y Tushman, 2003; Miller, 2003; Winter, 2003).

Nuestra propuesta de clasificación de las capacidades tecnológicas descansa en algunos de los argumentos definidos en el marco teórico de 'exploración-explotación' de conocimiento, planteado inicialmente por March

(1991), y matizado años después por Levinthal y March (1993). En él se establecen distintos procesos de aprendizaje y desarrollo tecnológico, en función del grado de novedad del conocimiento, el riesgo asumido en los procesos de innovación y la posible aplicación en los mercados de tales avances tecnológicos más o menos inmediata; sin embargo, algunos de los elementos incorporados en el análisis difieren notablemente, tal y como describimos a continuación.

La clasificación de capacidades atiende a la definición de dos criterios jerárquicamente ordenados: 1) el modelo según el cual evoluciona la tecnología en la industria, que permite distinguir entre las capacidades de *explotación* y *exploración*, y 2) la etapa concreta del ciclo evolutivo en la que se encuentra la industria, que permite diferenciar, dentro de las capacidades de explotación, aquellas que son de *exclusividad* frente a las de *no exclusividad*. Nuestra propuesta de clasificación toma en consideración todas estas condiciones en las que se pueden encontrar las empresas, definiéndose para cada situación aquel tipo concreto de capacidad tecnológica que teóricamente pueda ser el más adecuado.

Respecto al primer criterio, la tradición científica apunta que la industria evoluciona constantemente a lo largo de ciclos en los que se alternan etapas de estabilidad y cambio incremental a lo largo de una misma trayectoria tecnológica, con otros momentos de mayor incertidumbre donde las innovaciones radicales se generalizan (Abernathy y Utterback, 1978; Dosi, 1982; Sahal, 1985; Tushman y Anderson, 1986; Utterback, 1994; Benner y Tushman, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003)¹, hasta que surge finalmente un diseño dominante (Utterback y Abernathy, 1975; Abernathy, 1978; Clark, 1985; Anderson y Tushman, 1990; Tushman y Rosenkopf, 1992; Utterback y Suarez, 1993)².

No obstante, en los últimos años se ha reconocido la existencia creciente de un modelo evolutivo alternativo, en el que los períodos de estabilidad son cada vez más cortos y donde la competencia queda sumida casi en una constante sucesión de discontinuidades tecnológicas (Nicholls-Nixon y Woo, 2003). De esta forma, los desarrollos en la ciencia y la tecnología cambian rápidamente la naturaleza de los problemas, el material tecnológico necesario y/o la heurística empleada para su resolución (Dosi, 1982; 1988).

El segundo de los criterios, la etapa concreta del ciclo en la que se encuentra la industria, queda planteado en el contexto particular de cada uno de los dos modelos evolutivos genéricos previamente descritos. Así, mientras que en el modelo clásico pueden distinguirse claramente diferentes etapas según el grado de incertidumbre existente en el entorno tecnológico, en el modelo

¹ Una innovación tecnológica puede considerarse radical cuando el nuevo producto y/o proceso ha sido concebido y desarrollado a través de capacidades que no comparten apenas conocimientos tecnológicos anteriores, que, por otra parte, no están prácticamente difundidos a lo largo de la industria (Tushman y Anderson, 1986).

² Una completa revisión de los factores determinantes del éxito en la consecución de la posición de diseño dominante se presenta en el trabajo de Suarez (2004).

alternativo tan solo puede reconocerse una única etapa de constantes cambios, donde los conocimientos tecnológicos avanzan a gran velocidad.

2.1.1. *Las capacidades tecnológicas de explotación en el contexto tradicional*

El patrón evolutivo clásico justifica la definición de las *capacidades tecnológicas de explotación*, cuyo principal valor dependerá directamente de la explotación económica de las tecnologías en los mercados. Una vez concluida la fase temporal de mayor incertidumbre, las empresas que han logrado imponer su tecnología como diseño dominante tratarán de explotarlo en los mercados durante el mayor tiempo posible, hasta que sobrevenga la transición hacia un nuevo paradigma tecnológico.

Tal y como apuntaron Helfat y Peteraf (2003), en el marco de este modelo evolutivo es posible identificar distintas etapas o fases a lo largo del ciclo de vida de las capacidades. De esta forma, la explotación de los conocimientos tecnológicos valiosos se puede desarrollar en dos etapas claramente diferenciadas, según se disfruten en exclusiva o no los conocimientos en los que están basadas las innovaciones de éxito. Este hecho es el que permite distinguir, a partir del segundo de los criterios, dos tipos de capacidades tecnológicas de explotación según se encuentren, o no, difundidos los conocimientos a lo largo de la industria: 1) *de exclusividad* y 2) *de no exclusividad*.

Las capacidades tecnológicas de exclusividad son aquellas responsables de la obtención de innovaciones valiosas, cuyo potencial estratégico dependerá directamente de las dificultades para imitar y sustituir los conocimientos tecnológicos exclusivos en las que se basan (Mitchell y Sigh, 1996; McEvily y Chakravarthy, 2002; Schroeder *et al.*, 2002; De Carolis, 2003; Zott, 2003). Por su parte, una vez difundidos los conocimientos a lo largo de la industria, la correcta dotación de capacidades de no exclusividad permitirá el eficiente desarrollo de innovaciones incrementales antes que la competencia. De esta forma, la empresa podrá mantener una posición de ventaja competitiva derivada de la explotación en los mercados de mejoras parciales sobre la innovación original, cuyo valor dispondrá de un escaso margen de tiempo para ser rentabilizado (Cooper y Smith, 1992). De ahí que la rapidez y eficiencia con la que se obtienen dichas innovaciones sea fundamental en la valoración estratégica de este tipo de capacidades tecnológicas. Esta doble orientación de las capacidades de explotación encuentra soporte en diversos estudios previos como los de DeGeus (1988), Markides y Williamson (1994) o De Carolis (2003).

Sin embargo, la cada vez mayor relevancia de aquellos modelos evolutivos que reconocen un progresivo acortamiento de los períodos de estabilidad justifica la definición de un nuevo tipo de capacidad.

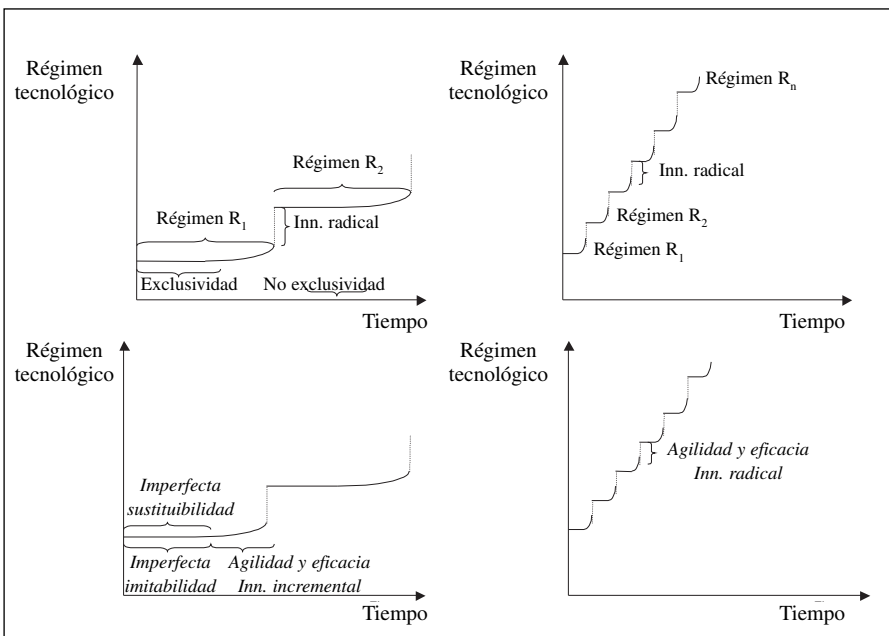
2.1.2. Las capacidades tecnológicas de exploración en un contexto dinámico

A diferencia del patrón evolutivo tradicional, en este caso resulta complicado identificar distintas etapas a lo largo del ciclo tecnológico, ya que la competencia queda sumida en una permanente fase de gran dinamismo. Por ello, definiremos un único tipo adicional de capacidades tecnológicas.

Los orígenes de esta perspectiva los encontramos en los trabajos de Schumpeter (1934, 1950), Abernathy (1978), D’Aveni (1994) o Porter (1994) y su referencia al comportamiento dinámico del entorno y la habilidad de la empresa para adaptarse a él (Teece *et al.*, 1997).

En este contexto consideramos que adquiere significado la definición de las *capacidades tecnológicas de exploración*, orientadas hacia el permanente desarrollo e incorporación de nuevos conocimientos, que suponen la constante redefinición de las trayectorias tecnológicas vigentes (Miller, 2003). Como consecuencia de que las condiciones competitivas imponen elevados niveles de incertidumbre y obsolescencia tecnológica, prácticamente no existe margen de tiempo, ni para obtener rentabilidad de su explotación sostenida, ni para aplicar sucesivas innovaciones incrementales que mejoren los atributos de los productos y/o procesos innovadores. En definitiva, el carácter estratégico de las capacidades de exploración se vinculará con la facultad de la

FIGURA 1.—Las capacidades tecnológicas: tipología y evaluación estratégica



Fuente: Elaboración propia.

empresa para desarrollar una base de conocimientos que le permitan mantenerse en la vanguardia de la investigación y desarrollo futuros (Cooper y Smith, 1992; Danneels, 2002; Zott, 2003); de hecho, ésta será la única posibilidad que le queda a las empresas para sostener una posición de ventaja frente a la competencia en tales condiciones.

A modo de resumen, en la figura 1 se muestra una representación gráfica de las capacidades tecnológicas genéricas definidas y los criterios adecuados para su valoración estratégica.

Esta clasificación, si bien surge del análisis de las situaciones en las que cada capacidad puede resultar más interesante, no implica que sean necesariamente excluyentes. Es decir, las empresas pueden centrarse en un tipo concreto de capacidad tecnológica o distribuir sus esfuerzos entre las diferentes orientaciones propuestas. El análisis de la población objeto de estudio nos permitirá identificar cuáles son las prácticas más extendidas entre las empresas de un entorno concreto, y aquellas decisiones que resultan ser más adecuadas para enfrentarse a las amenazas y oportunidades de la industria biotecnológica.

En definitiva, las distintas condiciones competitivas a las que las empresas se pueden enfrentar determinarán la influencia más o menos significativa de uno u otro tipo de capacidad en los resultados, y aconsejarán que su evaluación se establezca a través de diferentes criterios (Teng y Cummings, 2002; De Carolis, 2003).

3. Modelo de análisis: hipótesis de trabajo

La definición del modelo de análisis y de las hipótesis que relacionan cada tipo de capacidad con los resultados empresariales se puede plantear desde una doble perspectiva. Un primer enfoque que plantearía de forma general la existencia de una relación positiva entre cada tipo de capacidad y los resultados, y una segunda perspectiva desde la que se podría argumentar, para un contexto concreto, relaciones en uno y otro sentido según el ajuste de las capacidades a las condiciones competitivas.

Si bien se apuntarán en el modelo de análisis algunos argumentos que permitirían aplicar el segundo de los enfoques, en el presente estudio hemos optado por el primero de ellos. Por tanto, se considera la posible existencia de relaciones positivas entre cada tipo de capacidad y los resultados con la doble intención de, por un lado, obtener una primera evidencia exploratoria sobre los factores clave de éxito de la incipiente industria biotecnológica española y, por otro lado, plantear un modelo genérico de aplicación a cualquier contexto competitivo. Es decir, en cada caso hemos aplicado el fundamento de que, en principio, es mejor tener capacidades de todos y cada uno de los tipos que no tenerlas, sin perjuicio de que los resultados empíricos arrojen evidencia en sentido contrario, cuestión objeto de posterior análisis.

Cuando los trabajos no permiten discriminar entre las distintas orientaciones tecnológicas, los resultados obtenidos tan solo contrastan si es mejor tener capacidades tecnológicas que no tenerlas pero, a diferencia del presente estu-

dio, no concluyen si unos conocimientos u otros son más apropiados a distintas condiciones.

Los resultados del contraste empírico del modelo permitirán conocer cuáles son las estrategias tecnológicas más habituales en la industria —concentración en torno a un tipo de capacidad o diversificación tecnológica—, así como aquellas conductas empresariales que, con mayor probabilidad, conducirán a mejores resultados; incluso, se podrá establecer la posible existencia de costes de oportunidad derivados de la inversión en un tipo de capacidad tecnológica que los mercados no valoran, reconociéndose los posibles efectos negativos de una actividad tecnológica poco adecuada al marco sectorial³. Por ello, esta clasificación resulta fundamental para el avance del conocimiento de la relación planteada, y su aplicación puede ser válida para todos y cada uno de los posibles entornos competitivos.

Junto a estas primeras reflexiones, otro de los principales beneficios de nuestra propuesta de tipología de capacidades es que permite clasificar, reinterpretar y analizar coherentemente los resultados de la investigación empírica previa. Por ejemplo, Knott (2003) encuentra un sentido positivo en el caso de las capacidades de explotación de exclusividad, mientras que De Carolis y Deeds (1999) concluyen lo contrario, debido a la elevada rigidez e inercia que consideran son propias de un proceso innovador de estas características. De forma análoga, De Carolis y Deeds (1999), Yeoh y Roth (1999), Albino *et al.* (2001) o Figueiredo (2002) obtienen resultados que señalan que las capacidades de explotación de no exclusividad, es decir, el eficiente desarrollo de innovaciones incrementales, influyen de forma significativa y positiva en los resultados. Por su lado, De Carolis (2003) encuentra que dichas capacidades de no exclusividad influyen en los resultados en uno u otro sentido, según la medida de los resultados empleada.

Finalmente, De Carolis y Deeds (1999) y Figueiredo (2002) concluyen la necesidad de orientar las actividades tecnológicas hacia la constante exploración de conocimiento para obtener buenos resultados, mientras que Yeoh y Roth (1999) justifican sus resultados en sentido contrario como consecuencia del elevado riesgo asumido en tales proyectos.

Para tratar de superar esta situación, e interpretar correctamente los resultados, se hace necesario el diseño de un modelo que incorpore una visión contingente de la problemática, que permita analizar el encaje entre el entorno, la estrategia y la tecnología, a partir de la clasificación de capacidades propuesta.

Tal y como quedó definido en el epígrafe anterior, el potencial estratégico de las capacidades tecnológicas de explotación de exclusividad se evalúa en función de sus niveles de imitabilidad y sustituibilidad, ya que tradicionalmente estas condiciones se han planteado como los criterios representativos

³ No obstante, no planteamos a priori ninguna hipótesis en sentido negativo dado el marcado carácter exploratorio de la investigación.

del sostenimiento de las ventajas competitivas (Barney, 1991; Ghemawat, 1991; Grant, 1991; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993; Black y Boal, 1994; Conner y Prahalad, 1996; Eriksen y Mikkelsen, 1996; Miller y Shamsie, 1996). Siguiendo esta aproximación más tradicional, que toma como referencia los trabajos centrales a partir de los que se construye en Enfoque basado en los Recursos (Wernerfelt, 1984), proponemos que el desarrollo de innovaciones tecnológicas basadas en capacidades inmunes a la imitación y sustitución permite obtener mejores resultados de forma sostenida, al asegurar teóricamente el mantenimiento de las ventajas competitivas.

Estudios como los de Miller y Shamsie (1996), Schroeder *et al.* (2002) o Knott (2003) demuestran empíricamente la existencia de una relación directa entre las barreras a la imitación y sustitución de los recursos organizativos y los resultados empresariales. A partir del análisis de estos trabajos resulta oportuno destacar dos cuestiones para una posterior reflexión; por un lado, Schroeder *et al.* (2002) y Knott (2003) realizan el contraste empírico en sectores relativamente maduros y estables; y por otro lado, Miller y Shamsie (1996) demuestran que el papel de las barreras a la imitación y sustitución como fuente para el sostenimiento de ventajas competitivas se reduce a medida que aumenta el dinamismo de la industria.

Más allá de la naturaleza competitiva del sector objeto de estudio, y desde la consideración de que nuestro trabajo se plantea con carácter exploratorio, definimos la primera hipótesis en los siguientes términos:

H₁: *La dotación de capacidades tecnológicas de explotación de exclusividad se relaciona directamente con los resultados empresariales*

Los últimos comentarios expuestos cuestionan el interés de centrar los esfuerzos tecnológicos valorando únicamente la dificultad para imitar y sustituir las capacidades. Dado que el período de exclusividad es limitado en el tiempo, y más en un sector como el aquí analizado (De Carolis y Deeds, 1999), las capacidades tecnológicas de exclusividad pueden no ser las únicas que expliquen la obtención de mejores resultados; incluso, puede plantearse que, en determinados momentos, carezcan de potencial estratégico o sean fuente de desventajas competitivas, al promover una mayor inercia organizativa (Szulanski, 1996; De Carolis y Deeds, 1999). Los modelos de De Carolis y Deeds (1999) y De Carolis (2003), contrastados empíricamente en los sectores de farmacia y biotecnología respectivamente, obtienen resultados coherentes con estos argumentos, al reconocer la existencia de una relación no significativa o, incluso negativa, entre las capacidades de explotación de exclusividad y los resultados empresariales, desafiando los argumentos que soportan la primera de las hipótesis.

Por ello, tomando en consideración distintas aportaciones que sitúan la creación y sostenimiento de ventajas competitivas en el aprendizaje continuo y en la rápida explotación de innovaciones incrementales antes que la competencia (DeGeus, 1988; Cooper y Smith, 1992; Markides y Williamson, 1994; De Carolis, 2003), proponemos que los mejores resultados pueden venir explicados a través de la rápida incorporación de innovaciones incrementales

a la cartera de productos de la empresa, tal y como demuestran empíricamente los trabajos de De Carolis y Deeds (1999), Albino *et al.* (2001) o Figueiredo (2002), realizados en industrias con desigual grado de madurez.

Siguiendo esta línea definimos la segunda hipótesis del trabajo:

H₂: *La dotación de capacidades tecnológicas de explotación de no exclusividad se relaciona directamente con los resultados empresariales*

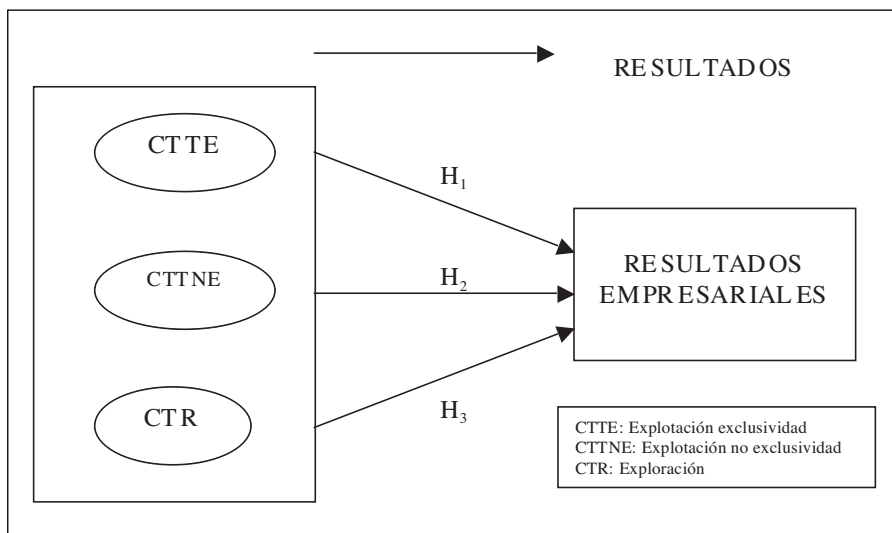
Sin embargo, dado que el entorno se caracteriza cada vez más por un progresivo acortamiento de los períodos de estabilidad, el carácter completo del modelo requiere la inclusión del efecto del potencial de las capacidades de exploración, más alejadas de la explotación económica directa de los desarrollos tecnológicos en los mercados. Cuando es la inestabilidad una constante en la industria, el eficiente desarrollo de tecnologías con posibilidades de convertirse en nuevos diseños dominantes —sometidos a elevados niveles de obsolescencia— se plantea como la única posibilidad para que las empresas sostengan posiciones de ventaja frente a la competencia (Danneels, 2002; Zott, 2003; Miller, 2003).

En estos casos la valoración que los mercados hacen del riesgo y de la rentabilidad a corto plazo es notablemente diferente. Incluso, la asunción de riesgo podría definirse como restricción o necesidad para toda empresa que desee ocupar en el futuro una posición destacada. Por tanto, el sostenimiento de dicha posición de ventaja requerirá de la empresa la habilidad para acumular y desarrollar una cartera de productos en desarrollo con un gran potencial para hacer frente a grandes cambios en el contexto tecnológico (Cooper y Smith, 1992). De Carolis y Deeds (1999), Figueiredo (2002) o De Carolis (2003) obtienen resultados empíricos conherentes con estos argumentos.

En definitiva, más que la propia tecnología incorporada en la cartera actual de productos, se debe valorar la habilidad dinámica de la empresa para concebir y generar una base de productos en desarrollo que le permitan enfrentarse en mejores condiciones ante un futuro incierto. Por ello, y a pesar de los posibles efectos negativos de esta orientación tecnológica derivados del elevado riesgo y de unos pobres niveles de rentabilidad a corto y medio plazo, definimos la tercera hipótesis, nuevamente con sentido positivo, cuyo contraste empírico permitirá comprobar si estos argumentos teóricos son aplicables al dinámico sector de la biotecnología.

H₃: *La dotación de capacidades tecnológicas de exploración se relaciona directamente con los resultados empresariales*

FIGURA 2.—Modelo general de análisis



Fuente: Elaboración propia.

4. Metodología de la investigación

4.1. DATOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

El contraste empírico de las hipótesis se realizó sobre una población de empresas dedicadas a la actividad biotecnológica en España⁴. 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). Además, la ausencia de una estadística nacional actualizada que recoja de forma completa las empresas que desarrollan este tipo de actividad en España, ha obligado a elaborar un censo de empresas a partir de la base de datos creada en 1997 por el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC)⁵.

La deseada homogeneidad de las empresas de la población exige el cumplimiento de varios criterios, entre los que destaca especialmente la pertenencia

⁴ Para la definición de la población se han seguido los argumentos de quienes apoyan la idoneidad de definir una población lo más homogénea posible (Hoskisson *et al.*, 1999; Yeoh y Roth, 1999; De Carolis, 2003; Douglas y Ryman, 2003; Lenox y King, 2004; Rothaermel y Deeds, 2004). Además, el fuerte componente tecnológico de las *bioempresas* (Henderson y Cockburn, 1994; De Carolis, 2003) y su escaso tratamiento para el caso español, justifican nuestra elección.

⁵ Base de datos denominada: *Spanish Research Groups and Enterprises Working in Biotechnology*.

cia a ciertos segmentos de actividad dentro de la industria biotecnológica. De esta forma, las empresas incluidas en el estudio son aquellas especializadas en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas al campo de la salud —humana y animal—⁶. 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). Adicionalmente, solo se incluyeron empresas que se dedicaran mayoritariamente al negocio de la biotecnología (más del 80% del volumen de negocio), eliminándose aquellas en las que tal actividad era inferior, ya que en casi todos los casos se trataba de grandes grupos farmacéuticos cuyas actividades básicas se regían por modelos de negocio muy diferentes.

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	$\pm 8,32$ % (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
Periodo de análisis	2000-2002
Unidad muestral	Empresa
Fecha realización	Febrero-septiembre 2003
Fuentes de información	Primarias: cuestionario enviado por correo postal o electrónico al máximo responsable de I+D o, en su defecto, al director general Secundarias: Información depositada en los Registros Mercantiles y Bases de Datos (SABI y Amadeus)

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Además, se han incluido empresas de suministros, al ser organizaciones que desarrollan y suministran *kits* de diagnóstico médico para aquellas otras dedicadas a la salud. En este sentido, los expertos del sector consultados (responsables del Centro Nacional de Biotecnología, Centro de Biología Molecular y directores generales de diversas empresas: Genetrix, Ingenasa, Bionos-tra y Alma Bioinformática), nos aconsejaron la idoneidad de agrupar estos segmentos de actividad.

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, al ser mucho más favorablemente consideradas.

Las características de la población seleccionada en este trabajo perfilan 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, ya que no se puede asegurar que tanto las variables como el modelo completo se comporten de acuerdo a una función *normal* (Siegel y Castellan, 1988). Los datos disponibles y la propia definición de las hipótesis aconsejan su contraste a través de los tests *U de Mann-Whitney* y *W de Wilcoxon*⁷.

Estas pruebas contrastan la hipótesis nula de si dos muestras independientes han sido extraídas de la misma población continua (Ruiz-Maya Pérez y Martín Pliego, 1995). Para ello, ambos tests comprueban si cada una de las observaciones de una muestra difiere, bien por exceso, bien por defecto, en la variable objeto de estudio respecto de las observaciones de la otra muestra. Dicha diferencia es la referencia para el cálculo de los rangos de variación a partir de los cuales se generan los estadísticos U y W. De esta forma, cuanto mayor sea la diferencia entre la suma de rangos de cada una de las muestras (estadístico U mayor y estadístico W menor), más significativas serán las diferencias subyacentes en la variable analizada entre las observaciones de una y otra muestra.

En nuestro estudio esta prueba estadística implica la previa clasificación de las empresas en dos grupos, en función del valor que toma la variable dependiente —resultados— en cada observación respecto a la mediana de su distribución. De esta forma, la población de empresas analizada se divide en dos grupos: un primer grupo constituido por las empresas con mejores resultados (situadas por encima de la mediana) y un segundo grupo integrado por las que tienen peores resultados (situadas por debajo de la mediana); por tanto, los resultados empresariales es la variable que se emplea para definir las dos submuestras de la población de empresas.

Se ha elegido la mediana como criterio de segmentación en lugar de la media, porque consideramos que representa de forma más apropiada la posición competitiva relativa de unas empresas frente a otras. Además, se evitan los inconvenientes derivados de la falta de representatividad de la media cuando las variables presentan una elevada dispersión, asegurándose la correcta asignación de cada empresa a su grupo de pertenencia.

Una vez clasificadas las empresas, se contrasta si ambos grupos presentan diferencias significativas en la dotación de cada una de las capacidades tecnológicas definidas. De esta forma podremos contrastar si las empresas con mejores resultados se caracterizan por un patrimonio tecnológico concreto.

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

4.2. MEDIDAS DE LAS VARIABLES

4.2.1. *Las capacidades tecnológicas*

El proceso de diseño de medidas está orientado hacia los mayores niveles de objetividad y validez. Por ello, se han empleado en todos los casos medidas cuantitativas que disfrutaran de la suficiente validez teórica o de contenido. Los datos se han recogido para los años 2000, 2001 y 2002, y su tratamiento se ha hecho a partir del valor medio resultante de las tres observaciones⁸. Así, a partir de las propuestas de Figueiredo (2002) y McEvily y Chakravarthy (2002), las capacidades de explotación de exclusividad han quedado medidas a través del tiempo medio que, durante el período objeto de estudio, las innovaciones resultantes mantuvieron su condición de exclusividad, frente a las acciones de imitación y sustitución de la competencia, en relación al tiempo medio durante el que tales innovaciones fueron valiosas para el mercado. Dado que es la presencia simultánea de barreras a la imitación y sustitución la que recoge el potencial tecnológico de las capacidades de exclusividad, su efectiva dotación se hace operativa a través de la media de ambos indicadores.

Las capacidades de explotación de no exclusividad se hicieron operativas a través del tiempo medio que, durante el período objeto de estudio, se consume en el desarrollo de las innovaciones incrementales (Yeoh y Roth, 1999; Yli-Renko *et al.*, 2001; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; Miller *et al.*, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Crossan y Berdrow, 2003).

Finalmente, según las aportaciones de distintos trabajos que se han centrado en la industria biotecnológica o en otras con un comportamiento afín (Tripsas, 1997; De Carolis y Deeds, 1999; Yeoh y Roth, 1999; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; Matusik, 2002; Thomke y Kuemmerle, 2002; Zahra y Nielsen, 2002; Crossan y Berdrow, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003), las capacidades de exploración quedaron medidas a través del potencial de la cartera de productos en curso, mediante el número de productos en curso radicalmente innovadores con grandes posibilidades de éxito, en relación al tamaño de la empresa.

En la figura 4 se recogen los principales indicadores correspondientes a las medidas de las capacidades tecnológicas.

⁸ El análisis psicométrico de las medidas ha quedado limitado a la validez teórica o de contenido, como consecuencia del carácter cuantitativo, objetivo y unidimensional de los indicadores. Estas propiedades limitan las posibilidades de realizar otras pruebas de validez como las de criterio/nomológica o de constructo/concepto/rasgos (Guion, 1980), ya que, en primer lugar, los indicadores propuestos se corresponden con estándares suficientemente aceptados y, en segundo lugar, no se plantean escalas cualitativas multítem, que permitirían comprobar, respectivamente, el cumplimiento de ambos tipos de validez.

FIGURA 4.—Correspondencia entre variables y medidas: capacidades tecnológicas

VARIABLE	DIMENSIONES	MEDIDAS	CARÁCTER	ANÁLISIS PSICOMÉTRICO
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS	Explotación de exclusividad	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo medio (meses) imitación / Tiempo medio vida útil innovaciones - Tiempo medio (meses) sustitución / Tiempo medio vida útil innovaciones 	Cuantitativo	Validez teórica/contenido
	Explotación de no exclusividad	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo medio (meses) desarrollo innovaciones incrementales 		
	Exploración	<ul style="list-style-type: none"> - Cartera productos radicalmente innovadores en desarrollo (en relación al tamaño) 		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Los resultados empresariales

La falta de referencias claras sobre los modelos de negocio de éxito y otras características propias de industrias como la biotecnología en España, implican una mayor dificultad para medir el potencial para obtener buenos resultados de las empresas que actúan en ella. Por un lado, la juventud del tejido empresarial y la todavía gran escasez de productos en el mercado y, por otro lado, la ausencia de un volumen mínimo de este tipo de empresas que coticen en mercados organizados, hacen que las medidas más tradicionales de los resultados empresariales —rentabilidad económica, rentabilidad financiera, incremento de ventas o cotización bursátil— deban ser conveniente complementadas por otras más adecuadas al funcionamiento del sector (Corolleur *et al.*, 2004).

DiMaggio y Powell (1983) y Podolny (1993) pusieron especial énfasis en la búsqueda de formas alternativas para valorar el éxito futuro de las empresas mediante ciertas «señales», más o menos sutiles, que éstas emiten al exterior y que les aportan legitimidad frente a la sociedad en general. Por ello, cuando la evaluación del potencial de una empresa para obtener mejores resultados no sea posible a través de los indicadores tradicionales, se deberá plantear desde una perspectiva alternativa en la que ciertas características organizativas sirvan como referencia básica para medirlos (Reilly y Brown, 1999; Stuart *et al.*, 1999; Baum y Silverman, 2004; Sanders y Boivie, 2004; Coombs *et al.*, 2006).

De igual forma que los Estados Contables o la cotización en Bolsa de una organización contienen información de las empresas para valorar su *salud*, otras variables organizativas pueden ser concebidas a modo de señales que los

agentes deben identificar, comprender y analizar. Dichas variables resultan muy relevantes a la hora de establecer las probabilidades de obtener buenos resultados futuros y de valorar, por ello, tanto el potencial de los activos que conforman el patrimonio tecnológico de la empresa como la calidad de las decisiones que en ella se toman, sobre todo en condiciones de gran dinamismo (Amit *et al.*, 1990; Hall y Hofer, 1993; Corolleur *et al.*, 2004). Adicionalmente, la literatura que analiza las razones por las que distintos agentes cualificados, por ejemplo empresas de capital riesgo, se deciden por uno y otro proyecto empresarial reconocen la importancia de analizar estos rasgos o variables organizativas a tal fin (Baum y Silverman, 2004).

Los rasgos organizativos a los que nos referimos en este trabajo, más que ser concebidos como factores determinantes de buenos resultados, deben ser considerados como características que legitiman a la empresa intensiva en conocimiento frente a terceros, de la misma forma que lo pueden hacer unos Estados Contables sólidos o una positiva evolución de la cotización bursátil de las acciones, para el caso de otras organizaciones más tradicionales. Esta legitimidad avala la correcta gestión de su principal activo, el conocimiento, e informa del mayor potencial del patrimonio tecnológico, que es el objeto de estudio central en el presente trabajo.

Los fundamentos teóricos de estos argumentos se encuentran en las teorías de las *Señales* (Spence, 1974) y de la *Selección* (Weiss, 1995), que pueden considerarse derivaciones de la más conocida *Teoría Institucional* (Meyer y Rowan, 1977). Ambos enfoques proponen que ciertos atributos organizativos contienen información que permite reducir la incertidumbre de los inversores a la hora de evaluar el potencial de las empresas intensivas en conocimiento y tecnología para generar buenos resultados, en las que los indicadores tradicionales apenas reflejan la realidad empresarial.

La definición de las medidas de la variable dependiente se ha planteado a través de dos procesos paralelos: el desarrollo de entrevistas en profundidad con expertos del sector biotecnológico y el análisis de múltiples trabajos empíricos que identifican la relación entre ciertas variables organizativas y el grado de legitimidad de las empresas en los mercados, medido éste a través de la cotización bursátil (Stephan y Everahrt, 1995; Klavans y Deeds, 1997; Saviotti, Joly, Estades, Ramani y De Looze, 1998; Stuart *et al.*, 1999; Nilsson, 2001; Mangematin *et al.*, 2003; Corolleur *et al.*, 2004)⁹. A partir del esfuerzo realizado, se han identificado tres medidas complementarias representativas de una mayor legitimidad y mejores resultados empresariales: 1) la *composición del capital social*, 2) la *composición del Consejo de Administración* y 3) la *capacidad de atracción de socios*.

⁹ No obstante, también ha sido enriquecedor el análisis de otros estudios empíricos realizados en sectores con pautas competitivas similares al biotecnológico; tal es el caso, por ejemplo, de Sanders y Boivie (2004), quienes contrastan sus argumentos en el sector de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.

Composición del capital social

La juventud y el reducido tamaño que suelen caracterizar a estas empresas implican un gran déficit de recursos financieros propios internos (Klavans y Deeds, 1997; Walker *et al.*, 1997; Baum *et al.*, 2000; Nilsson, 2001; Mangematin, *et al.*, 2003; Rothaermel y Deeds, 2004). Además, uno de los aspectos más relevantes en el campo de la biotecnología es la necesidad de una gran cantidad de recursos financieros, capaces de soportar elevados niveles de riesgo y largos plazos de recuperación de las inversiones.

Estas reflexiones son las que llevan a proponer que la capacidad de la empresa para atraer inversores-accionistas es una medida indirecta adecuada del potencial futuro y la legitimidad frente a terceros (Megginson y Weiss, 1991; Anderson, 1999; Corolleur *et al.*, 2004; Baum y Silverman, 2004; Sanders y Boivie, 2004).

La evidencia empírica en este caso resulta muy esclarecedora. Los resultados demuestran que los mercados interpretan muy favorablemente la presencia de grandes inversores cualificados (pág. ej. un grupo farmacéutico) en el capital social de una empresa biotecnológica, como una señal de que está bien gobernada y de que los conocimientos tecnológicos que alberga tienen grandes posibilidades de obtener buenos resultados en el futuro; de ahí que las empresas que presentan una considerable proporción de capital social en manos de agentes externos cualificados, con habilidades suficientes para juzgar el patrimonio tecnológico, puedan ser definidas como empresas con mejores expectativas de futuro y con un capital tecnológico más valioso (Anand y Piskorski, 2000; Baum y Silverman, 2004).

Además, según otros estudios anteriores, la adecuación de este indicador respecto a la generación de buenos resultados es notable para el caso estudiado, ya que su representatividad es mayor a medida que aumenta la incertidumbre tecnológica en la que opera la empresa (Majewski, 1998; Stuart *et al.*, 1999; Boissin y Trommerter, 2001; Lerner, Shane y Tsai, 2003; Rothaermel y Deeds, 2004; Sanders y Boivie, 2004).

No obstante, la descripción de los perfiles empresariales dentro de la industria biotecnológica y los resultados empíricos de diversos modelos que se circunscriben a sectores análogos al aquí analizado (pág. ej. Baum y Oliver, 1991; Stuart *et al.*, 1999; Baum y Silverman, 2004; Oliver, 2004; Rothaermel y Deeds, 2004) abren otras alternativas a la medición de los resultados: la composición del Consejo de Administración y la capacidad de atracción de socios colaboradores.

Composición del Consejo de Administración

En la sociedad del conocimiento, la composición del capital humano que conforma las empresas se ha considerado también uno de los principales elementos que les otorgan mayor legitimidad en condiciones de gran dinamismo (Zucker *et al.*, 1998; Gulati y Higgins, 2003). En este caso, hemos centrado el

análisis en la composición del equipo humano del órgano decisor más importante: el Consejo de Administración. No obstante, esta variable es la que puede generar más discusión en la literatura, ya que, por un lado, la evidencia empírica procedente de otros países no es directamente aplicable al caso español, y, por otro lado, se desafían los postulados más clásicos de la Teoría de la Agencia (Gompers, 1995; Westphal, 1999; Newbury, 2000; Sanders y Boivie, 2004).

El fundamento teórico procedente de la Teoría de la Agencia argumenta que la mayor presencia de consejeros externos de prestigio debería ser indicativa de un mejor gobierno de la empresa y de una mayor legitimidad y éxito futuros (Fama y Jensen, 1983). Sin embargo, la evidencia empírica obtenida en industrias similares a la estudiada en este trabajo encuentra resultados en sentido contrario, ya que el mercado valora especialmente aquellas empresas administradas por consejeros internos expertos en la tecnología clave (Gulati y Higgins, 2003); es decir, investigadores que se han convertido en directivos de sus proyectos empresariales y que cuentan con un gran reconocimiento académico (Baysinger y Hoskisson, 1989; Corolleur *et al.*, 2004; Sanders y Boivie, 2004)¹⁰. Especialmente revelador es el trabajo de Zucker *et al.* (1998), donde se concluye empíricamente que la identidad y el prestigio de los consejeros resultan clave en el acceso a fuentes de financiación externa.

El argumento que subyace en las reflexiones de los autores de todos estos trabajos, y que puede explicar esta reacción de los mercados, se encuentra en el hecho de que en este tipo de negocios parece ser más importante el dominio de los conocimientos tecnológicos clave que las habilidades genéricas de administración de empresas.

Además, estos resultados resultan congruentes con los planteamientos propuestos por Baysinger y Hoskisson (1989) años antes, cuando argumentaron que los consejeros externos son mejor considerados por los mercados a medida que aumenta la diversificación y disminuye el contenido tecnológico de las actividades empresariales; todo lo contrario de lo característico en sectores como el biotecnológico.

Por ello, la mayor legitimidad de las empresas descansa en la identidad y bagaje intelectual de una alta dirección que controla el máximo órgano decisor, y que orienta correctamente el desarrollo de la función tecnológica y los procesos de innovación. De ahí que pueda considerarse que el capital tecnológico de estas empresas sea más valioso y desemboque en mejores resultados.

¹⁰ Se ha de tener en cuenta que en los mercados estadounidenses existe una mayor tendencia a incorporar consejeros externos, por lo que la mayor proporción de consejeros internos en España puede no significar necesariamente mejores formas de gobierno en estas industrias, sino tan solo un comportamiento más habitual. Sin embargo, la evidencia empírica de otros trabajos realizados en países europeos, como Francia e Italia, apunta los mismos resultados. De ahí que, al menos de forma exploratoria, consideremos oportuno incluir esta variable, y analizar si existe algún patrón de comportamiento en el patrimonio tecnológico de las empresas derivado de la mejor composición del Consejo de Administración. Además, la exigencia adicional de que el consejero debe tener una gran reputación en el mundo académico para ser cualificado, frente al resto de consejeros, facilitará el análisis propuesto y la interpretación de los resultados.

Capacidad de atracción de socios

Los trabajos de Miner *et al.* (1990) y Baum y Oliver (1991) son unos de los que primero reconocen el valor de la capacidad de atracción de socios colaboradores de prestigio para medir los resultados de las empresas intensivas en tecnología, al conferirles una «aura de legitimidad», a parte de permitir un mejor acceso a conocimientos especialmente valiosos cuando el tiempo es una restricción fundamental (Teece, 1992). La evidencia empírica mostrada en trabajos posteriores como el de Baum y Silverman (2004) afianzan estos planteamientos para el caso concreto de la biotecnología. Klavans y Deeds (1997), Stuart *et al.* (1999), Stuart (2000), Lemarié, Mangematin y Torre (2001), Mangematin *et al.* (2003), Rothaermel y Deeds (2004) o Coombs *et al.* (2006) confirman el papel determinante de la presencia de socios investigadores estratégicos en la positiva reacción de los mercados. En definitiva, los agentes económicos confían en la capacidad de expertos socios investigadores para evaluar el mayor potencial del capital tecnológico de las empresas con las que finalmente han decidido cooperar, más que en cualquier otro indicador económico o financiero.

Sin embargo, algunos trabajos han permitido ampliar el análisis a otro tipo de socio situado hacia delante en el ciclo de explotación. Así, se observa, aunque en menor medida, que los mercados valoran positivamente la existencia de contratos de colaboración con grandes grupos farmacéuticos para la fabricación, distribución y venta de los productos biotecnológicos, muy necesarios para empresas caracterizadas por una notable carencia de infraestructuras, al medir el buen posicionamiento de los productos en los mercados (Klavans y Deeds, 1997; Mangematin *et al.*, 2003; Rothaermel y Deeds, 2004).

De la misma forma que ciertos indicadores contables informan de la fortaleza económica y financiera de la empresa, la firma de acuerdos de colaboración con distintos agentes de prestigio informa de la fortaleza tecnológica presente, y sobre todo futura, de la empresa y, por tanto, del potencial estratégico del capital tecnológico de la compañía.

En definitiva, cuando la evaluación directa de la tecnología resulta difícil, bien por su carácter complejo, bien porque la información procedente de los mercados de productos es insuficiente, la mejor forma de aproximarse a su potencial es a través del juicio de los expertos, cuya positiva valoración quedará puesta de manifiesto a través de su nivel de participación e implicación en el proyecto empresarial.

Junto a todas estas medidas particulares, hemos incluido de forma complementaria una medida clásica —ROA— con la intención de comparar los resultados obtenidos en uno y otro caso y mostrar su divergencia.

FIGURA 5.—Correspondencia entre variables y medidas: éxito empresarial

VARIABLE	DIMENSIONES	MEDIDAS	CARÁCTER	ANÁLISIS PSICOMÉTRICO	
RESULTADOS EMPRESARIALES	Atracción capitales propios	<ul style="list-style-type: none"> – Proporción media de capital social en manos de agentes cualificados 	Cuantitativo	Validez teórica/contenido	
	Composición del Consejo de Administración	<ul style="list-style-type: none"> – Proporción media de consejeros expertos en la tecnología 			
	Atracción socios	Investigación			<ul style="list-style-type: none"> – Porcentaje de presupuesto aplicado a acuerdos de cooperación con organismos de prestigio
		Fab./Distrib.			<ul style="list-style-type: none"> – N° de ofertas de fabricación/distribución (en relación tamaño)
	Medidas tradicionales	ROA			<ul style="list-style-type: none"> – ROA medio del período

Fuente: Elaboración propia.

5. Resultados

El análisis estadístico de los datos se inicia con la descripción básica de las variables que permite hacer una primera valoración. Junto a la matriz de correlaciones, se incluye para cada una de las variables: los valores mínimo y máximo, la media, la desviación típica y la mediana¹¹. Con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados, se incluyen como variables de control el tamaño (logaritmo neperiano del número de trabajadores) y la edad (número de años desde que se constituyó la empresa hasta el momento final de recogida de los datos).

La existencia generalizada de correlaciones negativas, más o menos significativas, entre las diferentes capacidades pone de manifiesto que concentrar los esfuerzos de la actividad tecnológica en torno a un tipo de capacidad es una práctica habitual en la biotecnología. Por tanto, los beneficios derivados de las economías de la especialización parecen influir bastante en las decisiones relativas a la función tecnológica¹². En este sentido, solo alrededor del 6 % de las empresas ocupan simultáneamente una posición dominante en la dotación de los tres tipos de capacidades tecnológicas; esto es, se sitúan en el cuartil de la distribución integrado por aquellas empresas con una mejor dotación tecnológica. En otras palabras, una destacada dotación de un tipo concreto de capacidad tecnológica disminuye notablemente las probabilidades de destacar en las otras simultáneamente. Además de la trascendencia económica de este hecho, tales resultados influyen notablemente en la interpretación de los resultados, al poderse plantear un análisis individualizado de la relación entre cada tipo de capacidad tecnológica y los resultados empresariales. Ya que el patrimonio tecnológico de las empresas se caracteriza en la mayoría de los casos por una gran concentración en torno a un tipo de capacidad, se evita la convivencia de distintos tipos, lo que dificultaría el análisis de la relación entre cada una de ellas y la variable dependiente.

Por otra parte, la ausencia de correlaciones significativas entre las variables de control y los resultados empresariales, nos permite asegurar que las relaciones significativas entre las capacidades y la variable dependiente se deben al patrimonio tecnológico y no a otros fenómenos organizativos. Tan solo podemos observar una correlación positiva y significativa entre el tamaño y la edad y el tiempo que se tarda en desarrollar innovaciones incrementales, así como una interrelación negativa entre la edad y la dotación de capacidades de exploración. Esto nos permite concluir que la inercia organizativa propia de empresas grandes y maduras tiene efectos negativos tanto en la rapidez de respuesta al mercado como en la flexibilidad, creatividad y propensión al riesgo, elementos clave para las orientaciones tecnológicas hacia la no exclusividad y hacia la exploración, respectivamente.

¹¹ Las correlaciones han quedado definidas a través del estadístico no paramétrico de Tau_b de Kendall.

¹² Rothaermel y Deeds (2004) argumentan los beneficios crecientes de este fenómeno a medida que aumenta el dinamismo de la industria.

FIGURA 6.—Análisis descriptivo de los datos

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. úp.	Mediana	CTTE	CTINE	CTR	C_PROP	C_ADM	SOC_INV	SOC_FAB	ROA	Tamaño	Edad	
Explotación de exclusividad (CTTE)	0,03	1,50	0,67	0,42	0,52	1,000										
Explotación de no exclusividad (CTNE)	3	36	11,74	8,10	12,00	-0,329 (+) 0,066	1,000									
Exploración (CTR)	0,00	2,00	0,23	0,46	0,11	-0,446(*) 0,011	-0,451(**) 0,009	1,000								
Atracción capitales propios cualificados (C_PROP)	0,00	1,00	0,38	0,33	0,35	-0,436(*) 0,015	-0,332 (+) 0,071	0,426(*) 0,022	1,000							
Proporción de consejeros expertos en la tecnología (C_ADM)	0,05	0,83	0,38	0,29	0,27	0,236 0,153	-0,217 0,325	0,328 (+) 0,073	0,144 0,332	1,000						
Atracción de socios investigadores (SOC_INV)	0,00	1,00	0,34	0,27	0,25	0,010 0,960	-0,370(*) 0,041	0,511(**) 0,000	0,326 (+) 0,073	0,267 0,128	1,000					
Atracción de socios de fabricación y distribución (SOC_FAB)	0,00	0,86	0,12	0,23	0,09	0,449(*) 0,011	0,210 0,327	-0,284 0,249	-0,318 0,071	0,234 0,159	-0,032 0,875	1,000				
ROA	-0,39	3,00	0,85	0,94	0,53	-0,199 0,384	-0,484(**) 0,007	-0,437(*) 0,015	-0,122 0,590	-0,217 0,325	-0,109 0,607	0,265 0,133	1,000			
Tamaño	1,39	7,70	3,96	1,69	3,60	-0,059 0,765	0,445(*) 0,011	-0,201 0,329	-0,069 0,712	0,278 0,128	-0,144 0,332	-0,106 0,600	-0,035 0,869	1,000		
Edad	2,00	74,00	20,26	21,97	7	-0,100 0,616	0,499(**) 0,001	-0,336 (+) 0,064	-0,215 0,326	0,122 0,576	-0,087 0,565	0,113 0,598	-0,123 0,589	0,556(**) 0,000	1,000	

+ La correlación es significativa al nivel 0,10 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los resultados estadísticos mostrados en la figura 7 ponen de manifiesto que las empresas que se caracterizan por un patrimonio tecnológico basado en el dominio de capacidades de exploración tienen un mayor potencial para obtener buenos resultados en el futuro, ya que son las preferidas por los agentes mejor cualificados para valorar la tecnología. En este sentido, el dominio de los sistemas tecnológicos de exploración se relaciona directamente con: 1) la capacidad de la empresa para atraer a inversores cualificados, 2) la proporción de consejeros ejecutivos expertos en la tecnología y 3) la capacidad para atraer socios investigadores de prestigio. Por tanto, son estos proyectos tecnológicos con una clara orientación de futuro los que, a pesar de la asunción de elevados riesgos, generan expectativas más positivas entre los agentes económicos que mejor conocen las tecnologías. Los resultados obtenidos para las capacidades de exploración apoyan los planteamientos de De Carolis y Deeds (1999), Stuart *et al.* (1999), Figueiredo (2002) y Rothaermel y Deeds (2004), quienes analizaron la industria biotecnológica y otras con comportamientos afines.

Sin embargo, según la definición de capacidades de exploración y la especialización tecnológica previamente mencionada, resulta lógico que la mayoritaria orientación hacia la exploración de conocimientos repercuta negativamente en las medidas de resultados tradicionales a corto plazo como el ROA —en la misma línea que Yeoh y Roth, 1999—. El mayor riesgo y la obtención de rentabilidad a largo plazo de estos desarrollos tecnológicos pueden explicar el sentido negativo de la relación.

En definitiva, para el caso de las medidas del éxito alternativas encontramos la suficiente evidencia empírica para no rechazar la hipótesis H_3 , de forma que la mayor dotación de capacidades tecnológicas de exploración es propia de empresas gestionadas por agentes expertos mejor cualificados y que cuentan con una mayor legitimidad en los mercados. Por ello se concluye que estas capacidades tecnológicas podrían ser consideradas factores clave de éxito en la industria.

Respecto a las capacidades de explotación, los resultados son diferentes según se orienten hacia el mantenimiento de la exclusividad de las innovaciones o hacia el continuo desarrollo de mejoras tecnológicas incrementales.

Un patrimonio tecnológico constituido mayoritariamente por capacidades que se caractericen sobre todo por su inmunidad frente a la imitación y sustitución no parece ser especialmente valorado en esta industria. De hecho, se observa que las organizaciones que presentan esta situación se caracterizan por: una composición del capital social menos concentrada alrededor de socios cualificados y atraer tan solo la atención de socios fabricantes y distribuidores de los productos. Los resultados obtenidos en el presente estudio cuentan con antecedentes coherentes en los trabajos de De Carolis y Deeds (1999) y De Carolis (2003).

De estos resultados se desprende tan solo una mínima evidencia para no rechazar la hipótesis H_1 , de modo que la mayor dotación de capacidades tecnológicas de explotación de exclusividad no está directamente relacionada con la obtención de buenos resultados. Por tanto, los tradicionales criterios de evaluación estratégica de recursos y capacidades de imitabilidad y sustituibilidad parecen tener una menor influencia en la consecución de buenos resultados, al menos en contextos competitivos caracterizados por una gran incertidumbre.

TABLA 7.—Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales: análisis no paramétrico

RANGOS												
	Atracción capitales propios	Rango promedio	Suma de rangos	Proporción consejeros cualificados	Rango promedio	Suma de rangos	Atracción socios investigad.	Rango promedio	Suma de rangos	Atracción socios fab/distr.	Rango promedio	Suma de rangos
CTTE	(2) Malos resultados	10,81	183,77	(2) Malos resultados	10,28	174,76	(2) Malos resultados	12,08	205,36	(2) No éxito	8,98	152,66
	(1) Buenos resultados	8,95	152,15	(1) Buenos resultados	9,12	155,04	(1) Buenos resultados	10,80	183,60	(1) Éxito	10,67	181,39
CTTNE	(2) Malos resultados	8,86	150,62	(2) Malos resultados	10,24	174,08	(2) Malos resultados	10,97	186,49	(2) No éxito	14,12	240,04
	(1) Buenos resultados	10,32	175,44	(1) Buenos resultados	9,56	162,52	(1) Buenos resultados	8,65	147,05	(1) Éxito	10,38	176,46
CTR	(2) Malos resultados	9,53	162,01	(2) Malos resultados	8,78	149,26	(2) Malos resultados	9,68	164,56	(2) No éxito	13,16	223,72
	(1) Buenos resultados	13,92	236,64	(1) Buenos resultados	10,47	177,99	(1) Buenos resultados	13,97	237,49	(1) Éxito	11,81	200,77

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE															
Atracción capitales propios	CTTE	CTTNE	CTR	Proporción consejeros cualificados	CTTE	CTTNE	CTR	Atracción socios investigad.	CTTE	CTTNE	CTR	Atracción socios fab/distr.	CTTE	CTTNE	CTR
U	33,000	42,000	36,000	U	29,300	28,600	33,200	U	53,100	32,800	32,100	U	33,300	51,100	59,200
W	152,150	150,620	162,010	W	155,040	162,520	149,269	W	183,600	147,050	164,560	W	152,660	176,460	200,770
Z	-1,715*	1,764*	2,376**	Z	-1,279	-1,201	1,748*	Z	-,542	-1,824*	2,397**	Z	1,812*	-1,470	-,473
Sig.	,099	,094	,017	Sig.	,203	,211	,096	Sig.	,561	,077	,015	Sig.	,089	,141	,629

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

TABLA 7.—Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales: análisis no paramétrico (cont.)

RANGOS			
	ROA	Rango promedio	Suma de rangos
CTR	(2) Malos resultados	10,87	184,79
	(1) Buenos resultados	8,85	150,45
CTTE	(2) Malos resultados	10,41	176,97
	(1) Buenos resultados	9,25	157,25
CTTNE	(2) Malos resultados	9,32	158,44
	(1) Buenos resultados	13,98	237,66

ESTADÍSTICOS DE CONTRASTE			
ROA	CTTE	CTTNE	CTR
U	29,200	35,900	32,800
W	157,25	158,440	150,450
Z	-1,217	2,352++	-1,736+
Sig.	,221	,023	,097

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

Sin embargo, aquellas empresas cuyo capital tecnológico se concentra en las capacidades de no exclusividad son bastante atractivas a socios capitalistas cualificados, pero, sin embargo, son todo lo contrario para socios investigadores de prestigio. Este último resultado se puede explicar como consecuencia de que las organizaciones prestigiosas dedicadas a tareas de investigación no estarán interesadas en cooperar con empresas para emprender simplemente desarrollos tecnológicos menores. Esta evidencia encuentra apoyo en los resultados de De Carolis y Deeds (1999), Yeoh y Roth (1999), Albino *et al.* (2001) o Figueiredo (2002). Con todo ello, y dado que este tipo de empresas solo presentan una de las características organizativas directamente relacionadas con los buenos resultados, rechazamos la hipótesis H₂.

En cuanto a la relación entre las capacidades tecnológicas de explotación y los resultados, medidos a través de ROA, destacar la relación directa entre el desarrollo de innovaciones incrementales y la rentabilidad a corto plazo. La explotación directa en los mercados de tales aplicaciones tecnológicas podría explicar este extremo.

De estos resultados se desprende que el análisis de las relaciones entre el fenómeno tecnológico y los resultados empresariales exige plantear las diferentes orientaciones tecnológicas que puede tomar la empresa, así como el diseño de diferentes medidas del éxito adecuadas al contexto a estudiar.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha planteado un novedoso tratamiento de la relación entre las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales. Por un lado se ha abordado desde un enfoque cualitativo, ya que se ha reconocido la existencia de las diferentes capacidades tecnológicas cuya evaluación estratégica exige el cuidadoso estudio del entorno; sin olvidar que tal clasificación ha permitido mejorar el análisis de la evidencia empírica aportada por investigaciones anteriores. Además, desde nuestro punto de vista, ha sido muy interesante avanzar respecto a aquellos modelos que vinculan directamente los esfuerzos tecnológicos con los resultados empresariales, puesto que no permiten analizar si las aplicaciones de tales esfuerzos se hacen en la dirección correcta. De ahí que hayamos planteado el estudio desde un enfoque de *output*, estableciendo la relación existente entre el resultado de la actividad tecnológica y los resultados empresariales.

Junto a estas aportaciones al estudio particular del conocimiento tecnológico, este trabajo ofrece nueva evidencia empírica que enriquece el estudio de los intangibles como fuente de creación de riqueza empresarial, cuestionando la idoneidad de ciertos criterios clásicos de evaluación estratégica de los recursos y capacidades, tales como la imitabilidad y la sustituibilidad.

Además de estas aportaciones de índole académico, otras de índole directivo también son interesantes. En este sentido, y para el caso concreto de la industria biotecnológica española, se han identificado cuáles son los modelos de desarrollo tecnológico mejor valorados por los agentes más cualificados, y que pueden ser tomados como una primera referencia para el diseño de modelos de negocio exitosos. Una clara orientación a futuro, a pesar del mayor nivel de riesgo, parece ser la mejor apuesta en una industria emergente con un gran potencial de desarrollo.

Otra de las implicaciones directivas del trabajo se encuentra en la identificación de los beneficios de las economías de especialización, que parecen ser muy notables en sectores dinámicos muy intensivos en conocimientos tecnológicos.

Junto a estas implicaciones académicas y directivas, ciertos aspectos metodológicos de la investigación también son merecedores de algunas reflexiones adicionales. Por una parte, se destaca la incorporación de medidas de los resultados adecuadas a la industria analizada y, por otra parte, el empleo de técnicas estadísticas apropiadas a las características de la población.

Además de recoger de forma más adecuada la valoración de la variable dependiente, las medidas definidas permiten superar el problema del tratamiento de uno de los factores determinantes de los buenos resultados: la apropiación de rentas. En este sentido, dado que tales indicadores se relacionan con las expectativas futuras de los accionistas, incluyen la valoración de la proporción de las rentas que se esperan mantener dentro de la empresa. La inclusión de medidas tradicionales ha permitido apreciar claramente la disparidad de resultados y ha reconocido la necesidad de ser cuidadosos en su definición.

Por otra parte, la redefinición de la población abre nuevas oportunidades de investigación futura. En primer lugar, el carácter sectorial de la población elegida limita la capacidad del estudio para generalizar los resultados obtenidos. En segundo lugar, diseñar una población más amplia permitirá avanzar en nuestro conocimiento sobre las relaciones entre el patrimonio tecnológico y los resultados, enriqueciendo el estudio en dos sentidos; por un lado, mediante el empleo de técnicas estadísticas de dependencia que permitan estudiar las relaciones causales entre las variables incluidas y, por otro lado, a través del análisis del efecto conjunto y complementario de carteras tecnológicas que incluyan simultáneamente distintos tipos de capacidades tecnológicas en los resultados; de este modo, junto a la influencia individual de cada capacidad tecnológica, se podrá estudiar la posible composición óptima del patrimonio tecnológico.

Finalmente, en coherencia con la aparición de ciertos trabajos recientes, planteamos, como una línea de investigación adicional, el análisis de las relaciones entre la posición de fortaleza/debilidad de las empresas —en términos de las capacidades tecnológicas— y su habilidad para enfrentarse específicamente a las oportunidades y amenazas que impone la industria. De este modo, se podrá adoptar un enfoque realmente explicativo de porqué ciertas organizaciones, con una determinada dotación de capacidades tecnológicas, se enfrentan en mejores condiciones a la competencia actual, proveedores, clientes, o frente a la amenaza de nuevos competidores o la aparición de tecnologías sustitutivas y, por tanto, son capaces de satisfacer en mayor medida a sus accionistas.

Referencias bibliográficas

- ABERNATHY, W.J. (1978): *The Productivity Dilemma*. J. Hopkins Press, Baltimore.
- ABERNATHY, W.J. y UTTERBACK, J.M. (1978): «Patterns of industrial innovation». *Technology Review*, vol. 50, págs. 78-93.
- AFUAH, A. (2002): «Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: The case of cholesterol drugs». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 171-179.
- ALBINO, V.; GARAVELLI, A.C. y SCHIUMA, G. (2001): «A metric for measuring knowledge codification in organisational learning». *Technovation*, vol. 21, págs. 413-422.
- AMIT, R.; GLOSTEN, L. y MULLER, E. (1990): «Entrepreneurial ability, venture investments, and risk sharing». *Management Science*, vol. 36, págs. 1232-1245.
- AMIT, R. y SCHOEMAKER, P.J.H. (1993): «Strategic assets and organizational rent». *Strategic Management Journal*, vol. 14, págs. 33-46.
- ANAND, B. y PISKORSKI, M.J. (2000): *Why are networks important?* Documento de trabajo n° 00-070 Harvard Business School.
- ANDERSON, P. W. (1999): «Venture Capital Dynamics and Creation of Variation through entrepreneurship», en Baum, J.A.C. y McKelvey, B. (eds.), *Variations in Organization Science: In Honour of Donald T. Campbell*, Sage, Thousand Oaks, págs. 137-153.
- ANDERSON, P.W. y TUSHMAN, M.L. (1990): «Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change». *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, págs. 604-633.

- ASEBIO (2000): *Informe Asebio 2000*. Asociación Española de Bioempresas, Madrid.
- BALCONI, M. (2002): «Tacitness, codification of technological knowledge, and the organisation of industry». *Research Policy*, vol. 31, págs. 357-379.
- BARNEY, J.B. (1991): «Firms resources and sustained competitive advantage». *Journal of Management*, vol. 17, págs. 99-120.
- BAUM, J.A.C.; CALABRESE, T. y SILVERMAN, B.S. (2000): «Don't go it alone: alliance networks and startups' performance in Canadian biotechnology». *Strategic Management Journal*, vol. 21, número especial de invierno, págs. 267-294.
- BAUM, J.A.C. y OLIVER, C. (1991): «Institutional linkages and organizational mortality». *Administrative Science Quarterly*, vol. 36, págs. 187-218.
- BAUM, J.A.C. y SILVERMAN, B.S. (2004): «Picking winners or building them? Alliance, intellectual and human capital as selection criteria in venture financing and performance of biotechnology startups». *Journal of Business Venturing*, vol. 19, págs. 411-436.
- BAYSINGER, B.D. y HOSKISSON, R.E. (1989): «Diversification strategy and R&D intensity in large multi-product firms». *Academy of Management Journal*, vol. 32, págs. 310-332.
- BENNER, M.J. y TUSHMAN, M.L. (2003): «Exploitation, exploration, and process management: the productivity dilemma revisited». *Academy of Management Review*, vol. 28, págs. 238-256.
- BLACK, J.A. y BOAL, K.B. (1994): «Strategic resources: traits, configurations and paths to sustainable competitive advantage». *Strategic Management Journal*, vol. 15, págs. 131-148.
- BOISSIN, J.P. y TROMMERTER, M. (2001): *Contextes et Pratiques du Gouvernement des Entreprises de Biotechnologie*. Lund University Press, Lund Bromley.
- 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*, págs. 111-132, Routledge, Londres.
- CLARK, K.B. (1985): «The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution». *Research Policy*, vol. 14, págs. 235-251.
- CONNER, K.R. y PRAHALAD, C.K. (1996): «A resource-based theory of the firm: knowledge versus opportunism». *Organization Science*, vol. 7, págs. 477-501.
- COOMBS, J.E.; MIDAMBI, R. y DEEDS, D.L. (2006): «An examination of the investments in the U.S. biotechnology firms by foreign and domestic corporate partners». *Journal of Business Venturing*, vol. 21, págs. 405-428.
- COOPER, A.C. y SMITH, C.G. (1992): «How established firms respond to threatening technologies?» *Academy of Management Executive*, vol. 16, págs. 55-70.
- COROLLEUR, C.D.F.; CARRERE, M. y MANGEMATIN, V. (2004): «Turning scientific and technological human capital into economic capital: the experience of biotech startups in France». *Research Policy*, vol. 33, págs. 631-642.
- CROSSAN, M.M. y BERDROW, I. (2003): «Organizational learning and strategic renewal». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 1087-1105.
- D'AVENI, R.A. (1994): *Hypercompetition*. Free Press, Nueva York.
- DANNEELS, E. (2002): «The dynamics of product innovation and firm competences». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 1095-1121.
- DE CAROLIS, D.M. (2003): «Competences and imitability in the pharmaceutical industry: An analysis of their relationship with firm performance». *Journal of Management*, vol. 29, págs. 27-50.
- DE CAROLIS, D.M. y DEEDS, D.L. (1999): «The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: an empirical investigation on biotechnology industry». *Strategic Management Journal*, vol. 20, págs. 953-968.
- DEGEUS, A.P. (1988): «Planning as learning». *Harvard Business Review*, vol. 66, n° 2, págs. 70-74.

- DiMAGGIO, P.J. y POWELL, W.W. (1983): «The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective relationality in organizational fields». *American Sociology Review*, vol. 48, págs. 148-160.
- DOSI, G. (1982): «Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change». *Research Policy*, vol. 11, págs. 147-162.
- (1988): «Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation». *Journal of Economic Literature*, vol. 26, págs. 1120-1171.
- DOUGLAS, T.J. y RYMAN, J.A. (2003): «Understanding competitive advantage in the general hospital industry: Evaluating strategic competencies». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 333-347.
- ERIKSEN, B. y MIKKELSEN, J. (1996): «Competitive advantage and the concept of core competence», en N.J. Foss y C. Knudsen (eds.), *Towards a Competence Theory of the Firm*, Routledge, Londres, págs. 54-74.
- FAMA, E.F. y JENSEN, M.C. (1983): «Separation of ownership and control». *Journal of Law and Economics*, vol. 26, págs. 301-325.
- 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, págs. 73-94.
- GHEMAWAT, P. (1991): «Market incumbency and technological inertia». *Marketing Science*, vol. 10, págs. 161-171.
- GOMPERS, P.A. (1995): «Optimal investment, monitoring, and the staging of venture capital». *Journal of Finance*, vol. 50, págs. 1461-1489.
- GRANT, R.M. (1991): «The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation». *California Management Review*, vol. 34, primavera, págs. 114-135.
- (1996): «Toward a knowledge-based theory of the firm». *Strategic Management Journal*, vol. 17, número especial de invierno, págs. 109-122.
- GUION, R.M. (1980): «On Trinitarian doctrines of validity». *Professional Psychology*, vol. 11, págs. 385-389.
- GULATI, R. y HIGGINS, M.C. (2003): «Which ties matter when? The contingents effects of interorganizational partnership on IPO success». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 127-144.
- HALL, R. (1992): «The strategic analysis of intangible resources». *Strategic Management Journal*, vol. 13, págs. 135-144.
- HALL, J. y HOFER C.W. (1993): «Venture capitalists' decision criteria and new venture evaluation». *Journal of Business Venturing*, vol. 8, págs. 25-42.
- HELFAF, C.E. y PETERAF, M.A. (2003): «The dynamic resource-based view: Capabilities lifecycles». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 997-1010.
- HENDERSON, R.M. y COCKBURN, I. (1994): «Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research». *Strategic Management Journal*, vol. 15, págs. 63-84.
- 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, págs. 417-456.
- KLAVANS, R. y DEEDS, D. (1997): «Competence building in biotechnology start-up: The role of scientific discovery, technical development, and absorptive capacity», en Sanchez, R. y Heene A. (eds), *Strategic Learning and Knowledge Management*. John Wiley & Sons, Chichester.
- KNOTT, A.M. (2003): «The organizational routines factor market paradox». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 929-943.
- LEMARIÉ, S.; MANGEMATIN, V. y TORRE, (2001): «Is the creation and development of

- biotech SMEs localized? Conclusions drawn from the French case». *Small Business Economics*, vol. 17, págs. 61-76.
- LENOX, M. y KING, A. (2004): «Prospects for developing absorptive capacity through internal information provision». *Strategic Management Journal*, vol. 25, págs. 331-345.
- LERNER, J.; SHANE, H. y TSAI, A. (2003): «Do equity financing cycles matter? Evidence from biotechnology alliances». *Journal of Financial Economics*, vol. 67, págs. 411-446.
- LEVINTHAL, D.A. y MARCH, J.G. (1993): «The myopia of learning». *Strategic Management Journal*, vol. 14, número especial de invierno, págs. 95-112.
- MAJEWSKI, S.E. (1998): «*Causes and Consequences of Strategic Alliance Formation: The Case of Biotechnology*». Documento de trabajo, Universidad de California-Berkeley.
- MANGEMATIN, V.; LEMARIÉ, S.; BOISSIN, J.P.; CATHERINE, D.; CORROLLEUR, F.; CORONINI, R. y TROMMETTER, M. (2003): «Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: The case of biotechnology firms in France». *Research Policy*, vol. 32, págs. 621-638.
- MARCH, J.G. (1991): «Exploration and exploitation in organizational learning». *Organization Science*, vol. 2, págs. 95-112.
- MARKIDES, C.C. y WILLIAMSON, P.J. (1994): «Related diversification, core competences and corporate performance». *Strategic Management Journal*, vol. 13, número especial de verano, págs. 19-65.
- MATUSIK, S.F. (2002): «An empirical investigation of firm public and private knowledge». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 457-467.
- 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, págs. 285-305.
- MEGGINSON, W.L. y WEISS, K.A. (1991): «Venture capitalist certification in initial public offerings». *Journal of Finance*, vol. 56, págs. 879-903.
- MEYER, J.W. y ROWAN, B. (1977): «Institutional organizations: formal structure as myth and ceremony». *American Journal of Sociology*, vol. 83, págs. 340-363.
- MILLER, D. (2003): «An asymmetry-based view of advantage: towards an attainable sustainability». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 961-976.
- 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, págs. 519-543.
- MILLER, D.; EISENSTAT, R. y FOOTE, N. (2002): «Strategy from the inside out: building capabilities-creating organizations». *California Management Review*, vol. 44, págs. 37-54.
- MINER, A.S.; AMBURGEY, T.L. y STEARNS, T. (1990): «Interorganizational linkages and population dynamics: buffering and transformational shields». *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, págs. 689-713.
- MITCHELL, W. y SINGH, K. (1996): «Survival of business using collaborative relationships to commercialize complex goods». *Strategic Management Journal*, vol. 17, págs. 115-133.
- NEWBURY, R. (2000): «Tech companies lag in board independence». *Investors Relations Business*, 7 de febrero, págs. 1-2.
- 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, págs. 651-666.
- NILSSON, A. (2001): «Biotechnology firms in Sweden». *Small Business Economics*, vol. 17, págs. 93-103.

- NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995): *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, Nueva York.
- OLIVER, A.L. (2004): «Biotechnology entrepreneurial scientists and their collaborations». *Research Policy*, vol. 33, págs. 583, 597.
- PETERAF, M.A. (1993): «The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view». *Strategic Management Journal*, vol. 14, págs. 179-191.
- PODOLNY, J.M. (1993): «A status-based model of market competition». *American Journal of Sociology*, vol. 98, págs. 829-872.
- PORTER, M.E. (1994): «Toward a dynamic theory of strategy», en Rumelt, R.; Schendel, D. y Teece, D. (eds.), *Fundamental Issues in Strategy: A Research Agenda*. Harvard Business School Press, Boston, págs. 423-461.
- PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990): «The core competence of the corporation». *Harvard Business Review*, mayo/junio, págs. 79-91.
- REILLY, F.K. y BROWN, K.C. (1999): *Investment Analysis and Portfolio Management*. Southwestern College Publishing, Mason.
- ROTHAERMEL, F.T. y DEEDS, D.L. (2004): «Exploration and exploitation alliances in biotechnology: A system of new product development». *Strategic Management Journal*, vol. 25, págs. 201-221.
- RUIZ-MAYA PÉREZ L. y MARTÍN PLIEGO, F.J. (1995): *Estadística II: Inferencia*. Editorial AC, Madrid.
- SAHAL (1985): «Technological guidepost and innovation avenues». *Research Policy*, vol. 14, págs. 61-82.
- SANDERS, W.M.G. y BOIVIE, S. (2004): «Sorting things out: valuation of new firms in uncertain markets». *Strategic Management Journal*, vol. 25, págs. 167-186.
- SAVIOTTI, P.P.; JOLY, P.B.; ESTADES, J.; RAMANI, S. y de LOOZE, M.A. (1998): «The creation of European dedicated biotechnology firms», en Senker, J. y van Vliet, R. (eds.), *Europe's Firms and the US Challenge*. Edwing Elgar, Cheltenham, págs. 68-88.
- SCHROEDER, R.G.; BATES, K.A. y JUNTILA, M.A. (2002): «A resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 105-117.
- SCHUMPETER, J. (1934): *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge.
- (1950): *Capitalism, Socialism, and Democracy*. Harper, Nueva York.
- SIEGEL, S. y CASTELLAN, N. (1988): *Non Parametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, Nueva York.
- SPENCE, A.M. (1974): *Market Signaling: Information Transfer in Hiring and Related Processes*. Harvard University Press, Cambridge.
- SPENDER, J.C. (1996): «Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm». *Strategic Management Journal*, vol. 17, número especial de invierno, págs. 45-62.
- STEPHAN, P. y EVERAERT, S. (1998): «The changing rewards to science: the case of biotechnology». *Small Business Economics*, vol. 10, págs. 141-151.
- STUART, T.E. (2000): «Interorganizational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry». *Strategic Management Journal*, vol. 21, págs. 791-811.
- STUART, T.E.; HOANG, H. y HYBELS, R.C. (1999): «Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures». *Administrative Science Quarterly*, vol. 44, págs. 315-349.
- SUÁREZ, F.F. (2004): «Battles for technological dominance: an integrative framework». *Research Policy*, vol. 33, págs. 271-286.
- SZULANSKI, G. (1996): «Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm». *Strategic Management Journal*, vol. 17, número especial de invierno, págs. 27-43.

- TEECE, D.J. (1992): «Competition, cooperation and innovation». *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 18, págs. 1-25.
- TEECE, D.J.; PISANO, G. y SHUEN, A. (1997): «Dynamic capabilities and strategic management». *Strategic Management Journal*, vol. 18, págs. 509-533.
- TENG, B. y CUMMINGS, J.L. (2002): «Trade-offs in managing resources and capabilities». *Academy of Management Executive*, vol. 16, págs. 81-91.
- THOMKE, S. y KUEMMERLE, W. (2002): «Asset accumulation, interdependence and technological change: evidence from pharmaceutical drug discovery». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 619-635.
- TRIPSAS, M. (1997): «Unraveling the process of creative destruction: complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry». *Strategic Management Journal*, vol. 18, número especial de verano, págs. 119-142.
- TSAI, K.H. (2004): «The impact of technological capability on firm performance in Taiwan's electronics industry». *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 15, págs. 183-195.
- TUSHMAN, M.L. y ANDERSON, P. (1986): «Technological discontinuities and organizational environments». *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, págs. 439-466.
- TUSHMAN, M.L. y ROSENKOPF, L. (1992): «Organizational determinants of technological change: toward a sociology of technological evolution», en Staw, B. y Cummings, L. (eds.), *Research in Organizational Behavior*. JAI Press, Greenwich, págs. 311-347.
- UTTERBACK, J.M. (1994): *Mastering the Dynamics of Innovation*. Harvard Business School Press, Cambridge.
- UTTERBACK, J.M. y ABERNATHY, W.J. (1975): «A dynamic model of product and process innovation». *Omega*, vol. 3, págs. 639-656.
- UTTERBACK, J.M. y SUÁREZ, F.F. (1993): «Technology, competition and industry structure». *Research Policy*, vol. 22, págs. 1-21.
- WALKER, G.; KOGUT, B. y SHAN, W.J. (1997): «Social capital, structural holes and the formation of an industry network». *Organization Science*, vol. 8, págs. 109-125.
- WEISS, A. (1995): «Human capital vs. signaling explanations of wages». *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, págs. 133-154.
- WESTPHAL, J.D. (1999): «Collaboration in the boardroom: behavioral and performance consequences of ceo-board social ties». *Academy of Management Journal*, vol. 42, págs. 7-24.
- WERNERFELT, B. (1984): «A resource-based view of the firm». *Strategic Management Journal*, vol. 5, págs. 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, págs. 1307-1314.
- WINTER, S.G. (2003): «Understanding dynamic capabilities». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 991-995.
- YEOH, P. y ROTH, K. (1999): «An empirical analysis of sustained advantage in the U.S. pharmaceutical industry: impact of firms' resources and capabilities». *Strategic Management Journal*, vol. 20, págs. 637-653.
- YLI-RENKO, H.; AUTIO, E. y SAPIENZA, H.J. (2001): «Social capital, knowledge acquisition, and knowledge exploitation in young technology-based firms». *Strategic Management Journal*, vol. 22, págs. 587-613.
- ZAHRA, S.A. y NIELSEN, A.P. (2002): «Sources of capabilities, integration and technology commercialization». *Strategic Management Journal*, vol. 23, págs. 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, págs. 97-125.

ZUCKER, L.G., DARBY, M.R. y BREWER, M.B. (1998): «Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises». *American Economic Review*», vol. 88, págs. 290-306.