

EL EFECTO DE LA CODIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. UN ESTUDIO EMPÍRICO

Fernando E. García Muiña, Universidad Rey Juan Carlos

Eva Pelechano Barahona, Universidad Rey Juan Carlos

José Emilio Navas López, Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

En este trabajo se analiza la influencia de la codificación de conocimiento en la innovación tecnológica de las organizaciones. En una muestra de empresas españolas procedentes del sector de la biotecnología, se contrasta el efecto de la codificación, incorporando de forma complementaria la implantación de medios legales de protección, en el desarrollo de innovaciones incrementales y radicales así como en su mantenimiento en exclusiva a través de la construcción de barreras a la imitación y a la sustitución. Los resultados demuestran, por un lado, que la codificación de conocimiento solo resulta interesante para desarrollar innovaciones incrementales y, por otro lado, que el carácter exclusivo de las innovaciones frente a la competencia requiere implantar prácticas de codificación que incorporen sistemas legales de protección.

PALABRAS CLAVE: Codificación de Conocimiento, Sistemas de Protección Legal, Innovaciones Tecnológicas, Sostenimiento de Ventajas Competitivas.

ABSTRACT

This paper analyzes the influence of knowledge codification on technological innovation firm results. Based on a sample of biotechnological Spanish firms the effect of codification on incremental and radical technological innovations is tested, taking into account that in some cases codification practices may include legal protection mechanisms too. In addition, in this research we studied the effect of such knowledge management decision on barriers to imitation and substitution. Results show, on the one hand, that knowledge codification is of great interest in developing incremental innovation only. On the other hand, maintaining the exclusive character of innovations demands knowledge codification and its legal protection simultaneously.

KEYWORDS: Knowledge Codification, Legal Protection Mechanisms, Technological Innovation, Maintenance of Competitive Advantage.

1. INTRODUCCIÓN

En los mercados actuales, caracterizados por altos niveles de dinamismo y complejidad, la comunidad científica y la práctica empresarial parecen converger en la consideración de que el principal activo de la empresa es su conocimiento (Hall, 1992; Nonaka y Takeuchi, 1995; Grant, 1996; Spender, 1996; Nahapiet y

Ghoshal, 1998; Un y Cuervo-Cazurra, 2004), al ser el capital intelectual la base para generar innovaciones (Subramanian y Youndt, 2005).

La disciplina conocida como gestión del conocimiento tiene como principal objetivo el estudio de los procesos orientados a la toma de decisiones relativas a los activos intangibles, con la finalidad de obtener un mayor valor del capital intelectual a través de innovaciones tecnológicas relevantes. Tales decisiones pueden considerarse estratégicas pero a la vez complejas, puesto que el carácter intangible de dichos activos implica una serie de características particulares que los diferencian frente al resto de recursos.

Según la dimensión epistemológica del modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1995), una de las características esenciales de dicho conocimiento es aquella que atiende a su naturaleza tácita o explícita. Por ello, la decisión acerca de mantener su carácter tácito o bien transformarlo en “piezas” de conocimiento explícito, a través de su codificación, ocupa un papel relevante dentro del proceso de gestión de los intangibles, a la hora de explicar las posibilidades de sostener ventajas competitivas (Kogut y Zander, 1992; Zack, 1999; Zollo y Winter, 2002; Spencer, 2003).

Diversos estudios reconocen la importancia de manipular y alterar la naturaleza tácita del conocimiento en el desarrollo de innovaciones, considerando que la codificación no es simplemente una herramienta responsable de su transformación, sino que se trata de un instrumento que influye en la dirección y agilidad de los procesos de transferencia y aprendizaje de nuevo conocimiento (Cowan y Foray, 1997; Zack, 1999; Ancori *et al.*, 2000; Balconi, 2002; Nightingale, 2003). Además, el desarrollo de nuevas tecnologías de procesamiento de información otorga un gran protagonismo a la codificación en la actualidad y especialmente en el futuro (Cowan y Foray, 1997; Zack, 1999; Cohendet y Steinmueller, 2000; Balconi, 2002; Soo *et al.*, 2002).

El objetivo central de este trabajo es el análisis de la influencia de la codificación del conocimiento en la obtención de innovaciones tecnológicas, fundamentales para ocupar posiciones de ventaja competitiva, al aumentar la capacidad de la empresa para adecuarse a las nuevas necesidades de los mercados (Figueiredo, 2002; Soo *et al.*, 2002; DeCarolis, 2003; Nicholls-Nixon y Woo, 2003; Zott, 2003). Por tanto, este estudio se plantea desde un enfoque dinámico, al vincular explícitamente la influencia de una decisión de gestión de conocimiento sobre el resultado innovador de la empresa (Kogut y Zander, 1992; Hargadon y Fanelli, 2002; Smith, Collins y Clark, 2005).

El estudio de la relación existente entre la codificación y el desarrollo de innovaciones queda justificado, ya que tanto los argumentos teóricos como la evidencia empírica encontrada distan de ser concluyentes, al reconocer simultáneamente la existencia de costes y beneficios derivados de esta decisión (Schulz y Jobe, 2001). Aunque normalmente se ha obviado en la mayoría de estudios anteriores, el centro de todo el debate acerca del efecto favorable o desfavorable de la codificación de conocimiento sobre la actividad tecnológica de la empresa debe girar en torno al tipo de innovación, distinguiendo, por ejemplo, entre las innovaciones radicales e incrementales (Subramanian y Youndt, 2005). No obstante, la mayoría de estudios que tratan esta relación se refieren a la innovación de forma general, planteando argumentos sobre la existencia de efectos en uno u otro sentido válidos para todo tipo de innovaciones.

Por ello, dada la naturaleza multidimensional del fenómeno tecnológico, el modelo propuesto en este trabajo analiza la influencia de la codificación sobre distintos tipos de innovaciones, según su carácter radical o

incremental, en una muestra de empresas españolas de alta intensidad tecnológica dedicadas a biotecnología. Además, se incluye el efecto de distintas alternativas de codificación, según incorporen adicionalmente o no medios de protección legal frente a las posibles actuaciones no deseables por parte de la competencia.

Una vez presentado el objeto de estudio el trabajo se estructura del siguiente modo; en primer lugar se presenta el estado de la cuestión y el marco conceptual básico; en segundo lugar, se define el modelo general de análisis; posteriormente se presentan los aspectos metodológicos de la investigación; y finalmente se analizan los resultados empíricos, se plantean las principales conclusiones y líneas futuras de investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado de la cuestión

Las prácticas de gestión del conocimiento, como por ejemplo la codificación, han recibido un tratamiento muy heterogéneo en la literatura. Por esta razón, hemos considerado adecuado definir las explícitamente. En este trabajo nos centramos en las prácticas de gestión orientadas hacia la integración y transferencia de conocimientos. Tales prácticas se refieren a todo proceso de diseño e implantación de mecanismos formales e informales encaminados a mejorar la coordinación entre los distintos miembros de la empresa que mantienen algún tipo de intercambio de conocimiento a lo largo del proceso de desarrollo de las innovaciones tecnológicas (Soo *et al.*, 2002).

Entre las distintas prácticas de integración, la codificación ocupa un puesto de gran relevancia, tal y como se reconoce en la dimensión epistemológica de la *espiral de conocimiento* de Nonaka y Takeuchi (1995), que distingue entre la dimensión tácita y explícita, así como en diversos estudios que reconocen los efectos positivos de la codificación en los procesos de aprendizaje y transferencia de conocimiento (Bierly y Chakrabarti, 1996; Szulanski, 1996).

La codificación del conocimiento se define como el proceso de conversión del conocimiento tácito codificable en mensajes –patentes, bases de datos, manuales de procedimiento, etc.– que pueden ser procesados a partir de ese momento como información (Cowan y Foray, 1997; Cohendet y Steinmueller, 2000; Albino, Garavelli y Schiuma, 2001; Balconi, 2002). Así pues, el proceso de codificación altera tanto la proporción de conocimiento tácito y explícito presente en la empresa como su ubicación, al trasladar parte de los conocimientos desde la mente de los trabajadores a la organización (Balconi, 2002; Subramanian y Youndt, 2005).

En cuanto a la influencia de la codificación sobre la actividad innovadora de la empresa, se observa que ciertos trabajos consideran interesante la codificación del conocimiento, puesto que mejora las posibilidades de transferirlo a otras unidades de la empresa y facilita su asimilación, retención y explotación (Bierly y Chakrabarti, 1996; Szulanski, 1996), al reducirse la “ambigüedad causal” (Reed y DeFillipi, 1990) y las asimetrías de información entre los miembros de la organización (Zack, 1999; Cohendet y Steinmueller, 2000; Albino *et al.*, 2001; Cohendet y Meyer-Kramer, 2001; Balconi, 2002; Zott, 2003).

Desde este punto de vista la codificación promueve la creación de un contexto favorable a la transmisión e intercambio de conocimientos valiosos entre distintas unidades organizativas, potenciando los procesos de mejora continua y la innovación constante (Crossan y Berdrow, 2003; Maritan y Brush, 2003). De

ello se desprende que la codificación influirá positivamente en la evaluación, mantenimiento y racionalización de los procesos organizativos más adecuados en cada momento, promoviendo los procesos de innovación tecnológica (Cohendet y Steinmueller, 2000; Crossan y Berdrow, 2003).

Adicionalmente, a través de la institucionalización del conocimiento mediante su codificación, la actividad innovadora de las empresas no será tan dependiente del abandono o rotación de los trabajadores (Walsh y Ungson, 1991).

A pesar de todas las referencias anteriores y de la consideración de que el conocimiento codificado es el factor de producción más importante para algunos autores (p. ej. Zack, 1999), hemos encontrado planteamientos que señalan que la codificación del conocimiento debería relacionarse negativamente con el desarrollo de innovaciones tecnológicas valiosas, al considerar que el único conocimiento estratégico es el que no está codificado. En este sentido, sólo el conocimiento tácito otorgaría las posibilidades necesarias para desarrollar innovaciones creativas e inmunes a las acciones de la competencia (p. ej. Saviotti, 1998; Soo *et al.*, 2002). De hecho, algunos trabajos teóricos plantean interrogantes relativos a si los procesos de codificación sirven para dotar de una mayor flexibilidad a la empresa, o todo lo contrario (1997; Ancori *et al.*, 2000; Cohendet y Steinmueller, 2000; Benner y Tushman, 2003)¹.

Además, como consecuencia de que la codificación de conocimiento puede aumentar las posibilidades de que la competencia comprenda mejor cómo el líder tecnológico desarrolla sus innovaciones y las imite (Schulz y Jobe, 2001), resultará interesante incorporar en el estudio el hecho de que dichas prácticas de codificación incluyan, o no, la protección legal del conocimiento (p. ej. patentes o modelos de utilidad). De esta forma será posible analizar algunas de las condiciones en las que los costes adicionales que supone proteger legalmente los conocimientos tecnológicos estratégicos resultan interesantes (Liebeskind, 1996, 1997).

Es posible que el enfrentamiento de posturas acerca del papel de la codificación se deba a que los estudios no hagan referencia explícita a los distintos tipos de innovaciones tecnológicas², por lo que no son directamente comparables entre sí. Por ello, en este trabajo analizamos específicamente la influencia de la codificación en el desarrollo de los distintos tipos de innovaciones tecnológicas, según sean de carácter radical o incremental, así como en su mantenimiento en exclusiva en los mercados.

2.2. La innovación tecnológica de las empresas: un modelo dinámico y circular

La actividad tecnológica de las empresas comprende aquel conjunto de actividades y procesos intensivos en conocimiento encargados de movilizar conjuntamente distintos recursos científicos y técnicos, que permite a la empresa el desarrollo de productos y/o procesos productivos innovadores de éxito. Según queda representado en la *figura 1*, son dos las principales decisiones de los responsables de esta área de la empresa: 1) el propio desarrollo de las innovaciones tecnológicas, tanto radicales como incrementales y 2) el mantenimiento de la explotación exclusiva de tales innovaciones en los mercados, hasta que resulten obsoletas, como consecuencia de la aparición de un nuevo diseño tecnológico dominante.

¹ En este sentido, Lazaric *et al.* (2003) reconocen que el conocimiento tácito es una herramienta fundamental para evitar la rápida 'fosilización' de la compañía que puede aparecer al codificar el conocimiento.

² En producto o en proceso, incremental o radical.

La tradición científica apunta que la industria evoluciona constantemente a lo largo de ciclos en los que se alternan etapas de mayor incertidumbre donde las innovaciones radicales se generalizan –etapa I– (Abernathy y Utterback, 1978; Dosi, 1982; Tushman y Anderson, 1986; Benner y Tushman, 2003), hasta que surge finalmente un diseño dominante (Anderson y Tushman, 1990; Tushman y Rosenkopf, 1992; Utterback y Suarez, 1993), con otros momentos de estabilidad y cambio incremental, cada vez más cortos en un creciente número de industrias (Nicholls-Nixon y Woo, 2003) –etapas II y III–.

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). Este tipo de innovaciones supone la redefinición de las trayectorias tecnológicas vigentes (Gatignon *et al.*, 2004). Por su parte, las mejoras parciales realizadas a partir de la innovación original, adquieren la consideración de incremental (Cooper y Smith, 1992).

Si bien la actividad tecnológica se puede concebir como un proceso circular en torno a estas tres etapas básicas, el mayor grado de dinamismo competitivo de una industria afectará a su duración, al aumentar la obsolescencia de los conocimientos tecnológicos. Ello puede suponer que las empresas apenas tengan posibilidades de mantener la explotación en exclusiva de los conocimientos, así como de introducir pequeñas mejoras que prolonguen la vida de las innovaciones, reduciéndose notablemente la duración de las etapas II y III.

Además, la actividad tecnológica no debe limitarse únicamente al desarrollo de innovaciones, sino que debe prestar atención a todo aquello relativo a su protección frente a la competencia, una vez que ocupan una determinada posición en los mercados (etapa II). Por ello, el efecto de la codificación del conocimiento –incorporando o no derechos de propiedad intelectual– sobre el mantenimiento de la posición de privilegio que ocupa la empresa líder frente a la imitación y sustitución de sus innovaciones es la segunda gran cuestión objeto de estudio.

3. MODELO DE ANÁLISIS: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Una vez planteado el estado de la cuestión así como el marco teórico, a continuación se presenta el modelo de análisis y los argumentos que sostienen la formulación de las hipótesis objeto de contraste empírico. La definición de las hipótesis ha quedado estructurada según la naturaleza de las dos decisiones tecnológicas clave, según se refieran al desarrollo de innovaciones tecnológicas o a su mantenimiento en exclusiva, independientemente de la secuencia temporal lógica descrita en el apartado anterior.

3.1. La codificación del conocimiento y el desarrollo de innovaciones tecnológicas

Cuando en la industria todavía no se encuentra implantado un nuevo diseño tecnológico dominante (etapa I), las empresas se enfrentan a una gran incertidumbre en la lucha por la imposición de su innovación frente a los desarrollos de la competencia. Ante tales entornos inestables, deben ser capaces de aprender nuevos conocimientos y adaptarse rápida y eficazmente a las nuevas condiciones competitivas en las que el desarrollo de

innovaciones radicales, basadas en conocimientos cualitativamente distantes de los anteriores, resulta esencial (Collis, 1994).

En este contexto dinámico, una excesiva presencia de conocimientos codificados, fuertemente institucionalizados en el seno de la empresa, puede coartar la creatividad e intuición propias de una actividad innovadora de carácter más radical (Hedlund, 1994; Crossan y Berdrow, 2003; Casper y Whitley, 2004). Las altas dosis de creatividad y flexibilidad necesarias para el desarrollo de estas innovaciones tecnológicas justificaría el sentido negativo de la relación entre las prácticas de codificación y la tasa de innovaciones desarrolladas encontrado en diversos trabajos empíricos (Balconi, 2002; Crossan y Berdrow, 2003). En este caso una correcta gestión de conocimiento debería promover una mayor propensión al riesgo por parte de sus trabajadores, experimentando soluciones más novedosas a partir de sus propias experiencias y saber hacer.

Algunos autores como Balconi (2002) se aproximan a esta cuestión desde un enfoque de mercado, considerando que la codificación no es adecuada para la implantación de estrategias que diferencien a la empresa frente a los competidores, ya que dicha codificación limita el desarrollo de innovaciones radicales en producto.

Por otra parte, la elevada obsolescencia tecnológica justificaría la falta de interés por la implantación de prácticas de codificación que simultáneamente incorporaran derechos de propiedad intelectual (Levin *et al.*, 1987).

Por ello, la primera hipótesis quedaría definida en los siguientes términos:

H₁: La codificación de conocimiento se relaciona negativamente con la tasa de innovaciones radicales

Una vez que el diseño tecnológico dominante ya se encuentra difundido a lo largo de la industria y no puede explotarse en los mercados de forma exclusiva (etapa III), las empresas deberán centrarse en el desarrollo de innovaciones incrementales, hasta que sobrevenga la transición a un nuevo paradigma tecnológico, generalizándose las innovaciones radicales al comenzar de nuevo el ciclo de desarrollo tecnológico (etapa I).

Existen algunos trabajos que defienden el mayor potencial del conocimiento codificado, al considerarlo más fiable y cuyo valor se ha visto probado en ocasiones anteriores. Por ello, pueden existir ciertas motivaciones de los miembros de la empresa para tratar de buscar soluciones ante los nuevos problemas a través de conocimientos preexistentes. Se trataría de un proceso que se retroalimenta, fortaleciéndose cada vez más el conocimiento disponible a lo largo del tiempo (Danneels, 2002).

En esta misma línea de pensamiento Collis (1994) argumenta que una excesiva proporción de conocimiento tácito en el seno de las empresas, limita su habilidad para responder rápida y eficazmente a los cambios del entorno. Por ello, la existencia de conocimientos codificados, almacenados en distintos dispositivos y accesibles a los trabajadores, permite disponer de una referencia inicial a la hora de diseñar soluciones parcialmente innovadoras, minimizando el papel de la fortuna o suerte en tales procesos.

Estos argumentos nos permiten apoyar que convertir el conocimiento tácito en explícito mediante su codificación agilizará estos procesos incrementalmente innovadores, ya que reducen los problemas en la transferencia y explotación de los conocimientos (McGrath *et al.*, 1995; Albino *et al.*, 2001; Balconi, 2002;

Crossan y Berdrow, 2003) y, como consecuencia del carácter incremental de la innovación, los posibles efectos perjudiciales sobre la creatividad serán mínimos.

El menor carácter novedoso de tales innovaciones limita notablemente las posibilidades legales de concesión de los derechos de propiedad intelectual. Por ello, no planteamos hipótesis alguna que recoja la implantación de sistemas de codificación que incorporen medios de protección legal.

Por tanto, la segunda hipótesis quedaría definida así:

H₂: La codificación de conocimiento se relaciona positivamente con la tasa de innovaciones incrementales

3.2. La codificación del conocimiento y la protección de las innovaciones tecnológicas

Junto al análisis de la influencia de la codificación en los procesos de obtención de innovaciones (etapas I y III), la gestión estratégica de la tecnología debe incluir un conjunto de decisiones que pueden favorecer el mantenimiento de la posición de privilegio frente a los intentos por imitar y/o sustituir las innovaciones, una vez que se han implantado en los mercados (etapa II).

El carácter tácito del conocimiento es un atributo que se ha considerado determinante en el proceso de protección de las innovaciones frente a los competidores. Tradicionalmente, la literatura ha reconocido sus efectos beneficiosos, como consecuencia de la dificultad para ser identificado y conocer cómo es explotado (Lippman y Rumelt, 1982; Dierickx y Cool, 1989; Reed y DeFillipi, 1990; Amit y Schoemaker, 1993). En este sentido, MacMillan, McCaffery y van Wijk (1985) afirman que las nuevas tecnologías son más rápidamente adoptadas por la competencia cuando la incertidumbre que les rodea es menor.

Se puede concluir que numerosos trabajos han reconocido teórica y empíricamente la existencia de un efecto directo y significativo de la naturaleza tácita del conocimiento en la construcción de barreras a la imitación de las innovaciones (Lippman y Rumelt, 1982; Dierickx y Cool, 1989; Reed y DeFillipi, 1990; Amit y Schoemaker, 1993; McEvily y Chakravarthy, 2002). Al no estar codificado el conocimiento, los competidores no solo requerirán tiempo para identificar y acumular a través de medios propios el conocimiento tecnológico tácito necesario, sino también para movilizarlo, lo que solo será posible mediante la experiencia práctica (Nelson y Winter, 1982; Tyre y von Hippel, 1997). Todo ello, unido a que este conocimiento suele perder valor en otros contextos organizativos distintos a los que lo vieron nacer, dificulta la imitación por parte de los competidores (Schroeder *et al.*, 2002; Lippman y Rumelt, 2003).

Por tanto, con respecto a la construcción de barreras frente a la imitación, la opción más adecuada sería no codificar los conocimientos tecnológicos a partir de los que se desarrollan las innovaciones.

No obstante, para hacer una valoración completa de las prácticas de codificación como un mecanismo de protección de las innovaciones frente a los competidores, se debe analizar, junto a las barreras a la imitación, el papel que juega dicha codificación en la construcción de barreras a la sustitución de las innovaciones.

A diferencia de la imitabilidad, el tratamiento de la sustituibilidad ha sido mucho menor, más reciente y no existe una postura clara entre los investigadores sobre los factores que afectan a la creación de tales barreras (p. ej. McEvily *et al.*, 2000; Teng y Cummings, 2002; Peteraf y Bergen, 2003; Markman, Espina y Phan, 2004).

Algunos estudios reconocen que el sostenimiento de las ventajas competitivas puede verse vulnerado si los competidores tienen la posibilidad de desarrollar innovaciones que sustituyan a las de las empresas líderes (Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993; Black y Boal, 1994). Sin embargo, salvo algunos modelos (p. ej. McEvily *et al.*, 2000), sus aportaciones se quedan en este punto y no avanzan en el análisis y contraste de los factores determinantes de la construcción de las barreras a la sustitución.

En la literatura han coexistido posiciones enfrentadas acerca del sentido de las relaciones entre la codificación de las tecnologías y sus posibilidades de ser sustituidas. Los primeros trabajos que se adentran en el estudio de la cuestión (p. ej. Black y Boal, 1994) apoyan, en el mismo sentido de la imitabilidad, que el carácter tácito del conocimiento tecnológico dificulta los procesos de sustitución de las innovaciones. Si se asume como cierto este argumento, no codificar el conocimiento sería la decisión más adecuada, al aumentar simultáneamente las barreras a la imitación y a la sustitución.

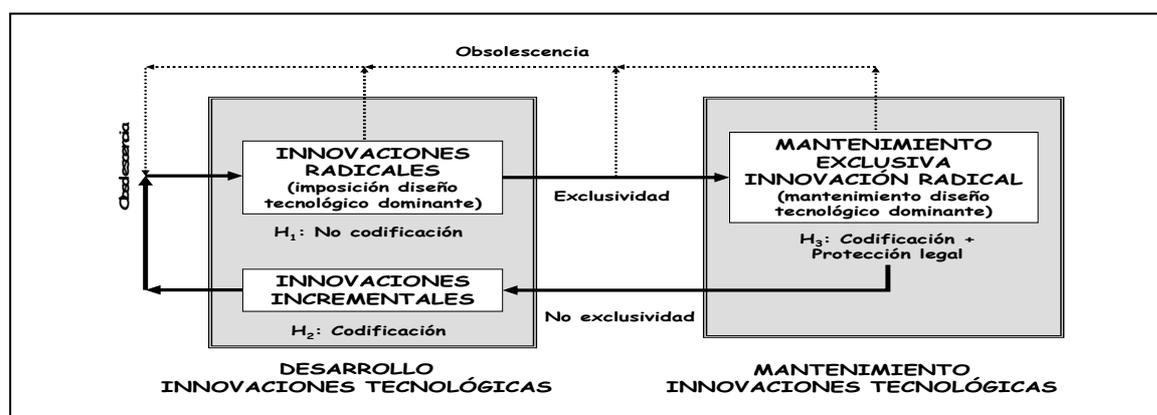
Sin embargo, otros trabajos posteriores (p. ej. Cowan y Foray, 1997; McEvily *et al.*, 2000; Teng y Cummings, 2002; Crossan y Berdrow, 2003) consideran que las capacidades serán más fácilmente sustituibles cuanto más intenso sea el conocimiento tácito embebido en ellas, y así lo demuestran algunos resultados empíricos (p. ej. Spencer, 2003; Markman *et al.*, 2004). El argumento que subyace en esta afirmación, que apuesta por la existencia de un efecto positivo de la codificación en la construcción de barreras a la sustitución, se basa en el hecho de que las tecnologías codificadas despiertan un mayor interés en agentes externos (clientes, competidores, etc.), ya que se reducen las probabilidades de enfrentarse a comportamientos oportunistas por parte de los proveedores de tales tecnologías.

Los agentes externos creen que a través de la codificación se reducirán las asimetrías de información, al comprender en mayor medida en qué consiste la tecnología y sus aplicaciones. De este modo, los clientes mostrarán una mayor confianza en aquellas innovaciones de las que conocen sus parámetros de funcionamiento más importantes. Para el caso de los competidores, la codificación les permite conocer sus propias limitaciones para buscar tecnologías sustitutivas capaces de igualar la eficiencia de las innovaciones de la empresa líder, independientemente de que así sea en la realidad. En definitiva, la construcción de innovaciones que incorporen una gran proporción de conocimientos tácitos puede ser arriesgada al aumentar la probabilidad de ser sustituidas (Knott, 2003).

Es en este punto donde la implantación de prácticas de codificación de conocimiento, siempre que incorpore mecanismos para su protección legal puede resultar idónea; por un lado, se aumentarán las barreras a la sustitución, gracias a la codificación, y, por otro lado, a la imitación, mediante la protección legal de los intangibles incorporados en las innovaciones.

H₃: La codificación del conocimiento que incorpora derechos de propiedad intelectual protege las innovaciones frente a su imitación y sustitución

Figura 1.- Modelo de análisis: hipótesis de trabajo



Fuente: Elaboración propia

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Datos generales de la investigación empírica

El contraste empírico de las hipótesis se ha realizado sobre una población de empresas dedicadas a la actividad biotecnológica en España³. 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)⁴.

La deseada homogeneidad de las empresas de la población exige el cumplimiento de varios criterios, entre los que destaca especialmente la pertenencia a ciertos segmentos de actividad dentro de la industria biotecnológica. De esta forma, las empresas incluidas en el estudio son aquellas especializadas en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas al campo de la salud –humana y animal–⁵. Las actividades de las empresas finalmente incluidas giran en torno al desarrollo de productos y servicios biotecnológicos de ciertas áreas terapéuticas, destinados al tratamiento, la prevención o el diagnóstico de enfermedades (producción de vacunas, antibióticos, fármacos, kits de diagnóstico, xenotrasplantes, fármaco-genómica o ingeniería celular y de tejidos). 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 ficha técnica de la figura 2.

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 Wilcoxon⁶.

Figura 2.- *Ficha técnica de la investigación empírica*

³ Para la definición de la población se han seguido los argumentos de quienes apoyan la idoneidad de definir una población lo más homogénea posible (Yeoh y Roth, 1999; De Carolis, 2003; 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.

⁴ Base de datos denominada: *Spanish Research Groups and Enterprises Working in Biotechnology*.

⁵ 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.

⁶ Para el contraste no paramétrico se empleó el paquete estadístico SPSS 11.5.

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 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)

Estas pruebas contrastan la hipótesis nula de si dos muestras independientes han sido extraídas de la misma población continua. Para ello, ambos tests comprueban si cada una de las observaciones de una de las muestras difiere lo suficiente 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, 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 en cada caso -desarrollo de innovaciones radicales e incrementales y barreras a la imitación y a la sustitución-, respecto a la mediana de su distribución. Para cada hipótesis, la muestra de empresas analizada se divide en dos grupos: un primer grupo constituido por las empresas con mejores resultados tecnológicos (situadas por encima de la mediana) y un segundo grupo integrado por las que tienen peores resultados (situadas por debajo de la mediana)⁷. Una vez clasificadas las empresas, se contrasta si ambos grupos presentan diferencias significativas en la intensidad de la codificación de conocimiento.

4.2. Medidas de las variables⁸

4.2.1. La codificación de conocimiento

La medición de esta variable se ha planteado a través de escalas de medida de *Likert* de siete puntos. El proceso de construcción de la escala toma en consideración las principales propuestas de diversos trabajos que abordan el tratamiento de la codificación (Tripsas, 1997; Zack, 1999; Albino *et al.*, 2001; Balconi, 2002; Crossan y Berdrow, 2003; Spencer, 2003). La escala inicial propuesta aparece recogida en la figura 3.

Figura 3.- Escala inicial para la codificación de conocimiento

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. ITCOD ₁ | Documentación del conocimiento |
| 2. ITCOD ₂ | Esfuerzo flujos de conocimiento |
| 3. ITCOD ₃ | Incentivos a la transmisión de mensajes |
| 4. ITCOD ₄ | Capacitación y entrenamiento trabajadores |
| 5. ITCOD ₅ | Planes difusión conocimiento al exterior |
| 6. ITCOD ₆ | Sistemas formales de sugerencias de empleados |

⁷ 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.

⁸ Los datos correspondientes a las diferentes variables 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 observaciones.

La medición de la codificación a través de una escala multitem requiere hacer un análisis previo de su fiabilidad. A partir del nivel del coeficiente de *Alpha de Cronbach*, se puede comprobar que la escala inicial propuesta no es, a nuestro juicio, fiable a un nivel aceptable ($\alpha = 0,6964$).

Por ello, a través del análisis de la fiabilidad que conseguiría la escala si se eliminaran ciertos elementos, se concluye la idoneidad de excluir *Icod₁* –documentación de conocimientos– e *Icod₅* –planes de difusión de conocimiento hacia el exterior–, para alcanzar un *Alpha* aceptable ($\alpha = 0,7432$)⁹.

La comprobación de la validez de concepto requiere el desarrollo de un análisis factorial que compruebe la unidimensionalidad de la escala de medida. Como se observa en la figura 4, el rechazo de la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones de las variables se corresponde con la matriz identidad, a través de la prueba de Bartlett, por una parte, y el valor de la medida Kaiser-Meyer-Olkin, por otra parte, permiten justificar la conveniencia de la aplicación de la técnica, sin obviar que el reducido número de grados de libertad puede suponer ciertas limitaciones en los resultados y conclusiones.

Figura 4.- *Análisis de la validez de concepto para la escala de medida de la codificación*

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,796
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	33,251
	Gl	6
	Sig.	0,000

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,670	67,255	67,255	2,670	67,255	67,255
2	0,707	17,175	84,430			
3	0,408	10,206	94,636			
4	0,215	5,364	100,000			

	Componente
	1
Incentivos transmisión	0,804
Capacitación y entrenamiento trabajadores	0,797
Sistemas formales de sugerencia empleados	0,716
Esfuerzo flujo conocimiento	0,705
	$\alpha = 0,7432$
	Codificación

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

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

4.2.2. La protección legal de conocimiento

⁹ El carácter demasiado genérico del primer ítem y el hecho de ser el quinto ítem el único referido a prácticas de codificación directamente orientadas hacia el exterior de la empresa, podrían justificar los menores niveles de fiabilidad de la escala si no se eliminan.

La medición de esta variable se plantea a través de indicadores cuantitativos de carácter objetivo, siguiendo la metodología indicada en diversos trabajos anteriores (Levin *et al.*, 1987; Griliches *et al.*, 1991; Miller y Shamsie, 1996; Ernst, 2001; Spencer, 2003). En casi todos los casos se plantean medidas cuantitativas relativas al número de patentes o al número de acuerdos de confidencialidad firmados respecto al total de innovaciones; en algunas ocasiones las medidas propuestas valoran la calidad de los conocimientos protegidos a través de, por ejemplo, indicadores relacionados con la tasa de renovación de las patentes (Schankerman y Pakes, 1986; Zott, 2003), el número de citas producidas (Fleming, 2001; Jaffe y Lerner, 2001) o su carácter internacional (Yeoh y Roth, 1999; Mangematin *et al.*, 2003). En nuestro cuestionario adoptamos una medida *criterio* o *estándar* empleada en otros trabajos anteriores: *número de patentes y acuerdos de confidencialidad sobre el total de innovaciones*¹⁰.

En términos del análisis psicométrico, la revisión de los modelos teóricos y los contrastes empíricos avalan el cumplimiento de la validez teórica o de contenido de la medida propuesta (p. ej. Levin *et al.*, 1987; Miller y Shamsie, 1996; Tripsas, 1997; Zack, 1999; Albino *et al.*, 2001; Ernst, 2001; Balconi, 2002; Soo *et al.*, 2002; Crossan y Berdrow, 2003; Spencer, 2003).

4.2.3. Los resultados de la actividad tecnológica

A partir de la definición y caracterización de los ciclos tecnológicos según las distintas etapas, se proponen distintas medidas de resultados en función de aquélla en la que se encuentre la empresa. Tomando en consideración algunos modelos definidos para la industria biotecnológica (p. ej. Mangematin *et al.*, 2003), los resultados de la actividad tecnológica planteados en la etapa I se miden a través del potencial de la cartera de productos en curso, a partir del índice: *número de productos en curso radicalmente innovadores en relación al tamaño de la empresa*.

En el caso de la etapa II, a partir de las propuestas de Figueiredo (2002) y McEvily y Chakravarthy (2002), los resultados tecnológicos se miden mediante el *tiempo medio de imitación y sustitución de tales innovaciones, en relación al tiempo medio durante el que resultaron valiosas en la industria*.

Para el caso de la etapa III, la medición de la eficiencia de la función tecnológica se hace operativa mediante el *tiempo medio de desarrollo de innovaciones incrementales*, siguiendo las propuestas de diversos trabajos previos (Yeoh y Roth, 1999; Yli-Renko *et al.*, 2001; Balconi, 2002; Figueiredo, 2002; Crossan y Berdrow, 2003).

Por último, con la finalidad de mejorar la interpretación de los resultados, se han incluido como variables de control ciertos factores que pueden afectar al resultado de la actividad tecnológica. Concretamente las variables de control que se incorporaron al análisis fueron: el *tamaño empresarial* (logaritmo neperiano del número de trabajadores), la *edad organizativa* (número de años desde que se constituyó la empresa hasta el momento final de recogida de los datos) y el *gasto en I+D* (gastos en I+D/Total de gastos).

¹⁰ Si bien se preguntaron aspectos relacionados con la calidad de los conocimientos protegidos, su tratamiento finalmente no pudo ser incluido, como consecuencia del reciente nacimiento de las empresas así como del considerable tiempo de retardo con el que se citan las 'biopatentes'. En cualquier caso esta circunstancia no parece ser especialmente problemática en la industria biotecnológica, ya que, según diversos estudios (p. ej. Stuart, 2000), la propia contabilización de patentes está muy correlacionada con otras variables que recogen específicamente su calidad.

A modo de resumen, en la siguiente figura presentamos las variables, medidas, así como el análisis psicométrico al que se han sometido en cada caso.

Figura 5.- Correspondencia entre variables y medidas

VARIABLE		MEDIDAS	CARÁCTER	ANÁLISIS PSICOMÉTRICO
PRÁCTICAS DE GESTIÓN	CODIFICACIÓN	- Escala de <i>Likert</i> de 7 puntos	Cualitativo	Fiabilidad Validez de constructo/rasgos
	CODIFICACIÓN CON PROTECCIÓN LEGAL	- Nº Patentes y acuerdos de confidencialidad / Nº total innovaciones	Cuantitativo	Validez teórica/contenido
RESULTADOS ACTIVIDAD TECNOLÓGICA	ETAPA I	- Cartera productos en desarrollo	Cuantitativo	Validez teórica/contenido
	ETAPA II	- Tiempo medio (meses) imitación / Tiempo medio vida útil innovaciones - Tiempo medio (meses) sustitución / Tiempo medio vida útil innovaciones		
	ETAPA III	- Tiempo medio (meses) desarrollo innovaciones incrementales		

5. RESULTADOS

Los resultados del análisis no paramétrico, respecto a las variables de control, muestra la ausencia de relaciones significativas entre éstas y los resultados de la actividad tecnológica, en prácticamente todos los casos. Tan solo podemos observar la existencia de relaciones negativas, pero poco significativas, entre las variables tamaño y edad, y la tasa de innovaciones incrementales y radicales. La inercia organizativa propia de empresas grandes y maduras tiene ciertos efectos negativos tanto en la rapidez de respuesta al mercado como en la flexibilidad, creatividad y propensión al riesgo. Sin embargo, para la muestra analizada no se observan relaciones significativas entre los gastos en I+D y los resultados de la actividad tecnológica, lo que puede indicar que más importante que la cantidad nominal de recursos invertidos es su correcta gestión.

En cuanto al contraste empírico de las hipótesis podemos concluir que los resultados apoyan de forma general el sentido de las relaciones propuestas. La primera de las hipótesis (H_1) planteaba la existencia de una relación inversa entre la codificación de conocimiento y el desarrollo de innovaciones radicales. Los resultados indicados en la figura 6 ponen de manifiesto que las empresas que obtienen una mayor tasa de innovaciones radicales (empresas del grupo 1), codifican en menor medida el conocimiento disponible ($8,61 < 11,25$). Como puede apreciarse en la tabla 'estadísticos', esta relación es significativa al 10% ($Z_1=1,669$, sig.=0,099). Por tanto, podemos considerar que existe evidencia empírica suficiente para no rechazar la hipótesis H_1 , y concluir que la codificación de conocimiento es una práctica inapropiada para desarrollar innovaciones radicales, ya que requieren de una mayor creatividad e intuición por parte de los trabajadores.

La segunda de las hipótesis (H_2) establecía la existencia de una relación directa entre la codificación de conocimiento y el desarrollo de innovaciones incrementales. En este caso se observa que las empresas más eficientes en el desarrollo de este tipo de innovaciones, al tardar menos tiempo en su creación (empresas del grupo 2), presentan una mayor propensión a codificar el conocimiento tecnológico acumulado ($12,16 > 8,57$). Al igual que en el caso anterior, la relación es significativa al 10% ($Z_2=1,872$, sig.=0,069). Por ello, concluimos que existe nuevamente evidencia empírica suficiente para no rechazar la hipótesis H_2 , y afirmar que la codificación de conocimiento sí resulta interesante cuando la empresa desarrolla innovaciones incrementales.

Figura 6.- Resultados del contraste empírico no paramétrico

Rangos

H ₁	Tasa de productos en desarrollo radicalmente innovadores de alto potencial	Rango promedio	Suma de rangos
COD	(2) Reducida	11,25	112,50
	(1) Elevada	8,61	77,50
H ₂	Tiempo desarrollo innovaciones incrementales	Rango promedio	Suma de rangos
COD	(2) Menor	12,16	206,72
	(1) Mayor	8,57	145,69
H ₃	Barreras a la imitación y sustitución	Rango promedio	Suma de rangos
	Barreras a la imitación		
COD	(2) Elevadas	8,44	118,16
	(1) Reducidas	12,41	248,20
COD+PL	(2) Elevadas	13,00	91,00
	(1) Reducidas	7,44	37,20
	Barreras a la sustitución		
COD+PL	(2) Elevadas	13,90	97,30
	(1) Reducidas	9,50	66,50

Estadísticos de contraste

	H ₁	H ₂	H ₃		
			COD imitación	COD+PL imitación	COD+PL sustitución
U de Mann-Whitney	32,500	28,600	39,500	22,000	36,000
W de Wilcoxon	77,500	145,690	118,160	37,200	66,500
Z _i (i = 1, 2 y 3)	1,669 ⁺	1,872 ⁺	1,746 ⁺	2,159 ⁺⁺	2,366 ⁺⁺
Sig. asintót. (bilateral)	0,099	0,069	0,082	0,031	0,018

⁺p<0,10; ⁺⁺p<0,05

Por último respecto a la hipótesis H₃, que plantea las relaciones entre la codificación de conocimiento, -incluyendo además su protección legal- y las barreras a la imitación y sustitución de las innovaciones, podemos hacer las siguientes reflexiones. En primer lugar, tal y como se argumentó, las empresas más vulnerables frente a la imitación (empresas del grupo 1) se caracterizan por una mayor implantación de prácticas de codificación de conocimiento (12,41 > 8,44). Por tanto, se comprueba que el carácter tácito del conocimiento lo protege frente a su imitación. Pero, según los argumentos expuestos en el modelo de análisis, se desafiaría la construcción de barreras a la sustitución. Por ello, será necesario incorporar el efecto complementario de la protección legal en los procesos de codificación, con la finalidad de proteger a las empresas simultáneamente frente a la imitación y a la sustitución de sus innovaciones.

En este sentido, las empresas que presentan mayores barreras a la sustitución (empresas del grupo 2) y a la imitación (empresas del grupo 2) codifican y protegen legalmente el conocimiento en mayor medida (13,90 > 9,50 para el caso de la sustitución y 13,00 > 7,44 para el caso de la imitación). Por tanto, se concluye que existe evidencia empírica para no rechazar la hipótesis H₃, y apuntar que la codificación de conocimiento, siempre que la empresa lo proteja legalmente, es interesante para aumentar las barreras a la imitación y sustitución de las innovaciones tecnológicas.

6. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Con este estudio se pretende arrojar luz acerca de cómo mejorar la gestión de los intangibles, lo cual resulta especialmente interesante, ya que, si bien desde el ámbito académico y empresarial se ha reconocido la

relevancia del conocimiento, son todavía pocas las empresas capaces de diseñar e implantar de forma apropiada tales procesos de gestión.

El objetivo específico de este trabajo ha sido el análisis de la influencia de la codificación del conocimiento en la obtención de innovaciones tecnológicas, fundamentales para ocupar posiciones de ventaja competitiva sostenible, al aumentar la capacidad de la empresa para adecuarse a las nuevas necesidades de los mercados.

El análisis empírico del modelo se ha efectuado en una muestra de empresas españolas de alta intensidad tecnológica dedicadas a biotecnología. Los resultados demuestran, por un lado, que la codificación de conocimiento sólo resulta interesante para desarrollar innovaciones incrementales y, por otro lado, que el mantenimiento del carácter exclusivo de las innovaciones frente a la competencia, requiere implantar prácticas de codificación que incorporen adicionalmente sistemas legales de protección del conocimiento.

En consecuencia, según los resultados obtenidos en esta investigación, el efecto negativo de la codificación en la innovación se basa en la alta creatividad necesaria para el desarrollo de aquéllas de un marcado carácter radical. Las altas dosis de libertad necesarias para desarrollarlas justificarían este sentido negativo. Por tanto, concluimos que una base de conocimientos explícitos se relaciona negativamente con la obtención de innovaciones radicales, a partir de unas capacidades tecnológicas que huyen del mantenimiento e institucionalización de las rutinas y procesos organizativos previos.

En cambio, para el caso de las innovaciones incrementales, la codificación podría ser considerada como una decisión apropiada, al promover un contexto favorable a la transmisión e intercambio de conocimientos valiosos entre distintas unidades organizativas, potenciando los procesos de mejora continua.

La codificación de conocimiento puede presentarse como un mecanismo interesante para reducir la ambigüedad causal *aparente* de los nuevos desarrollos tecnológicos y, de este modo, aumentar la confianza que los clientes depositan en ellos, elevando las barreras a su sustitución. Sin embargo, el conocimiento codificado sería más vulnerable a su imitación. Por ello, la empresa se enfrentaría ante la difícil decisión de codificar o no el conocimiento. Según los resultados obtenidos en este trabajo, una de las cuestiones más interesantes es que implantar prácticas de codificación de conocimiento que incorporen su protección legal puede ser un mecanismo eficaz no solo para construir barreras a la imitación sino también a la sustitución. Este análisis diferenciado de las barreras a la imitación y a la sustitución es otro de los aspectos centrales del estudio, ya que en la mayoría de propuestas anteriores se definen teóricamente ambos fenómenos pero no así en su tratamiento empírico.

En cuanto a los aspectos metodológicos, somos conscientes de las limitaciones del reducido número de observaciones de la muestra y de la necesidad de seguir avanzando en el diseño de otras medidas interesantes para entornos de alta intensidad tecnológica. De ahí que una de las futuras líneas de investigación se sitúe en la ampliación de la población a otros segmentos de la biotecnología, incluso a otros sectores, con la intención de comprobar si los resultados son generalizables a otras tecnologías y contextos económicos. El mayor tamaño muestral permitirá emplear técnicas estadísticas de dependencia con un mayor poder explicativo de las relaciones presentadas en este trabajo.

Por último otro de los aspectos que requiere un mayor esfuerzo investigador es el análisis de la relación entre la codificación de conocimiento y la apropiación de las rentas empresariales, ya que con la transformación

de conocimiento tácito en explícito la empresa es tendrá una menor dependencia de la rotación de los trabajadores.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABERNATHY, W.J. y UTTERBACK, J.M. (1978): "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, vol. 50, pp. 78-93.
- ALBINO, V.; GARAVELLI, A.C. y SCHIUMA, G. (2001): "A Metric for Measuring Knowledge Codification in Organisational Learning", *Technovation*, vol. 21, pp. 413-422.
- AMIT, R. y SCHOEMAKER, P.J.H. (1993): "Strategic Assets and Organizational Rent", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 33-46.
- ANCORI, B.; BURETH, A. y COHENDET, P. (2000): "The Economics of Knowledge: The Debate about Codification and Tacit Knowledge", *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, pp. 255-287.
- ANDERSON, P.W. y TUSHMAN, M.L. (1990): "Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 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, pp. 357-379.
- BENNER, M.J. y TUSHMAN, M.L. (2003): "Exploitation, Exploration, and Process Management: The Productivity Dilemma Revisited", *Academy of Management Review*, vol. 28, pp. 238-256.
- BIERLY, P. y CHAKRABARTI, A. (1996): "Generic Knowledge Strategies in the U.S. Pharmaceutical Industry", *Strategic Management Journal*, vol. 17, número especial de invierno, pp. 123-135.
- BLACK, J.A. y BOAL, K.B. (1994): "Strategic Resources: Traits, Configurations and Paths to Sustainable Competitive Advantage", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, pp. 131-148.
- CASPER, S. y WHITLEY, R. (2004): "Managing Competences in Entrepreneurial Technology Firms: A Comparative Institutional Analysis of Germany, Sweden, and The UK", *Research Policy*, vol. 33, pp. 89-106.
- COHENDET, P. y MEYER-KRAHMER, F. (2001): "The Theoretical and Policy Implications of Knowledge Codification", *Research Policy*, vol. 30, pp. 1563-1591.
- COHENDET, P. y STEINMUELLER, W.E. (2000): "The Codification of Knowledge: A Conceptual and Empirical Exploration", *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, pp. 195-209.
- COLLIS, D.J. (1994): "How Valuable are Organizational Capabilities?", *Strategic Management Journal*, vol. 15, pp. 143-152.
- COOPER, A.C. y SMITH, C.G. (1992): "How Established Firms Respond to Threatening Technologies?", *Academy of Management Executive*, vol. 16, pp. 55-70.
- COWAN, R. y FORAY, D. (1997): "The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 6, pp. 595-622.
- CROSSAN, M.M. y BERDROW, I. (2003): "Organizational Learning and Strategic Renewal", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 1087-1105.
- DANNEELS, E. (2002): "The Dynamics of Product Innovation and Firm Competences", *Strategic Management Journal*, 23, pp. 1095-1121.
- DeCAROLIS, D.M. (2003): "Competences and Imitability in the Pharmaceutical Industry: An Analysis of their Relationship with Firm Performance", *Journal of Management*, Vol. 29, pp. 27-50.
- DIERICKX, I. y COOL, K. (1989): "Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage", *Management Science*, Vol. 35, pp. 1504-1511.

- DOSI, G. (1982): "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, vol. 11, pp. 147-162.
- ERNST, H. (2001): "Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-Series Cross Section Analyses on the Firm Level", *Research Policy*, Vol. 30, pp. 143-158.
- FIGUEIREDO, P.N. (2002) "Does Technological Learning Pay Off? Inter-firm Differences in Technological Capability-accumulation Paths and Operational Performance Improvement", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 73-94.
- GATIGNON, H.; TUSHMAN, M.L., SMITH, W. y ANDERSON, P. (2004): "Structural Approach to Assessing Innovation: Construct Development of Innovation Locus Type and Characteristics", *Management Science*, vol. 48, pp. 1103-1123.
- GRANT, R.M. (1996): "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 109-122.
- GRILICHES, Z.; HALL, B.H. y PAKES, A. (1991): "R&D, Patents, and Market Value Revisited: Is There a Second (Technological Opportunity) Factor?", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 1, pp. 1183-1201.
- HALL, R. (1992): "The Strategic Analysis of Intangible Resources", *Strategic Management Journal*, Vol. 13, pp. 135-144.
- HARGADON, A. y SUTTON, R.I. (1997): "Technology Brokering and Innovation in a Product Development Firm", *Administrative Science Quarterly*, vol. 42, pp. 716-749.
- HEDLUND, G. (1994): "A Model of Knowledge Management and the N-form Corporation", *Strategic Management Journal*, 15, pp. 73-90.
- HENDERSON, R.M. y COCKBURN, I. (1994): "Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, pp. 63-84.
- JAFFE, A.B. y LERNER, J. (2001): "Reinventing Public R&D: Patent Policy and the Commercialization of National Laboratory Technologies", *The Rand Journal of Economics*, vol. 32, pp. 167-198.
- KNOTT, A.M. (2003): "Persistent Heterogeneity and Sustainable Innovation", *Strategic Management Journal*, 24, pp. 687-705.
- KOGUT, B. y ZANDER, U. (1992): "Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology", *Organization Science*, vol. 3, pp. 383-397.
- LAZARIC, N.; MANGOLTE, P.A. y MASSUÉ, M.L. (2003): "Articulation and Codification of Collective Know-How in the Steel Industry: Evidence from Blast Furnace Control in France", *Research Policy*, vol. 32, pp. 1829-1847.
- LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R.R. y WINTER, S. (1987): "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brookings Papers in Economic Activity*, vol. 3, pp. 783-820.
- LIEBESKIND, J.P. (1996): "Knowledge, Strategy, and the Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17, pp. 93-107.
- LIPPMAN, S.A. y RUMELT, R.P. (1982): "Uncertain Imitability: An Analysis of Interfirm Differences in Efficiency under Competition", *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, pp. 418-438.
- LIPPMAN, S.A. y RUMELT, R.P. (2003): "A Bargaining Perspective on Resource Advantage", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 1069-1086.
- MacMILLAN, I.; McCAFFERY, M. y van WIJK, G. (1985): "Competitors' Responses to Easily Imitated New Products: Exploring Commercial Banking Product Introductions", *Strategic Management Journal*, Vol. 6, pp. 75-86.
- MANGEMATIN, V.; LEMARIÉ, S.; BOISSIN, J.; 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*, 32, pp. 621-638.
- MARITAN, C.A. y BRUSH, T.H. (2003): "Heterogeneity and Transferring Practices: Implementing Flow Manufacturing in Multiple Plants", *Strategic Management Journal*, vol. 24, pp. 945-959.
- MARKMAN, G.D.; ESPINA, M.I. y PHAN, P.H. (2004): "Patents as Surrogates for Inimitable and Non-Substitutable Resources", *Journal of Management*, Vol. 30, pp. 529-544.
- McEVILY, S.K. y CHAKRAVARTHY, B. (2002): "The Persistence of Knowledge-Based Advantage: An Empirical Test for Product Performance and Technological Knowledge", *Strategic Management Journal*, vol. 23, pp. 285-305.

- McEVILY, S.K.; DAS, S. y McABE, K. (2000): "Avoiding Competence Substitution through Knowledge Sharing", *Academy of Management Review*, Vol. 25, pp. 294-311.
- McGRATH, R.G.; MacMILLAN, I.C. y VENKATARAMAN, S. (1995): "Defining and Developing Competence: A Strategic Process Paradigm", *Strategic Management Journal*, Vol. 16, pp. 251-275.
- MILLER, D. y SHAMSIE, J. (1996): "The Resource-Based View of the Firm in Two Environments: The Hollywood Films Studios from 1936 to 1965", *Academy of Management Journal*, Vol. 39, pp. 519-543.
- NAHAPIET, J. y GHOSHAL, S. (1998): "Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage", *Academy of Management Review*, vol. 23, pp. 242-266.
- NIGHTINGALE, P. (2003): "If Nelson and Winter are only Half Right about Tacit Knowledge, Which Half? A Searlean Critique of 'Codification'", *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, pp. 149-183.
- NELSON, R.R. y WINTER, S.G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge.
- NICHOLLS-NIXON, C.L. y WOO, C.Y. (2003): "Technology Sourcing and Output of Established Firms in a Regime of Encompassing Technological Change", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 651-666.
- NONAKA, I. (1994): "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation", *Organization Science*, Vol. 5, pp. 14-37.
- NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. (1995): *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, Oxford.
- PETERAF, M.A. (1993): "The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 179-191.
- PETERAF, M.A. y BERGEN, M.E. (2003): "Scanning Dynamic Competitive Landscapes: A Market-Based and Resource-Based Framework", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, 1027-1041.
- REED, R. y DeFILLIPPI, R. (1990): "Causal Ambiguity, Barriers to Imitation, and Sustainable Competitive Advantage", *Academy of Management Review*, Vol. 15, pp. 88-102.
- SAVIOTTI, P.P. (1998): "On the Dynamics of Appropriability of Tacit and Codified Knowledge", *Research Policy*, vol. 26, pp. 843-856.
- SCHAKERMAN, M. y PAKES, A. (1986): "Estimates of the Value Patent Right in European Countries during the Post-1950 Period", *Economic Journal*, vol. 96, pp. 1052-1077.
- 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, pp. 105-117.
- SCHULZ, M y JOBE, L.A. (2001): "Codification and Tacitness as Knowledge Management Strategies. An Empirical Exploration", *Journal of High Technology Management Research*, vol. 12, pp. 139-165.
- SIEGEL, S. y CASTELLAN, N. (1988): *Non Parametric Statistics for the Behavioral Sciences*, McGraw-Hill, New York.
- SMITH, K.G.; COLLINS, C.J. y CLARK, K.D. (2005): "Existing Knowledge, Knowledge Creation Capability and the Rate of New Product Introduction in High-Technology Firms", *Academy of Management Journal*, vol. 48, pp. 346-357.
- SOO, C.; DEVINNEY, T.; MIDGLEY, D. y DEERING, A. (2002): "Knowledge Management: Philosophy, Processes, and Pitfalls", *California Management Review*, vol. 44, n° 4, pp. 129-150.
- SPENCER, J.W. (2003): "Firms' Knowledge Sharing Strategies in the Global Innovation System: Empirical Evidence from the Flat Panel Display", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 217-233.
- SPENDER, J.C. (1996): "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17, pp. 45-62.
- STUART, T.T. (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, pp. 791-811.
- SUBRAMANIAN, M. y YOUNDT M.A. (2005): "The Influence of Intellectual Capital on the Types of Innovative Capabilities", *Academy of Management Journal*, vol. 48, pp. 450-463.

- 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, pp. 27-43.
- TENG, B. y CUMMINGS, J. (2002): "Trade-Offs in Managing Resources and Capabilities", *Academy of Management Executive*, 16. 81-91.
- THOMKE, S. y KUEMMERLE, W. (2002): "Asset Accumulation, Interdependence and Technological Change: Evidence from Pharmaceutical Drug Discovery", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 619-635.
- 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, pp. 119-142.
- TUSHMAN, M.L. y ANDERSON, P. (1986): "Technological Discontinuities and Organizational Environments", *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, pp. 439-466.
- TUSHMAN, M.L. y ROSENKOPF, L. (1992): "Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of Technological Evolution", en B. Staw y L. Cummings (eds.); *Research in Organizational Behavior*, pp. 311-347, JAI Press, Greenwich.
- UN, C. y CUERVO-CAZURRA, A. (2004): "Strategies for Knowledge Creation in Firms", *British Journal of Management*, 15, pp. 27-41.
- UTTERBACK, J.M. y SUAREZ, F.F. (1993): "Technology, Competition and Industry Structure", *Research Policy*, vol. 22, pp. 1-21.
- WALSH, J.P. y UNGSON, G.R. (1991): "Organizational Memory", *Academy of Management Review*, vol. 16, pp. 57-91
- 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, pp. 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, pp. 587-613.
- ZACK, M.H. (1999): "Managing Codified Knowledge", *Sloan Management Review*, summer, pp. 45-58.
- ZOLLO, M. y WINTER, S. (2002): "Deliberate Learning and Evolution of Dynamic Capabilities", *Organization Science*, 13, pp. 339-351.
- ZOTT, C. (2003): "Dynamic Capabilities and the Emergence of Intra-industry Differential Firm Performance: Insights from a Simulation Study", *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 97-125.