

ACUMULACIÓN, NATURALEZA E IMITACIÓN DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Fernández Sánchez, E.
Montes Peón, J.M.
Pérez-Bustamante, G.
Vázquez Ordás, C.J.
Universidad de Oviedo

RESUMEN

En este artículo se analiza el concepto de tecnología, su génesis, los mecanismos que la protegen y las vías que utilizan los competidores para copiarla. En un entorno caracterizado por la incertidumbre y la competitividad global, las competencias tecnológicas han ido adquiriendo un creciente interés entre los investigadores ya que, actualmente, la actividad empresarial no puede entenderse separada de las mismas y su valor se incrementará a medida que sean más difícilmente imitables. Es por ello que desarrollar una nueva tecnología no es garantía suficiente del éxito competitivo, sino que el innovador debe conocer los mecanismos de imitación de los competidores para poder proteger sus inventos.

PALABRAS CLAVE: Imitación tecnológica. Régimen de apropiabilidad. Conocimiento tecnológico.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo consiste en analizar el concepto de tecnología, su génesis, los mecanismos que la protegen y las vías que utilizan los competidores para copiarla; una correcta comprensión de estos factores permite al innovador levantar barreras a la imitación y apropiarse de los beneficios de la tecnología.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. Tras exponer algunos conceptos básicos en relación con la tecnología y el proceso de innovación (apartado 2), se aborda el estudio de dos cuestiones previas de sumo interés para el innovador que quiere proteger su tecnología y para el seguidor que trata de copiarla: ¿cómo se obtiene la tecnología? (apartado 3) y ¿dónde se encuentra el conocimiento tecnológico que se quiere proteger o copiar? (apartado 4). El resto del trabajo (apartado 5) se centra en el proceso de imitación, prestando especial atención al estudio de las barreras que debe superar el imitador, a las condiciones bajo las cuales se debilitan estas barreras y, finalmente, a las estrategias seguidas por el innovador para reforzarlas.

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS

En el pasado ha existido la tendencia a objetivizar la tecnología, al asociarla casi exclusivamente a las máquinas y artefactos que funcionan (tecnos), marginando los aspectos relacionados con el conocimiento (logos). Sin embargo, la tecnología es mucho más que máquinas. Incluye, por ejemplo, un flujo de mejoras en el manejo de materiales o los

conocimientos necesarios para organizar el proceso productivo y reducir los costes de mantenimiento (Rosenberg, 1982).

Tecnología significa aplicación sistemática del conocimiento científico u otro conocimiento organizado a tareas prácticas (Galbraith, 1967). Incluye la puesta en práctica del conocimiento científico (escrito y al alcance de cualquier persona o institución) y los conocimientos no científicos que forman parte de la cultura de la sociedad en general, o de una empresa, grupo de trabajo, trabajador o inventor, en particular, actuando en un sentido perfectamente establecido con objeto de solucionar algún problema determinado. También comprende la clase de materiales que transforma y la infraestructura material utilizada.

Los componentes de la tecnología son: 1) un resultado deseado y 2) un conjunto organizado de actividades y recursos que contribuyen a alcanzar ese resultado. El núcleo de cualquier tecnología es una relación causa-efecto, que permite dar respuesta a la pregunta ¿cómo hay que actuar para alcanzar el fin perseguido?, y cuya expresión genérica tendría la siguiente estructura gramatical (Ketteringham y White, 1984):

Saber cómo + (verbo) + (complemento)

La tecnología puede ser conceptualizada como un sistema con límites a su expansión. En este sentido, un producto (o una máquina) es un sistema tecnológico formado por la combinación de un número finito de partes o componentes que pueden, a su vez, ser consideradas como tecnologías. Cuantas más tecnologías puedan acoplarse, mayor número de combinaciones se puede obtener, lo que amplía el abanico de alternativas para solucionar los problemas que se presentan tanto desde el lado de la oferta como del de la demanda. Igualmente el producto (o máquina) puede ser analizado como una parte o componente de un sistema tecnológico superior con el que mantiene una permanente relación de interdependencia.

La concepción sistémica de la tecnología obliga a optimizar el sistema como un todo, evitando de esa forma incurrir en una productividad negativa (suboptimización) ocasionada por la maximización de unas tecnologías del sistema en detrimento de otras. La compatibilidad entre los componentes es importante, ya que la modificación de algunos de ellos puede distorsionar el equilibrio previo que existía en el sistema. Tampoco conviene olvidar que la estructura del sistema estará afectada por la tecnología más débil.

La tecnología es un sistema abierto, en constante interacción con su entorno, sobre todo el social. En el caso de una tecnología de proceso es importante el equilibrio entre el *software*, relativo al componente humano y social, y el *hardware*, relativo a las máquinas (Katayama, 1983). Como parte de un sistema superior la tecnología es sólo la "punta del iceberg". Por ejemplo, una máquina es inútil sin energía que la ponga en marcha, sin materiales que transformar, sin un contexto en el que funcionar, sin técnicos para su mantenimiento, sin piezas de repuesto y sin un sistema social capaz de proporcionar estos servicios de base, así como de distribuir y utilizar su producción. El fracaso de la aportación de todo este sistema de apoyo equivale, sin más, al fracaso de la tecnología.

Invención es la creación de tecnología mediante el desarrollo de conocimientos nuevos o, lo que es más frecuente, a partir de nuevas combinaciones de conocimientos ya existentes. La aplicación de una invención en el mercado recibe el nombre de innovación. Si se trata de un

producto, la innovación acontece en el instante de su comercialización y, si es un proceso, en el momento de su primer uso industrial. Esta distinción es hasta cierto punto artificial, ya que la introducción de un proceso reductor de costes va acompañada a veces de una modificación en la composición del producto, mientras que los productos nuevos requieren con frecuencia el desarrollo de un nuevo equipo. En la práctica las dos clases suelen estar tan entrelazadas que toda distinción entre ellas resulta arbitraria. Sin embargo, pueden distinguirse las formas novedosas de producir bienes viejos de las formas viejas de producir novedades (Blaug, 1963). Una vez que se ha conseguido la innovación, si tiene éxito, comienza la difusión: desde la perspectiva de la demanda, mediante la adopción del producto o servicio por los clientes; desde la perspectiva de la oferta, a través de la imitación por los competidores.

Atendiendo a su originalidad la innovación puede ser radical o incremental. La innovación radical se basa en la combinación de principios científicos y tecnologías, suele abrir nuevos mercados y aplicaciones potenciales, crea grandes dificultades a las empresas establecidas y puede suponer la base para la entrada con éxito de nuevas empresas e incluso la redefinición de la industria. Las innovaciones incrementales son mejoras que se realizan sobre la tecnología existente. Es decir, introducen cambios relativamente menores en los productos y procesos actuales, explotan el potencial de diseño establecido y refuerzan el dominio de las empresas ya establecidas en el mercado. La importancia de las innovaciones radicales de ningún modo minimiza el efecto de las innovaciones incrementales. En este sentido, resulta útil el planteamiento de Hollander (1965), al considerar que hay una interdependencia entre los cambios principales y los menores, y que sin la existencia de algún cambio principal precedente, la corriente potencial de los cambios menores se agotaría.

La mayor parte de las innovaciones surgen de la capacidad creativa presente en las distintas fases o estadios que configuran el proceso tecnológico (investigación, desarrollo, ingeniería, producción y comercialización), y no únicamente de la ciencia. La clave es que cada fase está organizada para la búsqueda de respuestas a diferentes cuestiones. La innovación -sobre todo la incremental- no constituye una prerrogativa del científico, ya que todo individuo que realiza una tarea, sea cual sea el nivel donde la desempeña, particularmente a nivel de taller, así como el usuario último, es una posible fuente de innovaciones de un potencial considerable. La esencia del proceso tecnológico es, por un lado, el solapamiento de las distintas actividades (lo que hace difícil identificar cada una de ellas con precisión y, más aún, desagregarlas en partes independientes que puedan ser gestionadas aisladamente) y, por el otro, las frecuentes retroalimentaciones y reflujos entre las diferentes etapas. En cualquier caso, la tecnología tiene que ser diseñada, desarrollada y liberada de obstáculos para satisfacer las exigencias específicas de los futuros usuarios, con lo que la comprensión del mercado ha de estar presente desde la primera etapa (Freeman, 1974).

La tecnología se apoya en dos tipos de investigación y en sus resultados (o conocimientos alcanzados): 1) la investigación científica (básica y aplicada), y 2) la investigación tecnológica. La investigación básica contribuye a incrementar el nivel de conocimientos científicos (ciencia) y, aunque normalmente se realiza en las universidades y centros públicos de investigación, también se lleva a cabo en las empresas, pero de forma limitada (recibe el nombre de investigación exploratoria). La investigación aplicada permite incorporar los conocimientos científicos al proceso de producción y a los artículos fabricados abriendo un campo de posibilidades tecnológicas totalmente nuevas. Generalmente la realizan las empresas y laboratorios dedicados a la comercialización de la tecnología. Es necesario resaltar dos hechos: a) cuando la ciencia resultaba esencial para determinados adelantos tecnológicos era simplemente la antigua ciencia,

incluso algunos investigadores ya no la consideraban como tal (Mokyr, 1990), y b) la investigación aplicada a menudo necesita ser complementada por investigación básica para obtener información adicional que permita avanzar en el proceso tecnológico (Rosenberg, 1982).

La investigación tecnológica se caracteriza por ser una investigación de prueba y error más bien tosca, que permite lograr resultados prácticos (tecnología) a pesar de desconocer muchas de las leyes y teorías científicas que las sustentan; partiendo incluso de hipótesis científicas incorrectas, como ocurrió, por ejemplo, con la invención en Francia del globo aerostático por los hermanos Montgolfier en 1783. Joseph de Montgolfier conocía el hidrógeno, un gas mucho más liviano que el aire, descubierto por Henry Cavendish en 1766. Supuso que el fuego desprendería un gas similar, y que este gas, recogido en un recipiente cerrado, al ser más liviano que el aire sería capaz de elevar el globo. El experimento funcionó, pero el razonamiento era, en parte, falaz. Lo que hizo subir el globo no fue un gas más liviano que el aire sino el aire mismo, que, una vez calentado, se expandía y reducía su peso específico (Mokyr, 1990).

La investigación tecnológica se lleva a cabo igualmente en el departamento de producción. Cuando la base científica es relativamente inmadura y el conocimiento sobre los procesos de producción más bien débil, el aprender haciendo en la propia planta se muestra como una forma eficaz de generar conocimiento tecnológico sobre el funcionamiento real del proceso, y de reducir las diferencias de calidad o productividad que se producen al aumentar la escala de producción (Pisano, 1994).

Así pues, la tecnología dispone de un cuerpo de conocimientos tecnológicos que le son propios y que han generado una determinada tasa de progreso económico durante miles de años; conocimientos que fueron adquiridos y acumulados durante mucho tiempo de forma rudimentaria, basándose en la observación de regularidades empíricas y con escaso apoyo de la ciencia. En consecuencia, una parte del trabajo de los científicos implica la sistematización y reestructuración de las soluciones y métodos prácticos acumulados previamente por los tecnólogos; sin embargo, de ningún modo se puede defender la idea de que la tecnología marca el camino y la ciencia lo sigue.

La investigación científica y la investigación tecnológica no se dan en estado puro, ya que la primera utiliza tanto los conocimientos científicos (ciencia) como los conocimientos tecnológicos (tecnología) incorporados por ejemplo en los instrumentos de ensayo y medida. Por otra parte, la investigación tecnológica tiende a apoyarse en algunos de los conocimientos científicos previos (Schmookler, 1966; Brooks, 1994). No obstante, en la obtención de determinadas tecnologías puede predominar la investigación y los conocimientos científicos y en otras la investigación y los conocimientos tecnológicos.

PROCESO DE ACUMULACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La acumulación de recursos tecnológicos viene condicionada por la denominada eficiencia de masa. Esta propiedad indica que el nivel inicial del stock de recursos tecnológicos influye de forma significativa sobre el tiempo y coste requeridos para desarrollar nuevas tecnologías. Es decir, aumentar en una unidad adicional el tamaño del stock actual de un recurso requiere tanto menos tiempo y coste cuanto mayor sea el nivel de partida (Dierickx y Cool, 1989). Igualmente, la trayectoria tecnológica pasada puede ejercer una influencia determinante sobre su evolución futura. Las tecnologías que domina una empresa son el resultado de un proceso de acumulación y aprendizaje. Sin embargo, esta característica no debe

confundirse con ninguna suerte de determinismo tecnológico porque, como todo proceso de conocimiento, la investigación se halla sometida a la incertidumbre de los resultados (Mokyr, 1990).

La empresa puede acumular recursos tecnológicos de tres posibles formas: a) generando internamente la tecnología; b) adquiriéndola en el exterior, y c) uniendo sus recursos a otras empresas e instituciones para desarrollarla.

La tecnología se obtiene mediante los esfuerzos técnicos desarrollados dentro de la organización, pero con una gran interacción con el entorno exterior, tanto tecnológico como de mercado. En este sentido adquiere importancia la figura del portero tecnológico (*gatekeeper*): individuos que tienen una amplia red de contactos externos (tanto con colegas como con la literatura tecnológica) y que son considerados como consultores internos o fuentes de información tecnológica por el personal de la empresa (Allen, 1977). Por otra parte, la tecnología no se aplica a un único producto o actividad sino que contribuye a la competitividad de una gama de productos, por lo que atraviesa los límites de las divisiones y departamentos tradicionales. En consecuencia, la batalla por las tecnologías no es entre productos, ni siquiera entre negocios, es entre empresas (Hamel y Prahalad, 1994).

Internamente la innovación puede emerger dentro o fuera de los circuitos planificados para su cultivo de la mano de individuos y grupos fuertemente motivados (Burgelman, 1983). Por ello, la creación de un clima de apoyo a las actividades informales de innovación resulta particularmente aconsejable en las grandes empresas, donde muchas de las mejores ideas y soluciones proceden de proyectos parcialmente escondidos o desarrollados marginalmente en la organización (Peters y Waterman, 1982).

En el proceso de generación de la tecnología, además de las características de las personas (personalidad, creatividad, edad, cualificación, etc.), tiene importancia la naturaleza del grupo de trabajo al que pertenecen los individuos, su composición y cómo se supervise.

Existe evidencia empírica de que los grupos técnicos organizados de forma funcional consiguen profundizar de una manera más eficaz en el avance del conocimiento tecnológico (Marquis y Straight, 1965), logrando superar el estado del arte, al agrupar en el mismo espacio a colegas de la disciplina científica o ingenieril y contar con una supervisión especializada que tiene profundos conocimientos en la materia; estos grupos parecen ser los más adecuados para desarrollar tecnologías avanzadas. En el caso de una estructura organizativa de tipo funcional, una comunicación fluida entre el departamento de I+D y los diferentes departamentos y áreas funcionales de la empresa facilita el logro de innovaciones, así como el denominado aprendizaje mediante la interacción (Baba e Imai, 1993). La comunicación se facilita ubicando en lugares próximos a las personas y áreas de trabajo, ya que se favorece el flujo de información entre ellas (Allen, 1977). También se logra implicando a todos los departamentos en la planificación de la I+D, haciendo rotar a las personas horizontalmente, de I+D a producción y así sucesivamente, o introduciendo investigadores noveles en el equipo para que aporten conocimientos recientes sobre el tema y una nueva forma de abordar el problema (Katz y Allen, 1985b).

En el caso de productos cuyos avances tecnológicos no son altamente significativos adquiere importancia la ingeniería concurrente o equipo autónomo para el desarrollo de nuevos productos, que incluye a un alto directivo así como a personal de todas las áreas funcionales

incluidas finanzas, marketing y el departamento legal de la empresa (Clark y Fujimoto, 1991). Este tipo de estructura, además de acortar el tiempo de desarrollo del producto, resulta altamente eficiente; si bien los científicos e ingenieros, al no estar en permanente contacto con los colegas de su especialidad, pueden no estar al día en el estado del arte.

En todo equipo es necesaria una tensión creativa, una mezcla de estabilidad que consolide la comodidad de las personas y de cierto conflicto que provoque desafíos (Roberts, 1987). La diversidad de los equipos, es decir, las diferencias en edad, en experiencia o en valores personales, están correlacionados con el aumento de la productividad del grupo (Pelz y Andrews, 1976). La duración media de la vida de un grupo afecta significativamente a su productividad técnica (Katz y Allen, 1982). Un grupo con una vida media larga se vuelve demasiado estable a la par que disminuye sus contactos técnicos externos, por lo que reduce su rendimiento. La eficiencia del grupo se ve igualmente afectada por los conocimientos técnicos del líder del grupo (supervisor) y no por su capacidad para las relaciones humanas (Farris, 1982). Igualmente un liderazgo apropiado del jefe del proyecto, con una dirección y control sólidos, puede llevar un grupo técnico estable a un estado de alto rendimiento (Katz y Allen, 1985a).

Las empresas que generan internamente tecnología se enfrentan a elevados riesgos técnicos y comerciales a la par que tienden a subestimar los costes de la innovación y el tiempo necesario para completarla. La mayor parte de los riesgos de los proyectos de I+D son comerciales, no técnicos. El riesgo técnico suele ser bastante modesto, excepto en áreas donde se persigue superar el estado del arte (Schon, 1966). Mansfield *et al.* (1971) concluyen que la mayoría de los proyectos alcanzan los objetivos técnicos, pero sólo un poco más de la mitad se comercializan en el mercado; y, de éstos, aproximadamente un 60% no logra cubrir los costes de oportunidad de los recursos empleados en I+D. Por otra parte, Norris (1971) llegó a la conclusión de que los costes reales en I+D oscilaban de 0.77 a 1.51 veces de los costes previstos y que el tiempo de realización era de 1.39 a 3.04 veces mayor que el estimado.

La adopción y adaptación de innovaciones ya hechas por otros son en todo el mundo una gran fuente de innovaciones (Myers y Marquis, 1969; Langrisch *et al.*, 1972). Tal es su importancia que podría decirse que una de las principales tendencias industriales durante los años ochenta es el continuo incremento en el uso de las fuentes externas de tecnología como soporte crítico para los esfuerzos internos de I+D. Para mejorar su productividad tecnológica, las empresas dependen cada vez más de habilidades y recursos externos a ellas. La adquisición de tecnología en los mercados genera una dependencia tecnológica, tanto más elevada cuanto mayor sea la necesidad de la tecnología y más concentrada esté la fuente de abastecimiento. En muchos casos, la adquisición implica no sólo información escrita, sino también capacidades incorporadas en personas y saber hacer, así como la adaptación de la tecnología a las condiciones y a los mercados locales (Pavitt, 1985). En consecuencia, muchas empresas padecen una dependencia doble: no sólo necesitan recursos físicos y patentes, sino que también deben procurarse las habilidades necesarias para aplicar y utilizar dichos conocimientos en la producción y comercialización de los productos. Esto ocurre cuando la tecnología es muy sofisticada o la capacidad tecnológica de la empresa receptora es deficiente.

Cuanto mayor es la base de conocimiento tecnológico de una empresa mayor es su capacidad para adquirir nuevos conocimientos del exterior. Así pues, toda empresa debe contar con un "acervo tecnológico", que le permita desarrollar aptitudes tecnológicas endógenas y estimular la capacidad para innovar al tiempo que le permite adoptar tecnologías externas. La

empresa que adquiere tecnología en el exterior necesita tener capacidad para valorar el rendimiento potencial de las tecnologías externas, con objeto de seleccionar la más eficaz. Además, para utilizar la tecnología adquirida como ventaja competitiva, necesita capacidad de absorción, es decir, capacidad para comprenderla y asimilarla, vinculándola con la I+D interna al objeto de reproducirla y modificarla mejorándola funcionalmente (Cohen y Levinthal, 1990). La capacidad de absorción conlleva igualmente la armonización de la tecnología externa con la dotación de recursos, cultura organizativa y estrategia competitiva de la empresa.

La nueva tecnología no se genera necesariamente en el sector y por la empresa que la utilizará (Cooper y Schendel, 1976). Una tecnología en un determinado sector puede ser adoptada por una empresa para comercializarla en otro sector diferente. Ello es posible porque la tecnología es transversal, ya que no concierne a un solo tipo de productos. Este flujo interindustrial de la tecnología es una de las características distintivas de las sociedades industriales avanzadas (Rosenberg, 1982).

A menudo es el suministrador de materias primas, componentes o maquinaria quien promueve el cambio entre las empresas usuarias. Los fabricantes de equipos son la fuente principal de cambio tecnológico en muchas industrias. Igualmente puede ocurrir que un inventor o una pequeña empresa generen un invento y sea otra empresa la que lo desarrolle y lo comercialice. En consecuencia, la innovación, además de estar condicionada por la cantidad de recursos que la empresa utiliza en generar o mejorar su propia tecnología, también depende de los recursos que otras empresas (probablemente situadas en diferentes sectores industriales) dedican a la mejora de los bienes de capital y otros *inputs* que ésta utiliza. Mueller (1962) encontró que 14 de las 25 mayores innovaciones en productos y procesos de la empresa DuPont tuvieron su origen fuera de la empresa, mientras que el desarrollo para hacerlas comercialmente viables se llevó a cabo dentro de la empresa.

La empresa puede adquirir importantes ventajas de las sugerencias y aportaciones de los usuarios, ya que son quienes primero detectan fallos en el producto o necesidades que no alcanza a satisfacer (Cahill y Warshawsky, 1993). También crean y realizan innovaciones para su propio uso (Von Hippel, 1978) y su contribución al desarrollo tecnológico se conoce como aprender usando (Rosenberg, 1982). Antes de su uso es difícil predecir qué niveles de prestaciones podrá ofrecer la tecnología, así como los resultados que podrá alcanzar. Los resultados obtenidos del aprendizaje por el uso son de dos tipos: a) incorporados, si se traducen en cambios en la concepción del producto o en su propia materialidad técnica, y b) no incorporados, si únicamente influyen sobre los procedimientos y las reglas de utilización de los productos (Rosenberg, 1982). Los usuarios más avanzados son igualmente una fuente vital de información para especificar las características concretas de productos que todavía no existen (Von Hippel, 1986).

La adquisición de determinada tecnología conlleva negociar el conocimiento tácito que la sustenta y sobre el que no existe un derecho de propiedad claramente definido. También se produce en unas condiciones que plantean serios problemas de valoración. Así, a causa de las asimetrías de información sobre el valor de la tecnología, se produce la llamada paradoja de la información: el comprador no puede valorar el conocimiento hasta que lo tiene, pero una vez que lo tiene, ya no existe ningún incentivo para pagar por él. También puede producirse un fenómeno de selección adversa sobre la tecnología que llega al mercado: consciente de la distribución asimétrica de información sobre el valor de la tecnología, el comprador será

cauteloso en las negociaciones y ofrecerá un precio próximo a la banda inferior de posibles valores. Pero a ese precio sólo llegan al mercado las tecnologías menos valiosas.

Cuando el coste de adquisición de la nueva tecnología es elevado puede ser más eficiente mantener la tecnología actual, especialmente si sus costes variables de operación son bajos. También se puede decidir retrasar la compra porque su coste se reduce con el paso del tiempo a medida que se corrigen fallos de funcionamiento, se reduce el coste unitario por el efecto experiencia del productor y se despeja la incertidumbre tecnológica, con la consiguiente reducción en la tasa de obsolescencia de la nueva tecnología (Brozen, 1951). El vendedor debe hacer frente a una verdadera paradoja: intentar persuadir al comprador potencial de la estabilidad de la tecnología, al mismo tiempo que destina recursos a la búsqueda de su mejora, a fin de no ceder el acceso al mercado a las mejoras que ponen en marcha los competidores (Rosenberg, 1982).

Una forma extrema de acceder a la tecnología de terceros es adquirir la empresa en conjunto. En contrapartida, se corre el riesgo de perder a los científicos e investigadores clave, quienes pueden ser los activos más importantes de la empresa adquirida; en algunos casos se ha comprobado cómo después de comprar una empresa a un precio muy elevado, los investigadores la abandonaban, ya que no estaban de acuerdo con la venta o con las nuevas políticas que pretende aplicar el comprador. De esta forma el principal capital de la empresa se pierde sin que se pueda remediar la situación (Roberts y Mizouchi, 1989).

Las empresas mantienen cada vez más acuerdos de cooperación a medio y largo plazo para obtener tecnología e intercambiar información, con objeto de incrementar su competitividad, dando lugar a las alianzas estratégicas y redes de cooperación. El trepidante ritmo de cambio tecnológico, la imposibilidad que tiene una empresa de generar internamente todas las tecnologías que necesita, la naturaleza intersectorial de las nuevas tecnologías, los elevados costes y riesgos que ocasionan el desarrollo de la tecnología y la reducción de su vida media favorecen la creación de alianzas. Las empresas reconocen igualmente que no pueden actuar por sí solas y, por tanto, que deben formar alianzas, si quieren fijar los estándares del sector y acaparar una cuota importante del mercado mundial con objeto de amortizar las elevadas inversiones en investigación originadas por el desarrollo de nueva tecnología. Los gobiernos también incentivan las alianzas, por ejemplo, al impedir a las multinacionales localizar filiales en sectores estratégicos a la par que limitan la importación de tecnología (Mariti y Smiley, 1983). Los subsidios de los gobiernos y las políticas de colaboración transfronteriza entre los círculos académicos y empresariales son asimismo una importante razón para formar alianzas.

La adquisición de conocimiento tecnológico a través de acuerdos de cooperación puede generar elevados costes de transacción. Los compromisos alcanzados pueden ser vulnerados por las ganancias que se derivan del fraude y por la ausencia de penalizaciones por el incumplimiento. Otros aspectos del acuerdo pueden no pactarse explícitamente *ex-ante*, por la propia racionalidad limitada de las partes y por el deseo de mantener una cierta flexibilidad en la relación. La coordinación de estos aspectos no contratables requiere posteriores negociaciones que pueden ser relativamente costosas a causa de las divergencias en las expectativas y condiciones de información de los socios (Chi, 1994). La parte que posee "información oculta" trata de sacar ventaja de su situación aprovechándose de la laxitud del acuerdo, mientras que la otra se vuelve más defensiva. También son posibles "acciones

ocultas" de una parte actuando en interés propio sin que la otra tenga conocimiento de esa conducta oportunista (Arrow, 1985).

LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO

Atendiendo a su naturaleza el conocimiento tecnológico acumulado por la empresa puede ser explícito o tácito. El conocimiento explícito es aquél que se puede codificar, está protegido por una patente o mediante el secreto comercial y se materializa en los productos que vende la empresa o en las máquinas y procedimientos que utiliza en su sistema productivo. El conocimiento tácito forma parte del *know how* industrial y es un activo invisible, difícil de entender, que sólo puede ser asimilado con el tiempo (Polanyi, 1967). Este conocimiento resulta de difícil acceso, no está articulado y se manifiesta en las relaciones que mantiene el trabajador en su puesto de trabajo y dentro de su grupo, así como en las rutinas y la cultura que desarrolla la empresa -a través de su forma de hacer las cosas- para solucionar los diferentes problemas que se le plantean.

Mezclado con la masa media de habilidades técnicas, y surgiendo de ella, se encuentra el conocimiento que permite interrelacionar máquinas, materiales, trabajadores e información en los procesos de producción de bienes y servicios (Solo, 1966). Este conocimiento es necesario para poner en marcha, controlar o transformar una tecnología de producto o de proceso. Surge de una íntima familiarización laboral alimentada con años de esfuerzo, y reside en las relaciones del individuo con ciertas tareas y herramientas, y no en una fórmula ni en cualquier conjunto de reglas. Es un núcleo de conocimientos muy importante pero desorganizado, que no puede recibir el apelativo de científico por no contener reglas universales y que se refiere al conocimiento de las circunstancias particulares de tiempo y lugar. Para poder valorarlo cumplidamente, sólo es necesario recordar lo mucho que hay que aprender sobre cualquier ocupación después de haber terminado la formación teórica, la gran parte de tiempo de la jornada laboral que se dedica a aprender determinadas tareas y lo valioso que es en todas las profesiones el conocimiento de la gente, de las condiciones locales y de las circunstancias especiales (Hayek, 1945). Por otra parte, conforme los operarios realizan de forma repetitiva un número cada vez mayor de piezas, desarrollan habilidades específicas que los hacen ser más eficientes, dando lugar al denominado efecto aprendizaje.

Los conocimientos presentes en los equipos son más etéreos y amorfos. Son aquéllos que contribuyen a crear la química apropiada del equipo, permitiéndole alcanzar una conjunción armoniosa apoyada en los siguientes hechos: la pertenencia al equipo de las personas más adecuadas, la realización del trabajo en un ambiente idóneo, el desarrollo de una comunicación fluida en todas las direcciones y un liderazgo participativo y moderador (Badaracco, 1991). Dicha armonía permite la lectura sutil de signos que se da entre los trabajadores compenetrados y que es intraducible a medidas concretas y verificables, pero que facilita la realización eficiente de las tareas (Ouchi, 1980). La capacidad de un equipo de trabajo sobrepasa normalmente a la suma de las capacidades individuales de sus miembros, por lo que resulta sumamente eficaz. Este conocimiento integral de equipo ha sido denominado saber por qué (*know why*) e incluye el conocimiento de relaciones, interacciones, resultados experimentales y de principios científicos o de ingeniería que explican por qué una pieza de maquinaria o un producto farmacéutico, por ejemplo, se comportan de una determinada manera (Reich, 1985).

La empresa en su conjunto es un núcleo de conocimientos. Puede conocer, recordar y saber cosas que ninguno de los individuos o equipos que operan dentro de ella saben. Estos conocimientos están insertados en sus rutinas organizativas. Las rutinas organizativas representan una pauta regular y predecible de actividad, integrada por una secuencia de decisiones coordinadas que se ponen en funcionamiento ante un problema o estímulo específico (Nelson y Winter, 1982). Las rutinas son la base de la memoria organizativa, constituyen el principal sistema de almacenamiento de conocimiento operativo de la organización y definen en cada momento lo que se puede y no se puede hacer. De hecho, son un conocimiento específico de la empresa y el resultado del aprendizaje colectivo de ésta, en especial sobre cómo coordinar diversas tecnologías y habilidades (Hamel y Prahalad, 1994). Las rutinas determinan las tareas a efectuar, así como la forma en que deben llevarse a cabo. Son patrones de interacción que representan soluciones apropiadas a problemas concretos. Una empresa es en sí misma una compleja jerarquía de rutinas organizativas que definen los conocimientos de nivel inferior, cómo se coordinan y los procedimientos de decisión en el nivel superior de la organización que sirven para seleccionar lo que se hará en los niveles inferiores (Nelson, 1991). Las rutinas cumplen un doble papel: por un lado, incorporan elementos de mutación endógena, y por otro, son garantía de estabilidad mediante un proceso de imitación y réplica (Nelson y Winter, 1982); pueden ser de dos tipos (Teece *et al.*, 1994): estáticas y dinámicas. Las estáticas permiten repetir de forma continua ciertas tareas ya realizadas previamente. Las dinámicas están dirigidas al aprendizaje y a la coordinación en el proceso de desarrollo de nuevos productos o proyectos; estas últimas resultan fundamentales para hacer frente a un entorno cada vez más volátil.

Parte del conocimiento de una organización también se encuentra insertado en su cultura. La cultura de empresa hace referencia a una serie de creencias y supuestos básicos compartidos por los miembros de una empresa, que funcionan a nivel inconsciente y que definen de manera elemental y "dada por supuesta" la imagen que tiene la empresa de sí misma y de su entorno (Schein, 1985). Los elementos claves de la cultura son: la estandarización observada en la conducta de los empleados cuando interactúan (lenguaje empleado o rituales de respeto y menoscabo); las normas que se desarrollan en los grupos de trabajo; los valores dominantes adoptados por una empresa (calidad o innovación); la filosofía que guía a la empresa respecto a sus empleados y clientes; las reglas de juego para moverse por la empresa y el sentimiento transmitido o el clima creado en la empresa a través de, por ejemplo, la interacción de sus miembros (Schein, 1985).

La cultura empresarial y las rutinas organizativas facilitan la toma de decisiones, la coordinación y la rápida inserción de un nuevo miembro en la organización. Se diferencian en que, mientras el concepto de rutina es asimilable a un patrón de actuación o a una norma de decisión, la cultura se configura a partir de un conjunto de principios y valores, relativamente simples y comunes a todos los miembros de la empresa, que proporcionan guías para la toma de decisiones y ayudan a seleccionar del repertorio de rutinas conocidas y factibles las más apropiadas de acuerdo con dichos principios y valores.

LA IMITACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La innovación proporciona importantes ventajas competitivas a la empresa que la comercializa y, en general, tiende a ocasionar una cierta convulsión entre las empresas rivales que, para no perder posiciones en el mercado, tratarán de imitarla en un corto período de tiempo. La imitación de una innovación suele ser un proceso más bien lento, aunque su

velocidad varía según cada caso. En un estudio sobre diversos sectores industriales Mansfield (1961) estima que el período de tiempo transcurrido antes de que la mitad de las empresas imitaran una innovación estuvo comprendido entre 0.9 y 15 años, con un promedio de 7.8 años. No obstante, el proceso de imitación se inicia con relativa rapidez. Así, un rival conoce la decisión de otro de poner en marcha un proyecto de I+D entre 12 y 18 meses después de que dicha decisión haya sido tomada, cuando el proceso típico de I+D tiene una duración media de entre 2 y 3 años (Mansfield, 1985).

La duración del proceso de imitación es una variable de gran importancia, ya que condiciona el equilibrio entre la eficiencia estática (derivada de los efectos de la innovación sobre la estructura de mercado de la industria) y la eficiencia dinámica (derivada del progreso tecnológico generado por la innovación). Cuanto más lento sea, menor será la competencia en el mercado y mayores los beneficios de monopolio del innovador. En estas condiciones existe un fuerte incentivo para invertir en el desarrollo de tecnología; por el contrario, si se prevé una rápida imitación los incentivos se ven sustancialmente reducidos. Para las empresas sería más rentable copiar las innovaciones desarrolladas por otras, dado que la competencia haría inviable trasladar a los precios el coste de las inversiones necesarias para desarrollarlas. En términos agregados, este comportamiento *free rider* tendría como resultado final una inversión subóptima en actividades de innovación.

Tampoco puede olvidarse que la imitación de las innovaciones presenta ventajas no menos importantes. La imitación es un acto de "copia creativa". Copia porque trata de reproducir la tecnología del innovador. Creativa porque supone la introducción de modificaciones y mejoras progresivas que perfeccionan el funcionamiento de la tecnología y contribuyen a adaptarla a las demandas diferenciadas de los distintos segmentos del mercado. También se persigue que la imitación sea diferente a la tecnología imitada para poder eludir en los diferentes mercados la patente o los derechos legalmente reconocidos del innovador. Por otra parte, la imitación evita la duplicidad del gasto en I+D y podría incrementar los beneficios recibidos por los consumidores al aumentar la rivalidad entre las empresas. La evidencia en este sentido indica no obstante que el número de competidores en disposición de imitar una innovación es más bien reducido. Entre 3 y 5, tratándose de innovaciones radicales, y entre 6 y 10 tratándose de innovaciones incrementales (Levin *et al.*, 1987). En consecuencia, el reducido número de imitadores crea unas condiciones favorables para la consecución de acuerdos colusivos que limiten la pérdida de los beneficios de monopolio de la innovación.

Barreras a la imitación

Existen una serie de barreras a la imitación de la tecnología cuya superación supone un coste elevado que puede disipar buena parte de las rentas del imitador. Estas barreras están ligadas a los dos problemas básicos que plantea todo intento de imitación. El primero es un problema de información sobre la tecnología que se trata de imitar: en qué consiste, qué ventajas proporciona y cuál es su naturaleza y complejidad. La mayor o menor facilidad con que se puede encontrar respuestas a estas cuestiones depende de la transparencia de la propia tecnología y del grado de ambigüedad causal que experimenta el imitador. El segundo problema se refiere a la obtención y explotación económica de la tecnología. En este sentido, las barreras a la imitación se crean por la existencia de factores que aumentan sustancialmente el coste de replicar la tecnología y superar las ventajas de mover primero adquiridas por el innovador.

Transparencia y ambigüedad causal

Para imitar una tecnología se precisa información acerca de sus características y de las ventajas que proporciona. La obtención de esta información puede resultar muy costosa y de difícil acceso. En este sentido, Davis y North (1971) subrayan que la reducción del coste en la adquisición de la información necesaria acerca de las nuevas tecnologías parece haber sido un determinante crucial del mayor ritmo de imitación de las innovaciones.

Las barreras idiomáticas y la opacidad de la ventaja competitiva generada reducen igualmente la transparencia de la tecnología. Aunque el inglés sea el idioma científico internacional, muchos documentos y revistas son publicados en otros idiomas por lo que permanecen inaccesibles: sucede así por ejemplo con las más de diez mil publicaciones técnicas japonesas (Badaracco, 1991). Una manera eficaz de no hacer visibles las ventajas de la tecnología es ocultar sus beneficios consolidando los balances de los diversos negocios de la empresa para evitar que los rivales puedan diferenciar las tecnologías rentables de las que no lo son.

La ambigüedad causal se refiere a la incertidumbre sobre las conexiones causales entre acciones y resultados (Lippman y Rumelt, 1982), que impide -en este caso- identificar los factores que configuran el sistema tecnológico que se pretende imitar. La ambigüedad causal que experimenta el imitador viene determinada por la complejidad del sistema y por la naturaleza de las tecnologías que lo configuran. Un sistema tecnológico complejo y con un alto componente de conocimiento tácito establece barreras para acceder a su comprensión y aprendizaje, por lo que resulta difícil de replicar y transferir dentro incluso de la propia empresa. En este sentido, la ambigüedad causal no sólo impide la imitación externa, también explica por qué algunas empresas encuentran dificultades para replicar sus tecnologías más competitivas (Teece, 1985), lo que puede suponer una restricción al crecimiento empresarial (Kogut y Zander, 1995).

La complejidad está relacionada con el número de tecnologías implicadas en el sistema tecnológico y con el conocimiento necesario para combinarlas. Para replicar un sistema complejo el imitador debe dominar todas las tecnologías que lo componen y conocer los nexos causales que las vinculan; cuanto más numerosos, intrincados y tácitos sean éstos, mayor será la dificultad que entraña su descubrimiento. Por otra parte, la complejidad está asociada a costes y riesgos elevados, lo cual contribuye a desincentivar a los imitadores potenciales. La naturaleza tácita del conocimiento que sustenta parte de las tecnologías del sistema también influye negativamente sobre su imitación.

Imitabilidad incierta y costosa

La imitación de la nueva tecnología puede verse impedida por la incertidumbre sobre el resultado esperado de esa imitación. Dicha incertidumbre resulta del carácter estocástico del proceso de acumulación de conocimientos tecnológicos. Dada la dificultad que entraña identificar y controlar las variables relevantes, los resultados del proceso son inciertos, aleatorios y nada asegura al imitador el mismo éxito que obtuvo el innovador.

El simple conocimiento de que existe un nuevo y atractivo producto y el mero examen de sus especificaciones son a menudo bases inadecuadas para una imitación con éxito. Los conocimientos que se obtienen realizando el esfuerzo investigador o la puesta en práctica de la tecnología pueden ser necesarios en la imitación de muchos productos (sobre todo los que

tienen un alto grado de complejidad); su ausencia es una importante barrera a la imitación (Scherer, 1980). A veces la empresa deberá adquirir los conocimientos por sí misma a través del aprender haciendo, lo que conlleva establecer al menos una planta piloto cuyo funcionamiento se aproxime a las condiciones de producción a gran escala, realizando inversiones irrecuperables que incrementan notablemente los costes de salida en caso de fracaso. De este modo, los conocimientos relacionados con el aprender haciendo hacen que la obtención de la tecnología sea lenta y costosa para el imitador.

No pueden obtenerse de manera inmediata, ya que evolucionan a través de la experiencia idiosincrásica que la empresa va generando a lo largo del tiempo. El cambio tecnológico tiene un carácter acumulativo, de manera que las posibilidades del futuro inmediato dependen, en gran medida, de los condicionantes históricos y de los conocimientos adquiridos hasta el momento presente (*path dependences*) (Dosi, 1988).

Una barrera adicional a superar por el imitador son los costes asociados a los ajustes que debe introducir para replicar una innovación. La introducción de una nueva tecnología, manteniendo su diseño organizativo y su anterior base de recursos, puede destruir las relaciones existentes entre estos elementos, generando una suboptimización del sistema en su conjunto. Para aprovechar plenamente las potencialidades de la nueva tecnología es preciso introducir ajustes en otros elementos relacionados del sistema, como la organización o la cultura empresarial. Estos ajustes generan diversos costes, que incluyen desde las indemnizaciones por despido a trabajadores hasta los costes irrecuperables por inversiones en activos específicos a la tecnología actual que deben ser deshechados. A los costes anteriores deben sumarse también los derivados de las tensiones y conflictos originados por los cambios requeridos en la estructura de poder de la organización (Leonard-Barton, 1992).

Ventajas de mover primero

Cuanto más tiempo empleen los rivales en imitar una nueva tecnología, mayor será la oportunidad de la empresa innovadora para introducir mejoras incrementales, permaneciendo en la vanguardia de la competencia. También contará con más tiempo para establecer una fuerte posición de mercado que le permita imponer su estándar tecnológico, adquirir una cuota de mercado significativa y extender una red exclusiva de cooperación con socios tecnológicos, proveedores, distribuidores y clientes.

El innovador consigue tiempo para consolidar su posición de liderazgo en el mercado cuando patenta la innovación. A través del control sobre las patentes puede limitar y restringir el uso de una determinada tecnología. Por ejemplo, cuando los científicos de DuPont inventaron el nailon no se limitaron a patentar la composición básica de los superpolímeros y el proceso para producirlos, sino que investigaron la serie completa de variaciones moleculares con propiedades potencialmente similares al nailon cubriendo sus descubrimientos con cientos de patentes para evitar que otras empresas desarrollaran un sustitutivo efectivo. Además, cuando una empresa llega a dominar un campo mediante una acumulación masiva de patentes no solamente impide a las empresas rivales operar, a no ser con su aquiescencia, sino que también se convierte en el comprador lógico de los nuevos conceptos relacionados y patentados por investigadores independientes (Scherer, 1980). Las patentes pueden ser utilizadas para potenciar los beneficios de monopolio a través de la realización de ventas ligadas, condicionando la venta del producto patentado a la compra simultánea de un producto -generalmente complementario- que podría adquirirse en un mercado competitivo (Levin *et al.*, 1987). Estas y otras ventajas pueden incentivar a las empresas a competir en una especie de

carrera por las patentes que elevan sustancialmente los costes de generación de la tecnología (Fudenberg *et al.*, 1983).

La duración temporal y la amplitud de la cobertura de la patente son cuestiones que inciden directamente sobre los incentivos a la innovación. Cuanto mayor sea la duración de la patente, mayor es el beneficio de monopolio que recibe el inventor y mayor es el incentivo para inventar. La evidencia indica no obstante que la obsolescencia tecnológica de las patentes es importante. Estudiando las solicitudes de renovación de patentes, Schankerman y Pakes (1986) encontraron que la vida económica media de las patentes es de cuatro años, con un intervalo de 2.8 a 5.6 años. Por tanto, aunque existen diferencias entre sectores o tecnologías, una mayor duración de la protección por el sistema de patentes puede no tener efectos significativos sobre los beneficios percibidos por el innovador.

El titular de la patente está interesado en que la cobertura sea lo más amplia posible, de forma que abarque no sólo la invención sino también aquéllas otras relacionadas con ella, lo que le permite controlar la evolución futura de la tecnología. Por otra parte, una amplia cobertura genera un poder de mercado que se traduce en pérdidas de eficiencia, al tiempo que desincentiva la innovación incremental del resto de competidores.

El innovador cuenta además con otras ventajas de mover primero (Lieberman y Montgomery, 1988; Kerin *et al.*, 1992). Puede influir sobre el estándar tecnológico que se impondrá en la industria, lo que le permite beneficiarse de los efectos *bandwagon* y *network* asociados a la definición de ese estándar. El efecto *bandwagon* hace referencia a la preferencia por aquellos productos que están siendo ampliamente demandados por el mercado (o por su grupo de referencia) (Farrell y Saloner, 1986). A veces, este efecto produce externalidades negativas como consecuencia del snobismo (efecto *snob*) (Afuah, 1998). El efecto *network* (o red) afecta a la oferta y a la demanda. Por el lado de la demanda, el efecto red produce externalidades entre los usuarios al proporcionarles el producto un beneficio que aumenta directamente con el número de clientes que ya lo han adquirido. Por el lado de la oferta, las primeras ventas de una determinada tecnología aumentan su interés para potenciales productores, al considerar que el producto resultante se va a convertir en la norma o estándar del sector, arrastrando nuevas compras; indirectamente se produce el efecto complementario, ya que cuantos más clientes adoptan una tecnología más productos complementarios estarán disponibles para ella (Katz y Shapiro, 1985, 1986). Los costes en que debe incurrir el cliente al cambiar de un estándar a otro refuerzan su lealtad al estándar original del innovador. Estos costes de cambio se derivan de la pérdida de inversiones en activos especializados (o coespecializados) y del *know-how* específico a dicho estándar (Wernerfelt, 1985).

En el caso de las innovaciones de producto, el innovador puede influir sobre la formación de las percepciones de los clientes acerca de los atributos ideales del producto (Carpenter y Nakamoto, 1989). También puede elegir los segmentos del mercado más rentables y posicionarse de forma óptima. De igual modo, anticipándose en la creación de una reputación e imagen de calidad, avalada por su marca o nombre comercial, sólo tiene que dirigir su esfuerzo de marketing a mantener su clientela. El seguidor debe dedicar más recursos y hacer publicidad más sorprendente y creativa para aumentar su notoriedad y arrebatarle clientes. En consecuencia, el coste en que debe incurrir la empresa innovadora para mantener a uno de sus clientes es inferior al coste en que debe incurrir el imitador para arrebatarárselo (Comanor y Wilson, 1979). Buzzell y Farris (1977) estiman que, en promedio, el porcentaje sobre ventas de los gastos en promoción de ventas y publicidad es un 1.45% superior para los imitadores

tempranos con respecto a los innovadores y un 2.12% más alto para los últimos en entrar con respecto a los imitadores tempranos. De hecho, cuando la calidad del nuevo producto no es fácil de establecer mediante la inspección o la experiencia inmediata los clientes tienden a ser leales a la primera marca. Igualmente, el innovador puede aprovechar las opiniones de los usuarios más importantes que son los líderes en cuanto a tendencias del mercado.

El orden de entrada en el mercado y la cuota de mercado están relacionados de tal forma que los innovadores logran una mayor cuota de mercado que los posteriores entrantes (Kerin *et al.*, 1992), de este modo el innovador puede lograr importantes economías de escala y aprovechar el efecto experiencia en la explotación de la tecnología. La ventaja en costes es particularmente importante como barrera a la entrada cuando no hay cabida en el mercado más que para un número reducido de empresas de tamaño eficiente y el primero en entrar se ha asegurado una cuota de mercado elevada. Adicionalmente, la ventaja se ve reforzada cuando se combina con un importante compromiso en forma de cuantiosas inversiones en activos y capacidades específicos, irrecuperables en caso de abandonar esa posición de mercado (Ghemawat, 1991). El efecto experiencia funciona eficazmente en el inicio del ciclo de vida del producto: la ventaja del líder es obvia, ya que el liderazgo en experiencia se consigue con mayor facilidad al comienzo, cuando la producción se dobla rápidamente (la experiencia aumenta diez veces cuando se pasa de la unidad 2 a la 2000, pero sólo se dobla una cuando se pasa de la 2000 a la 4000). La empresa que quiera conseguir ventajas en costes tendrá que avanzar por la curva, de modo que el objetivo consiste en crecer más rápido que los competidores (Abell y Hammond, 1979). Para sostener la ventaja del efecto experiencia el *know-how* generado debe mantenerse en secreto (Ghemawat y Spence, 1985).

El seguidor puede soportar costes superiores en el abastecimiento de determinados factores o en la distribución de los productos. El primero en el mercado logra una posición privilegiada que le permite negociar en exclusiva con proveedores de materiales o de equipos productivos. También puede beneficiarse de un acceso privilegiado a ciertos recursos escasos mediante contratos de suministro en exclusiva a largo plazo. Por otra parte, cuando los canales de distribución tienen una capacidad de transporte, almacenamiento o venta limitadas, los distribuidores dedican más recursos y las mejores ubicaciones en el establecimiento y en los estantes a las marcas conocidas con mayor probabilidad de compra, precisamente porque los clientes se muestran leales a estas marcas. Para acceder a los canales de distribución el imitador debe aceptar entonces condiciones de intercambio ventajosas para los distribuidores, incurriendo en costes de distribución superiores. El innovador presiona igualmente a las Administraciones Públicas para que le concedan un estatuto de exclusividad como proveedor de la nueva tecnología. Finalmente, el innovador puede construir una amplia red de cooperación con socios tecnológicos, proveedores, distribuidores y clientes que crea una barrera a la imitación ya que excluye a los competidores que no forman parte del acuerdo, impidiéndoles acceder a la tecnología desarrollada y a los recursos complementarios necesarios para su explotación (Lieberman y Montgomery, 1988).

Para limitar las ventajas de mover primero del innovador, el imitador tratará de acortar al máximo el proceso de imitación. El problema radica entonces en que tiene que hacer frente a las deseconomías de compresión del tiempo. En el caso de las inversiones en I+D, la presencia de rendimientos decrecientes por compresión del tiempo supone que mantener un determinado ratio de inversiones en I+D a lo largo del tiempo produce un mayor incremento en el *stock* de conocimiento tecnológico que la duplicación de dicho ratio durante la mitad de tiempo, o, alternativamente, que la acumulación de conocimientos tecnológicos es más eficiente cuando

se realiza progresivamente a lo largo del tiempo que cuando se realiza instantáneamente (Dierickx y Cool, 1989). La generación de estas deseconomías se hace extensiva a la acumulación de los recursos complementarios necesarios para la explotación de la innovación.

Algunos resultados empíricos

Los resultados de los estudios realizados por Levin *et al.* (1987) sobre la importancia relativa de los diferentes factores que condicionan el beneficio obtenido por el innovador indican que las patentes son menos efectivas que otros mecanismos de apropiación. En el caso de las innovaciones de proceso se consideran más importantes -y por éste orden- las ventajas de mover primero, el efecto experiencia, el secreto y la capacidad comercial del innovador. Las patentes de producto resultan más efectivas que las patentes de proceso, pero también son consideradas menos efectivas que las ventajas de mover primero, el efecto experiencia y la capacidad de marketing.

El análisis por sectores sugiere que las patentes parecen mostrarse efectivas como medio de apropiación de los beneficios de la innovación sólo en un número reducido de industrias. Las patentes de proceso son efectivas en las industrias farmacéutica y química. Las patentes de producto se consideran particularmente valiosas en el caso de los productos farmacéuticos, pesticidas, química orgánica y química de materiales. Sólo en el caso de los productos farmacéuticos se considera que las patentes son un método de apropiación más efectivo que el resto, probablemente porque los requisitos administrativos necesarios para poner un nuevo medicamento en el mercado obligan a desvelar demasiada información sobre el mismo, haciendo particularmente valiosa la protección de la patente. Cockburn y Griliches (1988) comprueban que es además en estos sectores donde las patentes y los anuncios de nuevas inversiones en I+D son más valorados por el mercado de capitales.

Otro resultado interesante del estudio de Levin *et al.* (1987) indica que el tiempo medio necesario para duplicar efectivamente una innovación no protegida por patentes oscila entre 6 y 12 meses, mientras que el tiempo necesario para duplicar efectivamente una innovación patentada oscila entre 1 y 3 años. En cuanto a los costes de imitación, los resultados del estudio realizado por Mansfield *et al.* (1981) sobre 48 casos de innovaciones de producto en los sectores farmacéutico, químico y electrónico muestran que las innovaciones patentadas presentan mayores costes de imitación (medidos en términos relativos a través del ratio costes de duplicación/costes de innovación) que las no patentadas, especialmente en aquellos sectores donde las patentes son más efectivas (industria farmacéutica y química). En su estudio Levin *et al.* (1987) encuentran un patrón similar en estos tres mismos sectores. Los mayores tiempos y costes de imitación asociados a las innovaciones patentadas pueden explicarse porque las no patentadas pueden ser innovaciones menores, más fáciles de replicar, y porque las patentadas exigen al imitador cambios o mejoras adicionales para poder explotarlas sin vulnerar el derecho de patente.

Eliminación de las barreras

Las barreras a la imitación se reducen cuando el conocimiento tecnológico que sustenta la innovación se presenta en alguna de las tres formas siguientes: codificado, en la mente de las personas o incorporado a las máquinas. Este conocimiento recibe el nombre de migratorio (Badaracco, 1991), ya que puede migrar con facilidad hacia competidores que cuentan con los

recursos complementarios necesarios para su explotación, erosionando la ventaja competitiva del innovador.

La ambigüedad causal que experimenta el imitador es menor cuando la innovación se ha patentado. La solicitud de patente exige una descripción clara y completa de la invención, de forma que un experto en la materia pueda replicarla. Esta información constituye la base de los documentos de patentes a los que se tiene acceso con un coste reducido. Una vez concedida y publicada la concesión de la patente, los documentos de patentes pasan a formar parte de una base de datos. El sistema de patentes fomenta que algunas invenciones se revelen varios años antes de su primer uso; mientras que sin patentes, esas invenciones sólo podrían ser conocidas cuando se comercializaran los productos para los que se usan (Machlup, 1974). La evidencia empírica indica que el 70% de la información publicada en patentes no aparece publicada en otro tipo de fuentes de información hasta cinco años después, si es que llega a publicarse. Por ejemplo, los descubrimientos de Karl Ziegler sobre polimeración de ofelinas, que le valieron el premio Nobel de química en 1963, se publicaron en forma de patentes desde 1953 a 1960 y sólo a partir de este año empezaron a aparecer en forma de artículos de investigación (Scherer, 1980). El sistema de patentes proporciona información útil a los imitadores para conocer el estado de la técnica, la evolución tecnológica sectorial o las tecnologías desarrolladas por el innovador. Al tener acceso a esta información los imitadores obtienen más rápidamente los conocimientos que sustentan la innovación patentada. Esa información combinada con los conocimientos que posee facilita el logro de una innovación incluso superior a la que trata de imitar.

El potencial de imitación de una tecnología es máximo cuando el conocimiento está codificado, ya que en este caso puede trasladarse fácilmente (en planos de construcción o en disquete de ordenador), interpretarse sin dificultad (puede reducirse a ecuaciones o símbolos que todo el mundo entiende) o asimilarse con facilidad (la tecnología es independiente de cualquier contexto cultural) (Hamel *et al.*, 1989). El conocimiento codificado se traduce en un conjunto de reglas y normas interpretables, lo que facilita su transmisión y reproducción por terceros. A pesar de tener un nivel similar de codificación, la tecnología de productos es más fácil de imitar que la de procesos, especialmente si ésta requiere capital humano especializado (Von Hippel, 1988), ya que resulta más difícil acceder a ella. De acuerdo con Mansfield (1985), la información sobre una innovación de producto se ha difundido en menos de un año en el 70% de los casos, mientras que el 60% de las innovaciones de proceso requieren más de un año y medio para difundirse en el mercado.

El conocimiento incorporado en los productos y las máquinas está expuesto a diversos tipos de espionaje industrial. Uno de los más característicos es la ingeniería inversa: descomponer el producto (o máquina) en sus partes componentes, para comprender la mecánica de su funcionamiento y, posteriormente, imitarlo mejorando su configuración interna.

Los conocimientos migratorios son difíciles de retener dentro de la empresa. Por contra, el conocimiento tácito no se mueve, al ser un conocimiento insertado en la propia realidad de la empresa que lo posee. Es específico a un contexto y muy difícil de transmitir, sino es a través de la demostración, la observación, la experiencia y el aprendizaje mediante la práctica.

Igualmente, la disponibilidad de los recursos complementarios necesarios para explotar una innovación constituye un factor crítico cuando el conocimiento tecnológico creado por el innovador puede emigrar con rapidez. Tal y como explica Chandler (1990), en las industrias intensivas en capital las primeras empresas en desarrollar una estructura organizativa de aprovisionamiento, producción y distribución apropiada para explotar las economías de escala y alcance asociadas a las nuevas tecnologías aparecidas a fines del siglo XIX adquirieron una ventaja competitiva que les permitió mantenerse como líderes durante décadas. El factor clave del éxito no fue en muchos casos ni la invención de las nuevas tecnologías ni la comercialización inicial de un nuevo producto, sino la realización de las inversiones necesarias en recursos complementarios de aprovisionamiento y distribución para garantizar un flujo continuo de producción y prestar los servicios posventa especializados que requería la difusión de los nuevos productos.

Además de la carencia de recursos complementarios, el innovador tiene una serie de desventajas que pueden beneficiar a los imitadores. El imitador aprende del innovador, evitando cometer los mismos errores, tanto tecnológicos como de mercado. Buena prueba de ello es que los costes de imitación son más bajos que los costes de la innovación en la mayor parte de las industrias. Así, Mansfiel *et al.* (1981) señalan que en el caso de innovaciones de productos electrónicos, químicos y farmacéuticos el coste medio de la imitación se situaba en el 65% del coste de innovación. El imitador hace frente a una menor incertidumbre, ya que la demanda del mercado es conocida y predecible. Además, encuentra menor resistencia en el mercado para el producto copiado y mejorado, al haber convencido el innovador a los usuarios potenciales de los beneficios de la innovación. Por otra parte, los clientes potenciales pueden retrasar la compra y esperar a que se eliminen las dificultades técnicas inherentes al lanzamiento de una nueva tecnología en el mercado o bien a que exista un segundo competidor, de forma que se puedan beneficiar de una mayor competencia en precios. El proceso de imitación también conlleva la introducción de mejoras que perfeccionan el funcionamiento de la innovación. A través de estas mejoras se puede atacar el flanco más débil de la estrategia de mercado del innovador (Yip, 1982).

La vulnerabilidad del innovador también se relaciona con la inercia que desarrolla, por diferentes motivos, impidiéndole aprovechar las ventajas de mover primero. Puede retrasar la introducción de la innovación para no canibalizar sus productos actuales o bien para evitar la pérdida de las inversiones específicas a sus anteriores capacidades tecnológicas. Puede verse afectado por problemas de inflexibilidad organizativa: la aplicación de la nueva tecnología requiere cambios importantes en las pautas organizativas, en la cultura empresarial o en la estructura de poder de la empresa que generan rechazos y conflictos retrasando o impidiendo la introducción de la innovación. También puede ser reacio a mejorar el diseño original introduciendo mejoras incrementales o los avances tecnológicos más recientes en otras tecnologías relacionadas (Lieberman y Montgomery, 1988; Yip, 1982). De hecho el innovador corre el riesgo de llegar al mercado con un producto que no es el mejor posible o fabricarlo con una tecnología no del todo desarrollada.

Defensa de las barreras a la imitación

Para reforzar la protección de la tecnología, la empresa puede enviar a sus imitadores potenciales una señal explícita de que piensa litigar o reaccionar hostilmente hasta las últimas consecuencias en caso de que se vulneren sus derechos, máxime si tuvo que llevar a cabo inversiones en activos irrecuperables necesarios para la fabricación de sus productos. La

amenaza de una respuesta hostil ante cualquier intento de imitación también adquiere mayor credibilidad cuanto mayor sea la vida útil de la nueva tecnología y de los activos complementarios necesarios para explotarla (Eaton y Lipsey, 1980).

El innovador debería adoptar medidas para evitar la difusión hacia la competencia del conocimiento tecnológico generado. Para mantener la ambigüedad causal puede preferir mantener la innovación en secreto, al desvelar la patente demasiada información, lo que permite a los competidores desarrollar variantes de la tecnología básica. Esta estrategia tiene un inconveniente, si un competidor desarrolla el mismo proceso o producto lo puede utilizar sin pedir permiso ni pagar royalties a la empresa innovadora. También se mantienen en secreto mejoras técnicas de gran importancia que no son susceptibles de ser patentadas. Así, Hollander (1965) halló que en el caso de las plantas de rayón de DuPont muchas de las pequeñas mejoras técnicas que siguieron a la introducción de la nueva tecnología no habían sido patentadas, representado en conjunto una mayor importancia por su contribución a la productividad que otros cambios de mayor entidad.

Algunas empresas no sólo desarrollan internamente nuevos productos, sino que tienden cada vez más a fabricar sus propias máquinas; de esta forma no divulgan entre los proveedores de maquinaria las características que éstas deben poseer. Estos proveedores podrían informar a los competidores, alertándoles sobre el nuevo producto e incluso proporcionándoles pistas sobre sus características y componentes. Por otra parte, cuando las empresas fabrican máquinas o equipos para su propio uso, y tienen una elevada capacidad productiva, impiden su estandarización, lo que representa un obstáculo para la imitación del producto.

Es igualmente importante evitar la salida de conocimientos con la marcha de trabajadores, controlar el conocimiento que se transfiere a los socios en una alianza tecnológica y la difusión de los conocimientos transferidos o generados en una alianza hacia otros competidores. La pérdida de capital humano puede resultar muy costosa cuando un individuo abandona la empresa portando conocimientos que no son separables de éste o que, siendo separables, tienen un valor elevado para un competidor. Un aspecto clave en la gestión del capital humano es tratar de evitar su "fuga", intentando retenerlo y apropiarse por diversos medios los beneficios que genera. La legislación laboral permite incluir en los contratos ciertas cláusulas que limitan la movilidad de capital humano, al menos durante un cierto período de tiempo. Pero es difícil y costoso hacer valer estas cláusulas ante un tribunal; además, los distintos tribunales las interpretan de forma diferente, por lo que no es un medio eficaz para proteger la tecnología (Badaracco, 1991).

También se pueden incorporar al contrato de trabajo diferentes mecanismos que incentiven la permanencia en la empresa. Así, la distribución temporal de las compensaciones salariales puede estructurarse de modo que disminuyan los pagos actuales y aumenten los pagos futuros en forma de retribuciones por antigüedad o elevadas pensiones que el trabajador pierde si abandona la empresa. La percepción futura de estos pagos diferidos es el rescate de una fianza que el trabajador ha ido constituyendo a lo largo del tiempo, como garantía de su permanencia en la empresa, de ahí que también se les denomine *grilletes dorados*.

La cultura empresarial también contribuye a retener el capital humano al incluir entre sus valores clave la lealtad del trabajador a la empresa. El empleo a largo plazo refuerza ese valor, al igual que lo hacen las expectativas creadas por un sistema claro de ascensos y promociones, que funcione siguiendo unas reglas implícitas (antigüedad, por ejemplo), no

escritas en ninguna parte en la empresa, pero constantemente respetadas a lo largo del tiempo e integradas en su cultura empresarial. Finalmente, la cultura y las normas de un país pueden favorecer la retención de los trabajadores; por ejemplo, en el Japón se rechaza socialmente que un trabajador abandone la empresa para trabajar en otra, así mismo el período de tiempo en que un trabajador desarrolla su función en la empresa afecta de una manera importante a su sueldo y, sobre todo, a la pensión de jubilación.

En cuanto a las alianzas estratégicas, resulta necesario evitar la ruptura del acuerdo y mantener una estabilidad a largo plazo. Una alianza estable impide a los socios cooperar con empresas que no forman parte del acuerdo, con lo que se limita la imitación de las tecnologías desarrolladas conjuntamente o el acceso a las tecnologías complementarias de los socios. La ruptura de la alianza permite a las empresas buscar nuevos socios con los que intercambiar las tecnologías propias o las desarrolladas en el marco del acuerdo finalizado, disipando las ventajas creadas, a la par que se potencia la creación de otras nuevas más eficaces.

La estabilidad de la alianza viene condicionada por el grado de aceptación de la misma por otros miembros o partes de las organizaciones cooperantes y por su propia complejidad organizativa. También se ve condicionada por el estatus, movilidad y valía de los directivos de las empresas asociadas implicados en el acuerdo. La movilidad de los directivos y la búsqueda de objetivos a corto plazo pueden provocar la ruptura de las alianzas. Saben que pronto se encontrarán en otra empresa u otro puesto y que no es probable que se les exijan responsabilidades por las consecuencias de sus decisiones en los puestos anteriores (Axelrod, 1984). Por tanto, romperán la alianza si ello beneficia sus expectativas personales.

La estabilidad de la alianza se logra fomentando la confianza entre las partes, más que haciendo hincapié en los aspectos formales y legales de los contratos. A este respecto, Macaulay (1963) llega a la conclusión de que los hombres de negocios prefieren fiarse de la palabra de una persona expresada en una breve carta, un apretón de manos o la simple honestidad, aún cuando la transacción esté expuesta a serios riesgos. Incluso cuando dos empresas hacen uso de un contrato para recoger formalmente un acuerdo, Macaulay descubrió que raramente recurrían otra vez a la sanción jurídica si tenían que hacer ajustes motivados por circunstancias posteriores. La confianza da lugar a una comunicación fluida que puede incluir temas personales o de carácter social, lo que acrecienta aún más la interdependencia entre los socios, reforzando la confianza y afianzando las relaciones a largo plazo. Para lograr esta confianza, durante el proceso de creación de la alianza, se debe centrar la atención no en las cuestiones contractuales o relacionadas con el capital, sino en la calidad de las personas que desarrollan directamente los contratos entre sus respectivas organizaciones. Además, el éxito requiere frecuentes reuniones creadoras de relaciones, por lo menos a tres niveles organizativos: alta dirección, personal asesor y directores ejecutivos (Ohmae, 1989).

La confianza debe estar basada en una reciprocidad, que se concreta en una justicia distributiva (Axelrod, 1984). Tan pronto como uno u otro socio empiezan a sentir que la situación es injusta o desigual, la cooperación desaparece (Ohmae, 1989). No es fácil conseguir esta equidad, sobre todo si los socios son de tamaño y características distintas. Tampoco es posible unificar esfuerzos para conseguir objetivos comunes, si cada parte tiene una estrategia competitiva diferente. La reciprocidad se consigue de una manera eficaz si los socios son de igual dimensión, tienen recursos complementarios y objetivos comunes (Hamel *et al.*, 1989).

Ahora bien, la estabilidad de la alianza no depende únicamente de la confianza y reciprocidad entre las partes, sino de la perdurabilidad de la relación (Axelrod, 1984), que normalmente se apoya en la memoria social o, lo que es lo mismo, la capacidad de la empresa para recordar qué socios han sido flexibles en el pasado y cuáles han resultado irracionalmente egoístas (Ouchi, 1984). Si una empresa se aprovecha de sus socios, cuando pretenda crear una nueva alianza en el futuro, sus socios potenciales le recriminarán su comportamiento oportunista en el pasado y se negarán a negociar un acuerdo de cooperación. Así pues, la limpieza de la transacción no está garantizada por la amenaza de una querrela ante los tribunales, sino más bien por la expectativa de transacciones futuras mutuamente ventajosas (Axelrod, 1984). La estabilidad de la alianza se reafirma cuando se cumplen tres condiciones: el socio es identificable en el mercado, su rentabilidad a largo plazo depende de la realización de nuevas alianzas y los socios potenciales están en posición de aprender que este socio no es de fiar, sin incurrir en un coste elevado.

Dos hechos afianzan aún más la estabilidad de las alianzas: la existencia de un patrocinador y un buen liderazgo institucional. Resulta interesante que cada socio cuente al menos con un padrino o patrocinador interno, responsable de la alianza durante un largo período de tiempo, y que esté firmemente convencido de que esta forma de cooperación resulta ventajosa para su empresa y vale la pena concertarla (Ohmae, 1989). Por otra parte, un buen liderazgo institucional durante la creación de la alianza consigue fijar el propósito común y la confianza entre las partes. Este liderazgo dependerá del tipo de cooperación acordado. Por ejemplo, una alianza para crear un laboratorio de investigación común debe contar con un líder carismático que podría ser un científico relevante con suficiente prestigio entre los investigadores que van a trabajar bajo su supervisión (Ouchi, 1984). En otras circunstancias, el líder podría ser una persona capaz de consensuar opiniones divergentes o de integrar culturas diferentes.

Otra posibilidad es señalar el compromiso con el acuerdo mediante un protocolo de intercambio de acciones que incluya restricciones a su posterior venta. El intercambio de las acciones de las empresas cooperantes muestra su voluntad de no comportarse de forma oportunista, ya que si una de ellas toma alguna decisión que perjudique a la otra también se verá perjudicada al disminuir el valor de las acciones que posee. Además, en el caso de incumplimiento, puede haber dejado una fracción significativa de sus acciones en unas manos que ya no son amistosas. Del mismo modo, las inversiones específicas al acuerdo por parte de todas las empresas involucradas en él les incentiva a mantener una actitud cooperante (Pisano, 1989).

BIBLIOGRAFÍA

- ABELL, D. E. Y HAMMOND, J. S. (1979): *Strategic market planning*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- AFUAH, A. (1998): *Innovation management*, New York: Oxford University Press.
- ALLEN, T. J. (1977): *Managing the flow of technology*, Cambridge: MIT Press.
- ARROW, K. J. (1985): "The economics of agency", en J. W. Pratt y R. J. Zeckhauser [eds.]: *Principals and agents: The structure of business*, Boston: Harvard Business School Press.
- AXELROD, R. (1984): *The evolution of cooperation*, EE.UU.: Basic Books.
- BABA, Y. Y IMAI, K. (1993): "Una concepción reticular de la innovación y el impulso empresarial: La evolución de los sistemas de VCR", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, n. 135, marzo, pp. 27-37.
- BADARACCO, J. L. (1991): *The knowledge link*, Cambridge: The Harvard University Press.
- BLAUG, M. (1963): "A survey of the theory of process innovations", *Economica*, febrero, pp. 13-32.
- BROOKS, H. (1994): "The relationship between science and technology", *Research Policy*, vol. 23, pp. 477-486.
- BROZEN, Y. (1951): "Invention, innovation, and imitation", *American Economic Review*, vol. 41, n. 2, mayo, pp. 239-257.
- BURGELMAN, R. A. (1983): "A model of interaction of the strategic behaviour, corporate context and the concept of strategy", *Academy of Management Review*, n. 8, pp. 61-70.
- BUZZELL, R. D. Y FARRIS, P. W. (1977): "Marketing cost in consumer goods industries", en H. Thorelli [ed.]: *Strategy + structure = performance*, Bloomington: Indiana University Press.
- CAHILL, D. J. Y WARSHAWSKY, R. M. (1993): "The marketing concept: A forgotten aid for marketing high technology products", *Journal of Consumer Marketing*, vol. 10, n. 1, pp. 17-22.
- CARPENTER, G. S. Y NAKAMOTO, K. (1989): "Consumer preference formation and pioneering advantage", *Journal of Marketing Research*, agosto, pp. 285-298.
- CHANDLER, A. D. (1990): *Scale and scope: The dynamics of industrial capitalism*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- CHI, T. (1994): "Trading in strategic resources: Necessary conditions, transaction costs problems and choice of exchange structure", *Strategic Management Journal*, vol. 15, n. 4, pp. 271-290.
- CLARK, K. B. Y FUJIMOTO, T. (1991): *Product development and performance: Strategy, management and organization in the world auto industry*, Boston: Harvard Business School Press.
- COCKBURN, I. Y GRILICHES, Z. (1988): "Industry effects and the appropriability measures in the stocks market valuations of R&D and patents", *American Economic Review*, vol. 78, pp. 419-423.
- COHEN, W. M. Y LEVINTHAL, D. A. (1990): "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.
- COMANOR, W. S. Y WILSON, T. A. (1979): "The effect of advertising on competition: A survey", *Journal of Economic Literature*, vol. 27, junio, pp. 453-476.
- COOPER, A. C. Y SCHENDEL, D. (1976): "Strategic responses to technological threats", *Business Horizons*, abril, pp. 61-69.
- DAVIS, L. Y NORTH, D. (1971): *Institutional change and American economic growth*, Cambridge: Cambridge University Press.
- DIERICKX, I. Y COOL, K. (1989): "Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage", *Management Science*, vol. 15, n. 12, diciembre, pp. 1504-1513.
- DOSI, G. (1988): "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, vol. 26, pp. 1120-1171.
- EATON, B. C. Y LIPSEY, R. G. (1980): "Exit barriers are entry barriers: The durability of capital as a barrier to entry", *Bell Journal of Economics*, otoño, pp. 721-729.
- FARRELL, J. Y SALONER, G. (1986): "Installed base and compatibility: Innovation, product preannouncements, and predation", *American Economic Review*, vol. 76, n. 5, pp. 940-955.
- FARRIS, G. F. (1982): "The technical supervisor: Beyond the Peter principle", en M. L. Tushman y W. L. Moore [eds.]: *Readings in the management of innovation*, Boston: Pitman.
- FREEMAN, C. (1974): *The economics of industrial innovation*, Penguin Books.
- FUDENBERG, D.; GILBERT, R.; STIGLITZ, J. Y TIROLE, J. (1983): "Pre-emption, leapfrogging and competition in patent races", *European Economic Review*, vol. 22, pp. 3-31.
- GALBRAITH, J. K. (1967): *The new industrial state*, Boston: Houghton Mifflin.
- GHEMAWAT, P. Y SPENCE, A. M. (1985): "Learning curve spillovers and market performance", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 100, pp. 839-852.
- GHEMAWAT, P. (1991): *Commitment: The dynamic of strategy*, New York: Free Press.
- HAMEL, G.; DOZ, Y. L. Y PRAHALAD, C. K. (1989): "Collaborate with your competitors -and win", *Harvard Business Review*, enero-febrero, pp. 133-139.
- HAMEL, G. Y PRAHALAD, C. K. (1994): *Competing for the future*, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- HAYEK, F. A. (1945): "The use of knowledge in society", *The American Economic Review*, Vol. 35, septiembre, pp. 519-530.
- HOLLANDER, S. (1965): *The sources of increased efficiency: A study of DuPont rayon plants*, Cambridge: MIT Press.

- JEWKES, J.; SAWERS, D. Y STILLERMAN, R. (1969): *The sources of invention*, Londres: MacMillan.
- KATAYAMA, S. (1983): "Productivity techniques at Nippon Electric", en K. Shetty y V. M. Muchler [eds.]: *Quality and productivity improvement: U.S. and foreign company experiences*, Utah State University: College of Business.
- KATZ, M. L. Y SHAPIRO, C. (1985): "Network externalities, competition and compatibility", *American Economic Review*, vol. 75, pp. 424-440.
- KATZ, M. L. Y SHAPIRO, C. (1986): "Technology adoption in the presence of network externalities", *Journal of Political Economy*, vol. 94, pp. 822-841.
- KATZ, R. Y ALLEN, T. J. (1982): "Investigating the not invented here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure, and communication patterns of 50 R&D project groups", *R&D Management*, vol. 12, n. 1, pp. 7-19.
- KATZ, R. Y ALLEN, T. J. (1985a): "Project performance and the locus of influence in the R&D matrix", *Academy of Management Journal*, vol. 26, pp. 14-28.
- KATZ, R. Y ALLEN, T. J. (1985b): "Organizational issues in the introduction of new technologies", en P. R. Kleindorfer [ed.]: *The management of productivity and technology in manufacturing*, New York: Plenum Press.
- KERIN, R. A.; VARADARAJAN, P. R. Y PETERSON, R. A. (1992): "First-mover advantage: A synthesis, conceptual framework, and research propositions", *Journal of Marketing*, vol. 56, octubre, pp. 33-52.
- KETTERINGHAM, J. Y WHITE, J. (1984): "Making technology work for business", en R. B. Lamb [ed.]: *Competitive strategic management*, Englewood Cliffs: Prentice Hall International.
- KOGUT, B. Y ZANDER, U. (1995): "Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: An empirical test", *Organization Science*, vol. 6, n. 1, pp. 76-92.
- LANGRISH, J.; GIBBONS, M.; EVANS, W. G. Y JEVONS, R. F. (1972): *Wealth from knowledge: Studies of innovation in industry*, Londres: MacMillan.
- LEONARD-BARTON, D. (1992): "Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development", *Strategic Management Journal*, vol. 13, pp. 111-125.
- LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R. Y WINTER, S. (1987): "Appropriating the returns from industrial research and development", *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 3, pp. 783-820.
- LIEBERMAN, M. B. Y MONTGOMERY, D. B. (1988): "First-mover advantages", *Strategic Management Journal*, vol. 9, primavera, pp. 41-58.
- LIPPMAN, S. A. Y RUMELT, R. P. (1982): "Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition", *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, pp. 418-438.
- MACAULAY, S. (1963): "Non-contractual relations in business: A preliminary study", *American Sociological Review*, vol. 28, primavera, pp. 55-67.
- MACHLUP, F. (1974): "Patentes", en D. L. Sills [ed.]: *Enciclopedia internacional de la ciencias sociales*, Madrid: Aguilar.
- MACMILLAN, G. S.; KLAVANS, R. A. Y HAMILTON, R. D. (1995): "Firm management of scientific information: Some predictors and implications of openness versus secrecy", *R&D Management*, vol. 25, n. 4, pp. 411-419.
- MANSFIELD, E. (1961): "Technical change and the rate of imitation", *Econometrica*, octubre, pp. 741-766.
- MANSFIELD, E. (1985): "How rapidly does new industrial technology leak out?", *Journal of Industrial Economics*, vol. 31, pp. 217-223.
- MANSFIELD, E.; RAPOPORT, J.; SCHNEE, J.; WAGNER, S. Y HAMBURGER, M. (1971): *Research and innovation in the modern corporation*, New York: Norton.
- MANSFIELD, E.; SCHWARTZ, M. Y WAGNER, S. (1981): "Imitation costs and patents: An empirical study", *The Economic Journal*, vol. 91, pp. 907-918.
- MARITI, P. Y SMILEY, R. H. (1983): "Co-operative agreements and the organization of industry", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 31, n. 4, junio, pp. 437-451.
- MARQUIS, D. G. Y STRAIGHT, D. L. (1965): *Organizational factors in project performance*, Working Paper No. 133-65, Cambridge: MIT Sloan School of Management.
- MOKYR, J. (1990): *The lever of riches. Technological creativity and economic progress*, New York: Oxford University Press.
- MUELLER, W. F. (1962): "The origins of the basic inventions underlying Du Pont's major product and process innovations, 1920-1950", en R. R. Nelson [ed.]: *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*, Princeton: Princeton University Press.
- MYERS, S. Y MARQUIS, D. G. (1969): *Successful industrial innovation*, Washington: National Science Foundation, NSF 69-17.
- NELSON, R. R. (1991): "Why do firms differ, and how does it matter?", *Strategic Management Journal*, vol. 12, pp. 61-74.
- NELSON, R. R. Y WINTER, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press.
- NORRIS, K. P. (1971): "The accuracy of project cost and duration estimates in industrial R&D", *R&D Management*, vol. 2, n. 1, pp. 25-36.
- OHMAE, K. (1989): "The global logic of strategic alliances", *Harvard Business Review*, marzo-abril, pp. 143-154.
- OUCHI, W. G. (1984): *The M-form society: How American teamwork can recapture the competitive edge*, Reading: Addison-Wesley.

- OUCHI, W. G. (1980): "Markets, bureaucracies, and clans", *Administrative Science Quarterly*, marzo, pp. 129-141.
- PELZ, D. Y ANDREWS, F.M. (1976): *Scientists in organizations*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- PAVITT, K. (1985): "Technology transfer among the industrially advanced countries: An overview", en N. Rosenberg y C. Frischtak [eds.]: *International technology transfer: Concepts, measures and comparisons*, New York: Praeger.
- PETERS, T. Y WATERMAN, R. H. (1982): *In search of excellence*, New York: Harper&Row.
- PISANO, G. P. (1989): "Using equity participation to support exchange: Evidence from the biotechnology industry", *Journal of Law, Economics and Organization*, vol. 5, pp. 109-126.
- PISANO, G. P. (1994): "Knowledge, integration, and the locus of learning: An empirical analysis of process development", *Strategic Management Journal*, vol. 15, invierno, pp. 85-100.
- POLANYI, M. (1967): *The tacit dimension*, New York: Doubleday.
- PUCIK, V. (1988): "Strategic alliances, organizational learning, and competitive advantage: The human resource management agenda", *Human Resource Management*, vol. 27, primavera, n. 1, pp. 77-93.
- REICH, L. S. (1985): *The making of American industrial research*, Cambridge: Cambridge University Press.
- ROBERTS, E. B. (1987): "Managing technological innovation. A search for generalizations", en E. B. Roberts [ed.]: *General technological innovation*, New York: Oxford University Press.
- ROBERTS, E. B. Y MIZOUCHI, R. (1989): "Inter-firm technological collaboration: The case of Japanese biotechnology", *International Journal of Technology Management*, vol. 4, n. 1, pp. 43-61.
- ROSENBERG, N. (1982): *Inside the black box: Technology and economics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- SCHANKERMAN, M. Y PAKES, A. (1986): "Estimates of the value of patent rights in European Countries during the post-1950 period", *The Economic Journal*, vol. 16, n. 384, pp. 1052-1076.
- SCHEIN, E. H. (1985): *Organizational culture and leadership*, San Francisco: Jossey-Bass.
- SCHERER, F. M. (1980): *Industrial market structure and economic performance*, Chicago: Rand McNally.
- SCHMOOKLER, J. (1966): *Invention and economic growth*, Cambridge: Harvard University Press.
- SCHON, D. A. (1966): "The fear of innovation", *International Science and Technology*, noviembre, pp. 70-78.
- SOLO, R. (1966): "The capacity to assimilation an advanced technology", *American Economic Review*, Papers and Proceedings, mayo, pp. 91-97.
- TEECE, D. J. (1985): "Applying concepts of economic analysis to strategic management", en J. H. Pennings [eds.]: *Organizational strategy and change*, San Francisco: Jossey-Bass.
- TEECE, D. J.; RUMELT, R. P.; DOSI, G. Y WINTER, S. (1994): "Understanding corporate coherence. Theory and evidence", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 23, pp. 1-30.
- VON HIPPEL, E. (1978): "Users as innovators", *Technology Review*, enero, pp. 3-11.
- VON HIPPEL, E. (1986): "Lead users: A source of novel product concepts", *Management Science*, julio, pp. 791-805.
- VON HIPPEL, E. (1988): *The sources of innovation*, New York: Oxford University Press.
- WERNERFELT, B. (1985): "Brand loyalty and users skills", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 6, pp. 381-385.
- WESTNEY, D. E. Y SAKAKIBARA, K. (1985): "The role of Japan-based R&D in global technology strategy", *Technology in Society*, vol. 7, pp. 315-330.
- YIP, G. S. (1982): "Gateways to entry", *Harvard Business Review*, septiembre-octubre, pp. 85-92.