

CAMBIO ORGANIZACIONAL Y EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA: LA MÁQUINA-HERRAMIENTA EN EL PAÍS VASCO*

*Sergio Torres Valdivieso***

RESUMEN

La decisión empresarial sobre la forma organizacional adoptada para realizar las innovaciones tecnológicas en el contexto de la estrategia tecnológica es tan importante como poco estudiada, más aún en el contexto Iberoamericano. Esta situación se ha dado por la falta de un referente teórico adecuado. Es en este contexto que se presenta en esta investigación la forma organizacional que utilizan las empresas del sector de máquina-herramienta del país Vasco para desarrollar sus procesos de innovación tecnológica. El sustento teórico de la investigación está dado por la economía de los costos de transacción y la economía evolutiva.

Palabras clave: Estrategias tecnológicas, integración vertical, maquinarias-herramientas, economía evolutiva, costos de transacción.

ABSTRACT

The firm decision about the organizational form in which technological innovation takes places in the context of technological strategy is very important but little attention has been paid to it, specially in the Iberoamerican context. This is the consequence of a missing adequate theoretical framework. Out of such a context comes a research, work about the technology sourcing of firms in the machine-tool industry in the Basque Country (Spain), the theoretical support of this framework is given by Transaction Costs Economics and Evolutionary Economics.

Key word: Technological strategies, vertical integration, machine-tools, evolutionary economics, transaction cost economics.

* Este artículo es producto de una investigación titulada "Límites reales y virtuales en el proceso de innovación: sector de máquinas y herramientas en el país Vasco", realizado con financiación del Instituto de

Cooperación Iberoamericano y la Pontificia Universidad Javeriana, entre 1996 y 1999.

** Ingeniero mecánico de la Universidad de los Andes, magíster en desarrollo rural de la Universidad Javeriana, doctor en ciencias económicas y empresariales de

Introducción

Diversos autores, adscritos al cuerpo de conocimiento de la dirección estratégica (Criar y Horwitch, 1988) reconocen la importancia del estudio de la organización de la actividad innovadora, así como su impacto sobre la eficiencia de los procesos de innovación (Teece, 1996) Sin embargo, aún en la actualidad son pocos los estudios que han profundizado en el análisis del tema y casi nulos hace quince años (Cohen y Levin, 1995)

Situación que se debe a la ausencia de desarrollos conceptuales que permitieran observar adecuadamente las características del proceso de innovación y de las estructuras organizativas requeridas para su difusión en el sistema económico. En la década del setenta la ciencia económica genera los conceptos básicos que permiten analizar las características de las instituciones económicas por medio de las que se intercambia la tecnología. Por una parte, la *economía de los costos de transacción* (Coase, 1937; Arrow, 1968; Alchian y Demsetz, 1972; Williamson, 1975, 1979; Klein, Crawford y Alchian, 1978) establece los cimientos conceptuales para el estudio de las diversas formas en que las empresas pueden organizar su actividad económica. En segunda instancia, Rosenberg (1979) y Nelson y Winter (1982), desde la economía de la innovación, asumen el carácter evolutivo del proceso de cambio técnico y se demuestra

la existencia de costos cuando se transfiere tecnología a lo largo de la cadena de innovación (Teece, 1977)

Establecidos los fundamentos teóricos para una visión más ajustada a la realidad del proceso de innovación tecnológica, en la década del ochenta se avanza en la operacionalización de los conceptos. En cuanto a la economía de los costos de transacción, Williamson (1985) define los criterios operativos para la realización de los estudios empíricos. En tanto, desde la economía de la innovación diversos autores (Pisano, 1988; Teece, 1981, 1986) aplican estos conceptos al estudio de la organización de las actividades innovadoras. Finalmente, Porter (1980, 1983) retoma los planteamientos teóricos y hallazgos empíricos de la *economía industrial* para estudiar el comportamiento de las empresas en torno a sus actividades innovadoras.

Dados los conceptos que permiten estudiar las características estructurales de las industrias y los mercados, la naturaleza evolutiva del sistema económico y los problemas contractuales que se presentan en el intercambio de factores productivos, Pisano (1988) inicia la cosecha de trabajos que estudian la organización económica de la innovación. Posteriormente, Bottum (1993), Mang, (1994), Tidd y Trewhella (1997), Narula (1999) y Veugelers y Cassiman (1999) entre otros, profundizan diversos aspectos de la organización de las actividades tecnológicas.

A pesar del avance en el conocimiento económico de la realidad tecnológica son pocos los trabajos que integran la economía

la Universidad de Deusto, en Barcelona, (España). Profesor investigador del Departamento de Administración de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana, Bogotá.
E-mail: storres@javeriana.edu.co

de los costos de transacción y la economía evolutiva en la explicación de las estructuras organizacionales que usan las empresas para incorporar innovaciones tecnológicas. Este trabajo presenta algunas similitudes con la investigación de Pisano (1988), quién hace confluir en sus modelos de investigación la economía evolutiva y los costos de transacción. La diferencia fundamental radica en el enfoque estratégico del trabajo que se expone en este artículo.

En resumen, teniendo en cuenta que en el momento se disponen de referentes teóricos suficientemente desarrollados y son pocos los trabajos empíricos que profundizan los aspectos organizativos de la estrategia tecnológica, surge esta investigación. El objetivo es identificar cómo el desarrollo histórico de las empresas y la necesidad de reducción de costos de transacción definen el curso de cambio de las estructuras de las empresas, específicamente en las áreas de innovación tecnológica.

Para cumplir el objetivo propuesto en primer lugar exponemos las ideas básicas de las teorías adoptadas, las cuales se adecuan a las características del sector, que tratamos en la segunda parte. Sentadas las bases conceptuales y contextuales, planteamos y evaluamos las hipótesis de trabajo. Finalmente presentamos las conclusiones.

1. Factores que influyen la estructura vertical de las empresas

Para poder identificar los factores determinantes de la estructura que adoptan las empresas para realizar sus procesos de innovación tecnológica se recurre a dos

vertientes complementarias de la teoría institucionalista de la económica (Williamson, 1985): la *economía de los costos de transacción* y la *economía evolutiva*.

Desde la *economía de los costos de transacción* se señala que la forma en que se realiza la producción e intercambio de bienes dentro del sistema económico está ampliamente influida por los costos de funcionamiento del mismo, no tan solo por los costos productivos. Entendidos éstos, como los esfuerzos necesarios para acopiar información y coordinar la actividad productiva y de intercambio (Williamson, 1985) Se señala que la coordinación de la actividad económica se puede lograr mediante mecanismos alternos que en términos genéricos son: el sistema de precios (Hayek, 1945), la elaboración de contratos y el control burocrático (Barnard, 1938).

La proporción de costos derivados de cada uno de estos mecanismos es propia de las distintas formas de organizar la actividad económica. De una parte, cuando se acude al mercado los costos de transacción se deben fundamentalmente a los efectos del sistema de precios, la elaboración y cumplimiento de contratos perfectos en que se estipula el intercambio. Por otra parte, las empresas acuden a la coordinación intencionada de la gerencia y al control mediante estructuras burocráticas. Finalmente, puede haber diversos niveles de interpenetración entre las dos formas y tipos de costos expuestos, que se denominan como formas híbridas. La forma más eficiente de realizar el intercambio económico es aquella que en función de las características del entorno económico y de los bienes que se

producen y se intercambian minimicen la suma de los costos de producción y transacción (Williamson, 1985).

Por otra parte, la economía evolutiva desarrolla los conceptos que permiten abstraer los procesos históricos presentes en la actividad económica. Su aplicación al intercambio económico parte de reconocer que la forma para la realización de éste se conforma en un proceso de aprendizaje, derivado de la prueba y error de las estrategias y estructuras establecidas en el pasado. Este proceso conduce a que la industria esté formada por empresas con historias, recursos y comportamientos diferentes. Por otra parte, las empresas están en un ambiente cambiante en que el entorno competitivo determina quiénes sobreviven, de forma similar a la selección natural propuesta por Lamark. En este proceso hay dos fuerzas contrapuestas: i) la innovación que dinamizan el sistema; y, ii) las fuerzas inerciales que premian a las empresas que han establecido rutinas exitosas en el pasado.

1.1 La máquina-herramienta

Actualmente en el sector de máquina-herramienta coexisten tres paradigmas tecnológicos que se encuentran en diversas fases de evolución a lo largo de su ciclo de vida. Estos son las máquinas-herramienta convencionales, MHC, las máquinas-herramienta de control numérico, MHCN, y los sistemas de fabricación flexible, SFF, (Ehrnberg y Jacobsson, 1997) Las MHC se encuentran en la fase paradigmática (Teece, 1986) en que las oportunidades tecnológicas son mínimas y las que se dan se centran en la mejora de procesos productivos. La tecnología de las MHCN está en una eta-

pa del ciclo de vida intermedio, en que las oportunidades tecnológicas son más amplias y las innovaciones de producto siguen siendo relevantes. Por último, la tecnología de los SFF está en plena fase pre paradigmática, por tanto la explosión de innovaciones es importante y en este proceso de destrucción creativa aún no hay normas y sistemas ampliamente reconocidos y difundidos.

La importancia de la presencia de tres paradigmas tecnológicos radica en que la variabilidad de posibilidades estratégicas dada por la diversidad de la historia empresarial, se ve multiplicada por el transcurrir de éstas por paradigmas en diferentes estados de evolución (Teece, 1986).

El criterio que se sigue para determinar las variables transaccionales y evolutivas pertinentes para conformar el modelo teórico fue la variabilidad esperada en función de la forma estructural para realizar la innovación. Consecuencia de este análisis se llega a la conclusión de incorporar en el modelo las siguientes variables i) *Costos de transacción*: especificidad de la tecnología, carácter tácito e incertidumbre en la apropiación de los beneficios de la innovación, y ii) *Economía evolutiva*: inercia estructural y conocimientos tecnológicos acumulados.

2. Marco de referencia para el estudio de las formas de incorporación de tecnologías a la empresa

Primero se aborda el problema desde la economía de los costos de transacción, que en principio se relaciona con la especifi-

cidad de la tecnología. Esta se define como la situación en que los recursos tecnológicos involucrados en un proyecto de innovación son solamente útiles para la unidad de investigación que realiza tal actividad y sus resultados solamente son valiosos para la empresa innovadora (adaptado de Williamson, 1985) Estas inversiones que son de utilidad específica para las partes, generan cuasi rentas compartidas (Hart, 1991) que las partes involucradas buscarán apropiarse mediante comportamientos oportunistas.

En esta situación de dependencia bilateral, entre la unidad de investigación y la empresa innovadora, si el intercambio se realiza a través del mercado se generarán altos costos de transacción, fundamentalmente de tipo contractual. Tales costos, se derivan de las continuas renegociaciones y adaptaciones del contrato a las nuevas condiciones, las cuales es necesario realizar en la medida en que surgen contingencias que invalidan los términos iniciales de los contratos (Williamson, 1991).

La forma en que se desajusta de manera intencional el contrato inicial, es mediante argucias como la revelación incompleta de los requerimientos y resultados del proyecto, realización de amenazas de interrupción del mismo u otras acciones que alteran los términos iniciales del intercambio (Milgrom y Roberts, 1993).

Los riesgos de interrupción prematura de los contratos de innovación, los costos contractuales de renegociación de las condiciones iniciales y los costos burocráticos en que se incurre para la búsqueda de información aumentan en la medida en que los recursos

tecnológicos y los resultados de los proyectos de innovación son coespecializados.¹ Como alternativa al intercambio de mercado, las empresas pueden internalizar la actividad innovadora, teniendo como resultado la reducción de los costos de adaptación a circunstancias cambiantes. Esta reducción de costos es consecuencia de las virtudes de las jerarquías para coordinar de manera eficiente situaciones de alta especificidad de los activos (Williamson, 1991).

Con altos niveles de especificidad de la tecnología la integración vertical reduce los costos de transacción en el proceso de innovación, reemplazando los altos costos contractuales por costos burocráticos requeridos para la coordinación y control del proyecto. Bajo la forma de propiedad integrada se reducen los riesgos de terminación prematura del contrato o de desajustes por la revelación incompleta de información.

Lo anterior se resume en la *hipótesis 1*: Existe una relación directa y positiva entre el aumento de *la especificidad de la tecnología* y la preferencia por estrategias de integración total de los proyectos de innovación.

Otra fuente de costos de transacción son las dificultades de medición de la actuación de los agentes que participan en los proyectos de innovación tecnológica. Éstas se entienden como las limitaciones que tiene la empresa innovadora de supervisar el comportamiento del centro de investigación en las

¹ Los activos coespecializados son aquellos en que hay una dependencia bilateral (Teece, 1986), esto es que los recursos innovadores -I+D, diseño, ingeniería de producción, no son compatibles con los activos complementarios y viceversa.

fases de ejecución del proyecto y de transferencia de los resultados al sistema productivo de la empresa innovadora (Barzel, 1989).

Como se indicó, los comportamientos oportunistas derivados de la especificidad de los activos se deben a las cuasi rentas compuestas que buscan apropiarse las partes mediante el desajuste del contrato. Ahora bien, cuando confluye la especificidad de los activos con la existencia de dificultades de medición, el tipo de comportamiento oportunista que surge para apropiarse de las cuasi rentas compuestas, es evadir los compromisos ampliamente especificados en la fase *ex ante* de la contratación del proyecto (Chi, 1994). Una situación agravante es que tan sólo después de finalizada la contratación es posible detectar el comportamiento anómalo (Alchian; Woodward, 1988).

Si bajo estas circunstancias, la contratación se da en el mercado la empresa innovadora incurrirá en altos costos de transacción, de una parte, *ex ante*, en la recopilación de información técnica que le permita ser lo suficientemente exhaustiva en la determinación de los resultados del proyecto y, de otra, en costos burocráticos *ex post* necesarios para comprobar el estado de desarrollo del mismo.

La consecuencia directa de la presencia de dificultades de medición es, como se indicó, el aumento de los costos de transacción y más grave aún el posible deterioro de la creación de valor de los resultados del proyecto. Ante esta situación de ineficiencia, tanto productiva como transaccional, la opción de desarrollo interno en que se establecen estructuras burocráticas de control

y se eliminan los incentivos de alta potencia, hace que se reduzcan las posibilidades de comportamientos oportunistas.

Estas ideas se sintetizan en la *hipótesis 2*: Existe una relación directa y positiva entre la *naturaleza tácita* de la tecnología y la preferencia por estrategias de integración total de los proyectos de innovación.

Según Williamson (1985) la tercera fuente de costos de transacción es la incertidumbre en el comportamiento de la contraparte, que en este contexto se denomina incertidumbre a la apropiación de los beneficios que generan las innovaciones tecnológicas. Esa idea se entiende como la imposibilidad, posterior a la finalización del proyecto, de la empresa innovadora de asegurar la apropiación de los beneficios derivados de la innovación tecnológica. Esta incertidumbre se relaciona, en primer lugar, con las dificultades de predecir el comportamiento de la unidad de investigación sobre el uso de los conocimientos tecnológicos desarrollados en el proyecto y, en segundo lugar, con la posibilidad de las empresas rivales de imitar la innovación y de esta forma deteriorar los beneficios potenciales que la empresa innovadora podría apropiarse.

Esta variable se define como los costos de transacción que se derivan de las acciones que puede tomar la empresa para evitar que posteriormente a la finalización del proyecto otras empresas imiten la innovación. Estas acciones hacen alusión al registro de patentes, establecimiento de cláusulas de protección de las innovaciones en el largo plazo y verificación de infracciones de patentes registradas. En otras palabras, estos

costos dependen de la eficiencia del régimen de apropiación de la tecnología (Teece, 1986).²

La importancia de la definición del régimen de apropiación radica en que permite resaltar los factores que disminuyen la incertidumbre de las empresas sobre la apropiación de los beneficios de la innovación una vez ésta ha entrado en el mercado de los conocimientos tecnológicos. Como se desprende de la definición, los regímenes natural y legal de apropiación, son dos mecanismos alternos de protección que pueden complementarse.

Cuando el régimen legal es fuerte las empresas pueden acudir a éste, logrando resultados eficientes en la protección. Contrariamente cuando el régimen legal es débil los gastos en este tipo de protecciones de la innovación son inútiles. En esta situación, las empresas deben evaluar formas alternativas de protección de las innovaciones.

Por otro lado, cuando el régimen natural de apropiación es fuerte, es factible que las empresas acudan a este mecanismo de apropiación de sus beneficios. En la medida en que se acude a la naturaleza de la tecnología para apropiarse de los beneficios de la innovación, la empresa evita los costos contractuales de protección de las innovaciones y los reemplaza por los costos burocráticos y productivos que disminuyen el riesgo de

imitación. Es de anotar que esta forma de protección de las innovaciones no tiene que ver con la creación de barreras a la movilidad cuando se internalizan los proyectos de innovación sino con los efectos que se derivan de la naturaleza de la tecnología.

De lo planteado se deduce la *hipótesis 3*: Existe una relación directa y positiva entre el aumento de la eficiencia del *régimen de apropiación* y la preferencia de desarrollar los proyectos de innovación mediante recursos propios.

Como se mencionó anteriormente, la conformación de las opciones de decisión de las empresas depende adicionalmente de las estrategias estructurales seguidas en el pasado y del grado de conocimientos tecnológicos acumulados por la empresa. El primer concepto hace referencia a la inercia estructural, la que se define como la oposición interna de la empresa a que la innovación se realice mediante una forma organizativa diferente a las que anteriormente han sido adoptadas para realizar la innovación tecnológica. Para explicar la dificultad de cambiar la trayectoria organizativa de la empresa, es necesario referirse a las rutinas organizacionales (Nelson; Winter, 1982) en que se almacenan los conocimientos de la empresa relativos a cómo: i) contratar, organizar y controlar los procesos de innovación tecnológica; y, ii) transferir los conocimientos tecnológicos desarrollados al sistema productivo de la empresa.

Los hechos que limitan la posibilidad de renovación de las rutinas organizacionales son dos: i) la incertidumbre sobre la eficiencia y efectividad de las nuevas formas de

² Se define como "... los factores ambientales, excluyendo la estructura del mercado y la firma, que gobiernan la habilidad de la empresa innovadora de capturar los beneficios generados por la innovación. Las dimensiones más importantes de tal régimen son la naturaleza de la tecnología y la eficacia de los mecanismos legales de protección" (p. 287).

organizar los procesos de innovación tecnológica); y, ii) los altos costos que debe asumir la empresa para cambiar las formas organizativas (Hannan; Freeman, 1984).

Respecto a la incertidumbre de éxito de las innovaciones organizacionales, Cyert y March (1963) señalan que, debido a la racionalidad limitada del hombre, la innovación está sometida a procesos de prueba y error. Como es imposible asegurar el éxito de las decisiones tomadas, la innovación implica para la empresa mayores niveles de riesgo que la continuidad y es en extremo peligroso cuando los cambios son radicales.

De lo dicho anteriormente se desprende la *hipótesis 4*: Existe una relación directa y positiva entre *las formas de gobernación usadas en el pasado* para la generación de innovaciones y las utilizadas en la actualidad.

El segundo tipo de conocimientos que se contempla en la investigación son los relativos al saber técnico. En este contexto se hace referencia a los conocimientos que dan a la empresa la capacidad de reconocer el valor de nuevas tecnologías, assimilarlas y aplicarlas a nuevos productos y procesos (Cohen; Levinthal, 1990). Estos conocimientos tecnológicos acumulados tienen la particularidad de ser valiosos sólo bajo áreas técnicas y científicas específicas y está claramente influido por el carácter acumulativo e irreversible de los procesos de innovación tecnológica.

En este sentido, el nivel de conocimientos tecnológicos en un área determinada, que una empresa tenga acumulados determina

las posibilidades futuras de desarrollo tecnológico de la empresa. Pero de manera adicional a esta idea que es bastante obvia, se busca relacionar cómo los conocimientos tecnológicos acumulados explican la forma organizativa en que las empresas generan sus innovaciones tecnológicas.

Al respecto la literatura sobre cooperación tecnológica ha acumulado evidencia empírica, en que constata que las empresas más proclives a la cooperación tecnológica son las que mayores conocimientos acumulados han desarrollado a lo largo del tiempo. El mecanismo evolutivo que opera detrás de este hecho es que las empresas que han desarrollado una mayor capacidad tecnológica, ya sea mediante recursos propios o cooperación tecnológica, son las que pueden reconocer el valor de las tecnologías que disponen otras empresas y tienen los recursos tecnológicos que pueden ser muy rentables en conjunción con otras tecnologías.

De lo anterior se deriva la *hipótesis 5*: Existe una relación directa y positiva entre el *volumen de actividades* que se han desarrollado intramuros y la cantidad de proyectos de innovación tecnológica que se llevan a cabo mediante cooperación tecnológica.

3. Metodología de investigación

Los aspectos fundamentales para comprender el proceso de realización del trabajo empírico son:

Unidad de análisis. Acorde con la propuesta Williamson (1985), David J. Teece (1986) retoma el enfoque microanalítico y propo-

ne los proyectos de innovación como unidad de análisis.

Población objeto de estudio. Las empresas innovadoras de la CAPV, definidas operativamente como aquellas que realizan alguna de las siguientes actividades: I&D, diseño industrial, registro de patentes o modelos de utilidad, exportación de tecnología o inversión directa extranjera (Buesa, Navarro; Zubiaurre, 1997), es de 32, de las cuales entrevistamos 22.

Enfoque de la investigación. El enfoque del trabajo no asume una medición directa sino que adopta el espíritu del análisis institucional comparado (Simon, 1978). La operacionalización de las variables se realizó a partir de la valoración de múltiples proposiciones que reflejan diversas dimensiones del concepto o variable que se desea medir. Esta forma de operacionalización denominada multi ítem permite que los errores en la medición de cada afirmación se corrijan mutuamente (Churchill, 1979) En el Cuadro 1 se presentan los indicadores que operacionalizan cada una de las variables independientes. Cada indicador se valora en una escala Likert de 1 a 5, técnica mediante la cual se observa la intensidad del acuerdo o desacuerdo ante una determinada afirmación relativa a las variables que se miden (Albaum, 1997).

Análisis de la información. El procesamiento de la información se hace en dos etapas. Primero se realiza un análisis de confiabilidad del instrumento de recolección de información y prueba de la validez de los datos recogidos mediante tres técnicas estadísticas de forma iterativa: el análisis de correlación,

el alpha de cronbach y la prueba de análisis factorial de componentes principales.³

En el segundo paso se prueban las hipótesis. Se trata de identificar si las variables independientes asignan de manera correcta los proyectos de la muestra a la forma organizacional mediante la que realmente se desarrolló el proyecto: desarrollo interno, cooperación tecnológica o contratación compra. Para esto se recurre a la segmentación no paramétrica, CART.

La prueba de las hipótesis se realiza mediante la valoración del comportamiento de tres modelos: i) el formado por las variables transaccionales; ii) el formado por las variables evolutivas, y, iii) el formado por el conjunto de las variables de las dos teorías.

4. Resultados y discusión

4.1 Resultados del CART

Los resultados de la prueba estadística se presentan en dos niveles. Primero, la valoración del nivel de precisión clasificatoria de cada uno de los tres modelos que se evalúan; y segundo, la importancia relativa de cada una de las variables en la explicación de las formas de incorporar innovaciones tecnológicas a las empresas del sector.

Valoración de la precisión. Esto se hace mediante la matriz de confusión, que indica el porcentaje de observaciones correctamente clasificadas, hit ratio. Tal información se compara con la probabilidad proporcional,

³ Por efectos de espacio los resultados de este análisis no se presentan en este documento.

que para el caso es de un 42%. De esto se concluye que los tres modelos tienen una capacidad de clasificación aceptable, ya que los porcentajes de aciertos son del 75%, 60%

y 80% (Cuadro 1). Es de anotar que la capacidad explicativa del modelo aumenta cuando se consideran de manera simultánea las variables de las dos teorías.

Cuadro 1
Precisión clasificatoria

Modelo	Precisión %
1. Costos de transacción	75%
2. Economía evolutiva	60%
3. Costes de transacción y economía evolutiva	80%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas.

Evaluación de la importancia relativa de las variables. Respecto a la importancia relativa de las variables, el análisis mediante la prueba estadística CART muestra que son la especificidad de la tecnología y la inercia organizacional las variables relevantes en el modelo integral, así como en los modelos parciales (gráficos 1, 2 y 3) Sobre las variables relevantes en el modelo compuesto por variables provenientes de las dos teorías es de anotar que las variables relevantes son especificidad de la tecnología e inercia organizacional. La especificidad de la tecnología discrimina los proyectos contratados externamente de aquellos que se realizaron en cooperación o en su totalidad con recursos propios, lo que responde de manera parcial a lo planteado en la hipótesis. La inercia organizacional permite discriminar aquellos proyectos realizados en cooperación de los realizados con recursos propios y contratados externamente. Lo que está conforme a lo planteado en la hi-

pótesis, puesto que es la forma organizacional menos común de realizar innovaciones tecnológicas hasta el momento.

El modelo compuesto por variables de costos de transacción muestra resultados similares al modelo formado por las dos teorías. La especificidad de la tecnología discrimina los proyectos realizados mediante contratación externa con aquellos en que se da alguna participación activa de la empresa. De forma adicional, también permite discriminar aquellos proyectos realizados en cooperación de los ejecutados con recursos propios.

En el modelo conformado por variables de la economía evolutiva es la inercia organizacional la variable que discrimina los proyectos realizados mediante cooperación empresarial de aquellos en los que las empresas del sector han tenido mayor experiencia, como son el desarrollo interno y la contratación con centros de desarrollo tecnológico.

Gráfico 1
Árbol de decisión economía costos de transacción

Asignación	Riesgo Error	Probabilidad	Nº casos	Nodo	Variable	Punto de corte
Externo	.00	.20	4	----- 2	1 Especificidad <=	11.500
Cooperación	.00	.20	4	----- 6		
Externo	.00	.05	1	----- 28	3 Especificidad <=	15.000
Interno	.00	.20	4	----- 14		
Cooperación	.00	.05	1	----- 58	14 Especificidad <=	16.500
Interno	.40	.25	5	----- 29		
Externo	.00	.05	1	----- 118	29 Apropiación <=	9.500
Interno	.40	.25	5	----- 119		
Externo	.00	.05	1	----- 15	59 Dificultades <=	12.500
Externo	.00	.05	1	----- 7		
					7 Dificultades <=	21.500

Gráfico 2
Árbol de decisión economía evolutiva

Asignación	Riesgo Error	Probabilidad	Nº casos	Nodo	Variable	Punto de corte
Interno	.00	.05	1	----- 4	2 Conocimientos <=	.500
Cooperación	.42	.60	12	----- 5		
Interno	.29	.35	7	----- 3	1 Inercia <=	10.500

Gráfico 3
Árbol de decisión teorías en conjunto

Asignación	Riesgo Error	Probabilidad	Nº casos	Nodo	Variable	Punto de corte
Externo	.00	.20	4	----- 2	1 Especificidad <=	11.500
Interno	.00	.05	1	----- 14		
Cooperación	.13	.40	8	----- 15	12 Conocimientos <=	.500
Externo	.00	.05	1	----- 13		
Externo	.00	.05	1	----- 14	6 Dificultades <=	21.500
Interno	.00	.25	5	----- 15		
					3 Inercia <=	9.500
					7 Conocimientos <=	16.500

Fuente: Elaboración a partir de encuestas. Tomado de SPAD S.

Cuadro 2
Contribución de las variables

Hipótesis	Grupos discriminados	Signo esperado	Signo obtenido	Aceptación hipótesis
Especificidad	D.I.-Coop.	+	Nd	Sí
	D.I. -Contra	+	+	
	Coop. -Contra	-	+	
Dificultades de medición	D.I.-Coop.	+	Nd	No
	D.I. -Contra	+	Nd	
	Coop. -Contra	-	Nd	
Encertidumbre apropiada	D.I.-Coop.	+	Nd	No
	D.I. -Contra	+	Nd	
	Coop. -Contra	-	Nd	
Inercia	D.I.-Coop.	+	+	Sí
	D.I. -Contra	+/-	Nd	
	Coop. -Contra	+	Nd	
Conocimientos acumulados	D.I.-Coop.	+	Nd	No
	D.I. -Contra	+	Nd	
	Coop. -Contra	-	Nd	

Nota: Nd significa que no discrimina.

Teniendo claro cuáles son las variables con capacidad de discriminación de las observaciones pertenecientes a las diferentes formas de realizar la innovación tecnológica se procede a establecer la relación entre las variables y los grupos diferenciados. Del Gráfico 2, se concluye que la especificidad de la tecnología discrimina entre proyectos que se realizan mediante mecanismos de mercado de aquellos que tienen algún grado de internalización, cooperación y desarrollo interno. Por otra parte, la inercia organizacional de los proyectos que se ejecutan mediante recursos propios de aquellos en que se establecen acuerdos de cooperación.

4.2 Discusión de los resultados

En esta sección se analiza la contrastación empírica del modelo teórico diseñado. En

el análisis se esgrimen las posibles razones por las cuales las hipótesis son rechazadas a la luz de las teorías respectivas. A manera de síntesis en la Cuadro 2 se muestran las hipótesis aceptadas y rechazadas según la segmentación no paramétrica.

Los resultados del análisis CART soportan la validez del planteamiento teórico relativo a la triangulación teórica. Esto se puede afirmar debido a la presencia en el modelo de variables derivadas de las dos teorías contempladas. De la economía de los costos de transacción, la especificidad de los activos y las dificultades de medición, y de la economía evolutiva, la inercia organizacional y los conocimientos acumulados.

Ahora bien si adicionalmente se atiende a la importancia relativa de las variables con

capacidad explicativa, el resultado sobre la complementariedad teórica es más interesante. El resultado más evidente es que la variable con mayor capacidad de discriminación es la especificidad de la tecnología seguida de la inercia organizacional, y con menor importancia dificultades de medición y conocimientos acumulados. Esto confirma la idea relativa a que el comportamiento de eficiencia de las empresas es factible en la medida en que la trayectoria organizacional lo permita. En otras palabras, la forma de incorporar innovaciones tecnológicas está muy condicionada por la disponibilidad de rutinas por parte de la empresa, en especial claro cuando se trata de establecer relaciones de cooperación con empresas o centros de investigación.

De lo dicho, queda claro el papel de la disponibilidad de rutinas organizacionales para explicar cuando cooperan las empresas, pero de forma más general son las variables de eficiencia estructural las que nos permiten entender la lógica integral de la forma como las empresas adquieren tecnologías.

Sobre las variables asociadas a la economía de los costos de transacción, la prueba empírica muestra que sólo la especificidad de la tecnología es la variable más relevante. Resultado que confirma en términos generales lo propuesto en la hipótesis sobre la relación existente entre el aumento de costos de transacción debidos a la especificidad de las inversiones y la preferencia por formas más integradas de realizar las actividades tecnológicas. No obstante, esta relación no se cumple cuando se pasa de la cooperación a la contratación de la innovación en el mercado de la tecnología. La menor especi-

ficidad encontrada en los proyectos de cooperación puede deberse a que éstos se dan en fases más tempranas de la cadena de innovación, encontrándose en un estado pre competitivo. La otra explicación es que los proyectos que se subcontratan no son de valor estratégico para la empresa y a pesar de ser de aplicación productiva inmediata son genéricos a las necesidades de la industria.

En cuanto a la incertidumbre en la apropiación del flujo de beneficios que se derivan de la innovación tecnológica de los resultados se afirma que la hipótesis se rechaza, debido a que el CART no lo incluye en el modelo. El rechazo de la hipótesis puede deberse a la alta codificabilidad encontrada en los conocimientos tecnológicos del sector de máquina-herramienta. Esto último implica que cualquiera sea la forma de gobernar las innovaciones, siempre la innovación será fácilmente imitable, por tanto no tiene sentido aumentar los costos burocráticos que implica el desarrollo interno cuando no hay una mayor apropiación de los beneficios de la innovación si se tiene mayor control de las actividades y resultados del proyecto.

En resumen, los resultados de la investigación resaltan el campo abonado existente para la investigación en el campo de la estrategia, retomando en conjunto los desarrollos teóricos de diversas corrientes económicas, como son versiones institucionalistas de la economía evolutiva y de los costos de transacción.

Conclusiones

A modo de conclusión del trabajo se presentan las principales limitaciones del enfo-

que se ha adoptado en el modelo teórico de la investigación y las principales dificultades metodológicas a enfrentar. A partir de estas ideas se formulan algunas líneas de trabajo conducentes a la profundización en el conocimiento de las formas en que las empresas articulan la generación y utilización de innovaciones tecnológicas.

El primer resultado relevante de la investigación es la existencia de complementariedad teórica entre las dos perspectivas teóricas derivadas del pensamiento económico. No obstante queda clara la ausencia de criterios sociológicos en la investigación que permitan explicar ciertos comportamientos empresariales derivados de la cultura y de otro tipo de relaciones locales. Por tanto, la primera línea de trabajo que se desprende de la investigación es el enriquecimiento del marco teórico con conceptos derivados de la sociología, concretamente podría ser ilustrativa como punto de partida la crítica que hace Gulati (1997) a este tipo de trabajos y el aporte de Granoveter (1985) en la relación que hace entre la estructura social y la acción económica.

La introducción de variables sociológicas para entender el comportamiento empresarial es en especial relevante en la comprensión de los comportamientos que inducen el aumento de los costos de transacción. Por esto, de forma complementaria a la introducción de elementos sociológicos en el modelo, sería productivo profundizar en los factores no visibles que explican el surgimiento de costos de transacción e introducir otras características de la tecnología y de los empresarios, tales como la complejidad de la tecnología.

Relacionado con el estudio de los problemas contractuales y derivado de la preponderancia que tiene la cooperación tecnológica para la política de la CAPV y como consecuencia de las limitaciones que mostró el modelo para clasificar correctamente los sujetos de la muestra pertenecientes a este grupo, se desprende dos líneas de trabajo: i) estudiar las principales fuentes de costos de transacción en la cooperación tecnológica e identificar el tipo de intervención del gobierno local conducente a la reducción de costos de intercambio, lo que es en especial relevante cuando la cooperación es un medio de lograr sinergias tecnológicas y no de reducción de costos de transacción; ii) esta amplia categoría de cooperación se podría abrir en diferentes formas, ya que parte de la confusión en la clasificación se debe a que en este rango entran formas muy cercanas en sus características, a las jerarquías y los mercados.

Respecto a la perspectiva evolutiva, algunos estudios empíricos con características similares a las que acá se presentan han introducido variables de la teoría de los recursos y capacidades con resultados interesantes. Sobre este tópico, son relevantes los efectos que pueden tener sobre las formas de gobernación de las innovaciones tecnológicas el encontrarse ante bienes para los cuales no existen mercados. En consecuencia, se podría profundizar en las características de los conocimientos y procesos de innovación que ayuden a comprender en mayor medida la configuración estratégica de las empresas innovadoras.

Finalmente y de manera complementaria al estudio de la forma de gobernación de las innovaciones tecnológicas es necesario re-

lacionar esta variable con los resultados de las actividades innovadoras, de tal forma que se comprenda mejor no sólo los criterios de selección sino también sus efectos sobre los beneficios que se derivan de la actividad innovadora.

Referencias bibliográficas

- Adler, P. S., 1989. Technology strategy: A guide to the literatures, en Burgelman, R. A. y Rosenbloom, R. S. (Eds.), *Research on technological innovation, management and policy*, v. 4: 25-151, Greenwich: JAI Press Inc.
- Albaum, G., 1997. "The likert scale revisited: An alternative version", *Journal of the Marketing Research Society*, 19 (2): 331-348.
- Alchian, A.; Demsetz, H., 1972. *Production, information costs, and economic organization*, American Economic Association, 62 (5): 777-795.
- _____, Woodward, S. 1988. The firm is dead; long live the firm. A review of Oliver E. Williamson's: The economic institutions of capitalism, *Journal of Economic Literature*, 26: 65-69.
- Arrow, J. K., 1968. "The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market Versus Nonmarket Allocation", en *The Analysis and Evaluation of Public Expenditure: The PPB System*, vol. 1. U.S., Joint Economic Committee, 91 Congress, 1a Session, Washington, D.C.: U.S., Government Printing Office, p. 59-73.
- Barnard, C., 1938. *The Functions of the Executive*, Cambridge, Harvard University Press.
- Barzel, Y., 1989. *Economic analysis of property rights*. Cambridge, UK: Cambridge U. Press.
- Bottum, P. W., 1993. "Technology management through the selection of alternative sourcing strategies", Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Minnesota.
- Buesa, M.; Molero, J., 1992. *Patrones de cambio tecnológico y política industrial: un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*, Madrid: Civitas-Imade.
- Buesa, M.; Navarro, M.; Zubiaurre, A., 1997. *La innovación tecnológica en las empresas de las comunidades autónomas del País Vasco y Navarra*, San Sebastián: Eusko Ikaskuntza.
- Chi, T., 1994. "Trading in strategic resources: Necessary condition, transaction costs problems and choice of exchange structure", *Strategic Management Journal*, 15 (4): 271-290.
- Churchill, G. A., 1979. "A paradigm for developing better measures of marketing constructs", *Journal of Marketing Research*, 16.
- Coase, R. H., 1937. *The nature of the firm*. Económica, November: 386-405, versión en castellano en *Información Comercial Española*, 557, 1980.
- Cohen, W., 1995. "Empirical studies of innovative activity", en Stoneman, Paul (ed.), *Handbook of economics of Innovation and technological change*, Cambridge: Blackwell Publishers.
- Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35: 128-152.
- Cyert, R. M.; March J. G., 1963. *A behavioral theory of the firm*, Cambridge: Blackwell Pub.
- Ehrnberg, E.; Jacobsson, S., 1997. "Indicators of Discontinuous Technological Change: An Ex-

- ploratory Study of Two Discontinuities in the Machine Tool Industry”, *Research & Development Management*, v. 27, no. 2, p. 107-26.
- Friar, J.; Horwitch, M., 1988. The emergence of technology strategy: A new dimension of strategy, *Technology in society*, 7: 143-178.
- Granoverter, M., 1985. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness, *American Journal of Sociology*, v. 83, p. 1420-1443.
- Gulati, R., 1998. “Alliances and Networks”, *Strategic Management Journal*, 19: 293-317.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. y Black, W. C., 1992. *Multivariate data analysis* (4th ed.), New Jersey: Prentice Hall.
- Hannan, M. T.; Freeman, J., 1984. Structural inertia and organizational change, *American Sociological Review*, 82: 929-964.
- Hart, O., 1991. Incomplete contracts and the theory of the firm, en Williamson, O. E. (Ed.), *The nature of the firm*: 138-158, Oxford UK: Oxford University Press.
- Hayek, F. A., 1945. The use of knowledge in society, *American Economic Review*, 35 (4).
- Kim, W. C.; Hwang, P., 1992. Global strategy and multinationals entry mode Choice, *Journal of International Business Studies*, 23: 29-53.
- Klein, B.; Crawford, R. G.; Alchian, A. A., 1978. Vertical integration, appropriable rents, and the competitive contracting process, *Journal of Law and Economics*, 21 (2): 297-326.
- Levin, R. C.; Klevorick, A. K.; Nelson, R. R.; Winter, S. G., 1987. “Appropriating the returns from industrial research and development”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 3:783-820.
- Lothia, R.; Brooks, C. M.; Krapfel, R. E., 1994. What constitutes a transaction specific asset? *Journal of Business Research*, 30: 261-270.
- Mang, P. Y., 1994. “The economic organization of innovation by R&D-Intensive firms: An empirical analysis of the biopharmaceutical Industry”, Tesis doctoral sin publicar, Harvard University, Boston.
- Milgrom, P.; Roberts, J., 1993. *Economía organización y gestión de la empresa*, Barcelona: Ariel Economía.
- Nelson, R. R.; Winter, S. G., 1982. *An Evolutionary Theory of Technical Change*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Narula, R., 1999. “In-house, outsourcing or alliances? Some strategic and economic considerations”. <http://www.bigfoot.com/~r.narula>.
- _____, 1982. *An evolutionary theory of technical change*, Cambridge, MA: Harvard U. Press.
- OCDE, 1991. Manual de innovación: Versión preliminar del método propuesto por la OCDE para la recogida e interpretación de datos sobre innovación tecnológica, INE, Madrid.
- Pisano, G. P., 1988. “Innovation through markets, hierarchies, and joint ventures: Technology strategy and collaborative arrangements in the biotechnology industry”, Tesis doctoral sin publicar, University of California: Berkley.
- Porter, M. E., 1980. *Competitive Strategy*, New York, The Free Press, Versión en castellano, Compañía Editorial Continental, México.

- Porter, M. E., 1983. "The Technological Dimension of Competitive Strategy", en Rosenbloom, Robert A., *Research on Technological Innovation, Management and Policy*, JAI Press Inc, London.
- Rosenberg, N., 1963. Technological change in the machine tool industry, 1840-1910. *Journal of Economic History*, 23: 414-453.
- _____, 1979. *Tecnología y economía*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Simon, H. A., 1978. "Rationality as Process and as Product of Thought", *American Economic Review*, v. 68.
- Teece, D. J., 1977. Technology transfer by multinational firms: The resource cost of transferring technological know-how, *Economic Journal*, 87: 242-261.
- _____, 1981. The market for know-how and the efficient international transfer of technology, *ANNALS, AAPSS*, 458.
- _____, 1986. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy, *Research Policy*, 15: 285-305.
- Teece, D. J., 1996. Firm organization, industrial structure, and technological innovation, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 31: 193-224.
- Tidd, J.; Trehwella, M. J., 1997. Organizational and technological antecedents for knowledge acquisition and learning, *R&D Management*, 27 (4).
- Veugelers, R. y Cassiman, B. 1999. Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms, *Research Policy*, 28: 63-80.
- Williamson, O. E. 1975. *Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications*, The Free Press, New York, versión en castellano, Fondo de Cultura Económica, México, 1991.
- Williamson, O. E., 1979. "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations", *Journal of Law and Economics*.
- _____, 1985. *The Economic institutions of capitalism*, New York: Free Press.
- _____, 1991. Comparative economic organization: The analysis of discrete structural alternatives, *Administrative Science Quarterly*, 36: 269-296.

