

J. ALBORS *
A. HIDALGO **
J. L. HERVÁS *

Evaluación de programas de difusión de alta tecnología. Modelización y evidencia empírica en el caso del Programa GAME en España ***

SUMARIO: 1. Difusión de tecnología y política tecnológica: estado del arte.

- 1.1. Objetivos y metodología. 1.2. Transferencia de tecnología: difusión de tecnología y política tecnológica. Absorción y adopción de la tecnología. 1.3. Hipótesis de trabajo.
2. *El programa GAME.* 2.1. Origen del Programa. 2.2. Desarrollo del Programa.
2.3. Resultados del Programa. 2.4. Evaluación del Programa. 3. *Diseño empírico: muestra, modelo y variables.* 3.1. La muestra. 3.2. Descripción del modelo y variables utilizadas. 4. *Resultados.* 5. *Conclusiones.*

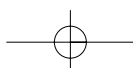
Referencias bibliográficas

RESUMEN: Este trabajo contribuye a la comprensión de la difusión de la alta tecnología combinando las teorías existentes al respecto con el uso de la metodología *value mapping*. El artículo aporta un análisis empírico sobre las variables que contribuyen a rellenar los huecos de la investigación en la evaluación de los programas de difusión de alta tecnología. Con este objetivo se ha utilizado la evaluación de la iniciativa GAME del IV Programa Marco de

* Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Organización de Empresas. C/Camino de Vera s/n. 46071 Valencia. E-mail: jalbors@omp.upv.es y johero11@omp.upv.es

** Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. C/José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. E-mail: ahidalgo@etsii.upm.es

*** Los autores agradecen a la Fundación Cotec la financiación que ha permitido la investigación y elaboración de este trabajo. También agradecen a P. Shapira, G. Kingsley y B. Bozeman sus consejos y comentarios durante la visita realizada por J. Albors a Georgia Tech en 2004.



J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

I+D de la Comisión Europea, cuya finalidad era difundir la tecnología relativa a microelectrónica entre las empresas españolas. Utilizando un total de cien casos y empleando métodos de análisis multivariante se ha desarrollado un modelo que con dos variables compuestas contribuye a explicar y entender la difusión de la tecnología, así como su absorción y los flujos asociados a su transferencia. La metodología estadística aplicada complementa al método *value mapping* y proporciona una robustez en los resultados que normalmente no son proporcionados por métodos de evaluación clásicos. Esto también refuerza al método *value mapping* como un instrumento adecuado para evaluar proyectos de alta tecnología con ciertas modificaciones al enfoque original debido a la incertidumbre asociada a las curvas de discontinuidad tecnológica, así como a las condiciones cambiantes en las economías de escala.

1. Difusión de Tecnología y Política tecnológica: estado del arte

1.1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de este artículo es contribuir al análisis de la eficacia de los programas y políticas públicas de difusión de la alta tecnología, así como la comprensión de los mecanismos que influyen en el proceso de su transferencia. De forma más específica, se persigue encontrar una respuesta a las siguientes preguntas: ¿cómo se puede medir la eficacia de la difusión de la alta tecnología?, ¿cuáles son las variables que tienen un impacto significativo en este proceso? y ¿es posible construir un modelo que nos ayude a entender este problema?. Desde nuestra perspectiva la alta tecnología tiene dos aspectos críticos: por un lado, su complejidad, que hace más difícil su comunicación y transferencia y, de otra parte, su sometimiento a cambios más drásticos y frecuentes debido a la discontinuidad tecnológica y a los condicionantes económicos.

Desde el punto de vista metodológico se ha utilizado la teoría de la innovación para comprender el contexto de la difusión tecnológica y las variables que influyen en el proceso. Como enfoque para evaluar la eficacia de los programas de difusión se ha seguido el modelo contingente propuesto por Bozeman (2000) y la metodología de *value mapping* como medio para medir el impacto del programa. Este método (Kingsley et al, 1996; Kingsley y Farmer, 1997; Bozeman y Kingsley, 1997; Kingsley y Melkers, 1999) es un enfoque conceptual, muy útil para evaluar el impacto social de la investigación científica, y va más allá de la evaluación clásica de la investigación que se basa en las aplicaciones de la misma, pues también analiza los impactos de éstas.

Por su parte, el trabajo de campo se ha basado en el análisis de la información empírica sobre un total de cien casos (proyectos) desarrollados en el marco del Programa GAME financiado por la Unión Europea (ver apartado 2) a través de entrevistas personales realizadas a los principales actores (gerentes del programa, jefes de proyecto de las empresas participantes, investigadores, etc), así como con los representantes de la Asociación Española de Informática y Electrónica (ASINEL). Los datos obtenidos en la encuesta han sido tratados mediante un análisis multivariante.

Para alcanzar el objetivo propuesto se ha articulado el trabajo con el siguiente esquema. En primer lugar, se analiza la literatura específica, se revisan los aspectos conceptuales y se enuncian las hipótesis según el marco teó-

Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

rico. A continuación, se describe el programa GAME y se presenta el diseño empírico del modelo y las variables utilizadas, así como las características de la muestra. Finalmente, se muestran los resultados de las pruebas empíricas y las conclusiones obtenidas.

1.2. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA: DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA Y POLÍTICA TECNOLÓGICA. ABSORCIÓN Y ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

El objetivo de la difusión tecnológica es la diseminación de la información de carácter tecnológico y el saber hacer, así como su adopción por los usuarios (Tasey, 1992). La teoría clásica de difusión de la tecnología fue desarrollada por Rogers (1995), que propuso y confirmó la curva S de difusión, así como la curva de campana que clasifica los perfiles de los adoptadores. Asimismo, la difusión de la tecnología entre los consumidores también ha sido objeto de estudio por diferentes autores como Bass (1969). Posteriormente, Mahajan et al (1991) y Roberts y Lattin (2000) han estudiado y revisado la literatura académica basada esencialmente en datos de mercado y que explica la difusión como un modelo epidémico de aprendizaje por los consumidores. Algunos estudios actuales todavía sostienen estos efectos en los modelos de adopción de tecnología (Gourlay y Pentecost, 2002).

Otros modelos alternativos consideran la heterogeneidad del consumidor como la fuerza motriz que influye en el proceso de difusión tecnológica (Davis, 1979). La curva S se forma por los valores otorgados al nuevo producto por los adoptadores potenciales. Esta parece ser la escuela predominante de pensamiento (los modelos *probit*) que argumentan que las diferencias en la adopción reflejan diferencias en los objetivos y las capacidades requeridos por las empresas (Geroski, 2000). Esta línea ha sido seguida por un conjunto de autores que proponen que la adopción de una nueva tecnología se considere como una inversión bajo un contexto de incertidumbre (Stoneman, 1987).

Considerando el caso de la alta tecnología, algunos autores han apuntado la importancia de la tecnología en las etapas tempranas de difusión frente a la importancia de las soluciones y la convergencia en las etapas posteriores y más maduras (Norman, 1998). Por su parte, Moore (1991) ha descrito el cambio en el enfoque del cliente en el proceso de difusión de la tecnología desde el punto de vista de la comercialización y basándose en las curvas de campana de Rogers (1995). Su contribución se basa en una descripción detallada de las necesidades y perfiles de los usuarios finales.

Por su parte, las políticas tecnológicas han sido definidas como «*aquellas que pretenden influir en las decisiones de las empresas de desarrollar, comercializar o adoptar nuevas tecnologías*» (Mowery, 1995). Debe apuntarse que el diseño y la evaluación de políticas tecnológicas implican una gran complejidad debido a varios motivos como las características y la dimensión tácita de la comunicación del conocimiento tecnológico (que algunos autores denominan aspectos de software), los aspectos relacionados con la propiedad de los retornos, y la frecuente inconsistencia de los objetivos de las políticas que requieren un compromiso entre objetivos encontrados y la dificultad de medir

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

los resultados (Teece, 1986; Stoneman y Vickers, 1988). Además, y desde la perspectiva de adopción de la tecnología, autores como Hall y Khan (2003) indican cómo influye también el comportamiento de la demanda, los efectos tipo red, la conducta de la oferta, los factores medioambientales y otros factores exógenos, así como el gobierno y las regulaciones. Sin embargo, estos tipos de política no han sido estudiados suficientemente y de ahí el interés de analizarlos en este estudio.

Por último, es preciso diferenciar entre dos tipos de política tecnológica: la «*política de empuje*», que tiende a apoyar las fases de creación del proceso de desarrollo de tecnología, y la «*política de adopción*», que realmente se concentra en el apoyo de la difusión y el uso de nuevas tecnologías. Algunos autores han apoyado las ventajas de esta última (Ergas, 1987), mientras que otros han advertido el conflicto entre ambas (David, 1986).

Conviene clarificar el concepto de absorción tecnológica ya que la literatura académica recoge diversas interpretaciones del mismo. Aquí seguiremos la línea de Kingsley y Farmer (1997) para los que la absorción tecnológica consiste en la utilización de una tecnología o conocimiento desarrollado en un proyecto de I+D por un participante, subcontratista o patrocinador del proyecto. Es importante distinguir la amplitud del término así definido, ya que no se limita al proceso de adopción y puede incluir a aquellos agentes que no lo han adoptado pero si asimilado (Kingsley et al, 1996). Esta corriente de pensamiento ha prevalecido en la academia dando lugar al concepto de «*capacidad de absorción*» desarrollado inicialmente por Cohen y Levinthal (1990) y ampliado y conceptualizado de nuevo, entre otros autores, por Zahra y George (2002), Stock et al (2001), Griffith et al (2003), Watanabe y Asgari (2004), etc. También se ha contemplado desde el punto de vista del comportamiento organizativo (ver Agarwal y Karahanna, 2002 o Liao et al, 2003). Debe subrayarse el rol que el conocimiento tácito juega en este proceso (ver Howells, 1996 o García et al, 2003, entre otros). Sin embargo, el proceso de adopción tecnológica se entiende también como un proceso complejo y activo de toma de decisión, que incluye la selección de diversas tecnologías y la adaptación de la seleccionada en un proceso que implica cierto compromiso (Antonelli, 2006).

Bozeman (2000) ha revisado de forma extensa la transferencia de tecnología y, desde el punto de vista de su taxonomía, el Programa GAME respondería al paradigma de tecnología cooperativa donde laboratorios de investigación públicos juegan un papel relevante en el desarrollo de tecnologías precompetitivas para su utilización en el sector privado. De acuerdo con Shapira (1996), se podría clasificar este Programa como una política funcional enfocada a incrementar la demanda de un segmento determinado (en este caso, las Pymes españolas) sobre una tecnología (la microelectrónica personalizada). El objetivo final del Programa GAME fue dinamizar los acoplamientos entre los agentes de infraestructura en el proceso de difusión de la tecnología (como son los vendedores de tecnología) y los usuarios finales (Pymes).

1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En este trabajo se plantean tres hipótesis a contrastar:

Hipótesis 1: El proceso de difusión de tecnología sigue un camino heterogéneo entre las diversas empresas que participan en el Programa GAME. Por otra parte, y como apunta la literatura académica, la eficacia de los programas de transferencia de tecnología puede ser medida por su impacto social y por el grado en que la tecnología es absorbida y transferida a terceros por las empresas receptoras (Hannan y McDowell, 1984; Levin et al, 1987; Kingsley et al, 1996; Gourelat y Pentecost, 2000).

Hipótesis 2: La eficacia de la adopción de tecnología puede ser medida por el grado en que ha sido absorbida o transferida por la empresa. Como resultado final se pretende comprobar si la generación de tecnología y su difusión pueden ser observados como procesos segregados cuando se considera un marco para la política tecnológica (Argote et al, 1990; Hahn y Yu, 1999; Steenhuis y De Bruijn, 2002). Otros autores han subrayado la contingencia del proceso (Tatikonda y Stock, 2003).

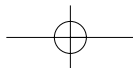
Hipótesis 3: Ambos procesos, de generación y difusión, no pueden considerarse independientes si se considera la eficacia de la difusión de tecnología. Este enfoque ha recibido escasa atención por parte de la literatura académica, aunque algunos autores han analizado, en esta dirección, la contingencia del proceso de transferencia (Tatikonda y Stock, 2003; Siegel et al, 1997; Antonelli, 1999; Canepa y Stoneman, 2004; Metcalfe, 2005; Stoneman, 2002; Smith, 2004).

2. El Programa GAME

2.1. ORIGEN DEL PROGRAMA

GAME es el acrónimo de *Grupo Activador de la Microelectrónica en España*. El origen de este Programa se encuentra en la baja participación de las empresas y los grupos de investigación españoles en el área de microelectrónica del programa ESPRIT de la Comisión Europea (prácticamente nula hasta 1989), y la limitada extensión de la utilización de la microelectrónica en la industria española hasta entonces. Esta situación, como confirman las estadísticas de ANIEL (Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones, hoy fusionada con la Asociación de empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España, en AETIC), no correspondía a lo que se podría esperar, teniendo en cuenta los estándares socioeconómicos del país y a pesar de los esfuerzos previos de promoción de programas específicos a escala nacional y regional.

A finales de 1989, los responsables de programas de promoción de tecnología de los gobiernos central y regionales iniciaron una serie de reuniones para afrontar este problema, llegándose a una solución de compromiso que comprendió una campaña de información y promoción sobre la utilización y el potencial de la microelectrónica para las Pymes que, debido a su tamaño,



J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

no tenían fácil acceso a la misma. En este sentido, también se invitó a centros académicos a colaborar con la industria para apoyar la iniciativa, sobre todo con aquella industria situada más lejos de la tecnología y su desarrollo.

Los objetivos del Programa GAME eran más bien modestos y buscaban la mejora estable del uso de la microelectrónica en la industria más que mejoras radicales. El énfasis se puso en la internacionalización de las Pymes a través de la colaboración con industrias y centros de investigación europeos. Tras examinar y analizar la situación en España, se seleccionaron tres líneas de acción desde un punto de vista tecnológico:

- Desarrollo de ASICS (Application Specific Integrated Circuits);
- Desarrollo de Smart Power Chips (High Power Integrated Circuits); y
- Desarrollo de Sensores.

Es preciso subrayar que la tecnología ASICS fue objeto de un cambio importante en los años 90 debido al desarrollo de la tecnología FPGA (Field Programmable Gate Array), lo que provocó que la primera no resultara rentable para aplicaciones de rango pequeño y mediano. Como ejemplo del grado de conocimiento de las empresas españolas en esta área tecnológica puede citarse que sólo el 10% de las empresas encuestadas había estado en contacto con la tecnología o la había utilizado, mientras que el resto la desconocía o tenía experiencia limitada de la misma (Fundación Cotec, 1997).

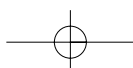
Los principales agentes involucrados en la acción eran los siguientes:

- Las empresas, objetivo final de la acción.
- Los centros de investigación, que tenían el rol de difundir la tecnología, identificar a los compradores (empresas) potenciales, ofrecer consejo tecnológico sobre la viabilidad de ciertas aplicaciones, y organizar talleres de demostración. Algunos de ellos eran centros de diseño implicados en el diseño de circuitos.
- Las fundiciones que realizaban los circuitos integrados.
- El coordinador, que gestionaba y dirigía el proyecto.

En total participaron en el Programa GAME 120 empresas y 26 centros de investigación, de los cuales el 50% podía llevar a cabo todo el proceso de desarrollo, aunque su grado de participación fue diverso. Finalmente, 10 fundiciones europeas participaron en el Programa y el 85% de los proyectos financiados estaban relacionados con la primera línea de acción (ASICS).

2.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA

Los proyectos desarrollados dentro del Programa GAME obedecían a las etapas o fases de un proyecto típico (figura 1). No obstante, dado que el presupuesto de diseño y producción de un circuito podía resultar demasiado alto, normalmente se desarrollaba un estudio de viabilidad que incluía el uso de diseños complejos y programas de simulación de software. Además, podía

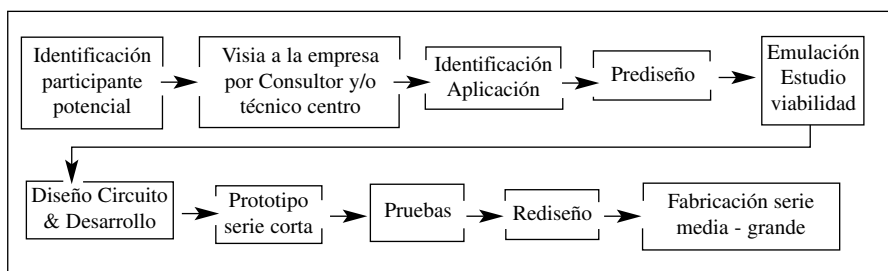


Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

resultar necesario construir pequeñas series con la finalidad de probar el circuito antes de tomar una decisión.

Para el desarrollo del proyecto, los centros de apoyo (centros de investigación y grupos de universidad) asesoraban a las empresas ya que disponían de las capacidades, formación e infraestructura necesarias para llevar a cabo todas estas tareas, si bien algunas grandes empresas desarrollaron los proyectos por sí mismas al tener las habilidades y herramientas necesarias para hacerlo.

FIGURA 1.—Fases de un proyecto típico

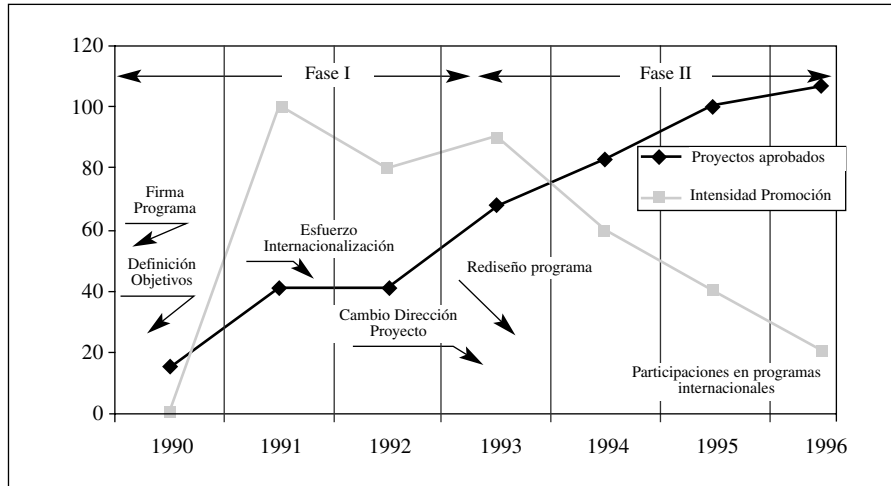


El Programa GAME abarcó un período de 6 años (1990 a 1996) y sus principales hitos se reflejan en la figura 2, en la que se observa que el Programa se desarrolló en dos fases. La primera fase, que duró tres años y medio, fue dirigida por la agencia AENTEC, contratada por el Ministerio de Industria, y tuvo un presupuesto de 8,75 millones de euros. En ella se llevaron a cabo acciones de gestión y desarrollo tecnológico, principalmente, y se presentaron a la misma 68 propuestas de las que se aprobaron 51 (75%) en función de su viabilidad económica y tecnológica.

La segunda fase fue dirigida por la Fundación Cotec, tuvo un presupuesto de 10,03 millones de euros y en ella se aprobaron 75 de las 104 propuestas recibidas (72%). Esta segunda fase, que no había sido prevista inicialmente, se centró en la internacionalización a través de la promoción de la innovación tecnológica y se benefició de la experiencia obtenida en la etapa anterior. Las organizaciones de apoyo, compuestas en su mayor parte por centros de I+D y, en algunos casos, consultores, llevaron a cabo una serie de seminarios, talleres y visitas a clientes potenciales para difundir, informar o diagnosticar aplicaciones potenciales de microelectrónica. Otros centros prepararon materiales, especificaciones y manuales que describían las ventajas de las tecnologías, así como ejemplos de proyectos desarrollados.

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

FIGURA 2.—Desarrollo del Programa GAME



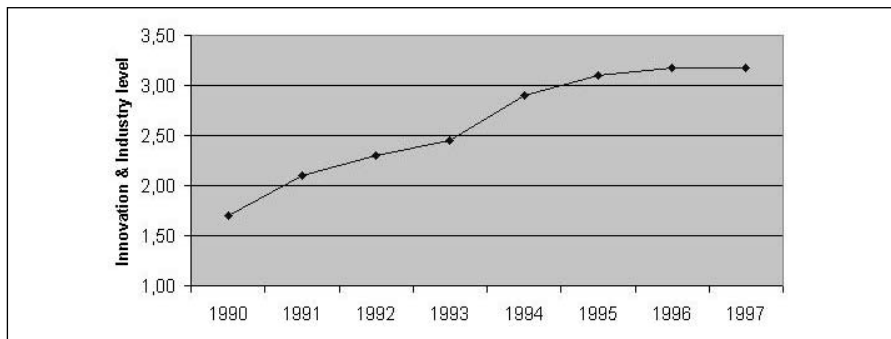
Fuente: Adaptado por los autores de Cotec, 1997.

2.3. RESULTADOS DEL PROGRAMA

La eficiencia del Programa GAME, medida por el coste unitario de los proyectos terminados, mejoró desde los 213.414 euros de la primera fase a los 170.000 euros en la segunda, a pesar de su mayor complejidad. Como se puede observar en la figura 2, la línea que representa el número acumulado de proyectos aprobados sugiere una curva de difusión epidémica que refleja el nivel de adopción de los usuarios de tecnología.

Cada proyecto se podía clasificar en cuatro ámbitos de acuerdo con su nivel de innovación y teniendo en cuenta el sector de actividad económica, la potencialidad del circuito integrado y su complejidad. También se clasificaban de acuerdo con su volumen de producción (número de circuitos integra-

FIGURA 3.—Evolución del nivel de innovación del proyecto



Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

dos finalmente producidos). En la figura 3 se muestra la evolución del nivel de complejidad tecnológica en el desarrollo del Programa GAME teniendo en cuenta el porcentaje de ambas características en los proyectos acumulados durante la vida del mismo. La curva resultante toma la figura de una curva en forma de S y estos resultados muestran que, junto a la adopción de la tecnología entre la población de empresas, los adoptadores siguen una curva de adopción y están preparados para utilizarla en otras aplicaciones, además de aceptar el funcionamiento de la tecnología.

2.4. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

Bajo los auspicios de la Fundación Cotec, los autores del artículo realizaron una evaluación del Programa GAME durante el año 2003 mediante entrevistas a todos los participantes. Estas entrevistas se ampliaron, además, a los administradores y coordinadores del Programa, así como a los gestores de proyectos y centros de apoyo participantes. Las entrevistas siguieron un modelo con preguntas detalladas, que se describen posteriormente, las cuales estaban relacionadas con el proyecto, la empresa, las relaciones con el centro de investigación, y el sector industrial.

3. Diseño empírico: muestra, modelo y variables

En la figura 4 se resume el proceso desarrollado en el Programa GAME. En este sentido se ha utilizado el enfoque original de la metodología *value mapping* (Kingsley, 1996), modificado por los autores. El desarrollo de los proyectos podía seguir dos procesos según el nivel de transferencia de tecnología alcanzado. Por un lado, cuando la tecnología desarrollada llegaba a ser utilizada por terceros (incluyendo empresas del grupo o asociadas, si así era el caso ya que no pertenecían al grupo de adopción) y se comercializaba, sobrepasando la etapa de prototipo, se considera que se alcanza un nivel de transferencia tecnológica. El grado de la misma puede ser cuantificado por el nivel de producción alcanzado, así como por el hecho de que la tecnología sea vendida a otros. Por el contrario, si la tecnología no fuera comercializada y su utilización quedara limitada al centro de investigación y al entorno de la empresa, nos enfrentaríamos a un caso limitado a la absorción tecnológica. El nivel de absorción, o aprendizaje tecnológico, por parte del agente implicado se podría estimar por el volumen de las pruebas de prototipo, así como por las relaciones con el centro de investigación y la empresa.

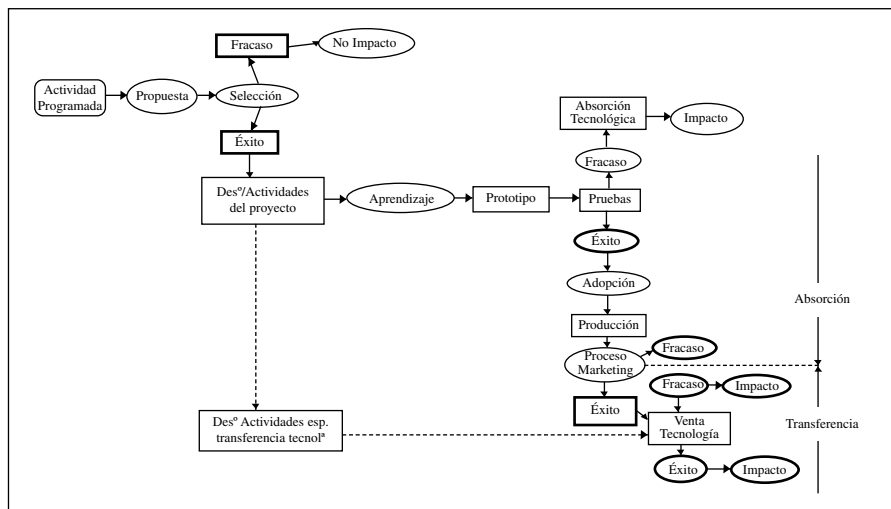
Alternativamente podría pasarse, al menos teóricamente, a la fase de transferencia tecnológica en la que el agente transferente sería el centro investigador, como consecuencia de las actividades desarrolladas durante el curso del proyecto (proceso indicado por una línea de puntos). Estos casos estarían limitados a proyectos sencillos y de baja complejidad tecnológica, que requerirían un bajo nivel de aprendizaje.

Las hipótesis a comprobar proponen que los proyectos sean clasificados

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

según su nivel de transferencia y absorción tecnológica en cuatro clusters: (a) elevada transferencia/elevada absorción tecnológica; (b) elevada transferencia/baja absorción tecnológica; (c) baja transferencia/baja absorción tecnológica; y (d) baja transferencia/elevada absorción tecnológica; formando así una matriz de cuatro grupos.

FIGURA 4.—Procesos de transferencia y absorción tecnológica en GAME

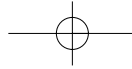


Fuente: Adaptado por los autores de Kingsley et al, 1996

3.1. LA MUESTRA

La muestra del estudio está configurada por 100 proyectos de ambas fases de GAME (41 de la fase I y 59 de la fase II) que finalizaron su actividad. La unidad de análisis está configurada por el proyecto, puesto que alguna empresa participaba en más de un proyecto con desigual éxito. Cada proyecto, aun teniendo como destinatario final la misma empresa, tenía unas circunstancias y actores diferentes. Las entrevistas se realizaron con todos los jefes del proyecto, a excepción de un 5% de los casos en los que otros miembros del equipo eran los interlocutores. En aquellos proyectos donde la empresa había desaparecido, el antiguo jefe del proyecto fue entrevistado en su nuevo trabajo.

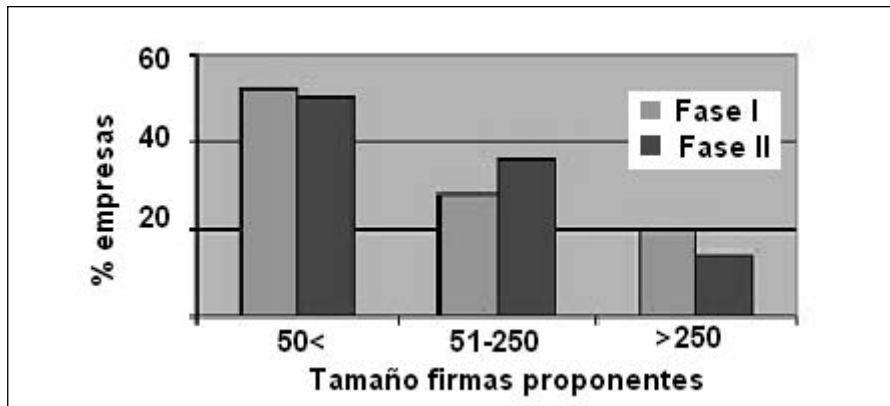
La figura 5 muestra el porcentaje de empresas entrevistadas según su tamaño. Se observa que el Programa GAME tuvo un éxito relativo juzgando la adopción de la tecnología por las Pymes. Éstas, a pesar de su actitud reactiva hacia la tecnología, fueron capaces de adoptar una tecnología sofisticada y compleja donde los elementos de *software* implicaban disponer de especialistas. Su participación en el Programa se amplió del 80% al 86% de la primera a la segunda fase, lo que resulta más evidente en los casos de empresas medianas (51 a 250 trabajadores). Este hecho es relevante si se tiene en cuenta que la



Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

tecnología adoptada evolucionó hacia una mayor complejidad (de la primera fase a la segunda) y, por tanto, las dificultades de adopción fueron mayores.

FIGURA 5.—Tamaño de las empresas participantes



3.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO Y VARIABLES UTILIZADAS

Para alcanzar el objetivo de la investigación se desarrolló un modelo simple que, de acuerdo con el marco teórico descrito anteriormente, incluye dos variables, de tipo ordinal y resultado de la suma de otras, para capturar todos los flujos de tecnología originados dentro de los procesos de absorción y transferencia de tecnología.

La figura 6 muestra el esquema del modelo propuesto, en el que la transferencia comienza desde el centro de investigación que desarrolla la aplicación tecnológica con la empresa participante. La empresa participante, si su proceso de marketing es satisfactorio, transferirá la tecnología al consumidor industrial final, de ahí que aparezcan dos impactos cuantificables: la absorción

FIGURA 6.—Esquema del modelo

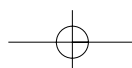
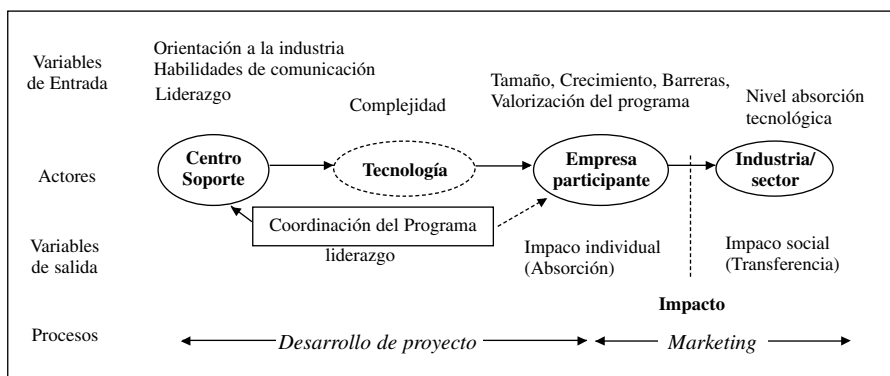
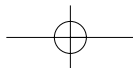


TABLA 1.—Cuestionario, variables utilizadas y rango de valores

	Pregunta	Variable	Rango de valores	Referencias
El proyecto	Complejidad tecnológica	TECHCOMPL	1 - 4	Souder, Padmanabhan, 1989 Cusumano y Elenkov, 1994 Rebentisch, 1999 Souder, 1987 Singh, 1997 Tatikonda, Stock, 2003
	¿Quién definió la propuesta?	PROPOSER	1 - Centro, 2 - Empresa, 3 - Gestor programa, 4 - Cliente final	
	¿Se comercializaron los resultados?	MARKETED	1 - Sí, 0 - No	
	Nivel de producción	PRODLEVEL	1 - 4	
La empresa	Tamaño	SIZE	1 - Micro, 2 - PYME, 3 - Grande	Zhao y Reisman, 1992 Ulrich, K.T. Eppinger, 2000. Griffin, 1997. Hartley, et al 1997 Ragatz et al 1997 Greiner, Franza, 2003 Tatikonda, Stock, 2003
	Evolución del empleo tras 7 años	GROWTH	0 - Desaparece, 1 - Disminuye 2 - Igual, 3 - Crece	
	Barreras a la comercialización	MARKETBAR	1 - Espec. Proyecto, 2 - Falta enfoque cliente, 3 - Cambio tecnología, 4 - Razones económicas, 5 - Cambio objetivo empresa	
	Valor añadido del proyecto	PROJECTADD	1 - Crecimiento, 2 - Nuevo mercado, 3 - Competitividad, 4 - Imagen	
	Valor añadido tecnología	TECHADD	1 - Nuevos procedimientos de trabajo, 2 - Imagen, 3 - Competitividad	
	Vendió la tecnología con éxito	TECHSALES	1 - Sí, 0 - No	
	Nivel tecnológico empresa	TECHLEVEL	1 a 3	
	Impacto del Programa en el sector	IMPACTINDUSTRY	1 - Sí, 0 - No	
	¿Cómo valora la empresa el Programa?	PROGRVALOR	1 a 5	

J. Alborns, A. Hidalgo y J. L. Hervás

Relaciones con el Centro Soporte	Centro I+D soporte implicado	RESGROUP	0 - Desarrollo propio, 1 a 18 Centros I+D	Eppinger, 1991 Rice, 1992 Rice and Shook, 1990 Keller, 1994 Tatikonda and Stock, 2003
	Experiencia previa del Centro	PREVIOUSEXP	1 - Sí, 0 - No	
	¿Entendió el Centro las necesidades de la empresa?	UNDERSTAND	1 - Sí, 0 - No	
	Valoración del trabajo del Centro	CENTERVALOR	1 - 3	
	¿Continuó la empresa colaborando con el Centro?	CONTINUITY	1 - Sí, 0 - No	



J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

(a nivel individual de la empresa) y la transferencia (a nivel colectivo del sector). Un número de variables de entrada vinculadas a cada uno de los actores (el centro de investigación, la empresa, la entidad de coordinación y el sector) influyen en el proceso. El objeto a ser transferido será la tecnología en sí misma y su complejidad la variable de influencia.

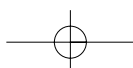
Las entrevistas siguieron un patrón con preguntas detalladas que se relacionaban con el contexto del proyecto, los resultados del mismo y sus consecuencias. El diseño del cuestionario respondía a la identificación de un grupo de variables representativo del modelo de eficiencia contingente propuesto por Bozeman (2000). La tabla 1 resume las preguntas y las variables que se han deducido de las mismas, así como su rango de valores. A modo de ejemplo, el nivel de producción respondía a una escala en la que el valor 1 suponía menos de 50 unidades; el valor 2 entre 51 y 500 unidades; el valor 3 entre 501 y 5.000 unidades; y el valor 4 a más de 5.000 unidades. La complejidad se midió por el número de puertas lógicas, entre otras dificultades.

La adopción y la absorción de tecnología han sido relacionadas con las interacciones entre la tecnología que desarrolla el actor y su cliente, así como con la confianza mutua desarrollada en los casos intensivos en tecnología (Helper, 1995; Hubbard, 1998). Siguiendo estas líneas de pensamiento se han propuesto las siguientes variables aditivas:

- $TECHABS = RELRESEARCH + PROGRVALOR$ (a de Cronbach = 0,670), con el propósito de explicar el *nivel de absorción tecnológica* desarrollado en el proyecto (Kingsley y Farmer, 1997; Kingsley et al, 1996; Zahra y George, 2002; Stock et al, 2001). La variable RELRESEARCH (a de Cronbach = 0,694) se propone para resumir la relación de la empresa con los centros de investigación, la cual resulta de añadir todas las variables relacionadas PREVIOUSSEX, UNDERSTAND, CENTERVALOR, y CONTINUITY.
- $TECHTRANSF = PRODLEVEL + MARKETED + TECHSALES$ (a de Cronbach = 0,740), que explica *el nivel de transferencia tecnológica* alcanzada en el proyecto (se utiliza la aproximación de Kingsley y Farmer, 1997; Kingsley et al, 1996; Bozeman, 2000).

Trabajar con variables aditivas permite lograr variables de escala, así como conceder un grado de logro a los aspectos de absorción y transferencia desde un punto de vista dinámico. Ello reduce la complejidad de las variables, soporta el valor de la información y añade robustez al modelo que resulta construido como una suma de variables útiles. Esto define escalas que van desde 1 a 6 puntos en la variable TECHTRANSF, y de 2 a 10 puntos en la variable TECHABS, resultando ambas variables ordinales.

Por último, se han utilizado el análisis multivariante, el análisis factorial, la clasificación cluster y las técnicas discriminantes para alcanzar el objetivo de identificar grupos de empresas en el proceso de transferencia de tecnología.



4. Resultados

En una primera aproximación el análisis factorial nos ofrece los resultados de las comunalidades de las variables, que se resumen en la tabla 2. Para comprobar las hipótesis planteadas, las dos variables utilizadas en el modelo propuesto son capaces de explicar el 76,592% de la varianza total, según el análisis factorial aplicado. Según el test Bartlett X^2 (F value) la varianza total explicada es significativa para $p < 0.01$. Además, la escala de fiabilidad aplicada resulta 0,6911 estandarizada según α de Cronbach, lo que refuerza la validez del modelo (tabla 3).

El análisis estadístico implicó dos etapas. En la primera se llevaron a cabo dos pasos: el primero incluyó la identificación más adecuada de grupos, usando un método de clustering aglomerativo jerárquico; los resultados obtenidos mediante el dendograma (usando el acoplamiento promedio) y el *coeficiente de aglomeración t*, indicaron una estructura de tres grupos. El segundo paso incluyó un clustering no jerárquico de *k-medias*, con tres grupos, con objeto de validar el primer paso. Se ha observado un 95% de concordancia entre los dos caminos usados. Los resultados identificaron tres clusters finales con diferencias significativas en dos variables de cada grupo, según el test ANOVA (F) significativo con $p < 0.01$.

TABLA 2.—Análisis factorial

Variable	Comunalidad	
TECHCOMPL	0,6078	
PROPOSER	0,6894	
MARKETED	0,7736	
PRODLEVEL	0,7160	
SIZE	0,4360	
GROWTH	0,5562	
MARKETBAR	0,6811	
PROJECTADD	0,8091	
TECHADD	0,7218	
TECHSALES	0,6910	
TECHLEVEL	0,5759	
IMPACTINDUSTRY	0,6414	
PROGRVALOR	0,5111	KMO y prueba de Bartlett = 0,7619
RESGROUP	0,7707	515,514358
PREVIOUSXP	0,4874	Prueba de esfericidad de Bartlett
UNDERSTAND	0,5760	Chi-cuadrado = 515,514358

Análisis de componentes principales; Rotación: Varimax con Kaiser

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

La segunda etapa consistió en un análisis discriminante a modo de elemento complementario para añadir robustez al proceso de identificación de grupos como sugiere Hair et al (1999) y corroborar los resultados del clustering. Como se observa en la tabla 3, las dos variables utilizadas para predecir el trabajo de clasificación de grupos tienen una significación de $p < 0.01$ en el test F. Por consiguiente, la clasificación de concordancia de los grupos predichos que utilizan funciones canónicas con los grupos originales alcanza el 99.0%.

TABLA 3.—Resultados del análisis multivariante

Variables	Cluster identificados		
	1	2	3
TECHTRANSF			
F test 166,562***	2,21	5,14	1,68
TECHABS			
F test 116,628***	4,38	8,51	7,44
$\alpha = 0,6911$			
76.592 % varianza total explicada	n=24	n=51	n=25
	Análisis Discriminante		
	Lambda Wilks	Clasificación original 99.0% i	
TECHTRANSF	,226***		
TECHABS	,294***		

***Significante con $p < 0,01$

Como resultado de la metodología *value mapping* y el modelo multivariante aplicado, en la figura 7 se ha dibujado el mapa de la estructura demográfica de la muestra estudiada, clasificando los tres grupos según los valores tomados por las variables TECHTRANSF y TECHABS. A su vez, los valores alcanzados por la estadística descriptiva en cada grupo se representan en la tabla 4.

Está constituido por el 50% de proyectos de ambas fases y se caracteriza por un nivel medio-bajo de transferencia y absorción de tecnología, proyectos de complejidad media-baja, una relación media-baja con el centro de investigación, y una apreciación intermedia del Programa GAME. Por su parte, las empresas participantes (de tamaño medio, de nivel tecnológico medio-alto y con un bajo crecimiento de empleo durante los siete años anteriores) reconocieron la mejora de su nivel de competencia como la contribución principal del proyecto, y la mejora de su imagen como la contribución principal de la tecnología. No obstante, estas empresas reconocieron un impacto bajo del proyecto en su sector (impacto social).

Este grupo, formado por 24 empresas, se podría clasificar como «*on the shelf projects*» según el enfoque de *value mapping*. Estos proyectos no alcanzaron la etapa de utilización y podrían ser considerados como un fracaso comercial. Las principales barreras identificadas en las respuestas fueron la carencia de orientación al cliente y la carencia de comprensión por el centro

Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

FIGURA 7.—Esquema de la población estudiada. Estructura de clustering

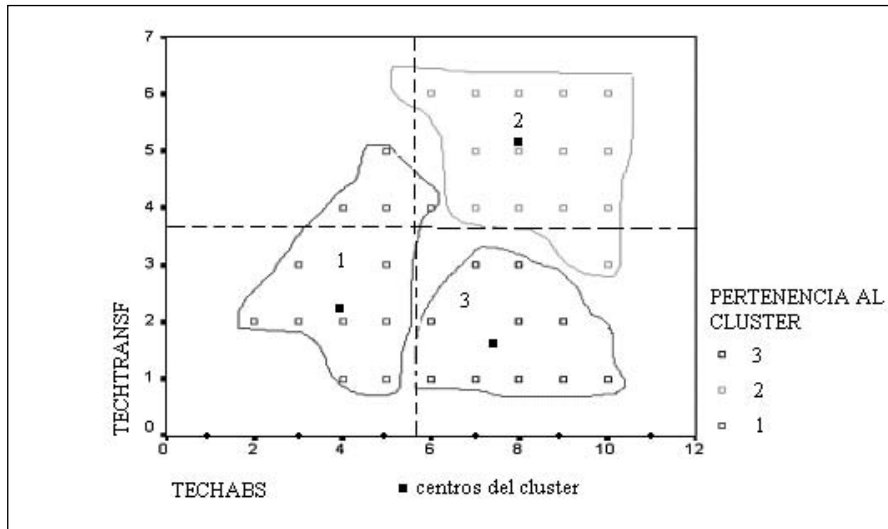


TABLA 4.—Estadísticas descriptivas del clustering.

CLUSTER		TECHTRANSF	TECHABS
1	N	24	24
	Media	2,2083	4,3750
	Desv. típica	1,1025	,8754
	Mínimo	1,00	2,00
	Máximo	5,00	6,00
2	N	51	51
	Media	5,1373	8,5098
	Desv. típica	,8251	1,1202
	Mínimo	3,00	6,00
	Máximo	6,00	10,00
3	N	25	25
	Media	1,6800	7,4400
	Desv. típica	,7483	1,2275
	Mínimo	1,00	6,00
	Máximo	3,00	10,00
Total	N	100	100
	Media	3,5700	7,2500
	Desv. típica	1,8382	2,0019
	Mínimo	1,00	2,00
	Máximo	6,00	10,00

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

de investigación de las necesidades tecnológicas de la empresa. Estos factores, combinados con un alto nivel de complejidad tecnológica, contribuyeron a incrementar el riesgo del proyecto. Finalmente, estos proyectos podrían ser considerados como ejemplos extremos de casos de empuje tecnológico, dado que la mayoría de ellos fueron propuestos por el centro de investigación o la organización del Programa GAME.

Grupo 2

El 65% de proyectos de este grupo pertenece a la segunda fase del Programa GAME y se caracterizan por una alta transferencia y absorción de tecnología, una relación fuerte con el centro de investigación, y una alta apreciación del valor del Programa.

Las empresas participantes (medianas y grandes, y con un relevante crecimiento del empleo durante los siete años anteriores) reconocen la mejora de la competitividad como la contribución principal del proyecto, y el desarrollo de su imagen como la contribución principal de la tecnología. Estas empresas apuntan también que las principales barreras al éxito del proyecto fueron el cambio tecnológico y razones económicas, aunque el 80% reconocieron un alto impacto del proyecto en su sector.

Este cluster, formado por 51 casos, es equivalente al grupo de proyectos identificados por el *value mapping* como «*sponsored induced transfer*». El éxito de estos proyectos se fundamentó en la combinación eficiente de la política de empuje tecnológico y el esfuerzo de la demanda, ya que tenían una fuerte orientación al cliente al ser sugerida la idea del proyecto por el usuario final. Este grupo también se benefició de una relación fuerte y duradera entre la empresa y el centro de investigación.

Grupo 3

Está constituido por el 50% de proyectos de ambas fases y se caracteriza por una transferencia de tecnología media, un elevado nivel de absorción tecnológica, una relación relativamente fuerte con el centro de investigación, y una apreciación alta-media del valor del Programa GAME. Las empresas (de tamaño medio y con un crecimiento en el empleo durante los anteriores siete años) han reconocido una mejora en la imagen de la empresa como la principal contribución del proyecto, y un desarrollo de su competitividad como la principal contribución de la tecnología. Estas empresas apuntaron que la principal barrera en estos proyectos había sido la falta de conocimiento de las necesidades finales del cliente, si bien un 50% reconocieron un elevado impacto del proyecto en su sector.

Este grupo, formado por 25 proyectos, se define como «*absorption cases*» en el enfoque del *value mapping*. Los proyectos tuvieron éxito en la fase de absorción por la empresa participante, pero no lograron acceder a la fase de transferencia de tecnología a terceros, pues aunque se beneficiaron de las estrechas relaciones con los centros de investigación, fracasaron en detectar la demanda real del consumidor final o las restricciones del entorno. No obstante, la absorción de tecnología contribuyó a la mejora de la competitividad y a su crecimiento.

Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

Por último, es interesante resaltar que en el estudio casi no existen proyectos que encajen en el grupo «*market induced*» propuesto por Kingsley (1996). Estos proyectos se caracterizan por una alta transferencia de tecnología y un bajo nivel de absorción, requieren un nivel más bajo de investigación y un elevado nivel de desarrollo de *inputs* a pesar de su elevado riesgo técnico y de mercado. Las razones de esta desviación de la hipótesis inicial se debe a tres razones: en primer lugar, la tecnología considerada era compleja, lo que significa un esfuerzo en el avance innovador en el sector que no era suficientemente maduro y que hubiera requerido una fuerte cooperación y coordinación por parte de los centros de investigación y las propias empresas; en segundo lugar, un elevado nivel de absorción parece ser un prerequisite prioritario para conseguir una futura fase de transferencia de tecnología en el caso de que la tecnología exija un alto nivel de aprendizaje y capacidades de absorción, tal como se apuntaba en la introducción teórica; finalmente, debe apuntarse que el objetivo del Programa GAME y su enfoque se basaba en la interacción de centros y utilizadores por lo que no había lugar al trabajo de «*brokers*» tecnológicos o agentes de transferencia como ocurría en el ejemplo de Kingsley (1996).

Conviene destacar que un análisis de correspondencias utilizando las variables utilizadas y contrastando su valor con la variable RESGROUP (variable nominal que indica el centro de I+D) subraya el rol de liderazgo de tres de los grupos de apoyo de I+D (los números 2, 6 y 11) que alcanzan la puntuación máxima en estos valores (tabla 5).

TABLA 5.—Análisis de correspondencia RESGROUP (identificación Centro I+D soporte) versus TECHTRANSF

RESGROUP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masa	0,050	0,070	0,150	0,020	0,060	0,030	0,140	0,010	0,010	0,030
RESGROUP	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total activo
Masa	0,080	0,130	0,080	0,030	0,010	0,010	0,010	0,010	0,070	1,000

5. Conclusiones

Los resultados del análisis muestran que se puede validar la primera hipótesis. El proceso de difusión tecnológica sigue un camino heterogéneo entre las empresas participantes en el Programa GAME y de ahí que se encontraran tres grupos con diferentes comportamientos e impactos. Con respecto a la segunda hipótesis, se concluye que la eficiencia de la adopción tecnológica, con referencia a su impacto, puede ser medida por el grado en que ha sido transferida por la empresa a terceros, dado que el proceso de absorción parece ser un prerequisite en los casos intensivos en tecnología, y especialmente en los casos en los que el usuario final tiene un rol relevante. Finalmente, la tercera hipótesis queda también validada, en cuanto que ambos procesos

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

(generación de tecnología y difusión) aparecen como interdependientes desde el punto de vista de la eficacia de la transferencia tecnológica en el caso de proyectos intensivos en tecnología.

Por otra parte, el análisis de las características del grupo o cluster que ofrece un mayor nivel de transferencia de tecnología apunta que estas empresas han tenido un crecimiento mayor y una mejora ostensible de su competitividad. Basan el éxito de sus proyectos en una fuerte compenetración con el grupo soporte de I+D y una fuerte orientación del proyecto a las necesidades del usuario final. Sin embargo, las barreras apuntadas a la transferencia de tecnología han sido fundamentalmente razones de viabilidad económica y el cambio tecnológico sufrido por la tecnología durante el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con estos hallazgos es posible concluir que el *value mapping* es un método válido para clasificar el output del proyecto y el impacto social, con ciertas limitaciones cuando se considera la difusión de la alta tecnología. Existe una desviación en el proyecto, al ser solamente diferenciados tres grupos en la matriz transferencia tecnológica versus absorción tecnológica, en oposición a los cuatro grupos del modelo *value mapping*. Este resultado, teniendo en cuenta la diferencia de los proyectos sobre los que se ha experimentado, es explicable, además, por el hecho de que la microelectrónica es una tecnología compleja que requiere de un proceso sofisticado para su transferencia con una fase de absorción como prerequisite. Es más, el Programa GAME fue desarrollado en un ambiente de incertidumbre debido a cambios disruptivos de la tecnología (ASICS), así como a las condiciones cambiantes de las economías de escala. Debe subrayarse, además, la relevancia de las relaciones entre los centros de investigación y las empresas en el proceso de transferencia de tecnología, la relativamente baja influencia de la complejidad tecnológica de cada proyecto y el nivel de tecnología de la industria receptora.

Este trabajo incurre en algunas limitaciones. En primer lugar, se podría haber soportado el impacto social con datos económicos (cifras de ventas atribuidas a la nueva tecnología), pero solo estaban disponibles para un número limitado de empresas. En segundo lugar, se podría haber estimado el nivel de absorción de tecnología analizando desarrollos paralelos y outputs del Programa GAME relacionados con la formación, pero otra vez los datos eran escasos en este sentido. En tercer lugar, la evaluación también podría haber contemplado el análisis de centros de investigación, ya que algunos impactos han sido apuntados en este sentido por el análisis de correspondencias, pero en este caso los recursos de evaluación no cubrieron este aspecto.

Por último, una nueva línea de investigación debería enfocarse hacia la consideración de los roles de los centros de investigación y los consultores externos, pues cinco centros realizaron el 75% de los proyectos y algunos de ellos mostraron ciertos atributos de liderazgo (según la opinión de algunas empresas), lo que facilitó claramente el éxito del proyecto y sus resultados.

Referencias bibliográficas

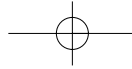
- ALBORS, J., SWEENEY, E. e HIDALGO, A. (2004): «Transnational technology transfer networks. A review of the state-of-the art and an analysis of the European IRC network», *Production Planning and Control*, 16, 4, págs. 413-423.
- AGARWAL, R., SMITH, R.H. y KARAHANNA, E. (2000): «Time flies when you're having fun: Cognitive absorption and beliefs about information technology usage», *MIS Quarterly*, 24, 4, pp 665-694.
- ANIEL (2002): El hipersector español de Electrónica y Telecomunicaciones 1998-2002, Madrid.
- ANTONELLI, C. (2006): «Diffusion as a process of creative adoption», *Journal of Technology Transfer*, 31, 1, págs. 211-236.
- (1999): *The Microdynamics of Technological Change*, London: Routledge.
- ARGOTE, L., BECKMAN, S.L. y EPPLÉ, D. (1990): «The persistence and transfer of Learning in Industrial Settings», *Management Science*, 36, 2, págs. 140-154.
- BASS, F.M. (1969): «A new product growth model for consumer durables», *Management Science*, 15, 2, págs. 215-227.
- BOZEMAN, B. (2000): «Technology Transfer and public policy: a review of research and theory», *Research Policy*, 29, págs. 627-655.
- BOZEMAN, B. y KINGSLEY, G. (1997): «R&D Value mapping: a new approach to case study valuation», *Journal of Technology Transfer*, 22, 2, 33-42.
- CANEPA, A. y STONEMAN, P. (2004): «Comparative International Diffusion: Patterns Determinants and Policies», *Economics of Innovation and New Technology*, 13, págs. 279-298.
- COHEN, W.M. y LEVINTHAL, D.A. (1990): «Absorptive capacity. A new perspective on Learning and innovation», *Administrative Science Quarterly*, 35, págs. 128-151.
- CUSUMANO, M.A. y ELENKOV, D. (1994): «Linking International Technology Transfer with Strategy and Management: A Literature Commentary». *Research Policy*, 23, 2, págs. 195-215.
- DAVID, P.A. (1986): «Technology Diffusion, Public policy and industrial competitiveness», en Landau, R. y Rosenberg, N., Eds. «*The Positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*», National Academy Press, Washington.
- DAVIES, S. (1979): *The Diffusion of Process Innovations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- EPPINGER, S.D. (1991): «Model-Based Approaches to Managing Concurrent Engineering». *Journal of Engineering Design*, 2, 4, págs. 283-290.
- ERGAS, J. (1987): «Does technology policy matter?», in Guile, Brooks, (eds.) *Technology and Global Industry*, National Academy Press, Washington.
- FUNDACIÓN COTEC (1997): «Report on the GAME initiative», September, Madrid.
- GARCIA, R., CALANTONE, R. y LEVINE, R. (2003): «The role of knowledge in resource allocation to exploration versus exploitation in technologically oriented organisations», *Decision Science*, 34-2, págs. 323-349.
- GEROSKI, P. A. (2000): «Models of Technology Diffusion.» *Research Policy* 29, (4/5), págs. 603-625.
- GOURLAY, A. y PENTECOST, E. (2002): «The determinants of technology diffusion. Evidence from the UK financial sector», Centre for International, Financial and Economics Research, Loughborough University.
- GREINER, M.A. y FRANZA, R.M. (2003): «Barriers and Bridges for Successful Environmental Technology Transfer», *Journal of Technology Transfer*, 28, 1, págs. 167-177.

J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

- GRIFFIN, A. (1997): «The Effect of Project and Process Characteristics on Product Development Cycle Time». *Journal of Marketing Research*, 34, págs. 24-35.
- GRIFFITH, R., REDDING, S. y VAN REENEN, J. (2003): «R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence», *Scandinavian Journal of Economics*, 105, 1, págs. 99-118.
- HAHN, Y.H. y YU, P. (1999): «Towards a technology Policy: The integration of generation and diffusion», *Technovation*, 19,3, pp 177-186.
- HAIR, J.F. YERSON, R.E., TATHAM, R.L. y BLACK, W.C. (1999): *Multivariate Data Analysis*, 5th edition, Prentice Hall.
- HALL, B.H. y KHAN, B. (2003): «Adoption of New Technology,» NBER Working Papers 9730, National Bureau of Economic Research, Inc.
- HANNAN, T.H. y MCDOWELL, J.M. (1984): «The Determinants of Technology Adoption: The Case of the Banking Firm», *Rand Journal of Economics*, 15, págs. 328-35.
- HARTLEY, J.L., MEREDITH, J.R., MCCUTCHEON, D. y KAMATH, R. (1997): «Suppliers' Contributions to New Product Development: An Exploratory Survey». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44, 3, págs. 258-267.
- HELPER, S. (1995): «Supplier Relations and Adoption of New Technology: Results of Survey Research in the U.S. Auto Industry.» National Bureau of Economic Research, Working Paper 5278.
- HOWELLS, J. (1996): «Tacit knowledge, innovation and technology transfer», *Technology Analysis and Strategic Management*, 8, 2, págs. 91-106.
- HUBBARD, T. (1998): «Why are Process Monitoring Technologies Valuable? The Use of On-Board Information Technology in the Trucking Industry.» National Bureau of Economic Research Working Paper n° 6482.
- KELLER, R. T. (1994): «Technology-Information Processing Fit and the Performance of R&D Project Groups: A Test of Contingency Theory.» *Academy of Management Journal*, 37, 1, págs. 167-179.
- KINGSLEY, G. (1993): «The use of case studies in R&D impact evaluation» in Bozeman, B. and Melkers, J. eds. «Evaluating R&D impacts Methods and Practice», Kluwer, pp 17-42.
- KINGSLEY, G., BOZEMAN, B. y COKER, K. (1996): «Technology transfer and absorption: an R&D value mapping approach to evaluation», *Research Policy*, 25, 4, págs. 967-995.
- KINGSLEY, G. y FARMER, M.C. (1997): «Using technology absorption, an evaluation criterion. The case of a state R&D program», *Policy Studies Journal*, 25, 3, págs. 436-450
- KINGSLEY, G. y MELKERS, J. (1999): «Value mapping social capital outcomes in state research and development programs», *Research Evaluation*, 8, 3, 165-175.
- LEVIN, S.G., STANFORD, L. L. y MEISEL, J.B. (1987): «A Dynamic Analysis of the Adoption of a New Technology: The Case of Optical Scanners», *Review of Economics and Statistics*, 69, págs. 12-17.
- LIAO, J., WELSCH, H. y STOICA, M. (2003): «Organisational absorptive capacity and responsiveness: An empirical investigation of growth oriented SMES», *Entrepreneurship: Theory and Practice*, Fall, págs. 63-86
- MAHAJAN, V., MULLER, E. y BASS, F.M. (1991): «New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research,» in *Diffusion of Technologies and Social Behavior*, ed. by N. Nakicenovic y A. Grubler, págs. 125-77. Springer, New York.
- METCALFE, J.S. (2005): «Ed Mansfield and the Diffusion of Innovation: An Evolutionary Connection», *Journal of Technology Transfer*, 30, 1, 139-157.
- MOORE, G.A. (1991): «Crossing the chasm: Marketing and selling high tech goods for mainstream customers», Harper Business, N.Y.

Evaluación de programas de difusión de alta tecnología...

- MOWERY, D. (1995): «The practice of technology policy», in Stoneman, P., ed. «*Handbook of the economics of innovation and technological change*», Blackwell, Oxford.
- NORMAN, D.A. (1998): «*The invisible computer*», MIT Press, Cambridge, M.A.
- RAGATZ, G.L., HANDFIELD, R.B. y SCANNELL, T.V. (1997): «Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development». *Journal of Product Innovation Management*, 14, 3, págs. 190-202.
- REBENTISCH, E. (1999): «New Insights Into the International Technology Transfer», Technology and Innovation Management Division, Massachusetts Institute of Technology
- RICE, F. y RONALD E. (1992): «Task Analyzability, Use of New Media y Effectiveness: A Multi-Site Exploration of Media Richness», *Organization Science*, 3, 4, págs. 475-500.
- RICE, F., RONALD, E. y DOUGLAS, E. (1990): «Relationships of Job Categories and Organizational Levels to Use of Communications Channels, Including Electronic Mail: A Meta-Analysis and Extension.» *Journal of Management Studies*, 27, 2, págs. 195-229.
- ROBERTS, J. H. y LATTIN, J.M. (2000): «Disaggregate-Level Diffusion Models,» in *New-Product Diffusion Models*, ed. by V. Mahajan, E. Muller y Y. Wind, págs. 207-236. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- ROGERS, E.M. (1995): «*Diffusion of innovations*», The Free Press, N.Y.
- SHAPIRA, P. (1996): «An Overview of technology diffusion policies and programs to enhance the technological absorptive capabilities of SMEs», Background Paper, School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, GA, August.
- SIEGEL, D.S., WALDMAN, D.A. y YOUNGDAHL, W.E. (1997): «The adoption of advanced manufacturing technologies: human resource management implications», *Engineering Management, IEEE Transactions*, 44, 3, págs. 288-298.
- SINGH, K. (1997): «The Impact of Technological Complexity and Interfirm Cooperation on Business Survival». *Academy of Management Journal*, 40, 2, págs. 339-367.
- SMITH, M.Y. (2004): «A Model of Linked Adoption of Complementary Technologies», *Economics of Innovation and New Technology*, 13, págs. 91-99.
- SOUDER, W.E. (1987): «*Managing New Product Innovations*». Toronto, Lexington Books.
- SOUDER, W.E. y PADMANABHAN, V. (1989): «Transferring New Technologies from R&D to Manufacturing.» *Research/Technology Management*, 32., 5, págs. 38-43.
- STEENHUIS, H.J. y DE BRUIJN, E.J. (2002): «Technology Transfer and Learning», *Technology Analysis and Strategic Management*, 14, 1, págs. 57-66.
- STOCK, G.N., GREIS, N.P. y FISCHER, W.A. (2001): «Absorptive capacity and new product development», *Journal of High Technology Management Research*, 12, págs. 77-91.
- STONEMAN, P. (1987): *The Economic Analysis of Technology Policy*. Oxford University Press, Oxford.
- STONEMAN, P. y VICKERS, J. (1988): «The assessment: the economics of technology policy», *Oxford Review of Economic Policy*, 4, I-XVI.
- STONEMAN, P. (2002): *The Economics of Technological Diffusion*, Oxford: Blackwell.
- TASSEY, G. (1992): *Technology infrastructure and competitive position*, Kluwer Academic, Publ. Norwell, M.A.
- TATIKONDA, M.V. y STOCK, G.N. (2003): «Product technology transfer in the upstream supply chain», *Journal Prod. Management*, 20, págs. 444-467.
- TEECE, D.J. (1981): «The market for know how and the efficient international transfer of technology», *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*.



J. Albors, A. Hidalgo y J. L. Hervás

- ULRICH, K.T. y EPPINGER, S.D. (2000): *Product Design and Development*. New York: McGraw-Hill.
- WATANABE, C. y ASGARI, B. (2004): «Impacts of functionality development on dynamism between learning and diffusion of technology», *Technovation*, 24 , págs. 651-664.
- ZAHRA, S.A. y GEORGE, G. (2002): «Absorptive capacity: A review reconceptualization and extension», *Academy of Management Review*, 27, 2, págs. 165-203.
- ZHAO, L. y REISMAN, A. (1992): «Toward Meta Research on Technology Transfer». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(1), págs. 13-21.

