



**Jaime Gómez**  
Departamento de  
Economía y Empresa  
Universidad de La Rioja  
✉  
jaime.gomez@unirioja.es

# La difusión de tecnologías de proceso en la empresa manufacturera española\*

The diffusion of process technologies in Spanish manufacturing firms

144



**Idana Salazar**  
Departamento de  
Economía y Empresa  
Universidad de La Rioja  
✉  
idana.salazar@unirioja.es

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones de quienes se dedican al estudio de la difusión de nuevas tecnologías ha sido la identificación de su influencia sobre la rentabilidad de las empresas. Dada la importancia con la que han aparecido nuevas tecnologías en los últimos años y el interés por su utilización, no es extraño que un gran número de investigaciones hayan intentado analizar la relación entre aquellas y la existencia de mejoras en la productividad, o en términos de la ventaja competitiva (Brynjolfsson y Hitt, 1995; López-Sánchez, 2004; Fuentelsaz, Maícas y Polo, 2005). A pesar del interés por aclarar el efecto de la tecnología sobre la rentabilidad de las empresas, las posiciones sobre su efecto son divergentes.

Por un lado, algunos autores utilizan la teoría de los recursos para argumentar que las nuevas tecnologías no pueden ser origen de



**Pilar Vargas<sup>1</sup>**  
Departamento de  
Economía y Empresa  
Universidad de La Rioja  
✉  
pilar.vargas@unirioja.es

CÓDIGOS JEL:  
L1, O3

Fecha de recepción y acuse de recibo: 2 de marzo de 2011. Fecha inicio proceso de evaluación: 10 de marzo de 2011.  
Fecha primera evaluación: 8 de abril de 2011. Fecha de aceptación: 28 de septiembre de 2011



### RESUMEN DEL ARTÍCULO

La utilización de nuevas tecnologías por parte de las empresas ha sido frecuentemente relacionada con mejoras en la eficiencia o en la calidad de los productos. Sin embargo, son muchos los autores que apuntan que, dado el alto riesgo de imitabilidad, la tecnología no puede ser origen de una ventaja competitiva sostenible. Los argumentos que se ofrecen para llegar a esta conclusión ignoran que su difusión requiere un complejo proceso que tiende a prolongarse en el tiempo y que es altamente heterogéneo. Esta heterogeneidad podría justificar la persistencia de diferencias en las dotaciones de recursos de las empresas y también en su rentabilidad. El objetivo de este trabajo es ofrecer evidencia sobre el proceso de difusión y las variables que lo condicionan. Para ello, utilizamos los datos proporcionados por la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, que describen el uso de algunas tecnologías en la empresa manufacturera española. Los resultados muestran que la difusión de la tecnología es relativamente lenta y que el proceso está relacionado con variables como el tamaño, la capacidad de absorción, el grado de internacionalización de las actividades de la empresa o su pertenencia a un grupo.

### EXECUTIVE SUMMARY

The adoption of new technologies has often been related to efficiency or quality improvements. However, many authors point out that technologies cannot be a source of competitive advantages, given their high imitability. The arguments that support this conclusion ignore that the diffusion of technology is a long and highly heterogeneous process. This heterogeneity might justify durable differences in resource endowments and profitability. The aim of this study is to provide evidence of the diffusion process and the variables that condition it. To this end, we use data from the Survey of Business Strategies, which describe the use of technologies in Spanish manufacturing firms. Our results show that the process of technology diffusion is relatively slow and is related to variables such as size, absorptive capacity, the internationalization of firm activities and whether the firm belongs to a group.

una ventaja competitiva. Si bien la tecnología puede ser útil a la empresa, su adopción creará en los rivales la “necesidad estratégica” (Clemons y Kimbrough, 1986) de hacer uso de la misma. Dada su amplia disponibilidad en el mercado, otros competidores también invertirán en ella, lo que provocará la generalización de su uso y neutralizará su capacidad como herramienta generadora de ventaja competitiva.

Por otro lado, es preciso reconocer que los argumentos anteriores ignoran los conocimientos que en la actualidad existen sobre el proceso de difusión de nuevas tecnologías. En concreto, la interpretación de la teoría de los recursos realizada más arriba implica asumir

que la tecnología es capaz de difundirse con rapidez y de forma completa entre las empresas. Sin embargo, la literatura es prolífica en ejemplos que muestran la complejidad asociada al proceso de difusión de nuevas tecnologías, lo que provoca que éste no se desarrolle de forma inmediata.

Así, por ejemplo, en la visión clásica que ofrecen los modelos epidémicos, dicho proceso transcurre de forma paralela a la difusión de información sobre las características de la tecnología y la comprensión que la propia empresa va adquiriendo de sus consecuencias sobre la rentabilidad, gracias a dicha información. De hecho, la principal implicación de estos modelos es que las diferencias en la disponibilidad de información entre las empresas ofrecen una primera explicación a la heterogeneidad en la adopción de la tecnología. Una vez adoptada la tecnología, si ésta fuera sufi-

cientemente importante para la actividad de la empresa, su uso podría justificar la mayor rentabilidad de las empresas que la hubieran adoptado, frente a aquellas que no la utilizan (al menos en el corto plazo).

A los argumentos epidémicos se añaden otros que también mantienen que la difusión de la tecnología podría afectar a las empresas de forma muy distinta. Por ejemplo, algunos análisis empíricos (Greve, 2009) apoyan la hipótesis de que algunas empresas podrían ser muy lentas o incluso no llegar a adoptar la tecnología, por la dificultad para valorarla directamente y la ausencia de referencias indirectas sobre su valor. En esta misma línea, Fuentelsaz, Gómez y Palomas (2009) ofrecen evidencia de que las diferencias en la intensidad de adopción de la tecnología por parte de las empresas crecen con el tiempo. Por último, la literatura sobre difusión de tecnología tam-

***Una vez adoptada la tecnología, si ésta fuera suficientemente importante para la actividad de la empresa, su uso podría justificar la mayor rentabilidad de las empresas que la hubieran adoptado***

bién concluye que el hecho de que las empresas adopten o no la tecnología no sólo depende de la cantidad de información de que dispongan, sino que algunas características de las mismas (tamaño, capacidad de absorción...) determinan la probabilidad de adopción. Esto llevaría a pensar que la diversidad en la dotación de recursos y capacidades genera heterogeneidad en la adopción de la tecnología. Lo importante de todos estos argumentos es que, el hecho de que el proceso de difusión pueda ser heterogéneo, proporciona una explicación más a la existencia de diferencias de rentabilidad entre las empresas. Por tanto, bajo este supuesto, la comprensión del proceso de difusión de la tecnología permitiría, a su vez, entender la ventaja competitiva.

Nuestro objetivo en ese trabajo es doble. Por un lado, examinamos la heterogeneidad del proceso de difusión de diversas tecnologías en uso en la industria manufacturera española. A pesar del tiempo transcurrido, el proceso se ha desarrollado con lentitud y no puede darse por concluido. Por otro lado, pretendemos indagar en los factores que explican la propensión de las empresas a utilizar nuevas tecnologías de proceso y que justifican la heterogeneidad de la difusión. Para ello, utilizamos los datos proporcionados por la Encuesta sobre Estrategias Empresariales. En concreto, nos centramos en el análisis de varias tecnologías que son utilizadas en el proceso productivo: máquinas de control numérico, diseño asistido por ordenador, robótica, redes de área local y sistemas de fabricación flexible. El resto del trabajo se estructura como sigue. En la siguiente sección examinamos brevemente los argumentos que permiten explicar la aparición de diferencias entre las empresas en términos de la adopción de la tecnología. Dadas las limitaciones de espacio, nos centramos fundamentalmente en la descripción que ofrecen los modelos económicos, frente a otras aproximaciones más propias de la administración de empresas o la sociología.<sup>2</sup> Después, el trabajo describe la muestra utilizada, las variables disponibles y los resultados obtenidos. Finalmente, se discuten las implicaciones de nuestro análisis para la dirección de empresas.

## 2. ¿QUÉ FACTORES INFLUYEN EN LA PROPENSIÓN DE LAS EMPRESAS A ADOPTAR NUEVAS TECNOLOGÍAS?

Nuestro objetivo en este trabajo es relacionar los conocimientos que se poseen sobre el proceso de difusión de nuevas tecnologías con el concepto de ventaja competitiva. El argumento principal es que

### **PALABRAS CLAVE**

Adopción, difusión, tecnología, ventaja competitiva

### **KEY WORDS**

Adoption, diffusion, technology, competitive advantage

el proceso de difusión de tecnologías es suficientemente diverso como para pensar que puede generar diferencias en las dotaciones de recursos de las empresas y, a su vez, sobre su rentabilidad. Para ello, en esta sección se revisan brevemente los motivos por los que puede existir heterogeneidad en la propensión de las empresas a adoptar una determinada tecnología.

Una preocupación fundamental de la literatura de difusión es la explicación de los motivos por los que tecnologías superiores a las existentes no son adoptadas de forma inmediata por las empresas. La evidencia muestra como el proceso de difusión de la tecnología no sólo lleva tiempo, sino que en algunos casos puede ser extraordinariamente lento y no afectar a todas las empresas que forman parte de la población. Por ejemplo, Greve (2009) apunta que la difusión de barcos con doble casco para el transporte de mercancías como petróleo o productos químicos era aproximadamente de un tercio de la población de adoptantes potenciales en el año 2005, a pesar de que los barcos de este tipo ya se producían a finales de los años setenta y de las ventajas derivadas de su adopción temprana. De manera similar, Angst, Agarwal, Sambamurthy y Kelley (2010) señalan que la adopción de la tecnología necesaria para la digitalización de expedientes médicos por parte de los hospitales en Estados Unidos está, de forma sistemática, por debajo del 30% en todos los estudios realizados, a pesar de estar disponible desde hace más de 3 décadas desde un punto de vista comercial. La constatación de esta realidad ha provocado la preocupación de los investigadores por el estudio de la forma de este proceso a lo largo del tiempo y por los factores que influyen sobre la propensión de las empresas a la hora de adoptar tecnologías.

De acuerdo con Geroski (2000), el proceso de difusión de la tecnología puede ser explicado a partir de cuatro modelos de difusión: los modelos epidémicos, los denominados modelos probit, la ecología de las poblaciones y la existencia de cascadas de información.<sup>3</sup> En esta sección nos centramos fundamentalmente en los dos primeros, ya que nos ofrecen argumentos suficientes para poder entender la heterogeneidad del proceso de difusión de la tecnología.

Los modelos epidémicos han sido los tradicionalmente utilizados para explicar el patrón de difusión en forma de S, característico de estos procesos. El argumento básico que utilizan es que la adopción de la tecnología por parte de las empresas sólo puede producirse si se tiene información sobre la existencia de la misma. Por tanto, uno

de los primeros motivos por los que las empresas podrían tener un comportamiento diferente en términos de su utilización tiene que ver con las diferencias en el acceso a la información.

A pesar de que los canales a través de los que las empresas tienen conocimiento sobre las tecnologías disponibles son numerosos, algunos estudios han puesto de manifiesto que existen límites para la difusión de la tecnología. Por ejemplo, Greve (2009) muestra como la adopción de nuevos tipos de barcos está condicionada por la localización geográfica de la empresa y por su situación en términos de la red de contactos que mantiene con otras organizaciones. En concreto, sus resultados apuntan que la difusión de nuevos barcos se vió afectada por la proximidad geográfica con empresas que ya habían adoptado la innovación y por los contactos que se producen en las relaciones proveedor-comprador. Estos resultados son similares a los de Angst, Agarwal, Sambamurthy y Kelley (2010), en los que la proximidad social aparece como un importante determinante de la probabilidad de adopción. En otras palabras, las limitaciones en la difusión de la tecnología podrían estar condicionadas por los flujos de información entre empresas, a través de los que se intercambia información sobre la nueva tecnología. Las distintas posiciones de las empresas en los espacios geográfico y social podrían llegar a generar una ventaja competitiva (Greve, 2009), si se mantuvieran durante períodos suficientemente largos.

Sin embargo, para entender por completo los motivos por los que la tecnología no tiene una difusión rápida entre todas las empresas, es preciso acudir a la explicación que proporcionan los modelos probit (Geroski, 2000). Si los modelos epidémicos se centran en la transmisión de información como mecanismo principal, los modelos probit proponen que son las características de las empresas las que determinan la mayor o menor propensión a adoptar, principalmente a través de su influencia sobre las expectativas de rentabilidad y sobre la incertidumbre que rodea a la tecnología. Es decir, los modelos probit señalarían que la probabilidad de contagio varía en función de las características de las empresas. Aunque nuestro objetivo no es realizar una revisión completa de todos los factores que pueden influir en la inversión en una nueva tecnología, sí conviene destacar algunos de los propuestos con más frecuencia en la literatura y que constituyen la base del ejercicio empírico que se presenta más adelante.

Incluso si las empresas dispusieran de la misma información sobre la existencia de una determinada tecnología, éstas podrían diferir



en términos de su capacidad para comprenderla o aplicarla en el proceso productivo. Un concepto que explica estas diferencias es la capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1989). Así, ante la disponibilidad de información sobre una nueva tecnología, las empresas reaccionarían de manera diferente (incorporándola o no) debido a su diferente habilidad para obtener una valoración precisa del potencial de creación de valor o para explotarla dentro de las actividades productivas de la empresa.

Un aspecto relacionado con el anterior tiene que ver con la existencia de activos complementarios dentro de la empresa, entendidos como aquellos que son necesarios para explotar la tecnología.<sup>4</sup> Entre esos recursos destacan los intangibles, como las inversiones que tratan de incrementar la capacidad tecnológica de la empresa, las que se producen en publicidad, o aquellas cuyo objetivo es mejorar la formación de los trabajadores. Por ejemplo son varios los trabajos que muestran que la probabilidad de adopción de una tecnología es mayor para aquellas empresas en las que los trabajadores tienen una mayor cualificación. En este sentido, los intangibles complementarios no sólo permitirían la explotación de la tecnología, sino que, además, la dificultad para que otras empresas se hicieran con ellos provocaría que éstos actuaran como mecanismos protectores.

Finalmente, las empresas también difieren en su capacidad para financiar la tecnología (Canepa y Stoneman, 2005). En este caso, las diferencias surgen por la dificultad para acceder a fondos externos, lo que deja la disponibilidad interna como la opción más viable para poder financiar la compra de tecnología. Una parte de los motivos por los que una empresa puede tener dificultades para acceder a la financiación externa tiene, precisamente, que ver con algunos de los aspectos comentados al hilo de los dos tipos de modelos que se han descrito. Así, en algunos casos, es la propia incertidumbre sobre la rentabilidad de la tecnología la que hace que dicho acceso se complique. En otros casos, la realización de inversiones en tecnología necesitan ser acompañadas de inversiones en otro tipo de recursos que pueden ser específicos, lo que hace que su valor sea percibido como difícil de recuperar por quien provee los fondos.

En definitiva, tanto los modelos que se preocupan por estudiar los canales a través de los que se produce la difusión de información, como aquellos que se centran en el análisis de la capacidad de las empresas para comprender y aplicar la información, financiar la tec-



nología o apropiarse de la rentabilidad que proporciona, parecen sugerir que el proceso de difusión podría estar limitado en su extensión y ser heterogéneo. En el siguiente epígrafe, ofrecemos evidencia de dicha heterogeneidad y mostramos como algunas características de las empresas determinan, en la manera que se ha indicado, la propensión a adoptar. Variables tales como el sector de actividad, el tamaño, la participación de capital extranjero, la pertenencia a un grupo de sociedades, la intensidad en I+D y la capacidad de endeudamiento, entre otras, han sido consideradas como determinantes del proceso de adopción y son utilizadas en el análisis.

### 3. LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LA EMPRESA MANUFACTURERA ESPAÑOLA

#### 3.1. Muestra y análisis descriptivo

El contexto elegido para estudiar la difusión de la tecnología es el sector manufacturero español. Aunque existen algunos trabajos que han analizado la difusión de tecnologías en España, no hemos de perder de vista que, en general, la atención que se ha prestado a esta parte del proceso de innovación es menor que a las etapas de invención e innovación. La muestra utilizada en este caso se ha construido a partir de la información recogida en la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE), elaborada por la Fundación Empresa Pública. Esta investigación estadística encuesta anualmente y desde 1990 a unas dos mil empresas representativas del sector manufacturero español. La Encuesta incluye, cada cuatro años, un bloque de cuestiones relacionadas con la adopción de nuevas tecnologías en el proceso productivo, que son las que utilizamos en el análisis. En concreto, en ella se plantean preguntas sobre si la empresa hace uso de máquinas de control numérico (CNC), robótica (ROB), diseño asistido por ordenador (CAD), redes de área local (LAN) y sistemas de fabricación flexible (SFF).

El **Cuadro 1** ofrece una primera aproximación a la adopción de estas tecnologías en el periodo 1991-2006, mostrando el porcentaje de empresas adoptantes. Una primera observación es que la proporción de empresas que han adoptado es creciente para todas las tecnologías. Es más, el crecimiento en dicho porcentaje parece reducirse a lo largo del tiempo, lo que indicaría la existencia de un “punto de saturación” en la adopción. En segundo lugar, conviene destacar que para el año 2006 y, a pesar del tiempo transcurrido desde su aparición, ninguna de las tecnologías había sido adoptada por el 50% de



las empresas que constituían la muestra. Este hecho da idea de la lentitud del proceso de difusión a la que se ha hecho referencia más arriba y de la existencia de diferencias entre las empresas en el uso de la tecnología. Como se puede observar, dichas diferencias dependen de la tecnología considerada. Así, la máquina de control numérico es la tecnología más adoptada a lo largo de todo el período (49% de las empresas en 2006), mientras que los sistemas de fabricación flexible (26%), que implican la combinación de máquinas de control numérico y/o diseño asistido por ordenador y/o robótica mediante un ordenador central, es la que muestra una menor tasa de adopción. En posiciones intermedias se situarían el uso del diseño asistido por ordenador (39%), la robótica (29%) y las redes de área local (27%).

**Cuadro 1. Evolución en la adopción de tecnologías de proceso en el sector industrial español (% de adoptantes)**

	1991	1994	1998	2002	2006
Máquinas de control numérico (CNC)	31%	35%	44%	49%	49%
Robótica (ROB)	18%	18%	25%	28%	29%
Diseño asistido por ordenador (CAD)	23%	27%	35%	38%	39%
Redes sociales (LAN)	n.d.	n.d.	n.d.	23%	27%
Sistemas de fabricación flexible (SFF)	25%	21%	25%	24%	26%

n.d.: dato no disponible.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales.

Es preciso tener en cuenta que las diferencias en la propensión a utilizar una determinada tecnología podrían depender de la actividad desarrollada por la empresa. El **Cuadro 2** muestra el porcentaje de empresas que utilizaban cada tecnología por sector de actividad en el año 2006, con el ánimo de examinar si las conclusiones varían de forma importante. El cuadro distingue también entre aquellas industrias que presentan un nivel de intensidad tecnológica alto, medio y bajo, con el objetivo de observar si las diferencias en la propensión a adoptar dependen del mismo. Esta clasificación se realiza partiendo de la proporcionada por la ESEE y teniendo en cuenta los trabajos metodológicos realizados por la OCDE en esta materia. Es interesante observar como los sectores denominados “Maquinaria y material eléctrico”, “Vehículos de motor” y “Otro material de transpor-

te”, todos ellos sectores de alta intensidad, son los que muestran un comportamiento más activo en cuanto a la decisión de uso de nuevas tecnologías se refiere. En el extremo opuesto se encontrarían los denominados “Cuero y calzado”, “Textil y vestido”, e “Industria cárnica”, todos ellos integrantes de la agrupación de baja intensidad tecnológica. En todo caso y, aunque los datos muestran con claridad que el uso de la tecnología depende del sector de actividad en el que la empresa se enmarca, los porcentajes ponen de nuevo de manifiesto la heterogeneidad con la que se ha desarrollado el proceso de difusión.

**Cuadro 2. La adopción de nuevas tecnologías por sector de actividad (año 2006)**

	CLASIFICACIÓN OCDE INTENSIDAD TECNOLÓGICA	CNC	ROB	CAD	LAN	SFF
Industria cárnica	Baja	44%	19%	6%	26%	17%
Productos alimenticios y tabaco	Baja	41%	29%	10%	27%	21%
Bebidas	Baja	37%	32%	12%	24%	29%
Textil y vestido	Baja	38%	21%	42%	19%	24%
Cuero y calzado	Baja	30%	9%	15%	15%	6%
Industria de la madera	Baja	51%	24%	20%	13%	11%
Industria del papel	Baja	47%	38%	41%	35%	33%
Edición y artes gráficas	Baja	40%	12%	36%	30%	23%
Industria del mueble	Baja	59%	15%	40%	17%	20%
Productos minerales no metálicos	Media	46%	35%	27%	22%	24%
Productos metálicos	Media	56%	28%	45%	24%	25%
Otras industrias manufactureras	Media	36%	8%	26%	13%	18%
Productos de caucho y plástico	Media	50%	40%	43%	29%	28%
Metales férreos y no férreos	Media	62%	38%	53%	38%	38%
Vehículos de motor	Alta	70%	64%	72%	41%	44%
Maquinas agrícolas e industriales	Alta	59%	30%	77%	33%	36%
Máquinas de oficina, proceso de datos, etc.	Alta	43%	36%	55%	29%	29%
Maquinaria y material eléctrico	Alta	56%	38%	59%	43%	36%
Otro material de transporte	Alta	65%	38%	77%	47%	38%
Productos químicos	Alta	35%	17%	19%	31%	27%
Total		49%	29%	39%	27%	26%

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales.

### 3.2. ¿Qué determina la adopción de tecnologías en la empresa española?

Una vez que se han puesto de manifiesto la lentitud y heterogeneidad del proceso de difusión de la tecnología, a continuación se analizan sus determinantes. Con este objetivo, y partiendo de la información contenida en la ESEE, se ha construido una muestra formada por 6.716 empresas industriales españolas y referida a los años 1994 a 2006.<sup>5</sup> Como se ha comentado, el análisis se centra fundamentalmente en las consecuencias que tienen las características de las empresas en los incentivos a adoptar. De acuerdo con la literatura sobre difusión de innovaciones, las variables consideradas son el tamaño de la empresa, la disponibilidad de recursos financieros, la capacidad de absorción, el grado de internacionalización de las actividades de la empresa, la pertenencia a un grupo de sociedades y la participación de capital extranjero. Como hemos visto, el sector de actividad también es un condicionante de la probabilidad de adopción, por lo que también es incluido, junto con variables ficticias anuales<sup>6</sup> que tratan de recoger, entre otros, los efectos epidémicos a los que hacen referencia Karshenas y Stoneman (1993). El **Cuadro A.1**, en el Apéndice, ofrece un mayor detalle sobre las variables consideradas y su medición.<sup>7</sup>

Dada la naturaleza de nuestra variable dependiente y la estructura de panel de los datos, se ha procedido a estimar un modelo probit con efectos aleatorios para cada una de las tecnologías consideradas. Los resultados de las estimaciones se recogen en el **Cuadro 3**.<sup>8</sup> A fin de predecir las consecuencias de los cambios en las variables dependientes y, por tanto, la contribución de cada uno de los factores determinantes sobre la probabilidad de adopción, junto a los coeficientes de cada una de las variables aparecen los efectos marginales medios (Bartus, 2005).<sup>9</sup>

Una primera observación de los resultados nos permite extraer dos conclusiones. En primer lugar, las diferencias en las características de las empresas permiten explicar la probabilidad de adopción de la tecnología. En otras palabras, tal y como señalábamos en la introducción, la diversidad empresarial permite explicar porqué el proceso de difusión de la tecnología es heterogéneo. En segundo lugar, no todas las variables consideradas tienen la misma relación con la decisión de adoptar las tecnologías analizadas, ni lo hacen con la misma intensidad.

Si analizamos con detalle los resultados presentados en el **Cuadro 3** podemos observar cuál es la relación entre las variables y la probabi-

**Cuadro 3. Resultados de la estimación del modelo probit con efectos aleatorios (coeficientes y efectos marginales medios)**

	CNN		ROB		CAD		SFF		LAN	
	COEF. ESTIMADO	EFEECTO MARGINAL	COEF. ESTIMADO	EFEECTO MARGINAL	COEF. ESTIMADO	EFEECTO MARGINAL	COEF. ESTIMADO	EFEECTO MARGINAL	COEF. ESTIMADO	EFEECTO MARGINAL
Tamaño	0,296*** (4,61)	0,098***	0,506*** (7,48)	0,095***	0,310*** (4,56)	0,071***	0,515*** (8,92)	0,119***	0,282*** (4,29)	0,065***
Disponibilidad de recursos financieros	-0,016 (-0,14)	-0,005	-0,456*** (-3,47)	-0,086***	-0,096 (-0,71)	-0,022	-0,375*** (-3,49)	-0,086***	-0,083 (-0,57)	-0,019
Capacidad de absorción	2,338* (1,67)	0,778*	3,953*** (2,69)	0,745***	10,523*** (6,35)	2,418***	5,173*** (4,29)	1,192***	6,870*** (3,99)	1,592***
Grado de internacionalización	0,649*** (5,45)	0,216***	0,879*** (6,83)	0,166***	0,712*** (5,10)	0,164***	0,376*** (3,59)	0,086***	0,796*** (5,72)	0,184***
Pertenencia a grupo de sociedades	0,278*** (4,12)	0,095***	0,576*** (7,82)	0,121***	0,317*** (4,00)	0,076***	0,446*** (7,25)	0,111***	0,619*** (7,49)	0,160***
Participación de capital extranjero	0,060 (0,72)	0,020	0,275*** (3,11)	0,056***	0,033 (0,34)	0,008	-0,028 (-0,38)	-0,006	0,173* (1,80)	0,042*
1998	0,316*** (5,33)	0,105***	0,389*** (5,39)	0,078***	0,404*** (5,74)	0,095***	0,170*** (2,81)	0,041***	--	--
2002	0,371*** (7,70)	0,159***	0,479*** (6,62)	0,098***	0,486*** (6,76)	0,115***	0,071 (1,14)	0,017	--	--
2006	0,483*** (7,96)	0,162***	0,629*** (8,64)	0,129***	0,595*** (8,23)	0,141***	0,205*** (3,41)	0,049***	0,261*** (4,38)	0,060***
Sector	Sí		Sí		Sí		Sí		Sí	
Constante	-1,136*** (-5,88)	--	-2,264*** (-9,42)	--	-3,567*** (-10,05)	--	-1,740*** (-8,90)	--	-1,674*** (-6,86)	--
Ratio de verosimilitud	391,79***		512,84***		568,73***		530,21***		237,65***	
Ratio de verosimilitud Rho=0	592,56***		479,48***		664,41***		227,00***		56,13***	
Nº de observaciones	6.716								3.498	

\*\*\*, \*\*, \*: Variable estadísticamente significativa al 1%, 5% o 10%, respectivamente. t-ratios entre paréntesis.

alidad de adopción. Así, el tamaño de la empresa está positivamente relacionado con la probabilidad de adopción, aunque esta relación varía en función de la tecnología considerada. En este sentido, el efecto marginal medio varía entre 0,065 en el caso de las LAN hasta un 0,119 en los sistemas de fabricación flexible, respectivamente. Esta relación positiva suele ser justificada por el hecho de que las empresas más grandes tienen mayores necesidades de sustitución de tecnologías antiguas por otras nuevas (Astebro, 2002), aunque el tamaño es habitualmente relacionado con otros muchos factores



que, generalmente, favorecen la adopción temprana de la tecnología (Geroski, 2000; Astebro, 2002).

Una segunda variable que habitualmente tiene una relación positiva con la probabilidad de adopción es la disponibilidad interna de recursos financieros (Canepa y Stoneman 2005). Los argumentos que explicarían esta relación consideran tres factores: el alto nivel de incertidumbre sobre los resultados derivados de la adopción de la tecnología, la existencia de asimetrías de información entre quienes prestan los recursos financieros para adquirir la tecnología y los usuarios de la misma y, por último, la necesidad de realizar inversiones en activos complementarios y/o específicos que tienen poco valor en usos alternativos. Todos estos factores limitarían la facilidad con la que la empresa es capaz de acceder a financiación externa. Sin embargo, el análisis muestra como el ratio de endeudamiento (variable utilizada para medir la disponibilidad interna de fondos) únicamente es significativo para la robótica y los sistemas flexibles de fabricación (siendo el efecto marginal medio igual a -0,086 en ambos casos).<sup>10</sup>

Como se ha comentado, la capacidad de absorción de la empresa es una de las variables que más frecuentemente se usa a la hora de entender el motivo por el que una empresa adopta una tecnología antes que otra. Se argumenta que aquellas empresas con mayor habilidad para identificar, asimilar y explotar el conocimiento proveniente de fuentes externas (Cohen y Levinthal, 1989) tienen una mayor propensión a adoptar nuevas tecnologías. En el caso de las empresas industriales españolas esta variable presenta una clara relación con la utilización de todas las tecnologías. En esta ocasión el efecto marginal medio varía entre 0,745 (robótica) y 2,418 (CAD).

Por otro lado, existe cierto consenso respecto a la existencia de una relación directa entre la actividad internacional de la empresa y la adopción de nuevas tecnologías. Una justificación de esta relación descansa en la idea de que los mercados internacionales son más competitivos que los mercados locales, por lo que las empresas con actividades internacionales tienen más incentivos a innovar (Lal, 2002). Los resultados muestran la existencia de una relación estadísticamente significativa en la adopción de todas las tecnologías analizadas (el efecto marginal varía entre 0,086 en SFF y 0,216 en CNN).

Finalmente, algunos trabajos han introducido la estructura de propiedad como factor determinante de la decisión de adopción. En nuestro

caso, este efecto ha sido considerado a través de la introducción de dos variables: la pertenencia a un grupo de sociedades y la participación de capital extranjero. Respecto a la primera, Karshenas y Stoneman (1993) argumentan que su efecto es ambiguo. Por un lado, las empresas independientes pueden estar mejor posicionadas con relación a la velocidad de implantación, una vez que la decisión de adopción se ha tomado. Por otro lado, las empresas que forman parte de una corporación dispondrán de más información y asumirán menos riesgo cuando adopten una nueva tecnología. En relación a la participación de capital extranjero se ha considerado que las empresas participadas tienen mayor accesibilidad a las tecnologías disponibles en otros países (Gómez y Vargas, 2009), lo que incrementaría su probabilidad de adopción. En nuestro caso, existe una relación positiva entre la adopción de nuevas tecnologías y la pertenencia a un grupo de sociedades. Dicha relación es, además, significativa para todas las tecnologías consideradas (el rango de variación del efecto marginal medio está entre 0,076 para el CAD y 0,160 de las LAN). Sin embargo, los resultados obtenidos sólo muestran relación entre la decisión de adopción y la participación de capital extranjero en el caso de la robótica y en el de las LAN.<sup>11</sup>

Para terminar con el comentario del **Cuadro 3**, es preciso destacar que, en algunos casos, las tecnologías no presentan la misma relación con todos los factores considerados. Así, por ejemplo, la disponibilidad de recursos financieros no es significativa cuando estudiamos las máquinas de control numérico. La explicación a este comportamiento podría estar en las diferencias en la naturaleza de las tecnologías consideradas. Así, el CAD podría considerarse una tecnología relacionada con el diseño, las máquinas de control numérico, la robótica y los sistemas de fabricación flexibles serían tecnologías relacionadas estrechamente con el proceso productivo, mientras que las redes de área local lo estarían con el control y la transferencia de información (Swamidass y Kotha, 1998). Las diferencias entre ellas podrían extenderse a variables como el coste de su adquisición e implementación, su complejidad o, incluso, la existencia de aprendizaje previo por la adopción de otras tecnologías por parte de la empresa.

#### 4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La gran mayoría de trabajos que estudian el cambio técnico se han preocupado por los aspectos relacionados con las actividades de investigación y desarrollo, prestando menos atención al proceso de



difusión de la tecnología. Sin embargo, los efectos socioeconómicos de las innovaciones tienen lugar, principalmente, cuando éstas son adoptadas por los usuarios.

Gran parte de la literatura dedicada al estudio de la difusión tiende a argumentar que las tecnologías libremente disponibles en el mercado no están en disposición de conferirle a la empresa una ventaja competitiva disponible, dado que no se trata de recursos escasos y pueden ser incorporados al proceso productivo de forma inmediata y homogénea. Frente a este planteamiento, que podría estar basado en una concepción demasiado simplista del proceso de difusión, el análisis realizado en este trabajo nos permite extraer dos conclusiones fundamentales. En primer lugar, hemos mostrado que el proceso de adopción de nuevas tecnologías no se ha desarrollado de forma inmediata ni afecta por igual a todas las empresas. En segundo lugar, hemos podido observar que determinadas características de las empresas están positivamente relacionadas con la probabilidad de adopción de la tecnología. En concreto, el tamaño, la capacidad de absorción, la actividad exportadora y el hecho de que la empresa forme parte de un grupo son factores que parecen explicar, al menos en parte, el proceso de adopción.

Estos resultados sugieren que las empresas deberían prestar gran atención a la tecnología, puesto que su amplia disponibilidad en el mercado no significa que ésta vaya a ser adoptada de forma inmediata por todas las empresas. Lo que es más, los estudios apuntan que las empresas podrían mejorar su posición en relación a la tecnología a través de varias vías. Una de ellas consistiría en la mejora en la adquisición de información sobre la tecnología, a través de sus contactos con otras empresas que operan en sus mismas regiones o en las relaciones comerciales que pueden surgir con proveedores o compradores. Puesto que las características de las empresas potencialmente adoptantes también generan diferencias en la propensión a la adopción de la tecnología, una segunda vía sería invirtiendo en aquellos activos que la facilitan. Por ejemplo, las actividades de investigación y desarrollo no sólo producen innovaciones de producto y proceso, sino que facilitan la comprensión de la información que la empresa recibe sobre las posibles aplicaciones de la tecnología para fines comerciales. En todo caso, si bien los resultados que se presentan en este trabajo no implican que el uso de nuevas tecnologías esté necesariamente relacionado con una mejora de la rentabilidad o con la obtención de ventaja competitiva, éstos sí que muestran que no se





producen las condiciones necesarias para llegar a una situación de paridad competitiva, al menos en lo que respecta a la tecnología. Es decir, del análisis que se ha realizado no podemos inferir una traducción inmediata de dichas acciones en una creación de valor superior. Para terminar, señalar que el trabajo no está exento de limitaciones. El hecho de que no dispongamos de la fecha de adopción de la tecnología hace que los resultados no sean sino una caracterización de la empresa con más probabilidad de haber adoptado una tecnología a lo largo del tiempo. Por otra parte, los resultados están también condicionados por el horizonte temporal en el que los datos están disponibles. De hecho, el propio avance del proceso de difusión de la tecnología debería suponer que, en un análisis como el realizado, las características de la empresa adoptante variaran en el tiempo, conforme nuevas empresas fueran incorporando la tecnología.

## APÉNDICE A. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS

Cuadro A.1. **Variables usadas en el estudio y definición**

VARIABLE	MEDICIÓN
Adopción de CNC, CAD, ROB, SFF, LAN	Variable dicotómica que adopta el valor 1 si la empresa ha adoptado la tecnología considerada.
Sector de actividad	Variable dicotómica representativa de la actividad principal de la empresa según una agregación a 20 sectores manufactureros.
Tamaño de la empresa	Número de empleados de la empresa (miles).
Disponibilidad de recursos financieros	Ratio de endeudamiento (deudas / activo total).
Capacidad de absorción	Intensidad en I+D (gasto en I+D / ventas).
Grado de internacionalización	Propensión a la exportación (valor de la exportación / ventas).
Pertenencia a un grupo de sociedades	Variable dicotómica que adopta el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo de sociedades.
Participación de capital extranjero	Variable dicotómica que adopta el valor 1 si la empresa se encuentra participada en más de un 50% por una empresa localizada en el extranjero.

---

## BIBLIOGRAFÍA:

- Angst, CM.; Agarwal, R.; Sambamurthy, V.; Kelley, K. (2010) "Social contagion and information technology diffusion: the adoption of electronic medical records in U.S. hospitals", *Management Science*, Vol. 56, núm. 8, p. 1219-1241.
- Astebro, T. (2002) "Noncapital investment costs and the adoption of CAD and CNC in US metalworking industries", *Rand Journal of Economics*, Vol. 33, núm. 4, p. 672-688.
- Bartus, T. (2005) "Estimation of marginal effects using margfeff", *The Stata Journal*, Vol. 5, núm. 3, p. 309-329.
- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. (1995) "Information technology as a factor of production: the role of differences among firms", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3, núm. 4, p. 183-200.
- Canepa, A.; Stoneman, P. (2005) "Financing constraints in the inter firm diffusion of new process technologies", *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 30, núm. 1/2, p. 159-169.
- Clemons, E.K.; Kimbrough, S.O. (1986) "Information systems, telecommunications, and their effects on industrial organization", *Proceedings of the 7th International Conference On Information Systems*, San Diego.
- Cohen, WM.; Levinthal, D.A. (1989) "Innovation and learning: the two faces of R&D", *The Economic Journal*, Vol. 99, núm. 397, p. 569-596.
- Davies, S. (1979) *The diffusion of process innovations*. Cambridge University Press.
- Fuentelsaz, L.; Gómez, J.; Palomas, S. (2009) "The effects of new technologies on productivity: an intrafirm diffusion-based assessment", *Research Policy*, Vol. 38, núm. 7, p. 1172-1180.
- Fuentelsaz, L.; Maicas, J.P.; Polo, Y. (2005) "Hacia una gestión eficiente de las tecnologías de la información y las comunicaciones", *Universia Business Review*, núm. 6, p. 40-53.
- Geroski, P.A. (2000) "Models of technology diffusion", *Research Policy*, Vol. 29, núm. 4-5, p. 603-625.
- Gómez, J.; Vargas, P. (2009) "The effect of financial constraints, absorptive capacity and complementarities on the adoption of multiple process technologies", *Research Policy*, Vol. 38, núm. 1, p. 106-119.
- Greve, H. (2009) "Bigger and safer: the diffusion of competitive advantage", *Strategic Management Journal*, Vol. 30, núm. 1, p. 1-23.
- Hernández-Ortega, B.; Serrano-Cinca, C. (2009) "¿Qué induce a las empresas a adoptar facturación electrónica? Efecto de las percepciones y del entorno competitivo", *Universia Business Review*, núm. 24, p. 96-121.
- Karshenas, M.; Stoneman, P. (1993) "Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model", *Rand Journal of Economics*, Vol. 24, núm. 4, p. 503-528.
- Koellinger, P. (2008) "The relationship between technology, innovation, and firm performance – Empirical evidence from e-business in Europe", *Research Policy*, Vol. 37, núm. 8, p. 1347-1328.
- Lal, K. (2002) "E-business and manufacturing sector: a study of small and medium-sized enterprises in India", *Research Policy*, Vol. 31, p. 1199-1211.
- López-Sánchez, J.I. (2004) "¿Pueden las tecnologías de la información mejorar la productividad?", *Universia Business Review*, núm. 1, 82-95.
- Swamidass, P.M.; Kotha, S. (1998) "Explaining manufacturing technology use, firm size and performance using multidimensional view of technology", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, p. 23-37.
- Teece, D. (1986) "Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy", *Research Policy*, Vol. 15, p. 285-305.

## NOTAS

\* Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación y FEDER (proyectos ECO2008-04129 y ECO2011-22947), la Diputación General de Aragón (S09/PM062) y la Universidad de La Rioja (API09/18). Agradecemos los comentarios de Sergio Palomas, Marta Ortiz de Urbina y dos evaluadores anónimos a versiones previas del trabajo.

1. Autora de contacto. Departamento de Economía y Empresa; Universidad de La Rioja; Edificio Quintiliano; Cigüeña, 60; 26004 Logroño; España.
2. La literatura ha adoptado distintas perspectivas para estudiar la difusión de tecnologías. Así, es frecuente la utilización del Modelo de Aceptación Tecnológica, la Teoría de Difusión de Innovaciones o la Teoría del Comportamiento Planificado, entre otras, en los que aspectos como las características del individuo, la facilidad de uso de la tecnología o la utilidad percibida por su utilización condicionan la probabilidad de adopción. Un ejemplo reciente de su aplicación puede verse en Hernández-Ortega y Serrano-Cinca (2009).
3. Existen otras clasificaciones de los factores que explican la difusión de una determinada tecnología. Así, por ejemplo, (Karshenas y Stoneman, 1993) distinguen entre modelos *stock*, *order* y *rank*. El primero de los factores (*stock*) considera que el beneficio derivado de la adopción de una tecnología disminuye a medida que el número de usuarios aumenta. Un segundo efecto (*order*) es el que señala que la posición de la empresa en el orden de adopción determinará los beneficios derivados de la utilización de la tecnología. De este modo, aquellas empresas que ocupan una posición más adelantada en el orden de adopción obtendrán mejores resultados que las empresas más tardías. Por último, los modelos *rank* (que podríamos equiparar con los probit, Davies, 1979), que constituyen la base principal de este trabajo, consideran la existencia de heterogeneidad entre las empresas para explicar el proceso de difusión.
4. En este sentido, la tecnología puede ser entendida como un elemento facilitador del proceso de innovación (Koellinger, 2008), para cuya explotación es necesario que la empresa disponga de una serie de recursos complementarios (Teece, 1986).
5. La única excepción la constituyen las redes de área local (LAN), para las que la información sólo está disponible en los dos últimos períodos. Esto hace que sólo estén disponibles 3.498 observaciones para esta tecnología.
6. Se ha realizado sobre las variables el análisis descriptivo habitual en estos casos. Los resultados están a disposición de los lectores.
7. Como señalan ambos evaluadores, la capacidad de absorción es un concepto multidimensional que puede ser medido a partir de distintas variables. En este caso, hemos optado por utilizar el ratio "inversiones en investigación y desarrollo/ventas". Esta decisión queda justificada tanto por la propuesta inicial de Cohen y Levinthal (1989), como por algunos trabajos posteriores en los que este ratio ha sido utilizado.
8. Ni las correlaciones, ni los factores de inflación de la varianza hacen sospechar que las estimaciones puedan tener problemas de multicolinealidad. El valor máximo del VIF para las estimaciones de las LAN es 4,22 y el valor medio 2,29. Para el resto de tecnologías el valor máximo del VIF es 4,23 y el valor medio 2,26.
9. Es importante aclarar que el tipo de información de que disponemos sólo nos permite detectar asociaciones entre variables y no causalidad.
10. No obstante, el hecho de no disponer de una variable más adecuada para validar la relación entre disponibilidad de recursos financieros y el uso de la tecnología debería hacernos tomar este resultado con cautela. Además, es previsible que existan diferencias entre tecnologías en esta variable, en función del coste que suponga su adquisición.
11. Una explicación al hecho de que esta variable no sea significativa para algunas tecnologías es que no podemos identificar el origen del capital extranjero. Así, de acuerdo con la literatura, esperaríamos que la relación fuera importante en aquellos casos en los que las inversiones procedan de países desarrollados.

