

# INTERDEPENDENCIA ESTRATÉGICA EN EL PROCESO DE DIFUSIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DENTRO DE LA EMPRESA<sup>(\*)</sup>

**LUCIO FUENTECSAZ**

**SERGIO PALOMAS**

Universidad de Zaragoza

**JAIME GÓMEZ**

Universidad de La Rioja

La literatura sobre difusión tecnológica generalmente considera la adopción como un cambio puntual e instantáneo en las actividades productivas de la empresa. Sin embargo, la evidencia empírica sugiere que muchas tecnologías son divisibles, por lo que su incorporación a la actividad productiva tiene lugar de forma progresiva y dilatada en el tiempo

(Battisti y Stoneman, 2003). Este proceso de difusión interna es lo que en el ámbito académico se conoce como difusión intraempresa.

La difusión intraempresa es el proceso a través del cual una nueva tecnología se incorpora progresivamente a las actividades productivas de la empresa adoptante mediante la incorporación de unidades adicionales de la tecnología (Battisti y Stoneman, 2003; Mansfield, 1963). Esto es relevante porque el hecho de que una empresa adquiera la primera unidad de una determinada tecnología no asegura que ésta se utilice plenamente por parte de la entidad adoptante. La incorporación real al proceso productivo puede dilatarse en el tiempo indefinidamente (Fichman y Kemerer, 1997). Por ello, es la difusión intraempresa lo que refleja la implantación real de la tecnología.

Los mecanismos que explican la adopción inicial (difusión interempresa) son diferentes de los que determinan la posterior difusión intraempresa. Una de las principales conclusiones que se derivan de la literatura sobre difusión tecnológica es que el momento de adopción inicial está condicionado por el comportamiento

de las demás empresas del sector (Griliches, 1957; Karshenas y Stoneman, 1993; Rogers, 1983). La investigación más reciente en Dirección Estratégica y Organización de Empresas parece haberse decantado por los denominados modelos epidémicos, basados en el aprendizaje por la observación y la imitación (e.g. Greve, 2009; Terlaak y Gong, 2008). En este tipo de modelos las empresas deciden si adoptar o no imitando las decisiones tomadas por otros competidores debido a la incertidumbre acerca del valor real de una nueva tecnología. Sin embargo, en el caso de la difusión intraempresa, los fundamentos microeconómicos de los modelos epidémicos son débiles.

La difusión intraempresa es un proceso que se extiende largo tiempo después de la adopción inicial y, por lo tanto, las empresas tienen margen suficiente para aprender el valor y el funcionamiento de la tecnología a partir de su propia experiencia. Por ello, las decisiones que se toman una vez que ya se han incorporado las primeras unidades al proceso productivo tienden a basarse más en la experiencia directa que en la imitación del comportamiento de otros rivales (Terlaak y Gong, 2008), lo que deja poco espacio para efectos epidémicos. En vez de es-

to, la difusión intraempresa se ha descrito como un proceso de equilibrio basado en criterios de maximización de resultados (Battisti y Stoneman, 2005; Stoneman, 1981). En cada periodo, las empresas deciden acerca de la cantidad de tecnología que incorporan a su proceso productivo comparando el beneficio esperado de la misma con el coste que se deriva de su implantación, de manera que se produce una acumulación de tecnología hasta el punto en que la adquisición de una unidad adicional ya no resulte rentable. El nivel de difusión definitivo que elige la empresa (i.e., el equilibrio a largo plazo) sólo se alcanza después de varios periodos.

En consecuencia, en este artículo proponemos una explicación del proceso de difusión intraempresa que parte del argumento de que la interdependencia no se basa en la reducción de la incertidumbre mediante la imitación, sino en el efecto que la interacción competitiva tiene en las expectativas de la empresa sobre las ganancias potenciales de la tecnología. Para contrastar el modelo propuesto estudiamos la difusión del cajero automático entre las cajas de ahorros españolas en el periodo comprendido entre 1986 y 2004.

## TEORÍA E HIPÓTESIS

### La interacción competitiva en el proceso de difusión intraempresa

El punto de partida para entender el motivo por el que las empresas difunden una tecnología de forma más rápida está en el impacto de esta última sobre la rentabilidad y la ventaja competitiva. En este contexto, una empresa disfruta de ventajas competitivas cuando opera a un coste agregado menor que el de sus rivales o cuando genera mayor valor para el consumidor, siendo su rentabilidad proporcional a estas ventajas (Porter, 1991). Esto implica que la rentabilidad de la empresa depende de su posición en relación a los competidores. Cuanto más elevadas sean las capacidades productivas de éstos, más débil (en términos relativos) será la posición competitiva de la empresa focal, y menor la rentabilidad potencialmente alcanzable. Por lo tanto, rivales con elevadas capacidades productivas son percibidos como una amenaza, lo que genera presión competitiva para mejorar la efectividad operativa en la empresa focal (Leibenstein, 1976; Mookherjee y Ray, 1991).

Este razonamiento se puede trasladar al caso de la difusión intraempresa de nuevas tecnologías. La literatura ha comprobado que cuanto mayor es la intensidad con la que un competidor difunde internamente la tecnología mayor es, *ceteris paribus*, la eficacia o eficiencia de las actividades que se ven influidas positivamente por el uso de la misma (Fuentelsaz, Gómez y Palomas, 2009). En consecuencia, el nivel de difusión intraempresa de los rivales determina la magnitud de la amenaza de sufrir una desventaja competitiva.

Es cierto que las mejoras operativas necesarias para recuperar la paridad pueden obtenerse a través de diferentes mecanismos (e.g., adquisición de nuevas tecnologías, formación de empleados, racionalización de procesos). Sin embargo, en situaciones de amenaza la empresa prioriza respuestas rápidas que impliquen menor esfuerzo de búsqueda de información. Por ello, las medidas a desarrollar tienden a ser incrementales respecto al conjunto de rutinas y actividades que ya se encuentran en marcha (Levinthal y March, 1993), aumentando el compromiso con líneas de acción ya establecidas (Staw, 1981). La compra de unidades adicionales de una tecnología productiva es una opción de carácter interno para la organización, que está basada en líneas de acción ya abiertas y que no requiere de grandes esfuerzos de búsqueda de información. En este contexto, acelerar el proceso de difusión intraempresa es una opción adecuada para mejorar la eficiencia operativa ante la presión competitiva generada por la difusión de la tecnología entre los competidores.

**Hipótesis 1:** *Cuanto mayor sea la intensidad con la que los competidores difunden internamente la tecnología, mayor será la tasa de difusión intraempresa de la empresa focal (efecto presión competitiva).*

Además de la presión competitiva que los rivales ejercen al incrementar la intensidad con la que adoptan la tecnología, la difusión de ésta entre las empresas de una industria genera un segundo efecto. Los modelos convencionales consideran que el valor de una tecnología decrece a medida que el número de adoptantes aumenta (1) (Karshenas y Stoneman, 1993; Reinganum, 1981). Esto es lo que se ha llamado efecto *stock*. Los primeros adoptantes se encuentran con mercados de factores y de productos finales poco explotados, por lo que les resulta relativamente fácil apropiarse del valor económico generado por la nueva tecnología (Schumpeter, 1934; Teece, 1986). Sin embargo, a medida que avanza el proceso de difusión, la tecnología es cada vez más abundante en la industria. Los activos complementarios necesarios para su explotación resultan relativamente más escasos, y las mejoras en el producto final están disponibles con mayor facilidad para los clientes.

La mayor competencia en los mercados de recursos complementarios y de productos finales obliga a trasladar parte de las rentas económicas de la tecnología a los proveedores de recursos (e.g. mayores precios) y a los clientes (e.g. mejor relación entre calidad y precio). Esto reduce la rentabilidad que la empresa puede obtener de unidades adicionales de la tecnología. El incentivo para acelerar o decelerar el proceso de difusión interna está directamente relacionado con el beneficio esperado de ésta (Battisti y Stoneman, 2005). Por lo tanto, el efecto de la interacción competitiva en los mercados de factores y de productos finales que se produce por la difusión de la tecnología en el conjunto de la industria tendrá un efecto directo y negativo en los incentivos para adquirir unidades adicionales, reduciendo las tasas de difusión intraempresa.

**Hipótesis 2:** *Cuanto mayor sea la intensidad con la que la tecnología se difunde en la industria, menor será la tasa de difusión intraempresa de la empresa focal (efecto stock).*

Conviene destacar aquí que aunque ambos efectos son resultado de la difusión de la tecnología dentro de la empresa, dependen de diferentes niveles de ésta. El efecto presión competitiva es el resultado de la difusión intraempresa entre los rivales directos, ya que estos determinan el punto de referencia. En otras palabras, este efecto depende de la difusión a nivel de empresa que tiene lugar entre los competidores (e.g. unidades de tecnología por unidad de actividad). El efecto stock se produce como resultado de la escasez creciente en el mercado de factores y la abundancia en el mercado de productos finales que induce la difusión de la tecnología. En consecuencia, este segundo efecto depende de la difusión a nivel de la industria, independientemente de la identidad de las empresas que despliegan la tecnología (e.g., unidades de tecnología por unidad de tamaño del mercado).

### Efectos moderadores de la interacción competitiva

Los efectos identificados en las hipótesis anteriores se basan en mecanismos competitivos que generan presión y que reducen el valor esperado de cada unidad de tecnología. En esta sección analizamos algunos efectos que moderan esta relación. En primer lugar, discutimos la influencia que la estructura de mercado puede tener sobre los dos efectos principales. Después proponemos que la importancia que la tecnología haya adquirido en la estrategia competitiva de la empresa modera el efecto de la presión competitiva.

La estructura de mercado es un factor que tradicionalmente ha recibido gran atención por su papel moderador de la conducta competitiva de las organizaciones. En concreto, el argumento fundamental es que para las empresas es más fácil establecer mecanismos que limiten la competencia cuando el mercado está concentrado (Scherer y Ross, 1990). Por un lado, los flujos de comunicación son más eficientes, lo que facilita la adherencia a los intereses colectivos. Por otro, la visibilidad de las acciones de cada empresa es mayor cuando el mercado está compuesto por un menor número de empresas, lo que facilita la detección y reacción ante desviaciones respecto al comportamiento colusorio, reduciendo en última instancia el incentivo a iniciar acciones competitivas (Scherer y Ross, 1990; Williamson, 1965).

El efecto de la presión competitiva propuesto por la hipótesis 1 tiene su origen en la amenaza de que empresas con altos niveles de eficiencia operativa desarrollen acciones competitivas. La concentración, al incrementar los incentivos a interiorizar las mejoras operativas en forma de mayores beneficios, en vez de ini-

ciar acciones competitivas, reduce la magnitud de la amenaza. Como resultado, el efecto presión competitiva será menor en mercados concentrados.

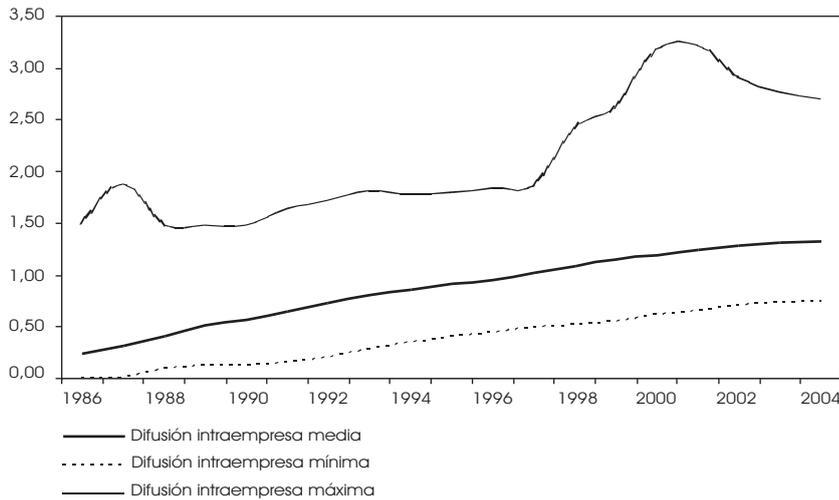
**Hipótesis 3:** *La concentración atenúa el efecto presión competitiva.*

La estructura de mercado también modera el efecto stock. Este efecto es resultado del proceso competitivo en el mercado de factores y en el mercado de productos finales. La menor rivalidad que se produce en mercados concentrados afectará a la intensidad con la que las empresas competirán por los factores productivos o por los clientes. El traslado de las rentas económicas de una tecnología a los proveedores de factores y a los clientes finales será menor en mercados concentrados. Dicho de otra forma, un determinado volumen de oferta de los servicios proporcionados por la tecnología se venderá a un mayor precio en mercados concentrados, y los servicios de los factores productivos complementarios a la tecnología se adquirirán a un menor coste si los adoptantes pueden establecer algún mecanismo de coordinación. En consecuencia, las empresas podrán apropiarse de una porción mayor del valor económico generado por la tecnología, por lo que el efecto negativo que la difusión genera sobre la tasa de difusión intraempresa se reducirá.

**Hipótesis 4:** *La concentración atenúa el efecto stock.*

El último efecto moderador que se propone se refiere a la importancia que la tecnología tiene para la posición competitiva de la empresa. En la literatura de Dirección Estratégica se enfatiza la importancia de proteger aquellos activos estratégicos que proporcionan a la empresa una ventaja sobre sus rivales (Jacobides y Winter, 2005; Wernerfelt y Karnani, 1987). Las empresas tienden a reforzar rutinas (e.g., procesos y tecnologías productivas) que han mostrado ser un éxito en el pasado y a centrar sus esfuerzos de explotación en rutinas para las que han desarrollado una competencia distintiva (Levinthal y March, 1993).

Aquellos recursos productivos de los que una organización está mejor provista que sus competidores directos le proporcionan a ésta ventajas competitivas en áreas específicas, lo que se traduce finalmente en mejoras en sus resultados (e.g., Sirmon, Gove y Hitt, 2008). En el caso de las tecnologías productivas, las empresas que logran adoptar la tecnología con más intensidad que sus competidores (i.e., mayor nivel de difusión intraempresa) tienen una ventaja comparativa en aquellas actividades cuya eficiencia o efectividad mejora con el uso de la tecnología (Fuentelsaz *et al.*, 2009). Como resultado, las empresas que han implantado la tecnología con mayor intensidad que sus competidores directos disfrutaban de una ventaja localizada. En consecuencia, ante la necesidad de mejorar su eficiencia operativa, estas empresas tenderán a reforzar su posición dominante en el uso de la misma.



**GRÁFICO 1**  
**DISTRIBUCIÓN INTRAEMPRESA**  
**DEL CAJERO AUTOMÁTICO,**  
**1986-2004**

|            | 1986   | 1988   | 1990   | 1992   | 1994   | 1996   | 1998   | 2000   | 2002   | 2004   |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Media      | 0,24   | 0,41   | 0,57   | 0,73   | 0,86   | 0,96   | 1,09   | 1,20   | 1,29   | 1,33   |
| Mínima     | 0,00   | 0,09   | 0,12   | 0,20   | 0,34   | 0,44   | 0,52   | 0,60   | 0,70   | 0,75   |
| Máxima     | 1,50   | 1,47   | 1,47   | 1,71   | 1,78   | 1,83   | 2,42   | 3,17   | 2,91   | 2,69   |
| Desv. Est. | 0,24   | 0,26   | 0,28   | 0,32   | 0,34   | 0,32   | 0,39   | 0,45   | 0,45   | 0,45   |
| Entidades  | 77     | 77     | 64     | 53     | 51     | 50     | 50     | 47     | 46     | 46     |
| Cajeros    | 3.058  | 5.609  | 9.437  | 12.268 | 14.146 | 16.542 | 21.491 | 24.829 | 27.968 | 30.349 |
| Oficinas   | 11.296 | 12.302 | 13.683 | 14.121 | 14.593 | 15.872 | 17.596 | 19.295 | 20.347 | 21.527 |

FUENTE:  
Elaboración propia.

El efecto presión competitiva descrito en la hipótesis 1 se describe como el resultado de la necesidad de mejorar la eficiencia o la eficacia operativa cuando los competidores han difundido internamente la nueva tecnología con gran intensidad. En consecuencia, las empresas que disfruten de una ventaja localizada en el uso de la tecnología mostrarán tasas de difusión intraempresa aún mayores como respuesta a la difusión entre los competidores.

**Hipótesis 5:** *El efecto presión competitiva se intensifica en aquellas empresas con un nivel de difusión intraempresa mayor que el de sus competidores directos.*

## ANÁLISIS EMPÍRICO

El análisis empírico que se lleva a cabo en este trabajo trata de analizar el proceso de difusión intraempresa de una tecnología divisible, el cajero automático, en las cajas de ahorros españolas. Nuestra muestra abarca el período comprendido entre 1986 y 2004 e incluye todas las cajas que operaron en España durante este tiempo (2). Los datos necesarios para el estudio se han extraído de los anuarios publicados por la Confederación de Cajas de Ahorros (CECA), así como por las propias entidades.

El cajero automático se introdujo en España a finales de la década de los setenta y se difundió con relativa rapidez entre las cajas de ahorros. El gráfico 1 muestra la evolución del nivel máximo, mínimo y me-

dio de difusión intraempresa, expresado como el ratio entre el número de terminales instalados y el total de oficinas. En 1988 todas las cajas de ahorros habían instalado su primer terminal. Sin embargo, el posterior proceso de difusión se prolongó en el tiempo. Así, en 1988 el nivel medio de difusión intraempresa era de 0,41 cajeros por oficina, cifra que supone aproximadamente un tercio del nivel de difusión intraempresa alcanzado en 2004, al final de nuestra ventana de observación (1,33). El análisis de las cifras de difusión de esta tecnología dentro de la empresa no sólo revela las diferencias que existen en el proceso de adopción inicial. Además, pone de manifiesto la heterogeneidad con la que la difusión interna ha tenido lugar entre las cajas de ahorros. Es más, dicha heterogeneidad no parece reducirse a lo largo del tiempo: como se puede observar en el gráfico 1, la diferencia entre los niveles máximo y mínimo, así como la desviación típica, aumentan con los años.

## VARIABLES

**Variable dependiente.** La variable dependiente en el modelo es la tasa de difusión intraempresa, medida como la variación en el nivel de difusión interna entre dos periodos consecutivos. El nivel de difusión intraempresa se calcula como el número de cajeros automáticos por oficina de cada empresa. Centramos nuestra atención en la tasa de difusión (variación en un intervalo) ya que entendemos ofrece información más valiosa que el nivel de difusión in-

terna (variación acumulada), en la medida en que la tasa de difusión se ve afectada de forma directa por las posibles contingencias a las que la empresa debe hacer frente durante el periodo, mientras que el nivel de difusión refleja la historia completa de adopción, combinando el efecto de factores contemporáneos y pasados.

**Variables independientes.** Para comprobar la primera hipótesis (presión competitiva) se calcula el nivel de difusión intraempresa de los competidores, medido como la media ponderada del nivel de difusión intraempresa de las empresas con las que se coincide en algún mercado provincial (3). Cada rival se pondera por su cuota de mercado, calculada a partir del número de oficinas. Para la segunda hipótesis (efecto *stock*), la variable difusión de la tecnología en la industria recoge el número de cajeros automáticos por cada 1000 habitantes en el conjunto de provincias en las que opera la empresa.

Las demás hipótesis proponen efectos moderadores, que son testados mediante la inclusión de interacciones. Para comprobar las hipótesis 3 y 4, el nivel de difusión intraempresa de los competidores y la difusión de la tecnología en la industria se interaccionan con la concentración, calculada como un índice de Herfindahl provincial (para aquellas cajas que operan en varias provincias se calcula la media ponderada de las provincias en las que actúan, usando como pesos las oficinas instaladas en cada mercado) (4). Para probar la hipótesis 5 se genera una variable dummy, ventaja, que toma el valor 1 para aquellas empresas con un nivel de difusión intraempresa mayor que el de sus competidores.

**Variables de control.** El modelo incluye una serie de variables de control tomadas de la literatura. El tamaño, ya sea de la organización o de sus unidades de producción, facilita la adopción de la tecnología (Astebro, 2004). Por ello incluimos controles por el tamaño de la empresa (logaritmo del total de activos), y el tamaño de la oficina (logaritmo del ratio activos por oficina). Una barrera fundamental para la adquisición de tecnología es la disponibilidad de recursos financieros (Gómez y Vargas, 2009). En consecuencia, controlamos por la liquidez de cada entidad.

Otro factor que se considera con frecuencia en la literatura es la concentración. La investigación empírica sobre difusión intraempresa tiende a mostrar un efecto directo positivo de dicha variable (Fuentelsaz *et al.*, 2003) que, en nuestro caso, se aproxima mediante un índice de Herfindahl por cada mercado. También incluimos la variable nivel de difusión intraempresa (número de cajeros por oficina) para controlar por un posible efecto de congestión de la tecnología (Battisti y Stoneman, 2005).

El modelo incorpora igualmente dos controles específicos para el cajero automático. Por una parte, controlamos por el nivel de salarios (costes laborales divididos por el número total de empleados), ya que

esta tecnología sustituye al factor trabajo. La adopción será más atractiva cuanto mayor coste por empleado asuma la empresa. Controlamos también por la existencia de una red propietaria (número de terminales operadas por la entidad), debido a la posible existencia de un efecto de red específico de cada empresa.

Por último, el modelo también incluye dummies anuales para controlar por diversos factores que influyen en todas las empresas de la industria de forma semejante, como el tamaño de la red de la industria, la evolución del precio de los cajeros o el ciclo económico. Además, durante el periodo que analizamos tienen lugar numerosas fusiones entre cajas. Éstas operaciones tienden a variar aspectos operativos fundamentales de estas entidades (Bernad, Fuentelsaz y Gómez, 2010) por lo que para evitar posibles distorsiones, cada vez que tiene lugar una de estas operaciones consideramos que aparece una nueva entidad financiera.

### Estimación del modelo

Un problema frecuente en el análisis de la difusión tecnológica es la potencial endogeneidad de las variables explicativas. Para reducir el impacto de este problema tomamos dos medidas. En primer lugar, retardamos las variables explicativas al periodo  $t-1$ , con el fin de reducir posibles problemas de simultaneidad. En segundo lugar, empleamos métodos robustos a la endogeneidad, tratando como potencialmente endógenas las variables que recogen el efecto de las hipótesis (nivel de difusión intraempresa de los competidores, difusión de la tecnología en la industria y sus interacciones), así como el nivel de difusión intraempresa.

Los resultados que se presentan hacen uso de dos metodologías distintas. En una primera estimación del modelo consideramos que no existen efectos de empresa. De este modo, estimamos el modelo por Mínimos Cuadrados en dos Etapas (MC2E), usando instrumentos internos para las variables potencialmente endógenas (5). Los tests de especificación habituales (i.e. test de subidentificación, F de la primera etapa, estadístico J de Hansen) sugieren que el nivel adecuado de retardos a incluir es de tres. En la práctica esto implica perder tres observaciones por cada individuo incluido en la muestra. Teniendo en cuenta que tras cada operación de fusión hemos considerado que se genera un nuevo individuo, el número de observaciones se reduce notablemente.

Los modelos se estiman también considerando la existencia de efectos fijos. Es importante señalar que nuestra variable dependiente es una tasa de cambio (i.e., nivel de difusión intraempresa en  $t$  menos nivel de difusión intraempresa en  $t-1$ ). En este caso, la inclusión del estado inicial (i.e. nivel de difusión intraempresa en  $t-1$ ) hace que el modelo sea computacionalmente equivalente a un modelo dinámico, en el que el estado inicial es equivalente a la variable depen-

**CUADRO 1**  
**ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS EN DOS ETAPAS**

| <b>Variables</b>  | <b>MC2E 1)</b>        | <b>MC2E (2)</b>       | <b>MC2E (3)</b>       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tamaño de la empresa  | 0,00<br>(0,90)        | 0,005<br>(1,23)       | 0,007*<br>(1,79)      |
| Tamaño de la oficina  | 0,017<br>(1,03)       | 0,014<br>(0,88)       | 0,010<br>(0,64)       |
| Liquidez  | 2,027 ***<br>(2,88)   | 2,63 ***<br>(3,44)    | 2,336 ***<br>(3,10)   |
| Concentración   | -0,163 *<br>(-1,84)   | -0,142 *<br>(-1,68)   | -0,178 **<br>(-2,01)  |
| Nivel de difusión intraempresa  | -0,046 ***<br>(-2,60) | -0,071 ***<br>(-3,33) | -0,116 ***<br>(-4,01) |
| Nivel de salarios   | 0,004 **<br>(2,52)    | 0,002<br>(1,34)       | 0,002<br>(1,19)       |
| Red propietaria   | -0,000<br>(-0,98)     | -0,000<br>(-0,19)     | -0,000<br>(-0,97)     |
| Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H1)                 |                       | 0,091 ***<br>(4,20)   | 0,130 ***<br>(4,92)   |
| Difusión de la tecnología en el mercado (H2)                            |                       | -0,051 ***<br>(-2,72) | -0,041 **<br>(-2,07)  |
| Concentración X Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H3) |                       |                       | -0,256 *<br>(-1,94)   |
| Concentración X Difusión de la tecnología en el mercado (H4)            |                       |                       | 0,447 **<br>(2,26)    |
| Ventaja X Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H5)       |                       |                       | 0,039 ***<br>(3,06)   |
| <b>Efectos de año (<math>\chi^2</math>)</b>                             | 29,31 ***             | 27,23 **              | 29,26 ***             |
| <b>Test de sub-identificación</b>                                       | 79,29 ***             | 139,51 ***            | 119,19 ***            |
| <b>F de la primera etapa</b>  | 869,47                | 186,30                | 75,82                 |
| <b>Estadístico J de Hansen</b>  | 3,95                  | 7,43                  | 6,26                  |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b>   | 0,081                 | 0,105                 | 0,118                 |
| <b>Observaciones</b>  | 676                   | 676                   | 676                   |

\*\*\*, \*\*, \*: Variable estadísticamente significativa al 1%, 5% o 10%, respectivamente.

T-ratios robustos entre paréntesis

FUENTE: Elaboración propia.

diente retardada (Allison, 1990; Werts y Linn, 1970). Por lo tanto, la estimación del modelo por efectos fijos requiere el uso del estimador GMM en diferencias (Arellano y Bond, 1991) (6). En consecuencia, las estimaciones por efectos fijos se obtienen mediante esta metodología, tratando como potencialmente endógenas las mismas variables que en las estimaciones MC2E.

## RESULTADOS

El cuadro 1 muestra los resultados de las estimaciones por MC2E. La primera columna muestra el modelo base. La columna 2 añade los efectos directos. La última columna muestra el modelo completo, que incluye las interacciones. En cuanto a las variables de control, cabe destacar la liquidez, con un fuerte efecto positivo, lo que indicaría que aquellas empresas con mayor disponibilidad de fondos difunden la tecnología más rápidamente. La concentración muestra un efecto directo negativo y significativo en todos los casos, lo que sugiere que en los mercados más concentrados las entidades ralentizan el proceso de difusión. El nivel de difusión intraempresa tiene un efecto consistentemente negativo, lo que sugiere la existencia de un efecto interno de congestión de la tec-

nología. El nivel de salarios tiene un efecto positivo en las tres estimaciones, siendo significativo sólo en una de ellas. Es interesante señalar como la red propietaria no resulta significativa, lo que sugiere que los efectos de red tienen lugar a nivel de industria, esto es, de la red instalada entre todas las entidades.

Los efectos directos de las variables teóricas se analizan en el modelo 2. La hipótesis 1 (efecto presión competitiva) establece que cuanto mayor sea el nivel de difusión intraempresa de los competidores mayor será la tasa de difusión intraempresa de la empresa focal. En el modelo se observa la relación positiva y significativa prevista ( $\beta = 0,091$ ;  $p < 0,01$ ). La hipótesis 2 (efecto stock) establece que a medida que aumenta la difusión de la tecnología en la industria se reduce la rentabilidad esperada de ésta, provocando menores tasas de difusión intraempresa. La estimación del modelo 2 muestra el esperado efecto negativo ( $\beta = -0,051$ ;  $p < 0,01$ ). En consecuencia, el modelo básico de interacción competitiva es consistente con los resultados.

El papel que desempeñan los efectos moderadores se analizan en la tercera estimación. La hipótesis 3 señala que la concentración reduce la presión competitiva, lo que implica que la interacción entre la con-

CUADRO 2  
ESTIMACIÓN POR GMM EN DIFERENCIAS

| VARIABLES   | Diff GMM (1)          | Diff GMM (2)          | Diff GMM (3)          |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tamaño de la empresa  | -0,139 **<br>(-2,13)  | -0,108 **<br>(-2,22)  | -0,211 ***<br>(-4,95) |
| Tamaño de la oficina  | 0,094<br>(1,47)       | 0,011<br>(0,18)       | 0,104***<br>(2,84)    |
| Liquidez  | 2,170*<br>(1,77)      | 4,784 ***<br>(4,42)   | 4,785 ***<br>(6,02)   |
| Concentración   | 0,334 *<br>(1,76)     | 0,376 ***<br>(2,86)   | 0,296 ***<br>(2,84)   |
| Nivel de difusión intraempresa  | -0,175 ***<br>(-5,90) | -0,134 ***<br>(-5,92) | -0,126***<br>(-6,02)  |
| Nivel de salarios   | 0,000<br>(0,66)       | 0,000 ***<br>(2,84)   | 0,000 **<br>(1,97)    |
| Red propietaria   | 0,000 **<br>(2,07)    | -0,000<br>(-0,86)     | -0,000<br>(-1,55)     |
| Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H1)                 |                       | 0,239***<br>(6,19)    | 0,295 ***<br>(12,96)  |
| Difusión de la tecnología en el mercado (H2)                            |                       | -0,321 ***<br>(-2,84) | -0,256 ***<br>(-3,20) |
| Concentración X Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H3) |                       |                       | -0,616 ***<br>(-4,02) |
| Concentración X Difusión de la tecnología en el mercado (H4)            |                       |                       | -0,142<br>(-0,80)     |
| Ventaja X Nivel de difusión intraempresa de los competidores (H5)       |                       |                       | -0,019<br>(-1,64)     |
| <b>Efectos de año (<math>\chi^2</math>)</b>                             | 8,16 ***              | 21,46 ***             | 65,19 ***             |
| <b>AR (1)</b>   | 0,003                 | 0,002                 | 0,001                 |
| <b>AR (2)</b>   | 0,206                 | 0,202                 | 0,174                 |
| <b>Test de Hansen</b>   | 0,757                 | 0,377                 | 0,463                 |
| <b>Instrumentos</b>   | 52                    | 62                    | 77                    |
| <b>Grupos</b>   | 94                    | 94                    | 94                    |
| <b>F</b>  | 38,15 ***             | 185,27 ***            | 10862,01 ***          |
| <b>Observaciones</b>  | 862                   | 862                   | 862                   |

\*\*\*, \*\*, \*: Variable estadísticamente significativa al 1%, 5% o 10%, respectivamente.

T-ratios robustos entre paréntesis

Los test de autocorrelación y de Hansen muestran el p-valor

FUENTE: Elaboración propia.

centración y el nivel de difusión intraempresa de los competidores debe tener signo opuesto al efecto directo. El signo que se obtiene para la interacción es negativo y significativo ( $\beta = -0,256$ ;  $p=0,058$ ), lo que confirma el efecto atenuador de la concentración. La hipótesis 4 señala que la concentración atenúa el efecto stock. Por lo tanto, la concentración debe moderar positivamente el efecto de la difusión de la tecnología en la industria. Las estimaciones muestran el signo positivo previsto ( $\beta = 0,447$ ;  $p<0,05$ ).

Finalmente, la hipótesis 5 señala que aquellas empresas que muestran niveles de difusión intraempresa mayores que los de sus competidores directos serán más sensibles al efecto presión competitiva. Por lo tanto, la variable dummy ventaja debería intensificar el efecto del nivel de difusión intraempresa de los competidores, lo que se ve confirmado por las estimaciones ( $\beta = 0,039$ ;  $p<0,01$ ).

El cuadro 2 muestra las estimaciones considerando la presencia de efectos fijos de empresa y tiene la misma estructura que el cuadro 1. Respecto a las variables de interés, se puede ver cómo el modelo bá-

sico de interacción competitiva mantiene su apoyo empírico. El nivel de difusión intraempresa de los competidores acelera la difusión interna de la empresa focal (hipótesis 1) y la difusión de la tecnología en la industria provoca un efecto stock, reduciendo las tasas de difusión intraempresa (hipótesis 2). Por el contrario, el modelo ampliado, que incluye los efectos moderadores, obtiene sólo un apoyo parcial. En cuanto al papel moderador de la concentración, se confirma que atenúa el efecto directo del nivel de difusión intraempresa de los competidores (hipótesis 3), mientras que no se detecta un efecto moderador sobre la difusión de la tecnología en la industria (hipótesis 4). Tampoco se encuentra un efecto moderador de la ventaja comparativa en el uso de la tecnología sobre el nivel de difusión intraempresa de los competidores (hipótesis 5).

En conclusión, comparando los resultados obtenidos en las estimaciones por MC2E y los obtenidos en las estimaciones por GMM en diferencias, concluimos que el modelo básico es robusto: el efecto presión competitiva (hipótesis 1) y el efecto stock (hipótesis 2) se confirman en las dos estimaciones. El efecto

moderador de la concentración sobre la presión competitiva también se mantiene en ambos casos (hipótesis 3). Sin embargo, el efecto moderador de la concentración sobre el efecto stock (hipótesis 4) y el de la ventaja comparativa sobre la presión competitiva (hipótesis 5) sólo se sostienen en las estimaciones por MC2E.

## CONCLUSIONES

La investigación más reciente en difusión de innovaciones ha puesto especial énfasis en teorías basadas en la interacción social con otras empresas, en las que los competidores influyen en la adopción al facilitar la imitación y el aprendizaje por observación (e.g. Greve 2009; Massini, Lewin y Greve, 2005; Terlaak y Gong, 2008). Estas teorías han demostrado tener un elevado poder predictivo y una razonable solidez microeconómica en el caso de la adopción inicial. Sin embargo, la interdependencia basada en mecanismos epidémicos resulta cuestionable en el caso de la difusión interna, dada la dificultad de aceptar la existencia de una cantidad de incertidumbre suficiente como para que las decisiones relacionadas con la difusión interna de la tecnología requieran de información basada en la observación de otras empresas.

Algunos autores han ido más allá y, apoyándose en los modelos de teoría de decisión, sugieren que la difusión entre otras empresas debería generar un efecto negativo como consecuencia del efecto stock (Battisti y Stoneman, 2005; Karshenas y Stoneman, 1993). Sin embargo, y aunque esta propuesta es más consistente desde el punto de vista microeconómico, la evidencia empírica no la apoya de forma suficiente. Por el contrario, los resultados tienden a mostrar que la difusión de la tecnología entre los competidores acelera el proceso de difusión interna, lo que se puede interpretar como evidencia de efectos de epidémicos.

Este artículo realiza dos contribuciones a esta discusión. En primer lugar, ofrecemos una explicación alternativa a este efecto positivo que resulta coherente con los fundamentos de los modelos de teoría de decisión. Si en el criterio de decisión de la empresa al maximizar el resultado se tiene en cuenta no sólo la consecuencia de adoptar (que se reduce por el efecto stock), sino también la consecuencia de no adoptar (que es *más grave* cuanto mayor es la difusión entre los rivales), la relación positiva entre la difusión entre los competidores y la difusión interna de la empresa resulta teóricamente consistente. En segundo lugar, el ejercicio empírico demuestra que una vez que se controla por el efecto de la presión competitiva, la difusión de la tecnología genera el efecto stock sugerido en algunas propuestas. El efecto positivo que han obtenido previamente los investigadores en difusión tecnológica podría ser, por lo tanto, el resultado de la presión competitiva, y no de las externalidades de conocimiento o las señales informativas.

También exploramos efectos moderadores con capacidad de discriminar entre ambos tipos de teorías (i.e. efectos epidémicos e interacción competitiva). En primer lugar, en mercados concentrados las actividades de vigilancia de los competidores son más eficaces y el entendimiento mayor (Scherer y Ross, 1990; Williamson, 1965). Por lo tanto, un mecanismo basado en la imitación debería verse amplificado en este contexto (o al menos no verse influido en el caso de tecnologías que ya fuesen de por sí fáciles de observar). Sin embargo, nuestras estimaciones muestran un robusto efecto atenuador para la difusión entre los competidores, así como indicios de atenuación para la difusión a nivel de industria. Estos resultados confirman que cualquier proceso imitativo, en caso de estar presente, se ve dominado por el mecanismo de interacción competitiva.

En segundo lugar, si el ajuste del nivel de difusión interna de la tecnología respondiese al aprendizaje por observación y a la imitación, los adoptantes aproximarían su nivel hacia el valor medio de su grupo de referencia (Schwab, 2007). En las estimaciones se observa que los adoptantes destacados difunden la tecnología internamente de forma más rápida, mientras que en las estimaciones por efectos fijos no encontramos tal efecto moderador. A pesar de la inestabilidad de los resultados en este aspecto, éstos parecen ser más consistentes con un comportamiento competitivo que con uno imitativo. Por lo tanto encontramos más indicios de que la difusión intraempresa responde fundamentalmente a la interacción competitiva.

**\* Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación y FEDER (proyecto ECO2008-04129) y la Diputación General de Aragón (S09/PM062)**

## NOTAS

- [1] Existen otros modelos que recogen la posibilidad de que existan también efectos positivos derivados de la difusión de la tecnología, tales como los efectos de red (Katz y Shapiro, 1986) o economías crecientes a la adopción (Arthur, 1989). Estos efectos tienen un límite, siendo relevantes principalmente durante los primeros años del proceso de difusión, o hasta que se ha alcanzado una base instalada a partir de la cual los incrementos en las externalidades positivas pasan a ser irrelevantes. En el ejercicio empírico se incluyen controles para las posibles fuentes de efectos positivos relacionadas con la masa de tecnología adoptada en la industria.
- [2] La única excepción la constituye la Caja de Ahorros de Ceuta, una caja de tamaño reducido (sólo 8 oficinas en 1989) absorbida en 1990 por Caja Madrid, y para la que la información era insuficiente.
- [3] Sólo incluimos las cajas de ahorros. Los bancos y las cooperativas de crédito se excluyen por su menor disponibilidad de datos sobre cajeros automáticos a lo largo del periodo analizado.
- [4] Las variables se centran antes de interaccionarlas para facilitar la interpretación de los parámetros (Aiken y West, 1991). El parámetro que acompaña a las variables principales refleja el efecto total para el valor medio de la variable moderadora.

- [5] Empleamos una modificación de los MC2E basada en el Método Generalizado de los Momentos, que mejora la eficiencia de las estimaciones ante la presencia de heterocedasticidad. Esta variación ha recibido ocasionalmente el nombre de Mínimos Cuadrados Heterocedásticos en dos Etapas (Davidson y McKinnon, 1993).
- [6] Con el fin de reducir la pérdida de observaciones, en lugar de emplear primeras diferencias se emplean desviaciones ortogonales. Esta medida reduce el desgaste de la muestra sin reducir la fiabilidad de las estimaciones.

**BIBLIOGRAFÍA** ▼

AIKEN, L. S., WEST S. G. (1991): *Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions*. Newbury Park, CA: sage.

ALLISON, P. D. (1990): Change scores as dependent variables in regression analysis. *Sociological Methodology*, nº 20, pp. 93-114.

ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): Some test of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, nº 58, pp. 277-297

ARTHUR, W.B. (1989): Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical Events. *Economic Journal*, nº 99, pp. 116-131.

ASTEBRO, T.B. (2004): Sunk costs and the depth and probability of technology adoption. *Journal of Industrial Economics*, nº 52, pp. 381-399.

BATISTI, G. y STONEMAN, P. (2003): Inter- and intra-firm effects in the diffusion of new process technology. *Research Policy*, nº 32, pp. 1641-1655.

BATISTI, G. y STONEMAN, P. (2005): The Intra-firm diffusion of new process technologies *International Journal of Industrial Organization*, nº 23, pp. 1-22.

BERNAD, C., FUENTELES, L. y GÓMEZ, J. (2010): The effects of mergers and acquisitions on productivity: an empirical application to Spanish banking. *Omega*, nº 38, pp. 283-293.

DAVIDSON, R. y MCKINNON, J. (1993): *Estimation and Inference in econometrics*. Oxford: Oxford University Press.

FICHMAN, R.G. y KEMERER, C.F. (1997): The assimilation of software process innovations: an organizational learning perspective. *Management Science*, nº 43, pp. 1345-1363

FUENTELES, L., GÓMEZ, J. y PALOMAS, S. (2009): The effects of new technologies on productivity: An intrafirm diffusion-based assessment. *Research Policy*, nº 38, pp. 1172-1180.

FUENTELES, L., GÓMEZ, J. y POLO, Y. (2003): Intrafirm diffusion of new technologies. An empirical application. *Research Policy*, vol. 32, nº 4, pp. 533-551.

GÓMEZ, J. y VARGAS P. (2009): The effect of financial constraints, absorptive capacity and complementarities on the adoption of multiple process technologies. *Research Policy*, nº 38, pp. 106-119.

GREVE, H. R. (2009): Bigger and safer. The diffusion of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, nº 30, pp. 1-23.

GRILICHES, Z. (1957): Hybrid corn. An exploration in the economics of technological change. *Econometrica*, nº 25, pp. 501-522.

JACOBIDES, M.G. y WINTER, S.G. (2005): The co-evolution of capabilities and transaction costs.: explaining the institutional structure of production. *Strategic Management Journal*, nº 26, pp. 395-413.

KARSHENAS, M. y STONEMAN, P. (1993): Rank, stock, order and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model. *RAND Journal of Economics*, nº 24, pp. 503-528.

KATZ, M.L. y SHAPIRO, C. (1986): Technology adoption in the presence of network externalities. *Journal of Political Economy*, nº 94, pp. 822-841

LEIBENSTEIN, H. (1976): *Beyond Economic Man* Cambridge, MA.

LEVINTHAL, D.A. y MARCH, J.G. (1993): The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, nº 14 (Special Issue), pp. 95-112.

MANSFIELD, E. (1963): Intrafirm rates of diffusion of an innovation. *Review of Economics and Statistics*, nº 45, pp. 348-359.

MASSINI, S., LEWIN, A.Y y GREVE H.R. (2005): Imitators and innovators: organizational reference groups and adoption of organizational routines. *Research Policy*, nº 34, pp.1550-1569.

MOOKHERJEE, D. y RAY, D. (1991): On the competitive pressure created by the diffusion of innovations. *Journal of Economic Theory*, nº 54, pp. 124-147.

PORTER, M.E. (1991): Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, nº 12 (Special Issue), pp. 95-117.

REINGANUM, J.F. (1981): On the diffusion of new technology: a game theoretic approach. *Review of Economic Studies*, nº 48, pp. 395-405.

Rogers, E. M. (1983): *Diffusion of Innovations* (3rd edition) NT: The Free Press

SCHERER, F.M. y ROSS, D. (1990): *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Houghton Mifflin, Boston, MA.

SCHUMPETER, J.A. (1934): *The Theory of economic Development*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

SCHWAB, A. (2007): Incremental organizational learning from multilevel information sources: evidence for cross level interactions. *Organization Science*, nº 18, pp. 233-251.

SIRMON, D.S., GOVE, S. y HITT, M. A. (2008): Resource management in dyadic competitive rivalry: the effects of resource bundling and deployment. *Academy of Management Journal*, nº 51, pp. 919-935

STAW, B.M. (1981): The escalation of commitment to a course of action. *Academy of Management Review*, nº 6, pp. 577-587.

STONEMAN, P. (1981): Intra Firm Diffusion, Bayesian Learning and Profitability. *Economic Journal*, nº 91, pp. 375-388.

TEECE, D.J. (1986): Profiting from technological innovation. Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, nº 15, pp. 285-305.

TERLAAK, A. y GONG, Y. (2008): Vicarious learning and inferential accuracy in adoption processes. *Academy of Management Review*, nº 33, pp. 846-868

WERNERFELT, B. y KARNANI, A. (1987): Competitive strategy under uncertainty. *Strategic Management Journal*, nº 8, pp. 187-194.

WERTS, C.E. y LINN, R.L. (1970): A general lineal model for studying growth. *Psychological Bulletin*, nº 73, pp. 17-22.

WILLIAMSON, O. E. (1965): A dynamic theory of interfirm behavior. *Quarterly Journal of Economics*, nº 79, pp. 579-607.