

EL ESTUDIO DE LA DIFUSIÓN Y ADOPCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS: UNA REVISIÓN DE INVESTIGACIONES EMPÍRICAS.

Ana I. Sinde Cantorna
M^a Isabel Diéguez Castrillón

RESUMEN.

El estudio de los procesos de difusión de nuevas tecnologías nos aporta información sobre la pauta seguida por una tecnología determinada y el ratio al cual se produce la difusión de la misma, así como sobre los factores que condicionaron la difusión. Generalmente, el número de usuarios que adoptan una nueva tecnología se pueden representar mediante una curva logística en forma de S respecto al tiempo (Geroski, 2000). La duración de dicho proceso vendrá dada por el nivel acumulado de usuarios de una innovación en un mercado, la cual estará en función de la decisión de adopción por parte de cada empresario (Rogers, 1995). Cada una de las empresas adoptará en diferentes momentos del tiempo debido a que la valoración realizada sobre la introducción de la nueva tecnología es diferente (Damanpour, 1991; Stoneman, 2002). En este trabajo se intentan recoger y clasificar los distintos factores que explican las pautas de difusión, concretamente la velocidad, tanto a nivel industria como a nivel empresa.

PALABRAS CLAVES: Difusión tecnológica, adopción, factores condicionantes.

ABSTRACT

The study of the diffusion process of new technologies give us information about trajectory of an certain technology, its ratio of diffusion and the factors that conditioned the diffusion. Generally, the number of users that adopt a new technology can be represented by means of a logistical curve in form of S regarding the time (Geroski, 2000). The duration of this process is given by the cumulative level of users of an innovation in a market, which will be in function of the adoption decision on the part of each manager (Rogers, 1995). Companies will adopt in different moments of the time because the valuation on the introduction of the new technology is different (Damanpour, 1991; Stoneman, 2002). In this paper we will try to pick up and to classify the different factors that explain the behaviour of firms, concretely the difussion speed, at industry and company level.

KEY WORDS: Technological diffusion, adoption, determinants.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del cambio técnico y la necesidad de adaptarse a la rapidez con la cual se produce dicho cambio en la actualidad, a pasado a convertirse en una cuestión fundamental para las empresas que deseen mantenerse en el mercado a largo plazo, no solo para las empresas que buscan alcanzar o mantener un liderazgo tecnológico

sino también aquellas que compiten en sectores tradicionales y que realizan escasa (o ninguna) inversión en investigación (básica o aplicada) o desarrollo de innovaciones, pero que si se verán obligadas a incorporar constantemente nuevos activos productivos. Para estas empresas también será necesario disponer de cierta capacidad tecnológica para, por un lado, conocer en cada momento la evolución de las técnicas relacionadas de forma directa o indirecta con la actividad productiva que desarrollen; y, por otro, poder integrar y asimilar dichos activos en sus estructuras productivas una vez adquiridos. Así, toda empresa, independientemente de la vía de acceso a la tecnología por la que opte (desarrollo interno o compra), deberá contar con una estrategia tecnológica definida de acuerdo con sus capacidades propias con el fin de optimizar el rendimiento de sus recursos.

La literatura existente sobre el proceso de innovación tecnológica tiende a conceder un gran protagonismo a las fases de investigación y desarrollo frente a la de difusión, asociando I+D con innovación. Sin embargo, para muchas empresas esas fases iniciales son sustituidas por la compra de la tecnología a proveedores externos, incorporándola posteriormente a sus estructuras productivas. Ejemplo paradigmático de ese tipo de actuación son las empresas situadas en los denominados por Pavitt “sectores dominados por proveedores”.

En España predominan las empresas pertenecientes a los sectores dominados por los proveedores situadas en sectores tecnológicamente maduros, donde mayoritariamente se opta por la adquisición de la tecnología empleada en su actividad productiva, a través de la introducción de maquinaria y bienes de equipo. Esta opción llega a representar un 35,51 % de los recursos destinados a la innovación en las empresas españolas. No obstante, esta importancia se ve modificada si tenemos en cuenta el tamaño de la empresa, así, en el caso de considerar empresas de menos de 250 empleados la adquisición de maquinaria y bienes de equipo acapara el 37,83 % de los recursos destinados a la actividad innovadora, mientras que en el caso de las empresas de más de 250 empleados ese porcentaje se reduce sensiblemente, situándose en el 33,3% por cien¹⁰².

El estudio de los procesos de innovación tecnológica en este tipo de empresas que siguen estrategias dependientes debe centrarse en el proceso de difusión, ya que es precisamente en ese punto donde se puede decir que inician su actividad innovadora¹⁰³. Sin embargo, a nivel teórico la gran mayoría de trabajos que abordan la problemática del cambio técnico tienden a conceder un papel primordial a las etapas de investigación y desarrollo técnico¹⁰⁴, así, en los diferentes modelos que tratan de recoger el proceso innovador consideran la difusión como el punto final de la actividad llevada a cabo¹⁰⁵.

Se conoce por difusión el proceso por el cual el uso de una nueva tecnología se expande a lo largo del tiempo en una comunidad de usuarios (Hidalgo *et al*, 2002:263), siendo éste uno de los aspectos fundamentales del proceso de cambio técnico (Sinha y Chandrasherakan, 1992), principalmente, en aquellos casos en los que la investigación se centre en empresas situadas en sectores dominados por proveedores (Pavitt, 1984)¹⁰⁶. En este

¹⁰² Datos obtenidos de la “Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2002”, publicada por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2003.

¹⁰³ Las empresas que siguen este tipo de estrategias no intentan ni siquiera imitar la innovación surgida en otras empresas del sector o de otros sectores productores de bienes de capital.

¹⁰⁴ Este hecho ya fue puesto de manifiesto por Rosenberg, para quien el proceso de difusión se ha dado a menudo por no existente, cuando lo realmente crítico, desde el punto de vista del impacto económico de una invención, es el proceso de difusión, ya que los efectos de las tecnologías superiores, que incrementan la productividad, dependen de su utilización en los lugares apropiados. Rosenberg (1982).

¹⁰⁵ Aunque si considera la posibilidad de retroalimentación entre las distintas fases del proceso y la existencia de posteriores mejoras a medida que incrementa el uso de la tecnología, esto es, en la fase de difusión o diseminación de la innovación por el tejido industrial.

¹⁰⁶ K. Pavitt y su grupo de trabajo del SPRU, a partir de una gran cantidad de información de base descriptiva de la actividad innovadora de los distintos sectores industriales británicos, trataron de establecer unos patrones sectoriales (trayectorias tecnológicas seguidas por las empresas de un determinado sector) ante el cambio técnico. Llegan a la conclusión que dichas pautas están relacionadas con la fuente de la tecnología (interna o externa), con la naturaleza de las principales innovaciones introducidas en el sector (proceso o producto), así como, con el tamaño de las empresas y con la intensidad y dirección de la diversificación tecnológica existente en las empresas que conforman el sector.

tipo de firmas las innovaciones surgidas afectan, generalmente, al proceso productivo y son introducidas mediante la adquisición de maquinaria y otros inputs productivos (tecnología incorporada). Desde el punto de vista del mercado, no van a contribuir a la generación de nuevos productos o procesos, ya que la innovación tecnológica fue generada y realizada por empresas de otros sectores. En estos sectores, el proceso de innovación consiste fundamentalmente en la difusión de bienes de capital que optimizan los procesos, así como en el empleo de nuevos materiales o inputs intermedios producidos por otras empresas, con la finalidad básica de conseguir una reducción en sus costes¹⁰⁷.

2. LA DIFUSIÓN DE INNOVACIONES.

Las primeras aproximaciones económicas al análisis específico de la difusión de nuevas tecnologías datan de finales de los años cincuenta y principios de los setenta¹⁰⁸. Entre estos cabe destacar los trabajos de Griliches (1957), Mansfield (1961) y Rogers (1962), estableciendo las bases del modelo estándar (o epidémico) de difusión. Estos trabajos junto con otros realizados con posterioridad en los que se analizaba el proceso de difusión tecnológica en diversos sectores productivos (acero, robots industriales, escaners ópticos...) –Romeo (1977), Oster (1982), Levin *et al.* (1987), Mansfield (1989 y 1993), permitieron, entre otras cosas, establecer que *la difusión de nuevas tecnologías, económicamente superiores, es un proceso gradual*. Las investigaciones realizadas en las más diversas disciplinas han puesto de manifiesto que las nuevas tecnologías no se difunden de modo instantáneo en el ámbito de la estructura social y económica predominante y que las pautas de difusión varían dentro de amplios márgenes, prolongándose en muchas ocasiones durante décadas (Metcalf, 1992: 214). Generalmente, el número de usuarios que adoptan una nueva tecnología se pueden representar mediante una función logística en forma de S respecto al tiempo. El número de nuevos adoptantes crecerá lentamente al principio, pasando luego a un periodo de crecimiento acelerado para terminar con el estancamiento que se produce en una fase en la que se alcanza la madurez y han incorporado la nueva tecnología los usuarios más rezagados (Geroski, 2000).

No obstante, cuestiones como ¿por qué y cómo un nuevo producto o proceso, supuestamente superior a los existentes, no es adoptado inmediatamente por todas las empresas o usuarios a los que puede beneficiar?, ¿qué factores inciden en la velocidad con la que se difunde una nueva tecnología por todo el entramado económico-social?, han tratado de ser respondidas en gran parte de los trabajos centrados en el análisis y estudio de los procesos de difusión. Así, las explicaciones del lento avance de la difusión tecnológica en las fases iniciales ha sido objeto de múltiples investigaciones en diferentes disciplinas científicas y bajo diferentes enfoques de estudio. Como resultado se fue incrementando progresivamente el conjunto de factores que inciden en dicho

El resultado de este trabajo es la conocida tipología sectorial en cuatro grandes grupos teniendo en cuenta, como ya señalamos, la trayectoria tecnológica seguida por las empresas englobadas en cada uno de ellos, y que en trabajos posteriores fueron ampliados a cinco, debido a la importancia que cobraron en los últimos 10-15 años las empresas surgidas alrededor del sector servicios, como es el caso del sector financiero, comercio al por menor, editoriales o viajes: La tipología establecida es la siguiente: Sectores dominados por los proveedores, sectores de altas economías de escala, sectores de proveedores especializados, sectores basados en la ciencia y sectores intensivos en información.

¹⁰⁷ Véase Dosi y Orsenigo (1988). Los sectores que emplean tecnologías maduras, normalmente producen grandes series de fabricación para lo cual emplean gran cantidad de equipo especializado pero cuya tecnología es conocida (se mantiene estable y se introducen pocas innovaciones) y el factor que actúa como barrera de entrada al sector es la necesidad de grandes recursos financieros. Véase Freeman (1975), capítulo 8.

¹⁰⁸ Los primeros estudios sobre el proceso de difusión datan de los años cuarenta y fueron realizadas, principalmente, por sociólogos y geógrafos (Freeman, 1988).

proceso y las variables incluidas en los estudios y los modelos propuestos para el análisis -modelo tradicional o epidémico (Griliches, 1957; Mansfield, 1961), *probit models* (David, 1969; Davies, 1979) o *ranks models* (Kharsenas y Stoneman, 1993 y 1995), *stocks models* (Reinganum, 1981a, 1981b, 1983; Quimbrach, 1986), *order models* (Fundenberg y Tirole, 1985) o modelos de redes (Valente, 1995)¹⁰⁹.

3. FACTORES DETERMINANTES DE LA DECISIÓN DE ADOPCIÓN.

Los estudios sobre difusión y/o adopción realizados desde diversas disciplinas y bajo diferentes enfoques nos permiten identificar un conjunto de factores que influyen en la decisión de adoptar una nueva tecnología por parte de las empresas. Estos factores pueden afectar a todas las empresas por igual, o tener relevancia en la decisión de adopción por cada empresa en concreto, con lo que podríamos establecer dos grupos de estudios¹¹⁰:

1. Aquellos que analizan la difusión de una innovación tecnológica (o varias) en un sector (o varios) con el objetivo de establecer la senda de difusión, así como los factores condicionantes de la misma en base a las características del sector demanda (grado de concentración, nivel de competencia, etc.), a las características del sector oferta (grado de concentración, ...) y/o el contexto institucional en el cual se produce la difusión, esto es, factores que influirían en todas las empresas integrantes del sector demanda.
2. Aquellos trabajos que contemplan a las empresas de diversos sectores (o un único sector) como la unidad de análisis y, por lo tanto, tienen por objetivo determinar los factores con influencia en la decisión de adoptar por parte de las diferentes empresas. En este caso, se partirá de la consideración de que existe cierta heterogeneidad entre las distintas empresas que componen el sector demanda, lo que provoca que la valoración de cada una de ellas sea diferente, con lo cual cada una de ellas decidirá adoptar en diferentes momentos del tiempo.

3.1. RELACIONADOS CON EL SECTOR DEMANDA.

La actividad innovadora realizada por una determina empresa no va a ser independiente del sector industrial al cual pertenezca, esto es, en muchas ocasiones la estrategia tecnológica implantada en una compañía está muy influenciada por el sector en el que se encuentra inmersa. Como señala Barceló (1994), cada sector industrial tiene unas tecnologías propias y unas condiciones de competencia que predeterminan sus posibles estrategias tecnológicas y configuran sus posibles comportamientos o itinerarios tecnológicos.

Cuando consideramos el sector demanda a nivel agregado, existen una serie de factores estructurales de la industria adoptante que explican la mayor o menor velocidad de difusión (Webster, 1994; Robertson y Gatignon, 1986). Destacan los siguientes factores relacionados con el sector demanda:

- El grado en el que una industria está compuesta por empresas muy diferentes entre si. Un elevado grado de heterogeneidad implica mayor dificultad de información, mientras que un grado bajo implicaría que los beneficios asociados a la adopción serían reducidos, dado que todas las empresas adoptarían en momentos similares del tiempo y el rendimiento obtenido tendería a igualarse ante la homogeneidad existente entre las empresas.

¹⁰⁹ Puede consultarse una revisión de los diferentes modelos de difusión, entre otros, en Sarkar (1998), Baptista (1999), Geroski (2000), Stoneman (2002), Hoppe (2002).

¹¹⁰ Otro grupo de estudios serían aquellos que tratan de estudiar la secuencialidad del proceso de difusión dentro de la empresa una vez que está ha adoptado, esto es, la difusión intra-empresa.

- La intensidad competitiva existente en el sector. En aquellas ocasiones en las cuales alcanza un grado elevado, la velocidad de difusión de una nueva tecnología será mayor (Waarts *et al.*, 2002).
- La incertidumbre sobre la demanda. Situándonos en un caso concreto, Cuevas (1999) hace referencia al hecho de que la aceleración del cambio técnico en la industria textil de Alcoi viene explicado por la fuerte recesión de sus mercados tradicionales, lo que obligó a la reorganización de la producción con la mecanización de la producción.
- El nivel de cualificación de los empleados, relacionado de forma positiva con la decisión de adopción por parte de la empresa. Aquellas empresas con niveles de cualificación superiores adoptan antes una nueva tecnología.
- Estructura de mercado. La probabilidad de adopción de una nueva tecnología incrementa a medida que aumenta el nivel de concentración de la misma (Gatignon y Robertson, 1989). Esto se debe a que los beneficios asociados a la adopción incrementan a medida que decrece el número de competidores (Reinganum, 1981).

Cuadro 1. Incidencia de las características del sector demandante en la probabilidad de adopción.

Principales factores con influencia del sector demandante				
Heterogeneidad	Intensidad competitiva	Incertidumbre sobre la demanda	Nivel de profesionalización de los empleados	Estructura de mercado
Investigaciones				
Rogers (1995)	Gatignon y Robertson (1989) (+) Bosworth (1996) (+) Bradley y Stewart (2003) (+)	Ettlie (1983) (+) Gatignon y Robertson (1989) (-) Cuevas (1999) (+)	Fuglie y Kascak (2000) (+) Bartoloni y Baussola (2001) (+)	Gatignon y Robertson (1989) (+) Kharsenas y Stoneman (1993) (=) Hannan y McDowell (1984 y 1987) (+) Bosworth (1996) (-)
Resultados				
(+ Con relación positiva (-) Con relación negativa (=) Sin relación				

Probabilidad de adoptar la innovación

Fuente: Elaboración propia

3.2. RELACIONADOS CON EL SECTOR OFERENTE.

Los primeros trabajos empíricos realizados sobre la difusión de nuevas tecnologías se han centrado en la demanda, ya que se suponía que una tecnología se difundiría más rápidamente cuando la tasa de rendimiento que implicaba su adopción fuese alta (Romeo, 1977; Oster, 1982, Levin *et al.*, 1987). Sin embargo, la rentabilidad asociada a la adopción no debe considerarse sólo en términos del sector demanda, sino que ésta va a estar condicionada por la rentabilidad obtenida por las empresas proveedoras (Metcalfe, 1992). El sector proveedor busca igualmente maximizar su beneficio, lo que implicará cambios en la perspectiva del análisis.

Una vez considerados los factores de oferta en el análisis de los procesos de difusión, surgen nuevas cuestiones, especialmente aquellas relacionadas con el crecimiento de la capacidad productiva en torno a la nueva tecnología. En un primer momento, la industria proveedora puede no encontrarse capacitada para ofertar la tecnología demandada, básicamente por dos cuestiones:

- la disponibilidad de personal cualificado, de materiales y de otros medios de producción; que garanticen una producción que cubra la posible demanda existente de la nueva tecnología
- la cadena de actividades que se precisan de complemento a la nueva tecnología -denominadas por Rosenberg (1979) como “complementariedades”- pueden hacer no rentable para el sector oferente la fabricación de la nueva tecnología.

Por otra parte, una vez superada la situación anterior, habrá una serie de factores que pueden acelerar o retardar la difusión de la nueva tecnología, entre los que Robertson y Gatignon (1986) destacan:

- la intensidad competitiva que exista entre los oferentes, dado que mayores niveles de competitividad se traducirán en un menor coste, lo que a su vez implicará tasas de difusión mayores.
- la reputación de las empresas proveedoras de la tecnología, debido al hecho de que un mayor prestigio del oferente conducirá a una reducción en el riesgo e incertidumbre asociada a la adopción de la nueva tecnología.
- la estandarización del producto¹¹¹, lo que implicará un menor coste para los usuarios potenciales. Además que ya se habrá impuesto un diseño como dominante entre las distintas alternativas existentes.
- la existencia de coordinación vertical entre oferente-usuario.
- las actividades de marketing llevadas a cabo por el oferente para dar a conocer el producto innovador influyen positivamente en la decisión de adopción por parte del usuario potencial (Frambach y Schillewaert, 2001). Esta influencia es mayor en las fases iniciales del proceso de difusión (Waarts *et al*, 2002).

Cuadro 2. Incidencia del sector oferente en la probabilidad de adopción.

Principales factores con influencia del sector oferente						
Disponibilidad de personal y otros inputs productivos	Actividades complementarias	Intensidad competitiva	Reputación de los oferentes	Estandarización	Coordinación vertical	Actividades de marketing
Investigaciones						
Rosenberg (1979)	Rosenberg (1979)	Robertson y Gatignon (1986)	Robertson y Gatignon (1986)	Robertson y Gatignon (1986)	Gatignon y Robertson (1989) (+)	Waarts <i>et al</i> (2002)
Resultados						
(+) Con relación positiva						
(-) Con relación negativa						
(=) Sin relación						

Probabilidad de adoptar la innovación

Fuente: Elaboración propia

¹¹¹ Tanto en el ciclo de vida del producto (Vernon, 1966 y 1979), como en el de la tecnología (Fernández, 1998), habrá una fase en la que se estandarice la producción, y se reduzcan considerablemente los costes (y precios) del producto. En el caso de bienes industriales, el producto de la industria oferente es la “nueva tecnología” del sector demanda.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INNOVACIÓN

Las características de la innovación van a influir en la decisión de adoptar o no (Mansfield, 1993; Rogers, 1995; Frambach y Shillewaert, 2002; Bradley y Stewart, 2003)¹¹². Davies (1979) a partir de datos sobre la difusión de veintidós innovaciones en Gran Bretaña, encuentra diferencias significativas en el ritmo de difusión seguido por las innovaciones, dependiendo de su coste inicial y de su complejidad. Rogers (1995) destaca la importancia de la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad, la posibilidad de prueba y la comunicabilidad de la innovación para determinar la velocidad de difusión de la misma. Entre las características asociadas a la innovación que van a incidir en la decisión de adopción podemos destacar las siguientes:

- la ventaja relativa o grado en el que el adoptante potencial percibe la nueva tecnología como superior a la que reemplaza. Cuanto mayor sea la superioridad que el usuario percibe de la nueva tecnología respecto a la antigua, más rápido se producirá la decisión de adoptar y por tanto, mayor será la velocidad de difusión de dicha tecnología.
- el grado de compatibilidad, nivel en el cual la nueva tecnología puede ser incorporada a los procesos productivos de la empresa sin que ello afecte al resto de los equipos. Así, en la medida en la cual la incorporación de la nueva tecnología implique la sustitución de un mayor número de equipos complementarios, más se retrasará la decisión de adoptar y, por el contrario, cuando se den niveles de compatibilidad altos la velocidad de difusión será más rápida (Holak, 1988; Rogers, 1995)
- la complejidad asociada al uso de la nueva tecnología, dado que cuando la utilización de ésta lleve asociados niveles altos de complejidad, se precisará de un periodo de tiempo para formar a los trabajadores. En esta situación, el retraso en la adopción es inevitable y estaría relacionado en ocasiones, con el nivel de cualificación de los empleados de la empresa adoptante. El grado de complejidad estaría correlacionado con el gasto en aprendizaje necesario para el uso de la innovación (Davis *et al.*, 1989; Davis y Venkatesh, 1996).
- el coste de la nueva tecnología ejerce una influencia importante en la decisión de adopción, ya que cuanto mayor sea el coste de ésta más se retardará dicha decisión (Davies, 1979; Mansfield, 1979; Bradley y Stewart, 1996). Por otra parte, no sólo ejerce influencia el coste actual, sino que las expectativas de variación en dicho coste pueden igualmente explicar el porqué una empresa retrasa el momento de la adopción (Kharsenas y Stoneman, 1993). También va a influir el coste asociado al uso de la tecnología, por ejemplo, en el caso de la difusión de nuevas fuentes de energía en el sector eléctrico norteamericano, Rose y Joskow (1990) comprobaron que el precio del combustible condicionaba la decisión de adopción¹¹³.
- el riesgo y la incertidumbre asociados a la adopción, cuanto mayor sea el riesgo y la incertidumbre menor será la probabilidad de adopción
- la rentabilidad esperada, así en caso de bienes industriales la innovación se incorporará cuando la rentabilidad asociada a la inversión sea mayor a la obtenida con tecnologías alternativas. Cuanto mayores sean las expectativas de mejorar los resultados, mayor será la probabilidad de que una empresa opté por incorporar la nueva tecnología. En diversos trabajos se constata una fuerte relación entre la

¹¹² Independientemente de que los trabajos se centren en el estudio de la adopción de bienes industriales por parte de las empresas, o en la adopción de bienes de consumo por parte de los consumidores finales, se constata la influencia que ejercen las características de la innovación a adoptar.

¹¹³ Resultados similares obtuvieron Battisti y Stoneman (1998) para el caso de la difusión de la gasolina sin plomo, en Estados Unidos e Italia.

CITIES IN COMPETITION

rentabilidad y la velocidad de adopción. Por otra parte, es obvia la relación que existe en el caso de bienes industriales, entre rentabilidad esperada y ventaja relativa.

- la capacidad de comunicación o grado en el que los resultados de la utilización de una innovación pueden ser observados o descritos por otros. Existen innovaciones más fáciles de comunicar y describir que implicarán tasas de difusión superiores (Rogers, 1995).
- la posibilidad de prueba de la innovación antes de su compra, esto es, el grado en el cual la innovación puede ser probada en una cantidad limitada. La existencia de dicha opción puede ayudar al usuario potencial a hacerse una idea sobre dicha innovación (Rogers, 1995; Mathur, 1998).

Cuadro 3. Incidencia de las características de la innovación en la probabilidad de adopción.

Características percibidas en la innovación							
Ventaja relativa	Compatibilidad	Complejidad	Coste	Riesgo e incertidumbre	Rentabilidad esperada	Comunicabilidad	Posibilidad prueba
Investigaciones							
Robinson (1990)	Holak (1988)	Davies (1979)	Davies (1979)	Mansfield (1968)	Griliches (1957)	Rogers (1995)	Rogers (1995)
Mansfield (1993)	Rogers (1995)	Fain y Roberts (1997)	Mansfield (1979)	Ostlund (1979)	Mansfield (1961 y 1968)		Mathur (1998)
Rogers (1995)		Batz <i>et al</i> (1999 y 2003)	Kharsenas y Stoneman (1993)	(1987)	David (1979)		Lee <i>et al</i> (2003)
Lee <i>et al</i> (2003)		Lee <i>et al</i> (2003)	Bradley y Stewart (2003)	Nootebomm (1989)			Bradley y Stewart (2003)
			Bradley y Stewart (2003)	Venkatraman (1991)			
				Batz <i>et al</i> (1999 y 2003)			
Resultados							
Positiva	Positiva	Negativa	Negativo	Negativo	Positiva	Positiva	Positiva

Probabilidad de adoptar la innovación

Fuente: Elaboración propia

3.4. FACTORES RELACIONADOS CON EL CONTEXTO EN EL QUE TIENE LUGAR LA DIFUSIÓN.

Dentro de esta categoría vamos a referirnos a la competencia de la nueva tecnología con otras tecnologías que cumplen su misma función, entre las que deben ser incluidas la tecnología antigua a la cual va a sustituir. También incorporamos en este punto el papel que el marco institucional puede ejercer en el proceso de difusión de una nueva tecnología.

3.4.1. Competencia tecnológica y evolución de la tecnología antigua.

En la propulsión marina, el vapor reemplazó a la vela y éste a su vez fue sustituido por el motor de combustión interna, o en el caso de la telefonía móvil la primera generación de móviles fue sustituida por la segunda, y ésta

por la tercera¹¹⁴. Sin embargo, al igual que el proceso de difusión de una nueva tecnología es un proceso gradual, también lo será el de sustitución de la tecnología antigua (Linstone y Sahal, 1976). Cuando hablamos de activos industriales de elevado valor, la sustitución en muchos casos no se dará hasta que la empresa adoptante haya amortizado sus inversiones en la tecnología antigua (Rosenberg, 1995). En ocasiones, la demanda de la tecnología antigua puede seguir creciendo mientras ocurre el proceso de sustitución (Norton y Bass, 1987). Esto se debe a que las nuevas tecnologías no se difunden en el vacío, sino que se encuentran dentro de entornos bien estructurados que determinan la magnitud de las ventajas y desventajas respecto a las tecnologías preexistentes. Por otra parte, durante el proceso de difusión de la nueva tecnología, se pueden introducir mejoras en la versión antigua, debidas tanto a la experiencia de los usuarios como a la competencia entre los ofertantes (Rosenberg, 1975 y 1982; Balcer y Lippman, 1984). De la misma forma que se pueden introducir mejoras en la nueva tecnología, la tecnología antigua puede experimentar cambios destinados a intentar contrarrestar las ventajas de la nueva competencia. La velocidad a la que se produzca la difusión dependerá de la ventaja competitiva relativa que se obtenga con cada una de las alternativas tecnológicas (Metcalfé, 1992:228).

Las mejoras en la tecnología antigua provocará que ésta amplíe su límite tecnológico al aumentar sus prestaciones y rendimientos, pasando en la figura 1 de U_A a U_M , que representan el umbral máximo de rendimiento de la tecnología antigua y el de ésta teniendo en cuenta la mejora. Ante esta nueva situación muchos de los adoptantes potenciales pueden inclinarse por la tecnología antigua dado que al encontrarse en una fase más avanzada del ciclo de vida, los costes son menores. Así mismo, el nivel de riesgo asociado a la misma también será menor y el grado de complejidad será más reducido frente al de la nueva tecnología¹¹⁵.

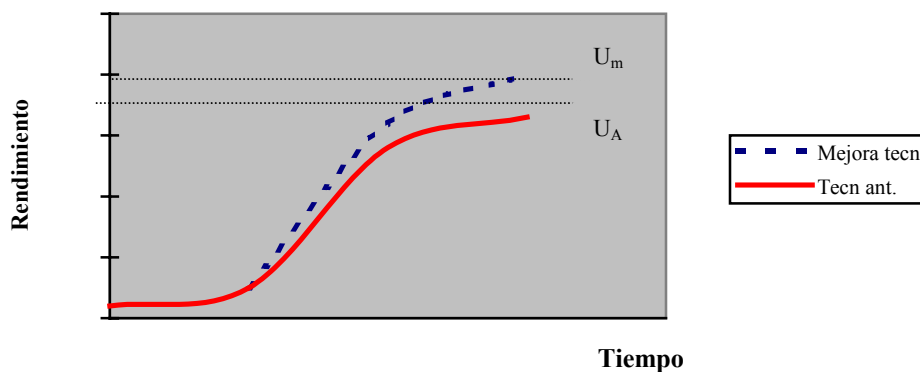


Figura 1. Curva de difusión de tecnología antigua con mejora (Adaptado de Foster (1987))

¹¹⁴ Salvo en los casos en los que una tecnología nueva no sustituya a otra antigua, habitualmente, al existir una tecnología previa que cumple las mismas o similares funciones, se dará un proceso de sustitución o de cambio de opción tecnológica.

¹¹⁵ Sobre el ciclo de vida de la tecnología y las características de las diferentes fases puede consultarse, entre otros, Fernández (1996), Pavon e Hidalgo (1997), Benavides (1998), Molina y Conca (2000) e Hidalgo *et al* (2002).

La introducción de una tecnología rara vez tiene lugar en solitario, es decir, no se debe considerar sólo la competencia con la tecnología antigua, sino que también habrá que analizar la evolución de tecnologías coetáneas con iguales o similares prestaciones. Generalmente, todas las tecnologías en un momento u otro de su proceso de desarrollo se enfrentan a tecnologías competidoras que, en algún momento del tiempo, pueden desplazarlas (Hidalgo *et al*, 2002:27).

Si consideramos la existencia de un umbral mínimo de rendimiento, que vendrá determinado por la utilidad social de la misma y, por tanto, la existencia de un mercado (Hidalgo *et al*, 2002), mientras la tecnología no alcance ese umbral mínimo, en términos económicos no es viable su utilización. Así, en el caso de dos tecnologías en competencia, T_1 y T_2 , para las cuales existe un umbral mínimo para su utilización (U_{Min}), sólo será utilizada aquella que supere dicho nivel. En la figura 2 se plasma la trayectoria seguida por ambas tecnologías, en cuyo caso, durante el período t_1 - t_2 sólo sería viable T_1 , porque otra tecnología en competencia aún no ha alcanzado el umbral mínimo. Ambas tecnologías alcanzarían dicho umbral en t_2 , por lo que en el período t_2 - t_3 la empresa optaría por cualquiera de las dos. A partir de t_3 sólo la tecnología T_2 sería la opción más rentable, dado que la tecnología T_1 ya ha alcanzado su límite tecnológico.

Por tanto, a la hora de analizar la difusión de una tecnología concreta, deberíamos tener en cuenta las circunstancias en las que se produce su aparición, ya que como mínimo va a tener que desbancar a la tecnología que venía utilizándose hasta ese momento. La forma en la que se lleve a cabo el proceso de sustitución implicará una mayor o menor velocidad de difusión de la nueva alternativa.

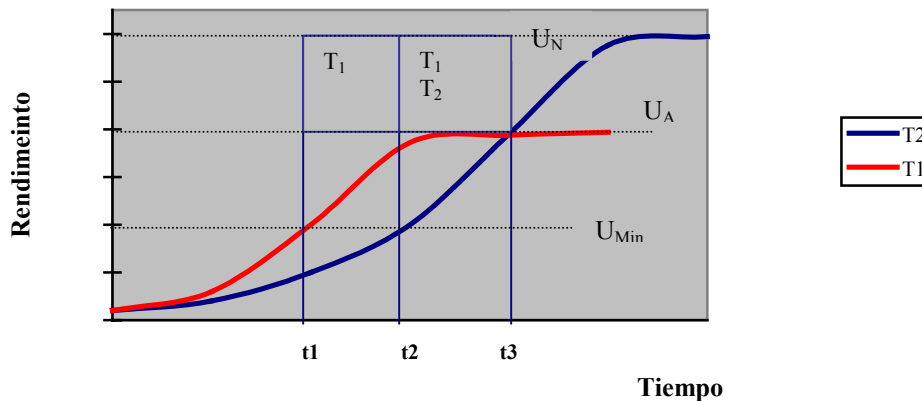


Figura 2. Competencia entre tecnologías (Hidalgo *et al*, 2002: 28).

3.4.2. Factores políticos.

En muchas ocasiones la intervención de los gobiernos va a tener repercusión en la trayectoria de la difusión de una nueva tecnología (Rosseger, 1996). Stoneman y David (1986) establecen dos posibles formas de intervenir: 1) los gobiernos pueden actuar como agentes transmisores de información, acelerando la difusión a través de la

comunicación de la existencia de la innovación a los adoptantes potenciales¹¹⁶, o 2) mediante el uso de subsidios, que reduzcan de forma indirecta el coste de la adopción, y por tanto, se incremente la probabilidad de adopción por parte de los usuarios potenciales. Mientras el primer tipo de intervención actuará sobre los llamados efectos epidémicos, el segundo tipo lo hará de forma más directa sobre los efectos de rango, cantidad y orden, al modificar el coste de adopción, e indirectamente, la rentabilidad esperada por los distintos adoptantes, dado que si la perspectiva de ingresos asociados a la adopción se mantienen, al reducir el coste se incrementará la rentabilidad. En el caso de ser ayudas selectivas estos efectos tendrán repercusiones en la ordenación y/o preferencia de las diferentes empresas en el proceso de adopción, mientras que en aquellos casos en los que se trate de ayudas no selectivas la reducción de coste se distribuirá equitativamente entre todas las empresas del sector.

3.5. HETEROGENEIDAD EMPRESARIAL.

Como ya hemos señalado, los factores que condicionan la decisión por parte de una empresa de adopción de una nueva tecnología vendrán dados por las características particulares de cada empresa, en base a las cuales la valoración que cada organización realice de la tecnología será diferente (Damanpour, 1991). El estudio de los factores que influyen en la tasa de adopción nos ayudarán a entender el porqué unas empresas pasan más rápidamente que otras por las etapas de dicho proceso y, por tanto, el porqué en un contexto determinado la difusión de una nueva tecnología tiene lugar a mayor o menor velocidad. Estas respuestas no pueden ser proporcionadas por los modelos agregados que suponen una homogeneidad empresarial (Chatterjee y Eliashberg, 1990).

Los estudios realizados por las diferentes disciplinas sobre el proceso de adopción organizacional nos permiten identificar un conjunto de factores (relacionados con las características propias de cada empresa del sector demanda) que se ha demostrado que influyen en la aceptación de nuevos productos o procesos por parte de las organizaciones o de los individuos. No obstante, debe señalarse que normalmente los estudios existentes se centran en uno o pocos factores, y aunque el proceso de adopción está compuesto por diferentes etapas la mayoría de los trabajos de investigación están centrados en la adopción/no adopción, por lo que se conoce poco de los factores que afectan a las etapas intermedias del proceso de adopción (Frambach y Schillewaert, 2002). Así mismo, también son escasos los trabajos que versan sobre el uso dado a la tecnología una vez adoptada, en cuanto a su diversidad e intensidad (Shih y Venkatesh, 2004).

Una de las conclusiones a la que llegan la mayoría de estudios existentes es que los primeros adoptantes tienden a ser las empresas más grandes de la industria. Se establece, por tanto, una correlación entre tamaño y probabilidad de adopción y, además, ésta tiene signo positivo. Generalmente, las empresas de mayor tamaño van a ser aquellas que dispongan de mayores recursos financieros, dado que disponen de capacidad para realizar la inversión necesaria y hacer frente al riesgo que implica adoptar en los primeros lugares. Así mismo, suelen tener mayores necesidades de sustitución y un mayor campo de aplicaciones potenciales para la tecnología innovadora (Malecki, 1977; Davies, 1979, Brown, 1981, Rogers, 1995; Ufuah, 1998).

¹¹⁶ En este caso, se reducirá el coste de obtención de la información necesaria sobre las nuevas tecnologías, lo que repercutirá en un menor coste de adquisición de las mismas, lo que implicará tasas de difusión mayores (Saxonhouse, 1974).

Cuadro 4. Incidencia de las características de la empresa en la probabilidad de adopción.

Características de la empresa adoptante						
Tamaño de la empresa ¹¹⁷	Localización	Estructura propiedad	Gastos I+D o Departamento I+D	Edad de la planta o de la empresa	Estructura organizativa	Exporta
Investigaciones						
Mansfield (1963) (=)	Griliches (1957) (+)	Hannan y McDowell (1984) (+)	Romeo (1975)	Czepiel (1976) (+)	Zaltman <i>et al</i> (1973)	Bosworth (1996) (+)
Adams y Dirlam (1966) (-)	Thwaites (1982) (+)	Rose y Joskow (1990) (+)	Kharsenas y Stoneman (1993)	Rees <i>et al</i> (1984) (+)	Kimberley y Evanisko (1981)	Faria <i>et al</i> (2002) (+)
David (1969) (+)	Rees <i>et al</i> (1984) (+)	Karshenas y Alderman y Stoneman (1993) (-)	Bosworth (1996)	Kharsenas y Stoneman (1993) (+)	Damanpour (1991)	
Nabseth y Ray (1974) (+)	Alderman y Davies (1990) (+)	Bosworth (1996) (+)		Dunne (1994) (-)		
Globerman (1975) (+)	Colombo y Mosconi (1995) (+)	Bartoloni y Baussola (2001) (-)		Hewitt-Dundas (2004) (+)		
Romeo (1977) (+)						
Oster (1982) (-)						
Sumrall (1982) (-)	Bartoloni y Baussola (2001) (+)					
	Faria <i>et al</i> (2002) (+)					
Resultados – Influencia						
Ejerce influencia (+) (-)	Ejerce influencia (+)	Ejerce influencia (+)	Ejerce influencia (+)	Ejerce influencia (+)	Ejerce influencia (+)	Ejerce influencia (+)
No ejerce influencia (=)	No ejerce influencia (-)	No ejerce influencia (-)	No ejerce influencia (-)	No ejerce influencia (-)	No ejerce influencia (-)	No ejerce influencia (-)

Probabilidad de adoptar la innovación

Fuente: Elaboración propia

La difusión de nuevas tecnologías, al igual que cualquier otro fenómeno socio-económico, se produce en un espacio y en un momento del tiempo determinado. En diversos trabajos se estudia la posible relación existente entre localización empresarial y probabilidad de adopción, obteniéndose que, generalmente, existe una correlación entre ubicación geográfica de la empresa y primeros adoptantes. Las empresas de determinada región geográfica muestran tasas de adopción superiores a las de otras regiones. En este punto los trabajos que abordan la temática de la difusión desde una perspectiva de redes también arrojan resultados en la misma línea.

La estructura de propiedad de la empresa predeterminará, en ocasiones, una mayor probabilidad de adopción. Para diferentes tipos de propiedad se obtienen probabilidades de adopción diferentes. Esta probabilidad es mayor para empresas con inversionistas privados que para aquellas donde los inversionistas son de carácter estatal.

¹¹⁷ Otros estudios en los que se constata la relación entre el tamaño y adopción: Hannan y McDowell (1984); Levin *et al* (1987); Rose y Joskow (1990); Pennigs y Harianto (1992); Dunne (1994); Buzzacchi *et al* (1995); Bosworth (1996); Bartelsman *et al* (1998); Thomas (1999); Fuglie y Kascak (2000); Arvanitis y Hollenstein (2001); Luque (2002). En el de Faria *et al* (2002) se concluye que el tamaño si es explicativo de la adopción, pero si se incluyen otras características de la empresa deja de ser importante su capacidad explicativa.

La existencia de departamento de I+D o la cuantía de los gastos en I+D explica la mayor propensión a adoptar por parte de las empresas. Se supone que el carácter innovador de la empresa implicará una mayor predisposición a adoptar una nueva tecnología. Generalmente, aquellas empresas con departamentos propios de I+D, o aquellas que invierten más recursos en I+D tienden a adoptar antes una nueva tecnología que las empresas que carecen de dicho departamento o invierten cantidades menores en I+D.

Por otra parte, la edad de la empresa parece explicar la propensión de ésta a adoptar en determinado momento del tiempo. Generalmente, las empresas más jóvenes tienen una probabilidad mayor de adoptar una nueva tecnología que aquellas que llevan más años en funcionamiento. En ocasiones, se tiene en cuenta la edad de los directivos encargados de tomar la decisión, dado que aquellas empresas dirigidas por personas de menor edad adoptan antes que aquellas en las que la decisión depende de una persona de más edad.

La estructura organizativa también suele ser utilizada como variable explicativa de la probabilidad de adopción. Así, se constatan diferencias en la probabilidad de adopción dependiendo del número de plantas de la empresa, en este sentido, cuando la empresa tiene más de una planta su probabilidad de adoptar una nueva tecnología se incrementa frente a la de aquellas empresas con una sola planta.

4. CONCLUSIONES.

Los diferentes modelos teóricos y análisis empíricos existentes permiten establecer que la difusión de nuevas tecnologías es un proceso gradual que sigue una curva en forma de S. Sin embargo, está menos claro cuáles son los factores que inciden en que ese proceso gradual tenga lugar de un modo más o menos rápido. Los factores estudiados que condicionan la velocidad a la cual se difunde una nueva tecnología pueden agruparse en : a) aquellos que recogen las características agregadas del sector demanda, b) aquellos que hacen referencia al sector oferente, c) relacionados con las características de la innovación a difundir, por ejemplo, el coste de la misma, nivel de complejidad en su uso, riesgo asociado, etc.; d) el entorno en el cual se produce la difusión, teniendo en cuenta la competencia que puede establecerse con otras tecnologías y/o con la tecnología antigua (y las mejoras que pueden introducirse en ésta), los condicionantes políticos que pueden favorecer o retrasar la difusión de una innovación determinada, y e) aquellos factores que contribuyen a explicar el proceso de adopción por parte de las empresas, partiendo de la existencia de cierta heterogeneidad entre las empresas de un mismo sector.

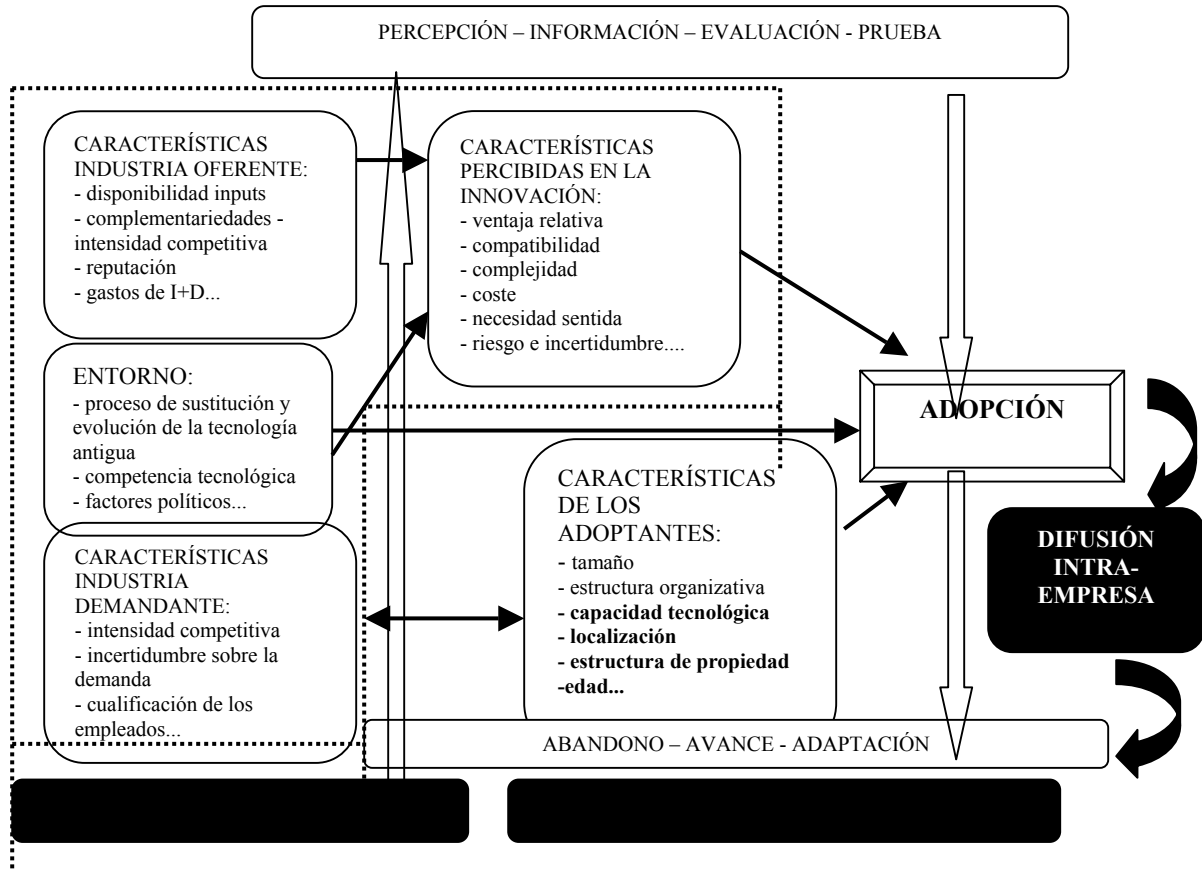


Figura 2: Factores condicionantes de la difusión y adopción de nuevas tecnologías.

Para el estudio de los diferentes factores, en unos casos se toma como unidad de análisis a una industria (para tratar de determinar porque existen diferencias en la velocidad de difusión de una innovación para distintas industrias), o la empresa. En base a ello se establecen dos niveles de análisis, que sirven para dar respuesta a dos cuestiones diferentes:

1. En el primer nivel la unidad de análisis es la industria, y busca dar respuesta a qué factores condicionan la difusión de nuevas tecnologías a nivel interempresaria.
2. En un en el segundo nivel la unidad de análisis es la empresa, con el objetivo de responder al porqué unas empresas (de un mismo sector) incorporan antes que otras una nueva tecnología.

BIBLIOGRAFÍA.

- Adams, W. y Dirlam, J.B. (1966): "Big steel, invention and innovation", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. 80, mayo, pp. 167-189. (Recogido en Brock, J.W. y Elzinga, K.G. (eds)(1991): *Antitrust, the market, and the state: The contributions of Walter Adams*. Ed. Sharpe, London, pp. 33-53).
- Alderman, N. y Davies, S. (1990): "Modelling regional patterns of innovation diffusion in the UK metalworking industries", en *Regional Studies*, vol. 24, nº 6, pp. 513-528.

- Arvanatis, S. y Hollenstein, H. (2001): "The determinants of the adoption of advanced manufacturing technology. An empirical analysis based on firm-level data for swiss manufacturing", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 10, nº 5, pp.377-414.
- Balcer, Y. y Lippman, S. (1984): "Technological expectations and the adoption of improved technology", en *The Journal of Economic Theory*, nº 34, nº 2, pp. 292-318.
- Baptista, R. (1999): "The diffusion of process innovations: a selective review", en *International Journal of the Economics of Business*, vol. 6, nº 1, pp. 107-129.
- Barceló Roca, M. (1994): *Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española*. Ed. Beta Editorial, Barcelona.
- Bartelsman, E.; VAN Leeuwen, G. y Nieuwenhuijsen, H. (1998): "Adoption of advanced manufacturing technology and firm performance in the Netherlands", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol 6, nº 2, pp. 291-312.
- Bartolini, E. y Baussola, M. (2001): "The determinants of technology adoption in italian manufacturing industries", en *Review of Industrial Organization*, vol. 19, nº 3, pp. 305-328.
- Battisti, G. y Stoneman, P. (1998): "The diffusion of unleaded petrol: an anglo-italian comparison", en *Labour*, vol. 12, nº 2, pp. 255-278.
- Batz, F.J.; Janssen, W. y Peters, K.J. (2003): "Predicting technology adoption to improve research priority-setting", en *Agricultural Economics*, vol. 28, nº 2, pp. 151-164.
- Batz, F.J.; Peters, K.J. y Janssen, W. (1999): "The influence of technology characteristics on the rate and speed of adoption", en *Agricultural Economics*, vol. 21, nº 2, pp. 121-130.
- Benavides, C.A. (1998): *Tecnología, innovación y empresa*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Bosworth, D. (1996): "Determinants of the use of advanced technologies" en *International Journal of the Economics of Business*, vol. 3, nº 3, pp. 269-293.
- Bradley, L. y Stewart, K. (2003): "The diffusion of online banking", en *Journal of Marketing Management*, vol.19, pp. 1087-1109.
- Brown, L.A. (1981): *Innovation diffusion: a new perspective*. Ed. Methuen and Company Limited, London.
- Buzzacchi, L.; Colombo, M.G. y Mariotti, S. (1995): "Technological regimes and innovation in services: the case of the Italian banking industry", en *Research Policy*, vol. 24, nº 1, pp. 151-168.
- Chatterjee, R. y Eliashberg, J. (1990): "The innovation diffusion process in a heterogeneous population: a micromodeling approach", en *Management Science*, vol. 36, nº 9, pp. 1057-1079.
- Colombo, M.G. y Mosconi, R. (1995): "Complementary and cumulative learning effects in the early diffusion of múltiple technologies", en *The Journal of Industrial Economics*, vol. 43, nº 1, pp. 13-48.
- Cuevas, J. (1999): "Innovación técnica y estructura empresarial en la industria textil de Alcoi, 1820-1913", en *Revista de Historia Industrial*, nº 16, pp. 13-43.
- Czepiel, J.A. (1976): "Decision group and firma characteristics in an industrial adoption decision", en Bernhardt, R.L. (ed.): *Marketing 1776-1976 and beyond*. Ed. American Marketing Association, Chicago.
- Damanpour, F. (1991): "Organizational innovation: a meta-analysis of effects of determinants and moderators", en *Academy Management Journal*, vol. 34, nº 3, pp. 555-590.
- David, P. (1969): *A contribution to the theory of diffusion*. Center for Research in Economic Growth, Research Memorandum, nº 71, Stanford University.
- Davies, S. (1979): *The diffusion of process innovations*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Davis, F.D.; Bagozzi, R.P. y Warshaw, P.R. (1989): "User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models", en *Management Science*, vol. 35, nº 8, pp. 982-1003.
- Davis, F.D. y Venkatesh, V. (1996): "A critical assessment of potential measurement biases in technology acceptance model: three experiments", en *International Journal of Human Computer Studies*, nº 45, pp. 19-45.
- Dosi, G. y Orsenigo, L. (1988): "Estructura industrial y cambio tecnológico", en Heertje, A. (ed.): *Innovación, tecnología, y finanzas*. Ed. Basil Blackwell, Oxford, pp. 14-38.
- Dunne, T. (1994): "Plant age and technology use in U.S. manufacturing industries", en *The Rand Journal of Economics*, Vol. 25, nº 3, pp. 488-499.
- Ettlie, J.C. (1983): "Organizational policy and innovation among suppliers to the food processing sector", en *Academy of Management Journal*, vol. 26, nº 1, pp. 27-44.
- Fain, D. y Roberts, M.L. (1997): "Technology vs consumer behavior: the battle for the financial services costumer", en *Journal of Direct Marketing*, vol. 11, nº 1, pp. 44-55.
- Faria, A.; Fenn, P. y Bruce, A. (2002): "Determinants of adoption of flexible production technologies: evidence from portuguese manufacturing industry", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, nº 6, pp. 569-580.
- Fernández Sánchez, E. (1996): *Innovación, tecnología y alianzas estratégicas Factores clave dela competencia..* Ed. Civitas, Madrid.
- Frambach, R.T. y Schillewaert, N. (2001): "Organizational innovation adoption. A multi-level framework of determinants and opportunities for future research", en *Journal of Business Research*, vol. 55, nº 2, pp. 163-176.
- Freeman, C. (1975): *The economics of industrial innovation*. Penguin Books Ltd., Middlesex.
- Freeman, C. (1988): "Difusión, la propagación de las nuevas tecnologías en las empresas, los sectores y las naciones", en

- Fuglie, K.O. y Kascak, C.A. (2000): "Adoption and diffusion of natural resource-conserving agricultural technology", en *Review of Agricultural Economics*, vol. 23, nº 2, pp. 386-403.
- Fudenberg, D. y Tirole, J. (1985): "Preemption and rent equalization in the adoption of new technology", en *Review of Economics Studies*, vol. 52, nº 3, pp. 383-401.
- Gatignon, H. y Robertson, T.S. (1989): "A prepositional inventory for new diffusion research", en *Journal of Consumer Research*, vol. 11, nº 4, pp. 849-867.
- Geroski, P.A. (2000): "Models of technology diffusion", en *Research Policy*, vol. 29, pp. 603-626.
- Globerman, S. (1975): "Technological diffusion in the canadian tool and die industry", en *Review of Economics and Statistics*, vol. 54, nº 4, pp. 428-435.
- Griliches, Z. (1957) "Hybrid corn: an exploration in the economics of technical change", en *Econometrica*, vol. 48, pp. 501-522.
- Hannan, T. y McDowell, J. (1984): "The determinants of technology adoption: the case of banking firm", en *The Rand Journal of Economics*, vol. 15, nº 3, pp. 328-335.
- Hannan, T. y McDowell, J. (1987):
- Hewitt-Dundas, N. (2004): "The adoption of advanced manufacturing technology and innovation strategy in small firms", en *International Journal of Innovation and Technology Management*, vol. 1, nº 1, pp. 17-36.
- Hidalgo Nuchera, A.; León Serrano, G. y Pavón Morote, J. (2002): *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Ed. Pirámide, Madrid.
- Holak, S.L. (1988): "Determinants of innovative durables adoption; an empirical study with implications for early product screening", en *Journal Product Innovation Management*, vol. 5, nº 1, pp. 50-69.
- Hoppe, H.C. (2002): "The timing of new technology adoption: theoretical models and empirical evidence", en *The Manchester School*, vol. 70, nº 1, pp. 56-76.
- Karshenas, P.L. y Stoneman, P. (1993): "Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model", en *The RAND Journal of Economics*, vol. 24, nº 4, pp. 503-528.
- Karshenas, P.L. y Stoneman, P. (1995): "Technological diffusion", en STONEMAN, P. (ed.): *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Ed. Blackwell, London, pp. 265-297.
- Kimberley, J.R. y Evanisko, M.J. (1981): "Organizational innovation: the influence of individual, organizational and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations", en *Academy Management Journal*, vol. 24, pp. 689-713.
- Lee, E.J.; Lee, J. y Eastwood, D. (2003): "A two-step estimation of consumer adoption of technology-based service innovation", en *Journal of Consumer Affairs*, vol. 37, nº 2, pp. 256-282.
- Levin, S.G.; Levin, S.L. y Meisel, J.B. (1987): "A dynamic on analysis of the adoption of a new technology. The case of optical scanners", en *Review of Economics and Statistics*, vol. 69, nº 1, pp. 12-17.
- Linstone, D. y Sahal, D. (1976): *Technological substitution: forecasting technologies and applications*. Ed. Elsevier, New York.
- Luque, A. (2002): "An option-value approach to technology adoption in U.S. manufacturing: evidence from microdata", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, nº 6, pp. 543-568.
- Malecki, E.J. (1977): "Firms and innovation diffusion: examples from banking", en *Environment and Planning*, vol. 9, pp. 1291-1305.
- Mansfield, E. (1961): "Technical change and the rate of imitation", en *Econometrica*, vol. 29, nº4, pp. 741-766.
- Mansfield, E. (1963).
- Mansfield, E. (1968): *Industrial research and technological innovation*. Ed. Norton, New York.
- Mansfield, E. (1979):
- Mansfield, E. (1989): "Industrial robots in Japan and the USA", en *Research Policy*, vol. 18, pp. 183-192.
- Mansfield, E. (1993): "The diffusion of flexible manufacturing systems in Japan, Europe and the United States", en *Management Science*, vol. 39, nº 2, pp. 149-159.
- Mathur, A. (1998): "Examining trying as a mediator and control as a moderator of intention-behavior relationship", en *Psychology and marketing*, vol. 15, nº 3, pp. 241-259.
- Metcalfe, S. (1992): "Difusión, inversión y proceso de cambio tecnológico", en GÓMEZ URANGA, M., SÁNCHEZ
- Molina Manchón, H. y Conca Flor, F.J. (2000): *Innovación tecnológica y competitividad empresarial*. Ed. Universidad de Alicante, Alicante.
- Nabseth, L. y Ray, G.F. (1974): *The diffusion of new industrial processes: an international study*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nooteboom, B. (1989): "Diffusion, uncertainty, and firm size", en *International Journal of Marketing Research*, vol. 6, pp. 109-128.
- Norton, J.A. y Bass, F.M. (1987): "A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high-technology products", en *Management Science*, vol. 33, nº 9, pp. 1069-1086.
- Ostlund, L.E. (1974): "Perceived innovation attributes as predictors of innovativeness", en *Journal Consumer Research*, vol. 1, nº 1, pp. 23-29.
- Oster, S. (1982): "The diffusion of innovation among steel firms: the basic oxygen furnace", en *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, pp. 45-56.
- Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", en *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-373.
- Pavón Morote, J. y Hidalgo Nuchera, A. (1997): *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*. Ed. Pirámide, Madrid.

- Pennings, J.M. y Harianto, F. (1992): "The diffusion of technological innovation in the commercial banking industry", en *Strategic Management Journal*, vol. 13, n° 1, pp. 29-48.
- Quimbach, H.C. (1986): "The diffusion of new technology and the market for an innovation", en *The Rand Journal of Economics*, vol. 17, n° 1, pp. 33-47.
- Rees, J.; Briggs, R. y Oakey, R.P. (1984): "The adoption of new technology in the American machinery industry", en *Regional Studies*, vol. 18, n° 6, pp. 489-504.
- Reinganum, J.F. (1981a): "Market structure and the diffusion of new technology", en *The Bell Journal of Economics*, vol. 12, n° 2, pp. 618-624.
- Reinganum, J.F. (1981b): "On the diffusion of new technology: a game theoretic approach", en *Review of Economic Studies*, vol. 48, pp. 395-405.
- Reinganum, J.F. (1983): "Technology adoption under imperfect information", en *The Bell Journal of Economics*, vol. 14, n° 1, pp. 57-69.
- Robertson, T.S. y Gatignon, H. (1986): "Competitive effects on technology diffusion", en *Journal of Marketing*, vol. 50, n° 1, pp. 1-12.
- Robinson, W.T. (1990): "Product innovation and start-up business market share performance", en *Management Science*, vol. 36, pp. 1279-1289.
- Rogers, E.M. (1995): *Diffusion of innovations*. Ed. The Free Press, 4ª ed., New York (Primera edición: 1962).
- Romeo, A.A. (1975): "Inter.-industry and Inter.-firm differences in the rate of diffusion of an innovation", en *Review of Economics and Statistics*, vol. 57, n° 3, pp. 311-319.
- Romeo, A.A. (1977): "The rate of imitation of a capital embodied process innovation", en *Economica*, vol. 44, n° 173, pp. 63-69.
- Rose, N.L. y Joskow, P.L. (1990): "The diffusion of new technologies: evidence from the electric utility industry", en *The RAND Journal of Economics*, vol. 21, n° 3, pp. 354-373.
- Rosenberg, N. (1975):
- Rosenberg, N. (1979): *Tecnología y Economía*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the black box: technology and economics*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N. (1995): "Innovation's uncertain terrain", en *The McKinsey Quarterly*, n° 3, pp. 171-185.
- Rosegger, G. (1996): *The economics of production and innovation. An industrial perspective*. Ed. Butterworth-Heinemann, 3ª ed., Oxford. (Primera edición: 1980).
- Sarkar, J. (1998): "Technological diffusion: alternative theories and historical evidence", en *Journal of Economics Survey*, vol. 12, n° 2, pp. 131-171.
- Saxonhouse, G. (1974): "A tale of Japanese technological diffusion in the Meiji period", en *Journal of Economic History*, vol. 34, n° 1, pp. 149-165.
- Shih, C.F. y Venkatesh, A. (2004): "Beyond adoption: development and application of a use-diffusion model", en *Journal of Marketing*, vol. 68, n° 1, pp. 59-72.
- Sinha, R.K. y Chandrashekar, M. (1992): "A split hazard model for analyzing the diffusion of innovations", en *Journal of Marketing Research*, vol. 29, n° 2, pp. 116-127.
- Stoneman, P. (2002): *The economics of technological diffusion*. Ed. Blackwell-Publishers, Oxford.
- Stoneman, P. y David, P.A. (1986): "Adoption subsidies vs. information provision as instruments of technology policy", en *Economic Journal*, vol. 96, Conference Papers, pp. 142-150.
- Sumrall, J.B. (1982): "Diffusion of the basic oxygen furnace in the US steel industry", en *Journal of Industrial Economics*, vol. 30, n° 4, pp. 421-447.
- Thomas (1999):
- Thwaites, A. (1982): "Some evidence of regional variations in the diffusion of new industrial products and processes within british manufacturing industry", en *Regional Studies*, vol. 16, n° 5, pp. 371-381.
- Ufau, A. (1998): *Innovation management: strategies, implementation and profits*. Ed. Oxford University Press, Oxford.
- Valente, T.W. (1995): *Network models of the diffusion of innovations*. Ed. Hampton Press, New Jersey.
- Venkatraman, M.P. (1991): "The impact of innovativeness and innovation type on adoption", en *Journal Retailing*, vol. 67, n° 1, pp. 51-67.
- Vernon, R. (1966): "International investment and international trade in the product cycle", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. LXXX, mayo, pp. 190-207.
- Vernon, R. (1979): "The product cycle hipótesis in a new international environment", en *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 41, n° 4, pp. 225-265.
- Waarts, E.; Everdingen, Y.M. y Hillegersberg, J. (2002): "The dynamics of factors affecting the adoption of innovations", en *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 19, n° 6, pp. 412-423.
- Webster, F.E. (1984): *Industrial marketing strategy*. Ed. John Wiley & Sons, UK.
- Zaltman, G. y Stiff, R. (1973): "Theories of diffusion", en Ward, S. y Robertson, T.S. (eds): *Consumer behavior: theoretical sources*. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.