

Externalidades de red en los mercados electrónicos

José Luis Arroyo Barrigüete¹, Julián Chaparro Peláez², José Ignacio López Sánchez¹,

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas, 28223 Madrid. jarroyo@ccee.ucm.es, jilopez@ccee.ucm.es

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria S/N, 28040 Madrid. jchaparro@gio.etsit.upm.es

Resumen

A lo largo de esta ponencia se estudiarán las denominadas externalidades de red, que constituyen una de las características más relevantes de la Economía Digital, e inducen en los mercados una realimentación positiva que lleva en muchos casos a situaciones prácticamente monopolísticas (tipping). Se tratarán los elementos más relevantes para el estudio de estos efectos, prestando especial atención a la ley de creación de valor (Ley de Metcalfe) e incidiendo en la necesidad de una modificación de la misma. La ponencia se cerrará analizando, desde la teoría de recursos y capacidades, las diferentes alternativas estratégicas en mercados de redes.

Palabras clave: Externalidades de red, Ley de Metcalfe, mercados electrónicos.

1. Introducción

Una de las características más relevantes en el contexto de la Economía Digital son las denominadas externalidades o efectos de red (ver por ejemplo McGee y Sammut, 2002; Amit y Zott, 2001; Besen y Farrell, 1994) que Katz y Shapiro (1985) definen como “el incremento de utilidad que obtiene un usuario del consumo de un producto a medida que se incrementa el número de usuarios que consumen ese mismo producto”. Aunque dichas externalidades no son exclusivas de los mercados electrónicos, es en éstos en los que se manifiestan con una frecuencia mucho mayor que en otro tipo de mercados.

Los efectos de red generan un proceso de realimentación positiva que suele llevar a situaciones prácticamente monopolísticas: como afirma Economides (2000), en presencia de efectos de red, y especialmente si existe incompatibilidad entre los productos en competencia, la situación natural es la existencia de cuotas de mercado muy distintas. Esta es una de las razones por las que el sistema operativo Windows de Microsoft ostenta en la actualidad una cuota de mercado cercana al 95%.

La literatura recoge numerosos ejemplos de competencia entre estándares tecnológicos sujetos a estos efectos como por ejemplo la competencia entre corriente alterna y corriente continua en el siglo XIX, el ancho de vía para el ferrocarril, los teclados de ordenador QWERTY y Dvorak, el vídeo VHS frente al Betamax y en la actualidad el DVD frente al VHS, los CDs frente a las cintas de audio, la competencia entre hojas de cálculo, los sistemas operativos para PCs y un largo etcétera (ver por ejemplo Schilling, 2002; Shapiro y Varian, 1999: páginas 197-213; Loch y Huberman, 1999; David, 1984).

2. Externalidades de red: clasificación y efectos en la dinámica de la industria

Es posible distinguir al menos tres tipos diferentes de efectos de red (ver por ejemplo Zodrow, 2003; Amit y Zott, 2001; Goolsbee y Zittrain, 1999; Keilbach y Posch, 1998; Yoffie, 1996; Katz y Shapiro, 1985):

- Efectos de red directos. Se producen cuando el valor de conectarse a una red se incrementa con el número de puntos de comunicación, por lo que la clave es precisamente el incremento de la capacidad de comunicarse con otros usuarios. Por ejemplo, la utilidad para un consumidor de adquirir un teléfono depende del número de teléfonos ya instalados con los que pueda establecer comunicación.
- Efectos de red indirectos, debidos a los mecanismos estándar de mercado. Al incrementarse el número de usuarios de una red se producirá una bajada de precios en los productos, al tiempo que se incrementará la variedad de productos complementarios y su facilidad de compra, con lo que los clientes potenciales y actuales se verán beneficiados.
- Efectos de red de aprendizaje. Al aumentar el tamaño de la red se incrementará el número de usuarios con conocimientos específicos sobre el estándar tecnológico asociado. Estos “expertos”, poniendo a disposición de otros usuarios sus conocimientos favorecen la expansión de la red. Existen numerosos ejemplos de este efecto en la literatura, como el trabajo empírico de Goolsbee y Klenow (2002) sobre la difusión de ordenadores en Estados Unidos, que demostró que existía una probabilidad de compra del primer ordenador mucho mayor en ciudades con un elevado número de usuarios de ordenadores, hecho que atribuyeron a las externalidades de aprendizaje.

Por todo lo expuesto, las redes de mayor tamaño serán las más valiosas para los usuarios, lo que induce un proceso de realimentación positiva que como ya se ha indicado suele llevar a la adopción de un único estándar tecnológico. Sin embargo esto también tiene inconvenientes (Zodrow, 2003; Brynjolfsson y Kemerer, 1996; Farrell y Saloner, 1992):

- Reducción de la variedad o diversidad. Por ejemplo la competencia entre los vídeos VHS y Beta hizo desaparecer estos últimos, de modo que quienes quisiesen disponer de un reproductor de vídeo doméstico debían adquirir uno con el estándar VHS, sin tener ninguna otra opción disponible.
- Posible pérdida de eficiencia como consecuencia de la elección de un estándar que no sea al más adecuado. Puesto que, como ya se ha comentado, una vez iniciado el proceso de realimentación positiva resulta complicado, costoso y lento sustituir una tecnología ya instalada por otra, puede pasar mucho tiempo hasta que se logra sustituir un estándar por otro mejor. Y dado que los mercados de redes presentan sensibilidad a las condiciones iniciales, la adopción de un estándar técnicamente inferior es posible (Schilling, 2002 y 1998).
- En determinados casos puede producirse una congestión de la red, como ocurre en el caso de Internet, apareciendo de este modo una fuerza de sentido contrario a las externalidades de red y que limita su crecimiento. Algunos autores como Westland (1992) han denominado a este tipo de efectos, que surgen como consecuencia del empleo de recursos compartidos, externalidades de congestión. De hecho distintos investigadores (Sohn *et al.*, 2002; Gupta *et al.*, 2000; Gupta *et al.*, 1999; Westland, 1992) han estudiado la necesidad

de introducir una adecuada política de precios por el uso de las redes de comunicación (p.e. Internet) para evitar precisamente dichos problemas.

3. Curva de demanda y evolución temporal de una tecnología sujeta a efectos de red

Otra de las peculiaridades de los mercados sujetos a efectos de red es la forma de la curva de demanda. Frente a la curva de demanda que presentan los productos más convencionales, aquellos que están sujetos a Efectos de Red manifiestan un comportamiento como el que se muestra en la figura 1. Existe un primer tramo creciente que refleja el mayor valor de la red a medida que se incrementa su tamaño, pero a partir de cierto punto se produce una caída como consecuencia de que aquellos usuarios que se van incorporando aportan un menor valor (McGee y Sammut, 2002; Angelelli *et al.*, 2000) y se empiezan a producir externalidades de congestión.

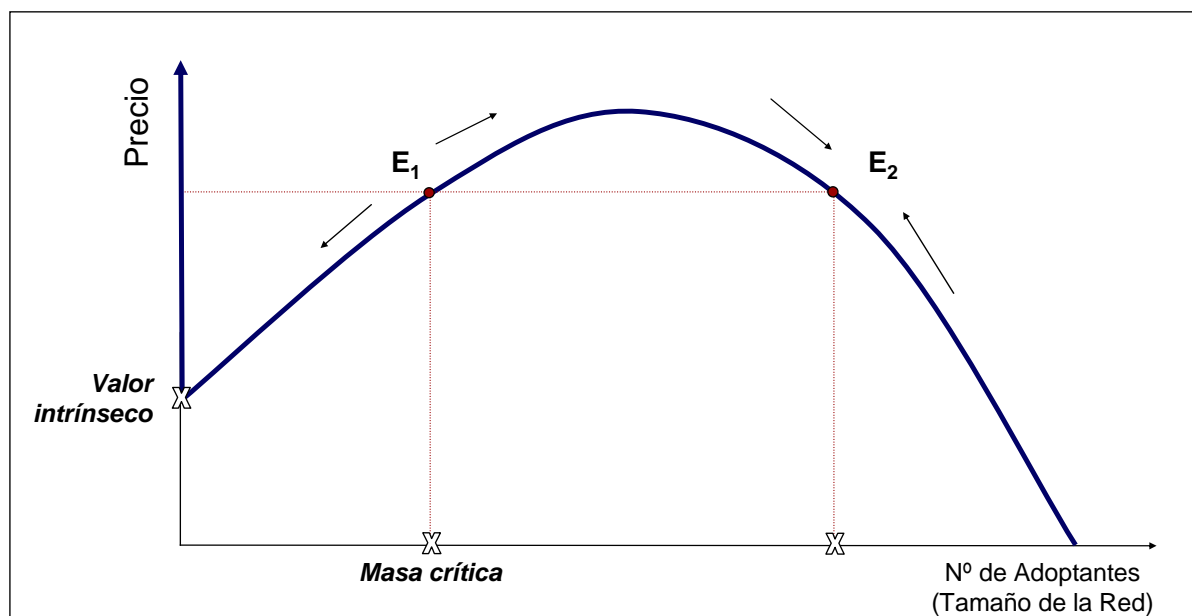


Figura 1. Curva de demanda de un producto sujeto a efectos de red (Fuente: Adaptado de Economides y Himmelberg, 1995)

Tal y como se aprecia en la figura, se denomina valor intrínseco al valor que aporta a un usuario el bien en sí mismo (valor para un tamaño de la red igual a cero). Por otra parte la masa crítica de usuarios puede definirse como el tamaño mínimo de la red para que a los potenciales usuarios les compense incorporarse a la misma (Rohlf, 1974; Oren y Smith, 1982; Oren *et al.*, 1982), es decir, el tamaño mínimo requerido para iniciar la realimentación positiva. Como se muestra en la figura 1, para un precio dado existen dos posibles cantidades de equilibrio: la situada a la izquierda es un equilibrio inestable y representa precisamente la masa crítica, mientras que la de la derecha es un equilibrio estable y representa el tamaño final de la red.

Las tecnologías sujetas a efectos de red suelen seguir una evolución temporal en forma sigmoideal (Economides, 2003; Shapiro y Varian, 1999: página 170). Obviamente este tipo de evolución no es exclusivo de los mercados de redes, pero existe una diferencia sustancial respecto a otro tipo de productos: la etapa de lanzamiento (hasta alcanzar la masa crítica) es significativamente más larga como consecuencia de la forma de la curva de demanda, mientras que la etapa de despegue suele ser más rápida debido a la realimentación positiva. Por ejemplo, como señalan Pérez Prado y Passás Ogallar (2004) el Fax tardó casi 150 años en

ser un aparato de uso extendido (primera patente a nombre de A. Bain en 1843 hasta 1980). Sólo siete años después, en 1987, pocas empresas carecían de Fax.

4. La ley de Metcalfe

La conocida como Ley de Metcalfe (ver Shapiro y Varian, 1999: página 175), definida por Bob Metcalfe, el inventor de Ethernet, es la ley que subyace a las externalidades de red. De hecho no se puede hablar de Ley como tal, ya que se trata más bien de una regla que no ha sido demostrada, pero que desde luego tiene una gran relevancia en la comprensión del fenómeno objeto de estudio.

La Ley de Metcalfe propone que si hay n individuos en una red, el valor para cada uno de ellos es proporcional al número del resto de usuarios, $n-1$, de modo que el valor total de la red es proporcional al número total de usuarios multiplicado por el valor de la red para cada uno de ellos, es decir, $Valor \propto n \cdot (n-1)$. Sin embargo, esta “regla”, aunque es frecuentemente citada por académicos y directivos, plantea los problemas que se describen a continuación.

4.1. El valor de las conexiones

Como indican numerosos autores (ver por ejemplo Odlyzko y Tilly, 2005; Zodrow, 2003; Odlyzko, 2000) la principal deficiencia es asumir que el valor de todas las interconexiones es el mismo. Existen dos razones que sustentan esta crítica:

- Dado que los potenciales usuarios presentan características diferentes, no es razonable asumir que el valor que su incorporación aporta a los usuarios ya conectados es el mismo. Habitualmente los adoptantes tempranos (*early adopters*) son quienes aportan un mayor valor debido a una mayor cultura tecnológica.
- En línea con lo anterior, no todas las conexiones serán usadas con la misma intensidad. De hecho, para tamaños de la red grandes, existe una imposibilidad física de establecer conexión con todos los usuarios.

Esto implica que, a medida que el tamaño de la red crece, el valor marginal debe disminuir progresivamente. Por tanto, hasta que aparezcan problemas de congestión, la creación de valor presenta rendimientos marginales decrecientes, no constantes como propone la Ley de Metcalfe.

4.2. Externalidades de congestión

Tal y como se ha comentado, a partir de un cierto tamaño pueden aparecer externalidades de congestión, lo que implica que el valor aportado por un nuevo usuario será negativo. La Ley de Metcalfe no contempla esta posibilidad, por lo que no resulta compatible con la forma de la curva de demanda.

La propuesta de Odlyzko y Tilly (2005) de una ley de tipo logarítmica ($Valor \propto n \cdot \text{Log}(n)$), aunque solventa el problema de los rendimientos marginales decrecientes, tampoco resulta válida debido precisamente a que no contempla el efecto de la congestión.

4.3. Interconexión entre redes

En los mercados reales, las redes de mayor tamaño suelen exigir a las redes menores una compensación económica por interconectarse. Este comportamiento no puede explicarse desde la Ley de Metcalfe, ya que el incremento de valor predicho para ambas redes es idéntico.

Siguiendo a Odlyzko y Tilly (2005) asumamos que existen dos redes, A y B , con n y m usuarios respectivamente, siendo $n > m$. De acuerdo a la Ley de Metcalfe, con la interconexión de ambas redes, cada usuario de A incrementa su valor de forma proporcional a m , por lo que la red A incrementa su valor proporcionalmente a nm . De forma análoga, cada usuario de B incrementa su valor de forma proporcional a n , por lo que la red B incrementa su valor proporcionalmente a mn . Esto implica que ambas redes incrementan su valor exactamente en la misma cantidad e independientemente de su tamaño, por lo que no tendría sentido exigir ningún pago.

Esta discrepancia con lo observado en mercados reales supone otra de las limitaciones de la Ley de Metcalfe.

5. Factores determinantes del éxito de una tecnología sujeta a efectos de red y estrategias competitivas.

Una revisión de la literatura revela que hay tres factores que condicionan el éxito de una tecnología que compite en mercados sujetos a efectos de red: precio, expectativas de éxito generadas y mercado de complementarios. En este apartado se seguirá a Arroyo Barrigüete y López Sánchez (2005), aportando una nueva clasificación de las alternativas estratégicas en función de su grado de dificultad y beneficios potenciales.

5.1. Precio

Evidentemente este es un factor clave en el éxito de cualquier producto y el caso de las tecnologías sujetas a efectos de red no es ninguna excepción. En este sentido los trabajos de Oren y Dhebar (1985) y Xie y Sirbu (1995) mostraron cómo incluso un monopolista tenía fuertes incentivos para lanzar un nuevo producto a precio bajo, incluso por debajo de costes, a fin de atraer a un número de usuarios suficientemente elevado. En esta misma línea Clements y Ohashi (2004) demostraron que la política de precios bajos respecto al Hardware (consolas) en el mercado de videojuegos, al menos en la fase de lanzamiento, es muy importante para imponerse en este mercado. En definitiva, en la introducción de una nueva tecnología sujeta a efectos de red el precio juega un factor crítico, especialmente en las etapas iniciales.

5.2. Expectativas de éxito

Las expectativas de éxito generadas por una tecnología son también un factor clave, de modo que toda la literatura sobre este tema las identifica como una de las principales causas de la evolución de este tipo de mercados (entre muchos otros Economides, 1996a y 1996b; Katz y Shapiro, 1992 y 1985). Es decir, la decisión de compra viene fuertemente condicionada por las expectativas sobre la futura evolución de la tecnología y por si la mejor tecnología disponible en el momento actual seguirá siendo aceptable en el futuro. Asimismo, la consideración del usuario de qué tecnología es técnicamente superior desde el punto de vista de las prestaciones influirá decisivamente en su motivación de compra.

5.3. Mercado de productos complementarios

La existencia de un mercado de complementarios refuerza la fortaleza de la tecnología y contribuye a su expansión. En efecto, el fácil acceso a los productos complementarios, su variedad y su precio son factores que determinan en gran medida la preferencia de un usuario por una determinada tecnología (Schilling, 2002; Keilbach y Posch, 1998; Gandal, 1994), ya que se produce un círculo virtuoso en el que a medida que existe una mayor cantidad de productos complementarios se expande la base de clientes de la tecnología, lo que a su vez genera una mayor cantidad de complementarios.

5.4. Estrategias en mercados de redes

Según el análisis realizado, las empresas que operan en mercados en los que aparecen Efectos de Red han de tener en consideración tres variables diferentes a fin de iniciar el proceso de realimentación positiva: precio, expectativas generadas y mercado de complementarios. Siguiendo este planteamiento es posible identificar seis posibles estrategias genéricas que las organizaciones pueden desarrollar y que dan lugar a unas mayores o menores posibilidades de éxito así como a unos mayores o menores beneficios en caso de que la tecnología sea adoptada (figura 2).

	CONTROL	APERTURA
COMPATIBILIDAD	<i>Transición controlada</i>	<i>Transición abierta</i>
PRESTACIONES	<i>Apuesta por las prestaciones</i>	<i>Discontinuidad</i>
INNOVACIÓN RADICAL	<i>Innovación controlada</i>	<i>Innovación abierta</i>

Figura 2. Estrategias en presencia de efectos de red (Fuente: Arroyo Barrigüete y López Sánchez, 2005)

En primer lugar la empresa puede optar por la apertura (competencia dentro del mercado) o el control (competencia por el mercado), desarrollando estándares que otras compañías del sector puedan emplear o bien manteniendo el control de la tecnología. La apertura presenta la ventaja de proporcionar unas mayores probabilidades de éxito, ya que la tecnología considerada, al estar sponsorizada por un grupo de empresas en vez de por una sola, generará unas mayores expectativas de éxito, especialmente si el estándar desarrollado está respaldado por empresas relevantes. Por otra parte, optar por el control dificulta la aceptación de una nueva tecnología, pero en caso de éxito el control total de la misma implica unos mayores beneficios para la empresa.

En segundo lugar es posible optar por una tecnología compatible con la ya existente, o por el contrario apostar por las prestaciones ofreciendo un producto que reporte tales beneficios a los usuarios que los compense por los costes de cambio asociados. El ejemplo más típico lo constituye el mercado de reproductores de vídeo doméstico: la tecnología de los DVDs, incompatible con el VHS, genera unos costes de cambio en los usuarios, pero está siendo adoptada por las ventajas que reporta respecto a su predecesora. Adicionalmente es preciso

considerar aquellas situaciones en las que se introduce una innovación sin que exista una tecnología precedente que cubra las mismas funciones, con lo que no existirá competencia y por tanto el único factor limitante será el grado de aceptación de la tecnología por parte de los consumidores. Se trata por tanto de un nivel superior a la apuesta por las prestaciones, ya que en este caso no existe otro producto que cubra las mismas funciones.

Por tanto una empresa que desee lanzar un nuevo producto en presencia de efectos de red dispone de diferentes alternativas en cuanto a la estrategia a seguir, aunque obviamente no todas las estrategias son viables para cualquier empresa, sino que la gama de alternativas posibles viene condicionada por los recursos y capacidades de que dispone: si por ejemplo la capacidad de innovación de la compañía es limitada, no podrá plantearse estrategias de apuesta por las prestaciones o innovación controlada. Lógicamente, existe una fuerte vinculación entre los recursos y capacidades de la organización y las opciones estratégicas de que dispone (figura 3).

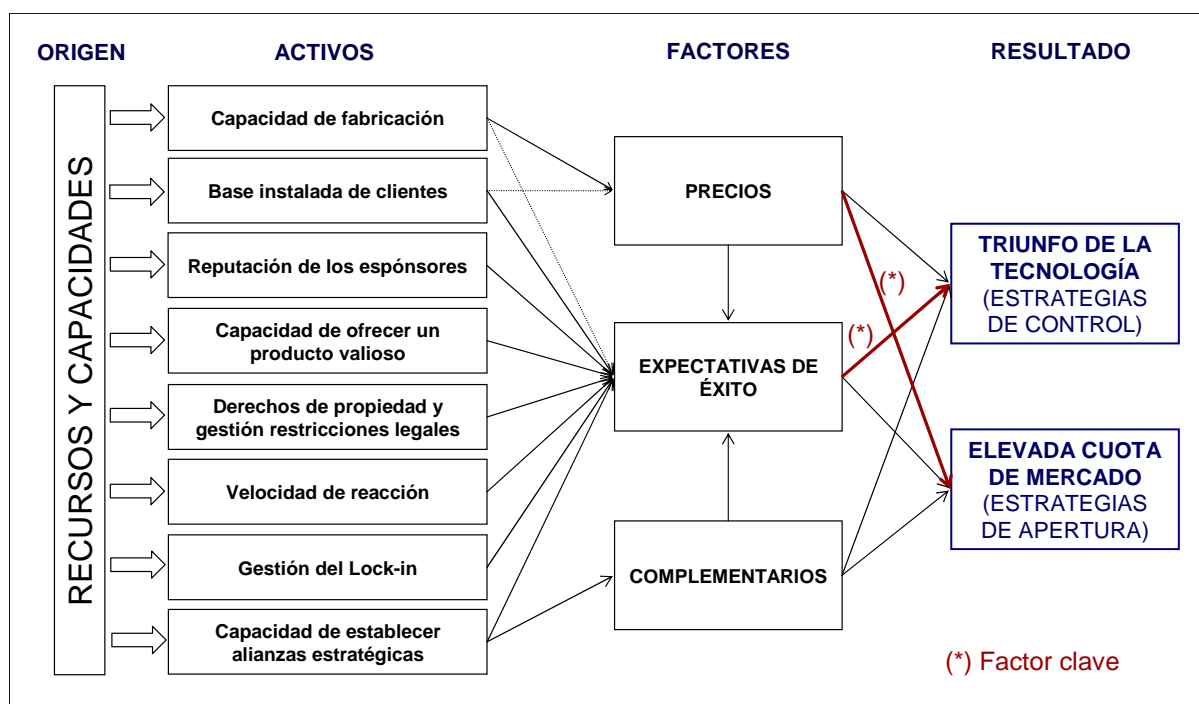


Figura 3. Activos estratégicos y opciones estratégicas (Fuente: Arroyo Barrigüete y López Sánchez, 2005)

Además la relación entre estrategias factibles y estrategia seleccionada está moderada por las prioridades estratégicas de la empresa y por otra serie de factores externos, de modo que de entre la gama de alternativas posibles la organización deberá seleccionar aquella que más se adapte a sus prioridades teniendo en cuenta los factores del entorno. Las posibilidades de éxito y los beneficios potenciales estarán fuertemente condicionados por esta elección, tal y como se indica en la figura 4.

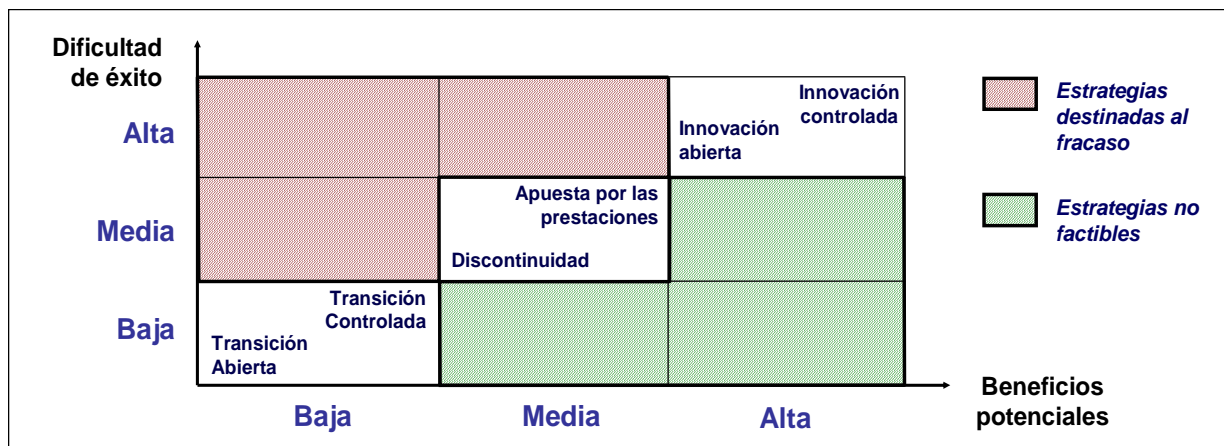


Figura 4. Clasificación de las distintas estrategias en mercados de redes (Fuente: Elaboración propia)

6. Conclusiones

Pese a la considerable importancia de las externalidades de red en la Economía Digital, se trata de un fenómeno no demasiado estudiado desde una óptica organizativa. La mayor parte de los estudios adoptan un enfoque demasiado teórico, por lo que su aplicabilidad a la realidad empresarial es, en muchas ocasiones, limitada. En este sentido el presente trabajo ha pretendido poner de manifiesto las características de este fenómeno, pero buscando una conexión con la práctica profesional, de modo que puedan extraerse conclusiones relevantes tanto para académicos como para directivos.

Desde el punto de vista de la práctica profesional, el estudio de los factores estratégicos desde la teoría de recursos y capacidades, su vinculación con las diferentes alternativas estratégicas y la clasificación de las mismas, aporta una nueva visión que puede servir de guía en la actividad real de la empresa.

Por otra parte, desde el punto de vista académico, el análisis desarrollado sobre la Ley de Metcalfe abre una posible línea de investigación para tratar de formular una nueva ley compatible con la evidencia empírica. De hecho, la principal limitación de este trabajo es precisamente que, pese a haber identificado los principales requisitos que debe cumplir la ley de creación de valor en mercados de redes, no se propone ninguna formulación alternativa a la Ley de Metcalfe o a la Ley de Odlyzko-Tilly. En futuras investigaciones se tratará de avanzar en este sentido.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Rafael del Pino la financiación de este trabajo.

Referencias

- Amit, R.; Zott, C. (2001). Value Creation in e-Business. *Strategic Management Journal*, Vol. 22, pp. 493–520.
- Angelelli, P.; Butler, I.; Chambouleyron, A.; Diegues, P.; Madanes, R. (2000). .Com.ar. La Revolución de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones en Argentina. *Instituto de Estudios para la Realidad Argentina (IERAL)*.

- Arroyo Barrigüete, J.L.; López Sánchez, J.I. (2005). Estrategias Competitivas y Capacidades Clave en Mercados Electrónicos sujetos a Efectos de Red. *Universia Business Review*, No.6, pp. 68-79.
- Besen, M.S.; Farrell, J. (1994). Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, pp. 117-131.
- Brynjolfsson, E.; Kemerer, C.F. (1996). Network Externalities in Microcomputer Software: An Econometric Analysis of the Spreadsheet Market. *Management Science*, Vol. 42, No. 12, pp. 1.627-1.647.
- Clements, M. T.; Ohashi, H. (2004). Indirect Network Effects and the Product Cycle: Video Games in the U.S., 1994-2002. Net Institute Working Paper 04-01 (Disponible en http://www.netinst.org/Clements_Ohashi.pdf)
- David, P.A. (1984). Clio and the Economics of QWERTY. *The American Economic Review*, Papers and Proceedings of the Ninety-Seventh Annual Meeting of the American Economic Association. pp. 332-337
- Economides, N. (2003). *Competition Policy in Network Industries: An Introduction*. In *The New Economy: Just How New Is It*. University of Chicago Press.
- Economides, N. (2000). Notes on Network Economics and the New Economy. *Lecture Notes, Stern School of Business*. (En <http://www.stern.nyu.edu/networks/exmba/netnotes2000.pdf>)
- Economides, N. (1996a). The Economics of Networks. *The International Journal of Industrial Organization*, Vol. 14, pp. 673-699.
- Economides, N. (1996b). Network Externalities, Complementarities, and Invitation to Enter. *European Journal of Political Economy*, Vol. 12, pp. 211-233.
- Economides, N.; Himmelberg, C. (1995). *Critical Mass and Network Evolution in Telecommunications*. En Brock, G. (ed.), *Toward a Competitive Telecommunications Industry: Selected Papers from the 1994 Telecommunications Policy Research Conference*. (En <http://www.stern.nyu.edu/networks/tprc.pdf>)
- Farrell, J.; Saloner, G. (1992). Converters, Compatibility, and the Control of Interfaces. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XL, No. 1, pp. 9-35.
- Gandal, N. (1994). Hedonic Prices Index for Spreadsheets and an Empirical Test for Network Externalities. *RAND Journal of Economics*, Vol. 1, pp. 160-170.
- Goolsbee, A.; Klenow, P. J. (2002). Evidence on Learning and Network Externalities in the Diffusion of Home Computers. *Journal of Law and Economics*, Vol. XLV, No. 2, pp. 317-343.
- Goolsbee, A.; Zittrain, J. (1999). Evaluating the Costs and Benefits of Taxing Internet Commerce. *National Tax Journal*, Vol. 52, pp. 413-428.
- Gupta, A.; Jukic, B.; Stahl, D.O.; Whinston, A.B. (2000). Extracting Consumer's Private Information for Implementing Incentive-Compatible Internet Traffic Pricing. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 17, No. 1, pp. 9-29.
- Gupta, A.; Jain, D.C., Sawheny, M.S. (1999). Modelling the Evolution of Markets with Indirect Network Externalities: An Application to Digital Television. *Marketing Science*, Vol. 18, No. 3, pp. 396-416.
- Katz, M.L.; Shapiro, C. (1992). Product Introduction with Network Externalities. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XL, pp. 55-83.
- Katz, M.L.; Shapiro, C. (1985). Network Externalities, Competition and Compatibility. *The American Economic Review*, Vol. 75, pp. 424-440.
- Keilbach, M.; Posch, M. (1998). Network Externalities and the Dynamics of Markets. *Interim Report of the International Institute for Applied Systems Analysis*. ITR-98-089.
- Loch, C.H.; Huberman, B.A. (1999). A Punctuated-Equilibrium Model of Technology Diffusion. *Management Science*, Vol. 45, pp. 160-177.

- Mcgee, J.; Sammut, T.A. (2002). Network Industries in the New Economy. *European Business Journal*, Vol. 14, pp. 116-132.
- Oren, S.; Dhebar, A. (1985). Optimal Dynamics Pricing for Expanding Networks. *Marketing Science*, Vol. 4, pp. 336-351.
- Oren, S.; Smith, S.; Wilson, R. (1982). Nonlinear Pricing in Markets with Interdependent Demand. *Marketing Science*, Vol. 1, pp. 287-313.
- Oren, S.; Smith, S. (1982). Nonlinear Pricing and Network Externalities in Telecommunications. *6th International Conference on Computer Communication*.
- Odlyzko, M.; Tilly, B. (2005). A refutation of Metcalfe's Law and a better estimate for the value of networks and network interconnections. Working Paper (Disponible en <http://www.dtc.umn.edu/~odlyzko/doc/metcalfe.pdf>)
- Odlyzko, M. (2000). The history of communications and its implications for the Internet, Working Paper (Disponible en <http://www.dtc.umn.edu/~odlyzko/doc/recent.html>).
- Pérez Prado, J.M.; Passás Ogallar, J. (2004). Efectos de red y competencia en mercados de nuevas tecnologías de la información. *Gaceta Jurídica de la Unión Europea y de la Competencia*, No. 230, pp. 117-134.
- Rohlf's, J. (1974). A Theory of Interdependent Demand for a Communication Service. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, pp. 16-37.
- Schilling, M. A. (2002). Technology Success and Failure in Winner-Take-All Markets: the Impact of Learning Orientation, Timing and Network Externalities. *Academy of Management Journal*, Vol. 45, pp. 387-398.
- Schilling, M. A. (1998). Technological Lockout: An Integrative Model of the Economic and Strategic Factors Driving Technology Success and Failure. *Academy of Management Review*, Vol. 23, No. 2, pp. 267-284.
- Shapiro, C.; Varian, H.R. (1999). *El Dominio de la Información. Una Guía Estratégica para la Economía de la Red*, Antoni Bosch.
- Sohn, Y.S.; Joun, H.; Chang, D.R. (2002). A Model of Consumer Information Search and Online Network Externalities. *Journal of Interactive Marketing*, Vol. 16, No. 4, pp. 2-14.
- Westland, J.C. (1992). Congestion and Network Externalities in the Short Run Pricing of Information System Services. *Management Science*, Vol. 38, No. 7, pp. 992-1.009.
- Xie, J.; Sirbu, M. (1995). Price Competition and Compatibility in the Presence of Positive Demand Externalities. *Management Science*, Vol. 41, pp. 909-926.
- Yoffie, D.M. (1996). Competing in the Age of Digital Convergence. *California Management Review*, Vo. 38, pp. 31-53.
- Zodrow, G.R. (2003). Network Externalities and Indirect Tax Preferences for Electronic Commerce. *International Tax and Public Finance*, Vol. 10, pp. 79-97.