

Procesos de sustitución tecnológica en mercados de redes*

José Ignacio LÓPEZ SÁNCHEZ

Grupo de Investigación de Producción y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GIPTIC) de la Universidad Complutense de Madrid.
Departamento de Organización de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid.
jilopez@ccee.ucm.es

José Luis ARROYO BARRIGÜETE

Ingeniero Industrial y Licenciado en Estadística. Doctorando en Dirección de Empresas (Universidad Complutense de Madrid). Doctorando en Ingeniería de Telecomunicación (Universidad Politécnica de Madrid).
jlarroyo@ccee.ucm.es

José Manuel PÉREZ PRADO

Economista y Abogado, Telefónica Móviles. Doctorando en Dirección de Empresas (Universidad Complutense de Madrid).
perez_jm@tsm.es

Fecha de recepción: 09/05/2005
Fecha de aceptación: 04/07/2005

RESUMEN

El objetivo de este artículo es analizar, mediante simulación numérica, las propiedades del modelo de competencia en mercados de redes propuesto por López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005). Concretamente se estudiará su comportamiento en procesos de sustitución tecnológica, es decir, en situaciones en las que un estándar con elevada cuota de mercado libra una batalla de estándares con una nueva tecnología incompatible. Como conclusión del análisis desarrollado se plantearán varias recomendaciones para directivos, así como una serie de futuras líneas de investigación vinculadas a los procesos de sustitución tecnológica en presencia de efectos de red.

Palabras clave: efectos de red, sustitución tecnológica, estándar tecnológico.

Processes of technological substitution in network markets

ABSTRACT

The main objective of this paper is to analyze, by numerical simulation, the properties of the model proposed by López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005) to study the competence in network markets. We will study its behaviour in processes of technological substitution, in which exist a standards war between a technology with high market share and a new and incompatible standard. As a conclusion, we will propose some recommendations for practitioners and a few lines for future research in this field.

Keywords: network effects, technological substitution, technological standard.

* Los autores agradecen a la Fundación Rafael del Pino la financiación concedida para la elaboración de este trabajo.

SUMARIO: 1. Introducción, 2. Características de los mercados de redes, 3. Un modelo de competencia de los mercados de redes, 4. Comportamiento del modelo en procesos de sustitución, 5. Conclusiones, 6. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN

Carl Shapiro y Hal R. Varian, dos de los mayores especialistas en mercados electrónicos, aseguraban a finales de los noventa que «hay una diferencia fundamental entre la «nueva» y la «antigua» economía: la vieja economía industrial estaba impulsada por las economías de escala; la nueva economía de la información está impulsada por la economía de las redes» (Shapiro y Varian, 1999: 165). Esta contundente afirmación pone de manifiesto una de las realidades a las que se enfrentan las empresas en la actualidad: las redes, físicas o virtuales, juegan un papel de creciente importancia en cada vez más parcelas de la economía.

Una de las características más relevantes de esta «economía de las redes» son los denominados efectos de red positivos (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». Es decir, dichos efectos de red hacen que el valor de un producto o servicio para un usuario dependa no sólo del producto en sí mismo sino del número de usuarios que utilicen dicho producto o servicio (Fuentelsaz *et al.*, 2003). Este fenómeno aparece tanto en redes físicas (p. e. el teléfono o Internet), como en redes virtuales (p. e. la red de usuarios de un sistema operativo o de una consola de videojuegos), determinando en gran medida la evolución de los mercados.

Los efectos de red generan un proceso de realimentación positiva, lo que implica que cualquier diferencia en las condiciones del mercado se amplifica con el paso del tiempo. Dicha realimentación positiva hace que las redes de mayor tamaño sean cada vez más grandes (círculo virtuoso) y las menores cada vez más pequeñas (círculo vicioso), de modo que en muchos casos se produce la adopción de un único estándar. Como afirma Economides (2000), en presencia de efectos de red, y especialmente si existe incompatibilidad entre los productos rivales, la situación natural es la existencia de cuotas de mercado muy distintas. Precisamente esta realimentación positiva es la que hizo desaparecer el estándar Betamax, la que hará desaparecer en breve en estándar VHS y la responsable de que Windows ostente una cuota superior al 90% en el mercado los sistemas operativos para PCs.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MERCADOS DE REDES

Los efectos de red se pueden manifestar de tres formas diferentes (ver por ejemplo Arroyo Barrigüete y López Sánchez, 2005; Clements y Ohashi, 2004; Zodrow, 2003; Amit y Zott, 2001; Goolsbee y Zittrain, 1999; Keilbach y Posch, 1998; Yoffie,

1996; Katz y Shapiro, 1985). El efecto de red directo se experimenta cuándo el valor de un bien aumenta con el número de nodos con los que es posible establecer comunicación. Por ejemplo, un teléfono resulta más útil cuanto mayor sea el número de usuarios conectados a la red telefónica, ya que de este modo se podrá establecer comunicación con un mayor número de individuos. Lo mismo puede decirse de un procesador de textos o una hoja de cálculo, ya que un estándar común (o lo que es lo mismo, una única red) elimina los problemas de incompatibilidad.

Pero también puede darse un efecto de red indirecto, debido a los mecanismos estándar de mercado: al incrementarse el número de usuarios de una red se producirá una bajada de precios en los productos (economías de escala), al tiempo que se incrementará la variedad de productos complementarios y su facilidad de compra, con lo que los potenciales clientes se verán beneficiados. En el caso de una videoconsola, los usuarios de aquella que sea más popular podrán disfrutar de un mayor número de juegos compatibles. Por último es posible hablar de efectos de red de aprendizaje: al aumentar el tamaño de la red, se incrementará el número de usuarios con conocimientos específicos sobre la tecnología asociada. Estos «expertos», poniendo a disposición de otros individuos sus conocimientos, favorecen la expansión de la red, de modo que un nuevo usuario logrará un mejor servicio post venta además del consejo de otros usuarios experimentados. Es principalmente este último tipo de efecto de red el que ha provocado que el estándar QWERTY de teclados de máquinas de escribir no haya sido desplazado por otros teóricamente superiores desde el punto de vista de la usabilidad (como el DVORAK, por ejemplo).

Con independencia del tipo de efecto de red que predomine, lo cierto es que el proceso de realimentación positiva que generan condiciona de forma sustancial la evolución del mercado. En este sentido hay varias características que aparecen de forma recurrente en mercados sujetos a efectos de red:

- La evolución temporal del número de usuarios del estándar vencedor es de tipo sigmoideal (Pérez Prado y Passás Ogallar, 2004; Economides, 2003; Shapiro y Varian, 1999: 170; Loch y Huberman, 1999). Existe una primera etapa de crecimiento lento, debido a que los potenciales usuarios tenderán a esperar hasta que la utilidad crezca lo suficiente antes de adoptar un determinado estándar. En el momento en que se alcanza la denominada masa crítica (Oren *et al.*, 1982) se inicia el proceso de realimentación positiva, generándose un rápido aumento del número de usuarios. La velocidad de crecimiento empieza después a disminuir a medida que se alcanza el tamaño máximo del mercado.
- Existe una fuerte tendencia a la adopción de un único estándar (Pardolesi y Renda, 2004; Economides, 2003; McGee y Sammut, 2002; Varadarajan y Yadav, 2002; Amit y Zott, 2001). Como ya se ha indicado anteriormente, en presencia de efectos de red, y especialmente si existe incompatibilidad entre los estándares en competencia, la situación natural es la existencia de cuotas de mercado muy distintas.
- En determinadas situaciones puede producirse una congestión de la red (Zodrow, 2003; Liebowitz y Margolis, 1994), como ocurre en el caso de Internet, apareciendo de este modo una fuerza de sentido contrario a los efectos de red. En

ocasiones se denomina a este tipo de efectos, que surgen como consecuencia del empleo de recursos compartidos, externalidades de congestión. De hecho algunos autores (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.

- Aparece una considerable sensibilidad a las condiciones iniciales (Schilling, 2002 y 1998; Wade, 1995; Arthur, 1989 y 1990), es decir, pequeñas diferencias en las cuotas de mercado durante la etapa inicial pueden suponer una gran diferencia en la evolución del mismo. Esto provoca que un determinado estándar pueda hacerse con la totalidad del mercado eliminando a otros tecnológicamente superiores. O visto de otro modo, la sustitución de un estándar ya instalado puede resultar sumamente difícil¹. Como señalan Shapiro y Varian (1999: 187), para reemplazar un estándar ya instalado, la nueva tecnología ha de ofrecer unas prestaciones significativamente superiores.

Cualquier modelo que trate de explicar el comportamiento de los mercados de redes ha de presentar, al menos, estas cuatro características. En este sentido existen diferentes propuestas teóricas, aunque en el presente trabajo nos centraremos en analizar un modelo desarrollado desde la teoría de sistemas dinámicos y que presenta unas propiedades matemáticas adecuadas según lo que se acaba de exponer.

3. UN MODELO DE COMPETENCIA EN MERCADOS DE REDES

López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005) plantean el siguiente modelo de competencia entre estándares tecnológicos sujetos a (fuertes) efectos de red:

$$\frac{dx_i}{dt} = r_i \cdot (x_i - c_i \cdot x_i^2) \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^n x_j \right) - x_i \cdot \sum_{j \neq i} a_{ij} \cdot x_j$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$r_i, c_i, a_{ij} > 0 \quad \forall i, j$$

¹ Existe sin embargo una cierta polémica con respecto a si realmente siempre se un exceso de inercia (*excess inertia*) que favorece a las tecnologías ya instaladas, de modo que resulta difícil sustituirlas por otras nuevas y superiores que adolecen de una menor base de usuarios. Katz y Shapiro (1992) analizaron una serie de situaciones en las que no se produce este exceso de inercia, sino que por el contrario una nueva tecnología puede hacerse con la totalidad del mercado pese a que esto no constituya la mejor opción desde el punto de vista social, y denominaron a este efecto, contrario al exceso de inercia, fricción insuficiente (*insufficient friction*). Anteriormente Farrell y Saloner (1985) estudiaron el problema llegando a la conclusión de que el exceso de inercia puede producirse en aquellos casos en los que la información no es perfecta, de modo que en estas situaciones es posible que una nueva tecnología superior no sea capaz de sustituir a otra ya instalada. Si embargo con información completa el exceso de inercia no tiene por qué aparecer. Estos mismos autores (Farrell y Saloner, 1986) también estudiaron el problema de la adopción ineficiente de un nueva tecnología incompatible (en este caso empleando el término *excess momentum*), y analizaron como los preanuncios y las bajadas de precios pueden evitar este tipo de entradas en el mercado.

En este caso x_i representa la cuota de mercado (o tasa de penetración) en tanto por uno de cada uno de los estándares tecnológicos en competencia². Los parámetros r_i recogen las características propias de cada estándar (como precio, expectativas de éxito generadas y fortaleza de sus productos complementarios), mientras que los parámetros a_{ij} reflejan la intensidad de la competencia. Por último, los parámetros c_i son los denominados coeficientes de congestión, que determinan la propensión a que aparezcan este tipo de problemas en el estándar considerado³.

A continuación detallaremos brevemente su comportamiento para dimensión dos, es decir, para la situación en que dos estándares compiten por imponerse en el mercado. En este caso el modelo queda reducido a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= r_1 \cdot (x_1 - c_1 \cdot x_1^2) \cdot (1 - x_1 - x_2) - a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} &= r_2 \cdot (x_2 - c_2 \cdot x_2^2) \cdot (1 - x_1 - x_2) - a_{21} \cdot x_1 \cdot x_2 \\ r_1, r_2, c_1, c_2, a_{12}, a_{21} &> 0\end{aligned}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones diferenciales por el método de Runge-Kutta de orden 4, y programando en los algoritmos de simulación adecuados, es relativamente sencillo comprobar que se verifican las cuatro propiedades descritas anteriormente (ver López Sánchez y Arroyo Barrigüete, 2005).

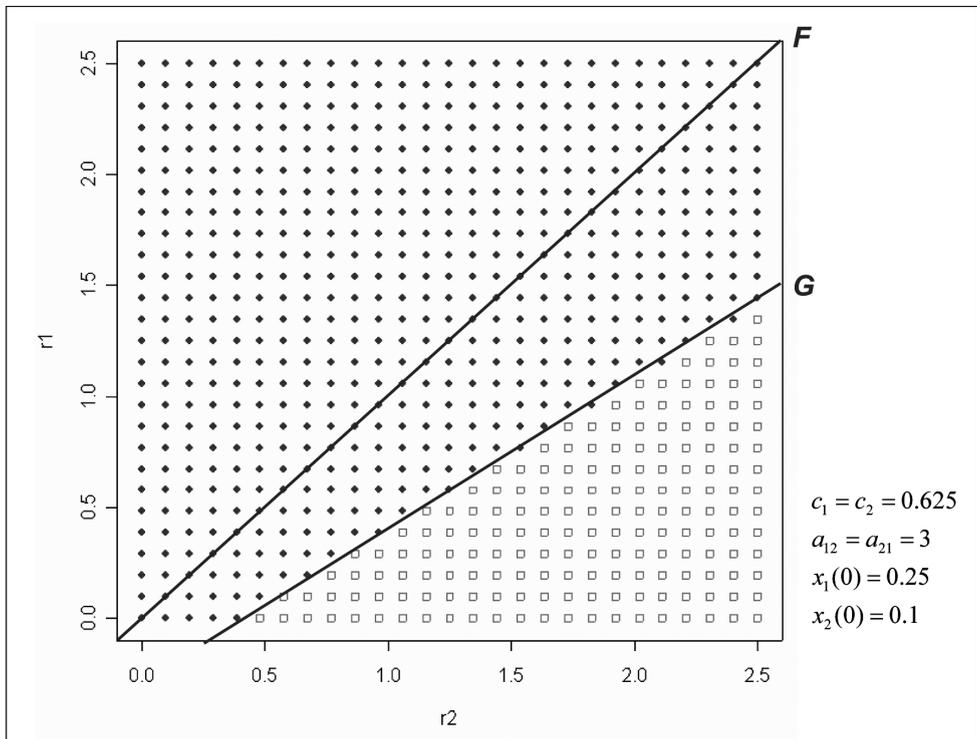
Merece la pena destacar el comportamiento del modelo en lo que se refiere a su sensibilidad a las condiciones iniciales. En el gráfico 1 se representa la cuota de mercado de cada uno de los estándares, tras un tiempo suficientemente largo, para distintos valores de los coeficientes r_i . En la simulación efectuada, el estándar x_1 parte de una mayor cuota de mercado inicial, y en los casos en que el estándar x_1 logra eliminar al x_2 se muestra un círculo, dibujando un cuadrado en el caso contrario. Por otra parte la línea F representa el conjunto de estados en los que ambos estándares tienen parámetros idénticos, y la línea G separa los escenarios en los que cada estándar resulta vencedor. En la figura aparece un efecto interesante: la recta G no sólo está desplazada hacia abajo respecto a F , sino que además presenta una

² En realidad es más correcto hablar de tasa de penetración respecto al mercado potencial, ya que en la práctica un mismo individuo puede emplear de forma simultánea dos estándares diferentes (como ocurre con Windows y Linux por ejemplo).

³ Los coeficientes de congestión indicados aparecen como consecuencia de una modificación a la Ley de Metcalfe propuesta por López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005). Dicha Ley plantea que el valor para un potencial usuario de conectarse a una red sigue la siguiente expresión: $Valor(\text{usuario } n\text{-ésimo}) \propto n - c \cdot n^2$. Frente a otras formulaciones alternativas, cumple una serie de propiedades que sirven, al menos, como argumento de plausibilidad. En primer lugar recoge el efecto de las externalidades de congestión, ya que a partir de cierto punto, cada usuario adicional hace disminuir el valor para el resto de usuarios al dificultar el acceso a los recursos compartidos. En segundo lugar, hasta alcanzar dicho punto la función es creciente pero con incrementos marginales decrecientes. Esto indica que, hasta producirse problemas de congestión, el valor aportado por cada nuevo usuario no es positivo y constante (como propone la Ley de Metcalfe), sino positivo y decreciente. Por último predice adecuadamente la diferente creación de valor que se produce en la interconexión de redes de distinto tamaño.

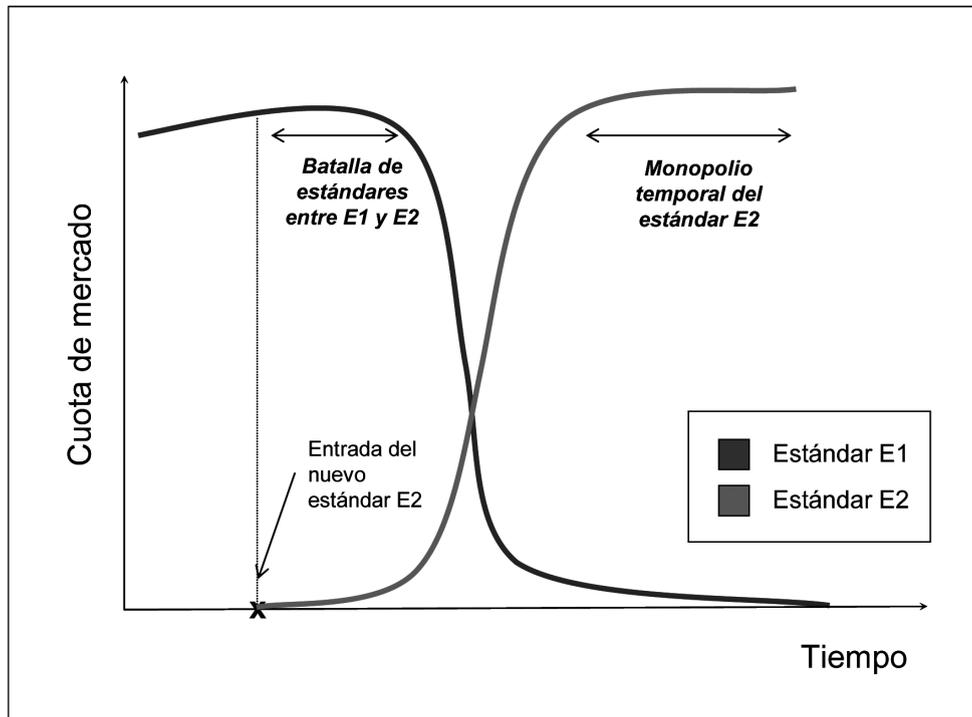
menor pendiente. Es decir, el modelo predice que cuanto mayor sea el valor de los parámetros r_i , más acusado será el efecto de la cuota de mercado inicial. O expresado de otro modo, en una batalla de estándares, cuanto mejores sean las tecnologías en competencia (mayores valores de los parámetros r_i), más importante resulta la cuota de mercado inicial de cada una de ellas.

Gráfico 1: Equilibrio final del modelo para distintos valores de los coeficientes r_i partiendo de condiciones iniciales diferentes: predicción del modelo



Fuente: López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005)

A continuación profundizaremos en la comprensión del comportamiento del modelo en este aspecto. Es decir, evaluaremos sus propiedades en aquellos casos en los que los estándares parten de cuotas de mercado diferentes. Nos centraremos en aquellos escenarios en los que las diferencias son elevadas, lo que corresponde precisamente a procesos de sustitución tecnológica (ver gráfico 2)

Gráfico 2: Proceso de sustitución tecnológica

Fuente: Elaboración propia

4. COMPORTAMIENTO DEL MODELO EN PROCESOS DE SUSTITUCIÓN TECNOLÓGICA

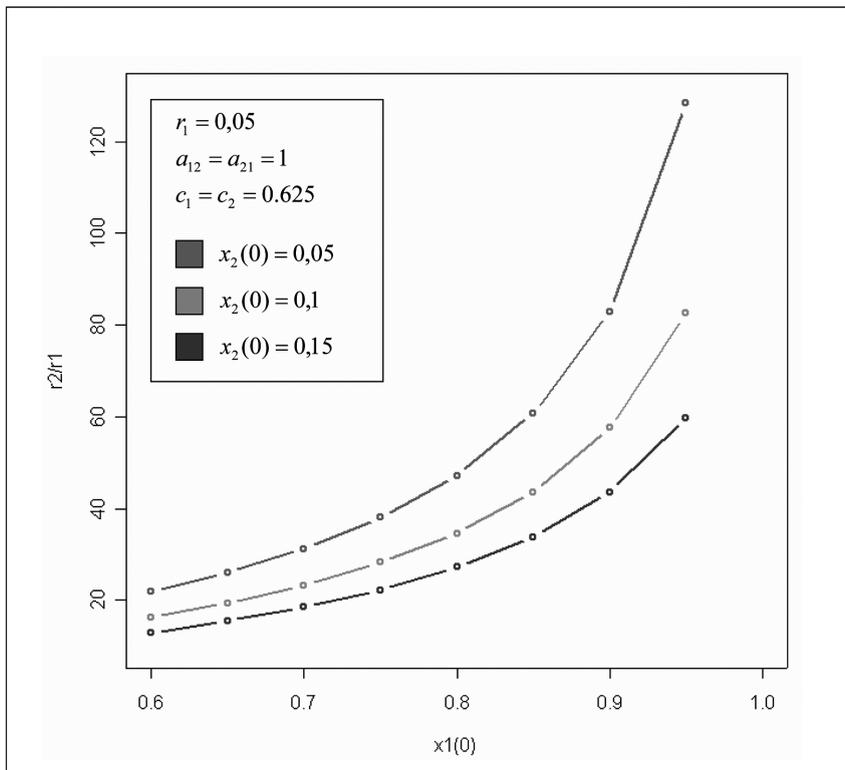
La regla 10X propuesta por Andy Grove (ver Shapiro y Varian, 1999: 187) propone que es necesario ofrecer unas prestaciones 10 veces superiores para lograr sustituir a un estándar instalado. Indudablemente la realidad es demasiado compleja como para reducirla a una «regla» de este tipo, pero al menos nos da una idea de la dificultad que puede suponer la sustitución de un estándar en mercados de redes.

De manera más formal, el trabajo empírico de Schilling (2002) aportó cierta evidencia de que existe una relación en forma de U entre el momento de entrada y la probabilidad de *lock-out*, de modo que entradas demasiado tempranas o tardías aumenta el riesgo de quedar fuera del mercado. Respecto a las entradas tardías, el resultado de Schilling puede interpretarse de manera que cuanto más asentada esté una tecnología, más difícil es sustituirla. Veamos qué comportamiento presenta el modelo en este sentido.

4.1. EFECTO DE LA TASA DE PENETRACIÓN INICIAL

En el gráfico 3 se muestran los resultados obtenidos por simulación del modelo en diferentes escenarios. En el eje vertical se representa el ratio r_2/r_1 , que es una medida de las diferencias entre los dos estándares, y que por tanto será mayor que uno cuando el estándar x_2 sea superior. En el eje horizontal se ha representado la tasa de penetración respecto al mercado potencial del estándar x_1 ($x_1(0)$), que se supone es el estándar ya instalado, en el instante en que se introduce el estándar rival, x_2 . De este modo se calcula cuál es el ratio mínimo r_2/r_1 que permite la sustitución de x_1 para cada valor de la tasa de penetración. La curva así dibujada representa la frontera que separa el conjunto de estados en que triunfa cada uno de los estándares. En realidad estaríamos hablando de una familia de curvas, ya que el procedimiento puede efectuarse para distintos valores iniciales de la tasa de penetración de x_2 , y de hecho en el gráfico 3 se representan tres curvas diferentes. En adelante denominaremos a estas curvas «fronteras de sustitución».

Gráfico 3: Distintas fronteras de sustitución definidas por el modelo en función de la tasa de penetración del nuevo estándar

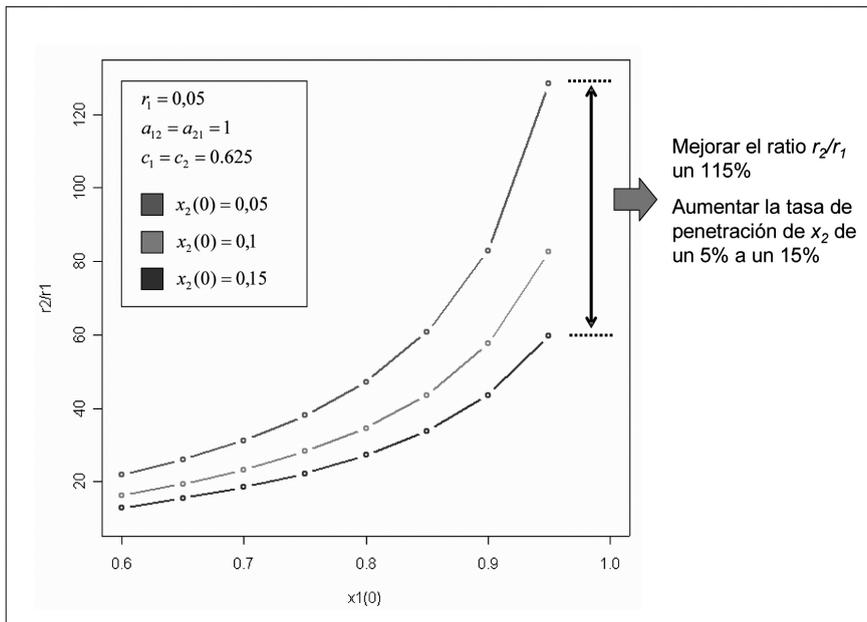


Fuente: Elaboración propia (Algoritmo programado en «R»)

Al margen de los valores concretos que aparecen en el gráfico, y que lógicamente dependen de la elección de parámetros, se observa que todas las fronteras de sustitución presentan una serie de características comunes.

- En primer lugar, tal y como cabría esperar, la sustitución es compleja como consecuencia de los efectos de red, de modo que el ratio r_2/r_1 es elevado en todos los casos.
- Además existe una relación no lineal con respecto a $x_1(0)$: cuanto mayor sea, mayor es el ratio r_2/r_1 , pero en una proporción creciente. Este resultado es compatible con el obtenido por Schilling (2002), al afirmar que existe una relación en forma de U entre el momento de entrada y la probabilidad de *lock-out*.
- Se aprecia también la enorme influencia de la tasa de penetración inicial de x_2 . La relación en este caso es también no lineal, ya que como se observa en el gráfico, la separación de las tres curvas no es la misma pese a que la diferencia entre los valores de $x_2(0)$ si lo es. Este resultado confirma que la sustitución de un estándar instalado puede ser extremadamente compleja si el nuevo estándar parte de una base inicial de usuarios baja, por lo que estaría justificado recurrir a medidas como la distribución gratuita o a muy bajo coste dependiendo de las condiciones específicas del mercado. Pero la relación no lineal que se muestra en el gráfico 4 permite profundizar algo más en la comprensión de la dinámica competitiva.

Gráfico 4: Comparación de dos fronteras de sustitución definidas por el modelo

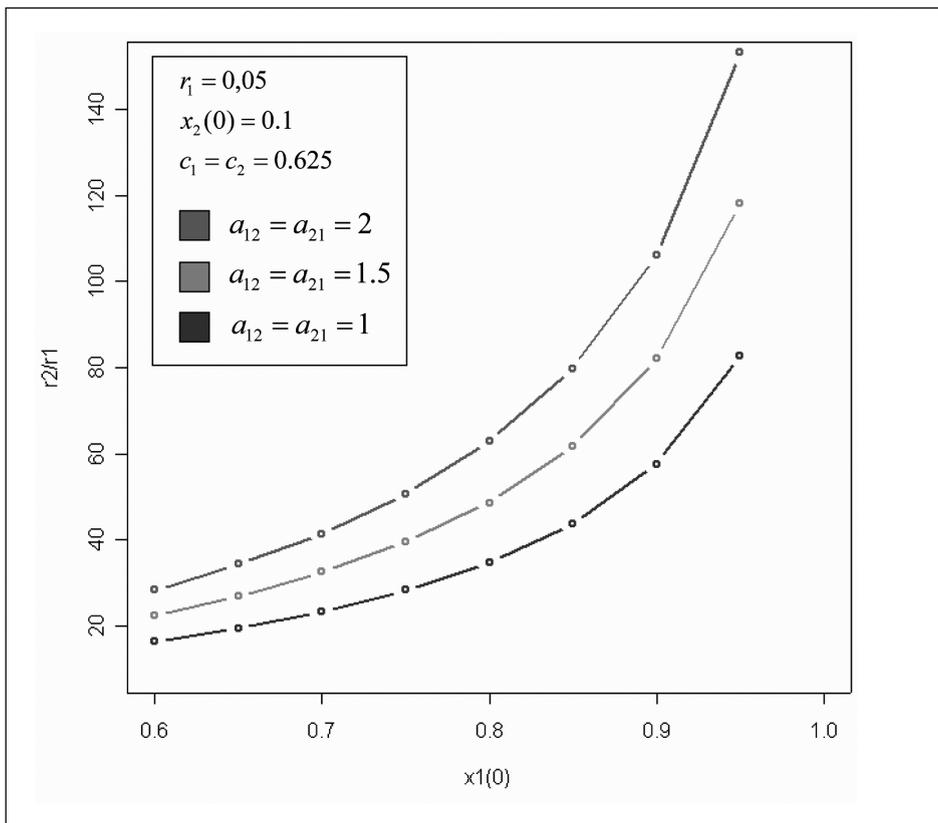


Fuente: Elaboración propia

En el caso concreto que se estudia en el gráfico 4, si el estándar x_1 cuenta con una tasa de penetración elevada (p. e. 95%), la superioridad tecnológica que precisa el estándar x_2 para lograr la sustitución depende en gran medida de su tasa de penetración inicial. Si ésta toma un valor del 5% necesitará un ratio r_2/r_1 un 115% mayor que si su tasa de penetración inicial es del 15%. En este caso es por tanto mucho más razonable abordar la batalla de estándares incrementando la tasa de penetración en lugar de intentar mejorar la tecnología.

Por tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos por el modelo, en un mercado sujeto a fuertes efectos de red, una compañía que pretenda lograr la sustitución de un estándar instalado debe analizar cuál es la tasa de penetración de éste: si es muy elevada debe optar por incrementar su propia tasa de penetración en lugar de mejorar la tecnología. En caso contrario tanto la mejora tecnológica como el incremento de su tasa de penetración puede dar lugar a resultados satisfactorios.

Gráfico 5: Distintas fronteras de sustitución definidas por el modelo en función de la intensidad competitiva



Fuente: Elaboración propia (Algoritmo programado en «R»)

4.2. EFECTO DE LA INTENSIDAD COMPETITIVA

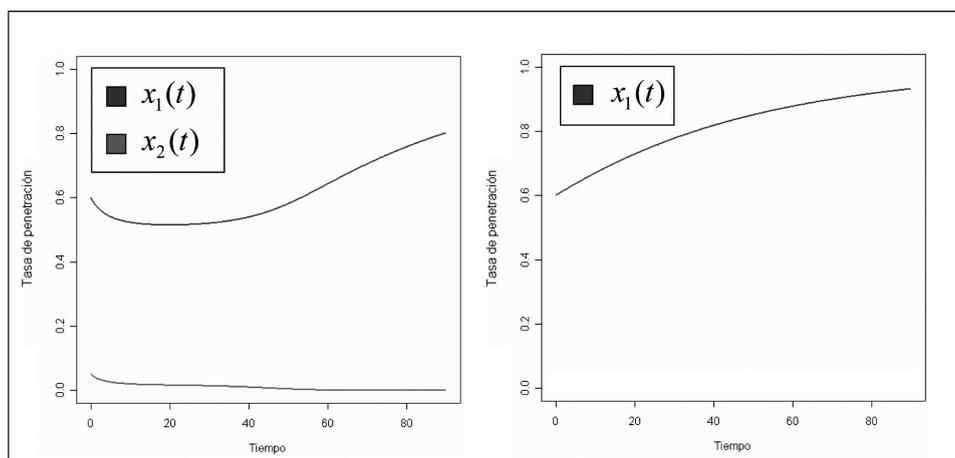
Otra aspecto de debe evaluarse es el efecto de la intensidad competitiva. Sabemos que cuanto más fuerte sean los efectos de red mayor será la ventaja del estándar instalado, por lo que cabe esperar que a mayores coeficientes a_{ij} , más difícil será la sustitución. En este sentido en el gráfico 5 se muestran tres fronteras de sustitución definidas por el modelo, aunque en este caso representan escenarios en los que la intensidad de la interacción competitiva es diferente. Se observa que efectivamente cuanto más grandes son los coeficientes a_{ij} más difícil resulta que el nuevo estándar sustituya al ya instalado.

Por otra parte la relación no lineal con respecto a $x_1(0)$ es similar a la observada en el apartado anterior, de modo que cuanto mayor sea el valor de $x_1(0)$ mayor es el ratio r_2/r_1 necesario para lograr la sustitución, aunque en una proporción creciente. De nuevo el resultado es compatible con el obtenido por Schilling (2002).

4.3. CONSECUENCIAS DE LA APARICIÓN DE UN ESTÁNDAR RIVAL PARA EL ESTÁNDAR INSTALADO

En el caso de que el nuevo estándar logre superar la barrera de entrada derivada de los efectos de red, el estándar instalado acabará desapareciendo tras un tiempo suficientemente largo. Sin embargo, aunque no se logre dicha sustitución, lo cierto es que la batalla de estándares tiene importantes consecuencias en la evolución del mercado. En el gráfico 6 se compara la evolución del estándar instalado en ausencia de competidores, con su evolución en el caso de que libre una batalla de estándares.

Gráfico 6: Evolución de un estándar ya instalado (tasa de penetración del 60%) con competencia y sin competencia



Fuente: Elaboración propia (Algoritmo programado en «R»)

Aunque acabe eliminando a su rival el proceso de adopción se ralentiza, y dependiendo del tiempo que haya durado el proceso competitivo, este debilitamiento puede ser considerable.

En el caso concreto que se representa en el gráfico, el proceso de adopción se frena por completo durante un periodo de tiempo relativamente largo, de modo que su tasa de penetración crece mucho más lentamente que en ausencia de estándar rival, incluso cuando éste ha desaparecido casi por completo. Este efecto puede explicarse del siguiente modo: los potenciales usuarios, ante la entrada de un estándar rival, ven modificadas las expectativas de éxito de la tecnología y por ello tenderán a esperar hasta ver como evoluciona el mercado. En realidad estamos ante el mismo comportamiento que se observa en la etapa de lanzamiento de un producto de red, que suele ser mucho más prolongada que en otro tipo de bienes (Goldenberg *et al.*, 2004) debido igualmente a la influencia de las expectativas de éxito.

Este efecto tiene una consecuencia importante: justo después de librar una batalla de estándares prolongada, la tecnología instalada es mucho más débil, de modo que este es el momento adecuado para que otro estándar diferente intente su entrada en el mercado.

5. CONCLUSIONES

El análisis efectuado en base al modelo de López Sánchez y Arroyo Barrigüete (2005) arroja algunos resultados relevantes en lo que se refiere al proceso de sustitución tecnológica en presencia de efectos de red. En primer lugar, tal y como cabría esperar, el modelo predice que la sustitución es compleja, existiendo una relación no lineal con respecto a la tasa de penetración de que parta el estándar instalado: cuanto mayor sea, mejor habrá de ser el nuevo estándar, pero en una proporción creciente. Como consecuencia, cuando la tasa de penetración es muy elevada, el nuevo estándar debe centrarse en incrementar su tasa de penetración en lugar de mejorar la tecnología, ya que esta estrategia facilita de forma considerable la sustitución.

Por otra parte, aunque el estándar instalado logre vencer en una batalla de estándares prolongada, se verá debilitado y por ello se ralentizará su crecimiento. Esto implica que justo después de librar dicha batalla, la tecnología se encuentra en su momento de mayor debilidad, siendo por tanto éste el instante en el que es más vulnerable ante una nueva entrada.

Como futuras líneas de investigación sería necesario analizar escenarios en los que interviniesen más de dos estándares, como ocurre por ejemplo en el mercado de los sistemas operativos para ordenadores personales. Por otra parte, el modelo estudiado no incorpora el efecto de los productos complementarios, siendo esta una mejora que convendría introducir en futuras investigaciones.

6. BIBLIOGRAFÍA

AMIT, R. y ZOTT, C.: «Value Creation in e-Business». *Strategic Management Journal*. Vol. 22, 2001, pp. 493-520.

- ARROYO BARRIGÜETE, J. L. y LÓPEZ SÁNCHEZ, J. I.: «Estrategias Competitivas y Capacidades Clave en Mercados Electrónicos Sujetos a Efectos de Red». *Universia Business Review*. Nº. 6, 2005, pp. 69-79.
- ARTHUR, B. W.: «Positive Feedbacks in the Economy». *Scientific American*. Vol. 262, 1990, pp. 92-99.
- «Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events». *The Economic Journal*. Vol. 99. 1989, pp. 116-131.
- BESSEN, M. S., FARRELL, J.: «Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization». *The Journal of Economic Perspectives*. Vol. 8, nº 2, 1994, pp. 117-131.
- CLEMENTS, M. T. y OHASHI, H.: «Indirect Network Effects and the Product Cycle: Video Games in the U.S., 1994-2002». Net Institute Working Paper 04-01. 2004 (Disponible en http://www.netinst.org/Clements_Ohashi.pdf).
- ECONOMIDES, N.: «Competition Policy in Network Industries: An Introduction». En JANSEN, D. (ed.) *The New Economy: Just How New Is It*. University of Chicago Press, 2003.
- «Notes on Network Economics and the New Economy». Lecture Notes, August 2000, Stern School of Business. (Disponible en <http://www.stern.nyu.edu/networks/exmba/net-notes2000.pdf>)
- FARRELL, J. y SALONER, G.: «Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation». *The American Economic Review*. Vol. 76, nº 5, 1986, pp. 940-955.
- «Standardization, Compatibility, and Innovation». *The Rand Journal of Economics*. Vol. 16, nº 1, 1985, pp. 70-83.
- FUENTELES, L., MAICAS, J. P. y POLO, Y.: «Economía Digital y Estrategia Empresarial: un Análisis desde la Dirección Estratégica». *Revista de Empresa*. Nº 5, 2003, pp. 54-69.
- GOLDENBERG, J., LIBAI, B. y MULLER, E.: «The Chilling Effect of Network Externalities on New Product Growth». Working Paper. Tel-Aviv University. 2004.
- GOOLSBEE, A. y ZITTRAIN, J.: «Evaluating the Costs and Benefits of Taxing Internet Commerce». *National Tax Journal*. Vol. 52, nº 3, 1999, pp. 413-428.
- GUPTA, A., JUKIC, B., STAHL, D. O. y WHINSTON, A. B.: «Extracting Consumer's Private Information for Implementing Incentive-Compatible Internet Traffic Pricing». *Journal of Management Information Systems*. Vol. 17, nº 1, 2000, pp. 9-29.
- GUPTA, A., STAHL, D. O. y WHINSTON, A. B.: «The Economics of Network Management». *Communications of the ACM*. Vol. 42, nº 9, 1999, pp. 57-63.
- KATZ, M. L. y SHAPIRO, C.: «Product Introduction with Network Externalities». *The Journal of Industrial Economics*. Vol. XL, nº 1, 1992, pp. 55-83.
- «Network Externalities, Competition and Compatibility». *The American Economic Review*. Vol. 75, nº 3, 1985, pp. 424-440.
- KEILBACH, M. y POSCH, M.: «Network Externalities and the Dynamics of Markets». *Interim Report of the International Institute for Applied Systems Analysis*, 1998, ITR-98-089.
- LIEBOWITZ, S. J. y MARGOLIS, S. E.: «Network Externality: An Uncommon Tragedy». *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 8, nº 2. 1994, pp. 133-150.
- LOCH, C. H. y HUBERMAN, B. A.: «A Punctuated-Equilibrium Model of Technology Diffusion». *Management Science*. Vol. 45, nº 2, 1999, pp. 160-177.
- LÓPEZ SÁNCHEZ, J. I. y ARROYO BARRIGÜETE, J. L.: «Desarrollo y validación por simulación numérica de un modelo de competencia tecnológica en presencia de efectos de red». *IX Congreso de Ingeniería de Organización*. Gijón, 8 y 9 de septiembre de 2005.

- MCGEE, J. y SAMMUT, T. A.: «Network Industries in the New Economy». *European Business Journal*. Vol. 14, nº 3, 2002, pp. 116-132.
- OREN, S., SMITH, S. y WILSON, R.: «Nonlinear Pricing in Markets with Interdependent Demand». *Marketing Science*. Vol. 1, nº 3, 1982, pp. 287-313.
- PARDOLESI, R. y RENDA, A.: «The European Commission's Case Against Microsoft: Fool Monti Kills Bill?» LE LAB Working Paper AT-08-04, 2004.
- PÉREZ PRADO, J. M. y PASSÁS OGALLAR, J.: «Efectos de Red y Competencia en Mercados de Nuevas Tecnologías de la Información». *Gaceta Jurídica*, nº 230, 2004, pp. 117-134.
- SCHILLING, M. A.: «Technology Success and Failure in Winner-Take-All Markets: the Impact of Learning Orientation, Timing and Network Externalities». *Academy of Management Journal*. Vol. 45, nº 2, 2002, pp. 387-398.
- «Technological Lockout: An Integrative Model of the Economic and Strategic Factors Driving Technology Success and Failure». *Academy of Management Review*. Vol. 23, nº 2, 1998, pp. 267-284.
- SHAPIRO, C. y VARIAN, H. R.: *El Dominio de la Información. Una Guía Estratégica para la Economía de la Red*. Barcelona: Antoni Bosch. 1999. ISBN: 84-85855-97-3.
- SOHN, Y. S., JOUN, H. y CHANG, D. R.: «A Model of Consumer Information Search and Online Network Externalities». *Journal of Interactive Marketing*. Vol. 16, nº 4, 2002, pp. 2-14.
- VARADARAJAN, P. R. y YADAV, M. S. «Marketing Strategy and the Internet: An Organizing Framework». *Academy of Marketing Science*. Vol. 30, nº 4, 2002, pp. 296-312.
- WADE, J.: «Dynamics of Organizational Communities and Technological Bandwagons: An Empirical Investigation of Community Evolution in the Microprocessor Market». *Strategic Management Journal*. Special Issue. Vol. 16, 1995, pp. 111-133.
- WESTLAND, J. C.: «Congestion and Network Externalities in the Short Run Pricing of Information System Services». *Management Science*. Vol. 38, nº 7, 1992, pp. 992-1009.
- YOFFIE, D. M.: «Competing in the Age of Digital Convergence». *California Management Review*. Vol. 38, nº 4, 1996, pp. 31-53.
- ZODROW, G. R.: «Network Externalities and Indirect Tax Preferences for Electronic Commerce». *International Tax and Public Finance*, Vol. 10, nº 1, 2003, pp. 79-97.