

Interacciones tecnológicas y efectos red: Claves para predecir el impacto del VOIP sobre la industria de las telecomunicaciones

66



Veneta Andonova
Universidad de los Andes,
Colombia



vandonov@unian-
des.edu.co



Antonio Ladrón
Universitat Pompeu Fabra



antonio.ladron@upf.edu

CODIGOS JEL:
L86; M31

Technology interactions and network effects: Predicting the impact of VOIP on the telecommunications industry

INTRODUCCIÓN

En la última década la difusión de la telefonía móvil e Internet generó altos índices de crecimiento y rápido cambio tecnológico en la industria de las comunicaciones, mejorando así la productividad total de los factores y las ganancias de los grandes proveedores de servicios. Sin embargo, a pesar del tremendo impacto que tuvieron sobre el nivel de productividad, muchas de las empresas del sector no supieron aprovechar la mayor parte del valor económico creado. El débil desempeño financiero de muchas de ellas se atribuyó a la ausencia de prácticas de previsión de

RESUMEN DEL ARTÍCULO

En este artículo se estudian las interacciones entre tres tecnologías de comunicación, telefonía fija, móvil e Internet, modelizando los efectos de red y controlando por el impacto del ingreso per capita en el país y el nivel de precios de la tecnología, dos variables clave en el proceso de difusión de tecnologías de información. Los resultados de las estimaciones, usando una base de datos de 195 países, reflejan que (1) Internet y la telefonía móvil son totalmente complementarias; (2) la telefonía fija ayuda la difusión de la móvil mientras que la móvil canibaliza la fija; (3) la telefonía fija favorece la difusión de Internet mientras que el desarrollo de Internet no tiene ningún efecto significativo sobre la difusión de la telefonía fija. Estos resultados pueden ayudar en construir escenarios más



sólidos y predecir el impacto de Voice Over Internet Protocol (VOIP) en la industria de telecomunicaciones.

EXECUTIVE SUMMARY

In this article we discover the interactions among three communications technologies, fixed-line telephony, mobile telephony and the Internet, modelling the network externalities and controlling for per capita income and technology prices. The models were estimated using a dataset on adoption levels for 195 countries. We find that (1) mobile telephony and Internet are fully complementary; (2) fixed telephony fosters the diffusion of mobile telephony, which on its turn cannibalises the diffusion of fixed phones; (3) fixed telephony facilitates the diffusion of Internet, but Internet diffusion does not have any significant effect on fixed telephony diffusion. These results can help build more robust scenarios to foresee the impact of the VOIP on the telecommunications industry.

los ejecutivos del sector (Minoli, 2003). Dado el tamaño de la industria y su impacto sobre la productividad, tanto las empresas como los gobiernos tienen interés en hacer previsiones más exactas de la penetración de nuevas tecnologías de información como es el caso de Voice Over Internet Protocol (VOIP).²

VOIP se describe frecuentemente como una tecnología revolucionaria que reducirá al mínimo el precio de las llamadas telefónicas, contribuyendo a la convergencia entre la telefonía e Internet. No obstante, no existen estudios que evalúen el impacto de VOIP tomando en cuenta los dos factores que determinan la dinámica en la industria de telecomunicaciones: los efectos de red y las interacciones entre las tecnologías ya existentes. Con este estudio nos proponemos llenar este vacío y revelar cuáles son las interacciones entre la telefonía fija, móvil e Internet modelizando los efectos de red y tomando en cuenta el nivel de bienestar económico y los precios de las tecnologías por país.³ Usando datos de difusión tecnológica y precios de uso para telefonía fija, móvil e Internet, y controlando por el nivel de PIB para 195 países durante 13 años, encontramos que (1) Internet y la telefonía móvil son totalmente complementarias; (2) la telefonía fija ayuda la difusión de la móvil mientras que la móvil canibaliza la fija; (3) la telefonía fija favorece la difusión de Internet mientras

que esta última no tiene ningún efecto significativo sobre la difusión de la telefonía fija. Los resultados demuestran la compleja naturaleza de las interacciones y para su comprensión es necesario describir brevemente las tecnologías como un paso previo al análisis de sus efectos estadísticos.

El trabajo se organiza como sigue. En la sección segunda se describen las diversas tecnologías de comunicación. La sección tercera contiene la modelización de las interacciones tecnológicas y los efectos red, siendo estos las características compartidas entre las tres tecnologías aquí estudiadas. A continuación se describen los datos usados para la estimación de los modelos, se exponen los resultados y sus interpretaciones. Finalmente se discuten las implicaciones para los participantes en el sector telecomunicaciones.

Descripción de las tecnologías

La telefonía fija es el segmento saturado de la industria de telecomunicaciones. En la mayoría de países la telefonía fija suele ser un monopolio natural, gestionado por empresas estatales fuertemente regularizadas. En muchos países, si no se toman en cuenta las líneas Integrated

VOIP se describe como una tecnología revolucionaria que reducirá al mínimo el precio de las llamadas telefónicas, contribuyendo a la convergencia entre la telefonía e Internet.

Services Digital Network (ISDN), la red de la telefonía fija decrece. Las líneas ISDN añaden entre dos y treinta conexiones "virtuales" a una línea fija ya existente (ITU, 1999). La razón del crecimiento de ISDN es la creciente demanda de conectividad a Internet que todavía depende de la red de telefonía fija. En la actualidad, la conexión a Internet por llamada genera un tercio del tráfico telefónico local en muchos países europeos y en casi todo el mundo excede sustancialmente el tráfico por llamadas internacionales. En el año 2000 sólo el 7% de los usuarios de Internet en el mundo tenía banda ancha vía ISDN y menos de 3% vía Asynchronous Digital Subscriber Line (ADSL), mientras que el resto usaba su línea telefónica fija para acceder a la Red (Minoli, 2003).

Voice Over Internet Protocol (VOIP) es una tecnología que transmite señales usando banda ancha. Mientras que un usuario habla en su ordenador, teléfono móvil o fijo, la voz se agrupa en paquetes de información por el mecanismo de Digital Signal Processing. A continuación la información se organiza en paquetes más pequeños, se transmite por banda y se traduce por el Digital Signal Processing para que en otro teléfono u ordenador suene la voz del remitente. De este modo VOIP lleva a la convergencia de voz, video y datos en una sola red, ofreciendo ahorros significativos. En Japón, por ejemplo, VOIP redujo los costes de comunicación a la mitad para empresas como Tokio Gas, Hitachi o Mitsubishi Corp. (Majumdar, 2005).

El desarrollo de VOIP depende en gran medida del desarrollo de la red de telefonía fija y esta última se enfrenta a dos problemas centrales para atraer inversión: primero, la telefonía fija suele ser un monopolio natural con enormes economías de escala por lo que el acceso de capital privado a este gran negocio suele depender fuertemente de actividades políticas (eg. México). Segundo, una vez hecha la inversión privada en la red de telefonía fija, existe la posibilidad de expropiación por parte del gobierno para lograr fines electorales. Dada la coincidencia de enormes ganancias y motivación política, la inversión privada en la red de telefonía fija es problemática (para análisis econométrico ver Henisz y Zelner, 2001; para colección de estudios de caso, ver Levy y Spiller, 1996).

Sin embargo, en el sector de telefonía móvil la inversión privada ha sido significativa gracias al rápido retorno del capital, limitada competencia en precios y pequeño riesgo financiero (Gruber, 1999). En un primer momento el desarrollo de servicios móviles fue impulsado por la limitación del radio espectro que se usó para los viejos sistemas de radiotelefonía. Actualmente la tercera generación de teléfonos móviles (3G) se está desarrollando y se prevén rápidas transferencias inalámbricas, servicios multimedia y mejor recepción de la señal. Además la 3G será el primer

PALABRAS CLAVE

difusión tecnológica, telefonía, Internet, VOIP

KEY WORDS

technology diffusion, telephony, Internet, VOIP



estándar global de redes celulares.

Resumiendo, las tecnologías de la información aquí descritas difieren en muchos aspectos pero comparten por lo menos dos características: primero, gozan de efectos red y segundo, interactúan entre sí, mostrando diferentes grados de complementariedad o sustitución.

Según los analistas del sector todas las tecnologías de comunicación presentan efectos red relevantes. Por ejemplo, Carl Shapiro y Hal Varian en su libro "Information Rules" anuncian los efectos red como la norma para las industrias de información y comunicación (pág.181). El efecto red significa que los consumidores valoran más las redes con mas usuarios, contribuyendo al crecimiento acelerado a las redes más fuertes y a la contracción de las redes más débiles. Una mayor base de usuarios de telefonía móvil o de aplicaciones de comunicación por Internet incrementará el valor de acceder a dicha tecnología por parte de los nuevos usuarios. En México el nuevo entrante Movistar está enfrentando ahora la dureza del efecto red en su intento de arrebatar parte del mercado de telefonía móvil al líder Telcel. El resultado es que en 2005 un año más Movistar México es una de las divisiones de Telefónica con mayores pérdidas.

Por otro lado, ejemplos de las interacciones entre las tecnologías de información son fáciles de encontrar. En la Tabla 1 se dan ejemplos de la naturaleza interactiva de las tecnologías de información (efecto de la tecnología ubicada en la fila de la tabla sobre la tecnología ubicada en la columna). En dicha tabla se resaltan tanto los elementos de complementariedad como los de la sustitución entre la telefonía fija, móvil e Internet. Los trabajos publicados que demuestran los efectos de complementariedad o sustitución se referencian en nota a pie de pagina junto con una breve descripción del estudio cuando procede. Analizando la tabla, parece fácil encontrar argumentos tanto a favor de la sustitución como a favor de la complementariedad entre tecnologías, pero más allá de los ejemplos ¿existe evidencia empírica sólida en una o otra dirección? Responder a esta pregunta, analizar las consecuencias y ofrecer algunas implicaciones prácticas es el objetivo del presente trabajo.

MODELIZACIÓN DE INTERACCIONES Y EFECTOS RED

En los modelos de difusión tipo Bass, el número de nuevos usuarios en cada período, $n(t)$, viene determinado por dos efectos básicos recogidos por el coeficiente de difusión externa, α , que modeliza las comunicaciones independientes del nivel de difusión, como puede ser la publicidad, y el coeficiente de difusión interna, β , que modeliza las comunicaciones que se incrementan con el nivel de usuarios existentes N , como puede ser la



Tabla I. **Complementariedad y sustitución en telefonía fija, móvil e Internet**

	TELEFONÍA FIJA	TELEFONÍA MÓVIL	INTERNET
Telefonía fija		COMPLEMENTARIEDAD *En los países desarrollados los teléfonos móviles se usan mas para comunicación de voz, mientras que los teléfonos fijos se usan para conectarse al Internet y para transferencia de datos. ⁴	COMPLEMENTARIEDAD *Las líneas fijas facilitan la conectividad a Internet en gran parte del mundo. ⁵
Telefonía móvil	SUSTITUCION *En los países en vías de desarrollo que tienen largas listas de espera para líneas fijas y en las zonas remotas y rurales la telefonía móvil es un sustituto a la telefonía fija. ⁶ *En los países desarrollados donde la competencia en servicios celulares reduce rápidamente los precios de las llamadas, los teléfonos fijos se sustituyen por teléfonos móviles. ⁷		COMPLEMENTARIEDAD *Los teléfonos móviles de tercera generación (3G) son equipados para ejecutar transferencias intensas de datos y los proveedores de contenido en Internet están listos para ampliar sus ofertas tan pronto como las redes 3G estén en pleno funcionamiento. ⁸
Internet	SUSTITUCION *Las redes locales de televisión por cable son una alternativa a la conectividad a Internet ofrecida por las empresas de telefonía fija. La tecnología de VOIP usada sobre la red de la televisión por cable es sustituta de la tecnología fija. ⁹	SUSTITUCION *Aparatos móviles con conexión a Internet (PCs portátiles, por ejemplo) que usan la tecnología VOIP son sustitutos a los teléfonos móviles. ¹⁰	

recomendación entre usuarios, o efecto "boca a boca". Este segundo coeficiente multiplica el nivel de difusión, medido por la proporción del mercado potencial que ha adoptado la innovación. A su vez, el mercado potencial se considera una proporción constante C de la población S a través de la cual se difunde la innovación. Dicha proporción C constituye el tercer parámetro a estimar en el modelo. De esta manera, el modelo de Bass se puede expresar a través de la siguiente ecuación en diferencias:

$$n(t) = \left[\alpha + \beta \frac{N(t-1)}{CS(t-1)} \right] (CS(t-1) - N(t-1))$$

Los modelos de difusión tipo Bass consideran que la proporción C del sistema social interesada en adoptar la innovación se mantiene constante durante el proceso. Sin embargo, para muchas innovaciones tecnológicas

cas el valor del producto para los nuevos usuarios depende del numero de usuarios existentes. Esta característica se conoce en la literatura económica como "efecto red". Katz y Shapiro (1994) modelizan dicho efecto bajo el supuesto de que la utilidad de los consumidores es función creciente del número de usuarios que han adoptado previamente la innovación. De esta manera, la utilidad que obtiene un potencial adoptante se incrementa con el tamaño de la red. Así, en cada periodo la proporción de la población que considera adoptar la innovación depende del nivel de difusión de la tecnología. Una descripción detallada de los modelos de difusión tipo Bass con efectos red utilizados en este trabajo se presenta en el artículo de Elberse, Ladrón de Guevara y Putsis (2002). Siguiendo la línea de este estudio, en el presente trabajo se considera el siguiente modelo de difusión:

$$n_{\chi i}(t) = \left[\alpha_{\chi} + (\beta_{\chi} + \gamma_{\chi} \text{PCGDP}_{\$95}(t)) \frac{N_{\chi i}(t-1)}{C_{\chi i}(t-1)S_{\chi i}(t-1)} + \sum_{\gamma \neq \chi} \delta_{\gamma \chi} \frac{N_{\gamma i}(t-1)}{S_{\gamma i}(t-1)} \right] (C_{\chi i}(t-1)S_{\chi i}(t-1) - N_{\chi i}(t-1))Z_{\chi i}(t), \chi=1,2,3$$

donde la variable dependiente $n_{\chi i}(t)$ es el número de nuevos usuarios de la tecnología χ en el país i y en el período t . La variable $N_{\chi i}(t-1)$ es el número acumulado de usuarios al final del período $(t-1)$. La expresión $C_{\chi i}(t-1)S_{\chi i}(t-1)$ denota el mercado potencial, donde $S_{\chi i}(t-1)$ representa el sistema social (población base) a través de la cual se difunde la innovación, y la variable $C_{\chi i}(t-1)$, que recoge el efecto red, es la proporción del sistema social cuyo valor de adoptar la innovación es positivo. En una situación en la que no se presentan efectos red, la proporción de la población interesada en adoptar la innovación, $C_{\chi i}(t-1)$, sería constante, y no dependería del tamaño de la red (número de usuarios). Los índices $\chi=1, 2, 3$ se refieren a cada una de las tecnologías analizadas en este trabajo, telefonía fija, móvil e Internet, respectivamente.

En el presente estudio consideramos tres formas funcionales para modelizar el potencial del mercado. En el Modelo 1 no tomamos en cuenta el efecto de red y suponemos que la proporción de la población que consi-

Tabla 2. **Formas funcionales para el potencial del merca-**

	FORMA FUNCIONAL	ECUACIÓN
Modelo 1	Constante	$C_t = (1 - \square)$
Modelo 2	Exponencial	$C_t = 1 - \square e^{\pi \delta^* (N_t/S_t)}$
Modelo 3	Lineal	$C_t = 1 - \square + \delta^* (N_t/S_t)$

Tabla 3. Nivel de ajuste, R², y test de razón de verosimili-

	NIVEL DE AJUSTE, R ²			TEST DE RAZÓN DE VEROSIMILITUDES		
	Internet	Telef. Móvil	Telef. Fija	Log Verosímil.	g.l.	χ ² (p-valor)
Modelo 1	0.8997	0.7421	0.7525	-33611.36		
Modelo 2	0.9199	0.7650	0.7523	-33458.72	3	305.28 (0.000)
Modelo 3	0.9160	0.7528	0.7522	-33529.38	3	163.96 (0.000)

dera adoptar la innovación, $C_{\chi_i}(t)$, es constante, y no depende del número de usuarios existentes. En el Modelo 2 suponemos que dicho potencial del mercado, $C_{\chi_i}(t)$, sigue un crecimiento exponencial en función del nivel de adopción, $N_{\chi_i}(t)/S_{\chi_i}(t)$. Finalmente en el Modelo 3 se asume que el potencial del mercado crece de forma lineal en función del tamaño de la red. Las formas funcionales estimadas en los tres modelos se detallan en la Tabla 2.

En todos los modelos se incluyen el ingreso per capita real a precios de 1995, $PCGDP_{95}(t)$ y el incremento en los precios de las llamadas telefónicas, $Z_{\chi_i}(t)$ como variables explicativas, siguiendo las metodologías propuestas por Bass, Krishman y Jain (1994) y Putsis, Balasubramanian, Kaplan y Sen (1997) respectivamente. Adicionalmente se incluyen términos de interacción tecnológica entre las tres tecnologías estudiadas, $\delta_{\chi_j}(t)$, que permitirán estimar la magnitud de las interacciones, tanto de complementariedad como de sustitución (ver Elberse, Ladrón de Guevara y Putsis (2002) para una descripción detallada de los modelos que consideran dichos efectos). El sistema de ecuaciones simultáneas se estima por máxima verosimilitud.

ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Para la estimación del modelo se utilizó la base de datos de Internacional Telecommunication Union (ITU) que incluye series anuales de las variables descritas anteriormente para 195 países durante el periodo 1991-2003. Se usaron los datos para todos los países cubiertos por el ITU lo que significa que se tomaron en cuenta la gran mayoría de los países del mundo. La base de datos final tiene 1438 observaciones de país x año. En la Tabla 3 se pueden apreciar los altos niveles de ajuste de los modelos, donde para las tecnologías de Internet y telefonía móvil, que se encuentran en fase de crecimiento, los Modelos 2 y 3 dan ligeramente mejor nivel de ajuste que el Modelo 1. Los modelos 2 y 3 anidan al modelo sin efectos red



Tabla 4. **Complementariedad y sustitución entre tecnologías de información, $\delta_{\chi\gamma}$**

		INTERNET	TELEF. MÓVIL	TELEFONÍA FIJA
Modelo 1	Internet		+ 1.2448 **	+ 0.0022 (NS)
	Móvil	+ 0.0733 **		- 0.0475 **
	Fija	+ 0.0087 **	+ 0.0541 **	
Modelo 2	Internet		+ 1.0155 **	0.0581 (NS)
	Móvil	+ 0.0290 **		- 0.0825 **
	Fija	+ 0.0263 **	+ 0.1448 **	
Modelo 3	Internet		+ 2.4626 **	+ 0.0293 (NS)
	Móvil	+ 0.0776 **		- 0.0641 **
	Fija	+ 0.0004 (NS)	+ 0.0661 **	

NS = Efecto no estadísticamente no significativo al 5% ** = Efecto estadísticamente significativo al 1%

(Modelo 1). En otras palabras, el modelo 1 se puede considerar un caso particular de los modelos 2 ó 3, en el que el parámetro ϕ vale 0. Esto permite realizar un contraste de razón de verosimilitudes para validar los modelos con efectos red. El resultado de este contraste confirma las formulaciones de efectos red como estadísticamente significativas, lo cual refleja un crecimiento sostenido del mercado potencial a medida que crece el nivel de adopción, como consecuencia de los efectos red. Respecto de los efectos de interacción, estimados a través de los términos $\delta_{\chi\gamma}$, la Tabla 4 muestra cómo la tecnología en la columna afecta la tecnología en la fila revelando así la interacción (sustitución y complementariedad) entre las dos. Los resultados obtenidos en cuanto a la dirección y nivel de significación de los efectos de interacción son equivalentes bajo cualquiera de las tres modelizaciones de los efectos red descritas en la Tabla 2. La única excepción se presenta en el efecto de la red de telefonía fija sobre la difusión de Internet, que resulta positivo y significativo al 1% en los modelos 1 y 2, pero no en el modelo 3.

Nuestro primer resultado es que la telefonía móvil e Internet son totalmente complementarios. La telefonía móvil ayuda a la difusión de Internet a la vez que Internet fomenta la difusión de telefonía móvil. Una explicación a este resultado es que refleja la demanda generalizada de información mejor y más puntual. Tradicionalmente los teléfonos móviles se han usado para transferencias de voz mientras que Internet ha sido más orientado a la trasmisión de datos. A menudo el consumidor moderno no está satisfecho de esta especialización en las tecnologías y apuesta por la convergencia tecnológica materializada en productos como el Internet móvil y el VOIP buscando la com-



plementariedad entre movilidad y calidad de la información. Nuestra hipótesis es que la total complementariedad entre la telefonía móvil e Internet que encontramos implica que las tecnologías híbridas van a dominar a las versiones tradicionales de telefonía móvil y conectividad a Internet en un futuro próximo. Una evidencia en esta dirección es la reciente adquisición de Skype, una empresa que ofrece software para VOIP, por parte de la casa de subastas en línea e-Bay. Hoy en día esta última ofrece a sus usuarios no sólo un contacto virtual sino un contacto telefónico gratis vía VOIP. De este modo e-Bay facilita el contacto personal entre sus usuarios, un servicio que mejoraría la experiencia de compra en línea para muchos internautas.

El segundo resultado de nuestro análisis es que la telefonía fija ayuda a la difusión de telefonía móvil mientras que la telefonía móvil canibaliza la difusión de teléfonos fijos. Allí donde la tecnología fija ya está bien establecida, ésta funciona como un complemento a la telefonía móvil. No obstante, en países con una red fija precaria, la llegada de la telefonía móvil la convierte en sustituto de los teléfonos fijos. Este resultado apoya la idea que las tecnologías móviles son un sustituto excelente a las tecnologías tradicionales en aquellos países en vías

de desarrollo donde los gobiernos no pueden dar garantías creíbles a los activos de los inversionistas para que estos últimos inviertan en el desarrollo de redes fijas.¹¹ A pesar del subdesarrollo de las instituciones de protección a los derechos del inversor, la telefonía móvil crece en estos lugares porque es un sustituto menos arriesgado que la telefonía fija (Andonova, 2006). Esta interpretación se confirma con el dato de que el ingreso per capita afecta negativamente la difusión de teléfonos móviles. Los países pobres con peores garantías para la inversión tienen menos desarrolladas sus redes fijas y las sustituyen con móviles.

Finalmente, encontramos que la telefonía fija facilita la difusión de Internet, pero que Internet no tiene ningún efecto significativo sobre la telefonía fija. El segmento de la telefonía fija es muy maduro y no tiene perspectivas de crecimiento. En los datos usados entre 1991 y 2002 el número promedio de líneas telefónicas por hogar se mantiene prácticamente constante en 0.77. La ausencia de efectos significativos del ingreso per capita y nivel de precios sobre la difusión de la

A pesar del subdesarrollo de las instituciones de protección a los derechos del inversor en ciertos lugares, la telefonía móvil crece porque es menos arriesgado que la telefonía fija.



telefonía fija confirma nuestra interpretación. La tecnología fija es tan madura que ninguno de los factores que hemos analizado puede fomentar su crecimiento. Esencialmente encontramos que la telefonía fija ayuda al crecimiento de Internet y de forma indirecta a la creación de su mayor enemigo, el VOIP, mientras que Internet no tiene ningún efecto sobre la ya muy madura telefonía fija.

IMPLICACIONES

Según las estimaciones la telefonía fija sirve de tecnología base para la difusión de Internet. Por otro lado, Internet no tiene efectos sobre la difusión de la telefonía fija. Con el aumento en la popularidad de VOIP esperamos que la difusión de Internet haga disminuir el número de líneas fijas en uso. Este proceso ya ha comenzado en muchos países con altos índices de penetración de Internet. VOIP, entendido como una alternativa a la telefonía fija, va a tener un impacto negativo en el negocio tradicional de muchos proveedores de servicios fijos. Estos deberán cambiar sus estrategias y posiblemente convertirse en proveedores de conectividad a Internet, ayudando así aun más a la difusión de Internet. No obstante, este nuevo giro estratégico va a debilitar a los tradicionales proveedores de telefonía fija porque la estructura de mercado de la conectividad a

Internet es más competitiva que la situación de monopolio natural de la mayoría de proveedores de telefonía fija. De hecho, cambiando así la dinámica competitiva, la tecnología VOIP se presenta como un mecanismo complementario a los reguladores del sector que protege los consumidores ante la posición monopolística de los proveedores de telefonía fija.

Con el aumento de la popularidad de VOIP esperamos que la difusión de Internet haga disminuir el número de líneas fijas en uso. Proceso que ya ha comenzado en algunos países.

Adicionalmente, la dependencia entre la telefonía fija e Internet puede explicar en gran medida la brecha digital entre países. Los países en desarrollo, frecuentemente incapaces de garantizar bien los intereses de los inversionistas, carecen de fondos para financiar una extensa red de telefonía fija, que es el mecanismo facilitador para garantizar la difusión de Internet. La brecha presente en la infraestructura telefónica básica es un dato que no sorprende a nadie. Si el desarrollo digital depende del desarrollo de la red telefónica básica, como hemos encontrado en este estudio, no es exagerado concluir que la brecha digital exista desde muchos años antes de la creación de Internet. VOIP no cambiaría esta realidad ya que los problemas principales que caracterizan el desarrollo de la red de banda ancha son igua-

les a los problemas no resueltos que impiden el crecimiento de la red de telefonía fija.

Nuestros resultados también resaltan la interacción entre telefonía fija y móvil. La telefonía fija ayuda la difusión de la móvil mientras que la móvil canibaliza la fija. El subdesarrollo de la red fija en muchos países limita el efecto complementario entre telefonía fija y móvil e introduce la telefonía móvil como un sustituto directo a los teléfonos fijos, ya que los teléfonos fijos no representan una alternativa disponible. Esta dualidad en la interacción entre las dos tecnologías indica que las mismas pueden ser complementos o sustitutos en diferentes países dependiendo del nivel de desarrollo de la infraestructura básica. A la luz de este resultado podemos imaginar que VOIP se comportará como un sustituto o complemento a la telefonía móvil dependiendo del nivel de desarrollo de la red de banda ancha sobre la cual opera VOIP.

Por último, la total complementariedad entre móviles y Internet sugiere que las empresas de un sector deben buscar alianzas estratégicas en el otro porque la convergencia entre estas tecnologías va a condicionar el servicio del futuro. Desde esta perspectiva los precios pagados para las licencias de 3G no parecen tan exagerados. Aun cuando las redes 3G están bajo construcción, parece posible que sus operadores ofrecerán el producto que el cliente desea y esté dispuesto a pagar.

En este artículo mostramos que las interacciones entre diferentes tecnologías de telecomunicaciones afectan de forma compleja la difusión de cada una de estas tecnologías. Este resultado debe ser tomado en cuenta por los ejecutivos del sector porque puede mejorar su capacidad de prever los riesgos y las oportunidades para el futuro. Aquí hemos mostrado algunos de estos riesgos y oportunidades pero estamos seguros que aún quedan mucho más por analizar en un mercado tan dinámico y en continuo proceso de desarrollo tecnológico como es el de las comunicaciones.

Referencias

- Accounting Today (2005). Oct.24-Nov.6. "Internet Telephony slowly gaining Business Converts," by Lisa Spinelli, 22-25.
- Andonova, V. (2006). "Mobile Phones, the Internet and the Institutional Environment," Telecommunications Policy 30, 29-45.
- Bass, F. M., T. V. Krishnan, y D. Jain (1994). "Why the Bass Model Fits Without Decision Variables," Marketing Science, 13(3), 203-223.

Elberse, A., A. Ladrón-de-Guevara, y W. Putsis (2002). "Diffusion of Complementary Products with Network Externalities in an International Context: PC and Internet Diffusion," 31st EMAC Conference Proceedings, Braga.

Fuentelsaz, L., J. P. Maicas y Y. Polo (2005). "Hacia una gestión eficiente de la tecnologías de la información y las comunicaciones," *Universia Business Review*, segundo trimestre, 40-53.

Gruber, H. (1999). "An Investment View of Mobile Telecommunications in the European Union," *Telecommunications Policy*, 23, 521-538.

Gruber, H. y F. Verboven (2001). "The Difusión of Mobile Telecommunications Services in the European Union," *European Economic Review*, 45, 577-588.

Hamilton, J. (2003). "Are Main Lines and Mobile Phones Substitutes or Complements? Evidence from Africa," *Telecommunications Policy*, 27, 109-133.

Henisz, W. Y B. Zelner (2001). "The Institutional Environment for Telecommunications Investment," *Journal of Economics and Management Strategy*, 10(1), 123-147.

ITU (1999). *World Telecommunications Development Report 1999. Mobile Cellular*. Geneva. Switzerland.

Kagan Research (2005). "Future of Cable Telephony," <http://research.kagan.com/KEO/databooksdetailpage.aspx?DatabookID=73&Redirect=true> (consultado 06/03/2006).

Kiiski, S y M. Pohjola (2002). "Cross-Country Diffusion of the Internet," *Information Economics and Policy*, 14, 297-310.

Levy, B. y P. Spiller (1996). *Regulations, Institutions and Commitment*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Majumdar, S. (2005). "IP Telephony: Challenges for NTT's fixed-line telecom business,"

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=726704 (consultado 08/12/2005).

Minges, M. (1999). "Mobile Cellular Communications in the Southern African Region," *Telecommunications Policy*, 23, 585-593.

Minoli, D. (2003). *Telecommunications Technology Handbook*, Norwood, NJ: Artech

Putsis, W. P., S. Balasubramanian, E. Kaplan, y S. K. Sen (1997). "Mixing Behavior in Cross-Country Difusión," *Marketing Science*, 16(4), 354-369.

Shapiro, C. y H. Varian (1999). *Information Rules*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Stremersch, S. Y G.J. Tellis (2004). "Understanding and Managing International Growth of New Products," *International Journal of Research in Marketing*, 21, 421-438.

Notas

1. Autora de contacto: Universidad de los Andes; Facultad de Administración; Carrera 1, nº 19-27; Edificio LA, Oficina 204; Bogotá (Colombia)

2. En un reciente artículo de esta publicación Lucio Fuentelsaz, Juan Pablo Maicas y Yolanda Polo (2005) tratan en detalle el tema del impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) sobre la productividad total de los factores. Reconociendo la importancia del tema, nuestro propósito no es ofrecer un nuevo estudio en el campo de productividad sino guiar los ejecutivos del sector de telecomunicaciones para anticipar los cambios en su industria que vienen como consecuencia de la convergencia tecnológica y la llegada de VOIP.

3. Ver Kiiski y Pohjola (2002) y Stremersch y Tellis (2004) entre otros para una descripción detallada de las variables económicas que afectan el proceso de difusión de las tecnologías de comunicación.

4. ITU (1999), páginas 2-3; Majumdar (2005) también enfatiza el bajo uso de las líneas telefónicas fijas para comunicación de voz.

5. Como se indicó antes, la conexión a Internet por llamada genera un tercio del tráfico telefónico local en muchos países europeos y en casi todo el mundo excede sustancialmente el tráfico por llamadas internacionales. En el año 2000 sólo el 7% de los usuarios de Internet en el mundo tenía banda ancha vía ISDN y menos de 3% vía Asynchronous Digital Subscriber Line (ADSL), mientras que el resto usaba su línea telefónica fija para acceder a la Red (Minoli, 2003).

6. Este argumento ha sido elaborado en numerosos trabajos incluyendo ITU (1999). Hamilton (2003) y Minges (1999) llegan a la misma conclusión estudiando únicamente países africanos.

7. Harald Gruber y Frank Verboven (2001) sostienen que en los primeros años la telefonía móvil fue percibida por los consumidores en los países de la Unión Europea como un complemento a la telefonía fija. Suponen que en los últimos años el efecto sustitución podría empezar a dominar gracias a la amplia cobertura de servicio y la reducción de precios.

8. ITU (1999), página 17 y Minoli (2003), página 32.

9. Según los analistas del sector, en EE.UU. antes del 2009, 88% de los hogares que cuentan con televisión por cable tendrá conectividad para realizar llamadas telefónicas por cable (Kagan, 2005).

10. Una de las mayores ventajas de VOIP es que los ordenadores portátiles (PCs) se pueden usar como teléfonos móviles o fijos pero a un precio mucho menor que la telefonía tradicional (Accounting Today, 2005).

11. En países con amplias redes de telefonía fija como los de la Unión Europea, los teléfonos móviles se usan como un complemento a los teléfonos fijos.

