

Una visión general de los modelos de demanda en las telecomunicaciones

LESTER D. TAYLOR

Universidad de Arizona
Tucson, AZ, USA

El objetivo de este trabajo es ofrecer un estudio del estado actual del análisis de la demanda de las telecomunicaciones. Mientras que los grandes cambios que han tenido lugar en los mercados de teleco-

137

municaciones mundiales han generado muchos beneficios, sólo algunos les han sucedido a los analistas de la demanda de las telecomunicaciones. Hace veinte años, las fronteras del sector de las telecomunicaciones eran estables y bien definidas, y lo mismo ocurría con los servicios suministrados. Las compañías telefónicas eran monopolios de propiedad o control estatal, que (entre otras cosas) contribuían a crear un cuerpo de datos fácilmente disponibles de forma consistente y exhaustiva. La telefonía inalámbrica daba sus primeros pasos e Internet era apenas un rumor.

Ahora todo es diferente. Las fronteras del sector están cambiando continuamente, los mercados de las telecomunicaciones son cada vez más competitivos, la telefonía inalámbrica e Internet han transformado la manera como muchas personas se comunican, el acceso al cable puede estar listo para tener una mayor presencia y los datos del sector se han hecho cada vez más fragmentados y propietarios.

Como consecuencia de ello, los analistas de la demanda de las telecomunicaciones ahora tienen que enfrentarse a una mezcla de servicios en rápido cambio y ex-

pansión, tener en cuenta los sustitutos y complementos emergentes, ocuparse de las funciones de demanda de las empresas (o compañías) a diferencia de las funciones de demanda del sector, y recopilar y organizar los datos principales. El resultado es que el cálculo de las elasticidades-renta y precios de las telecomunicaciones era claramente mucho más fácil hace 20 años que en la actualidad.

Como las limitaciones de espacio evidentemente son un obstáculo para lo que se puede hacer en este estudio, nos centraremos en conceptos y principios, más

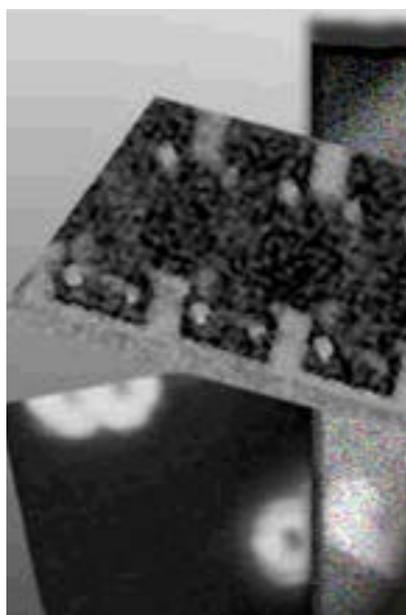
que en la bibliografía como tal. Los problemas pueden ser nuevos, pero los conceptos y principios rectores no lo son. Por ejemplo, Internet conlleva una red y las redes, ya sean nuevas (como Internet) o antiguas (como la telefonía básica), poseen ciertas características que no varían. Nos vamos a centrar en estas características y en los modelos genéricos que se han desarrollado para tenerlas en cuenta.

La naturaleza de la demanda en las telecomunicaciones

La característica que distingue por encima de todo la demanda de las telecomunicaciones (1) de la demanda de la mayoría de bienes y servicios es el hecho de que los servicios de telecomunicaciones no se consumen de forma aislada. En ellos participa una red. Esto da lugar no sólo a ciertas interdependencias y externalidades que afectan a la forma en que se modela el consumo, sino que también crea una clara distinción entre el acceso y el uso. Debe existir acceso a la red antes de que se pueda utilizar. Más adelante, en la sección dedicada a consideraciones teóricas nos ocuparemos de cómo se ha modelado esta distinción de forma convencional en la literatura.

La interdependencia que ha recibido una mayor atención en la bibliografía es lo que generalmente se denomina como externalidad de la *red* (o *abonado*). Esta externalidad surge cuando un nuevo abonado se une a la red. La conexión de uno nuevo otorga un beneficio a los abonados existentes, porque aumenta el número de puertos que en ese momento se pueden alcanzar. Como este beneficio es compartido por todos los abonados existentes, por consiguiente, la externalidad de la red tiene la dimensión de un bien público.

La importancia de esta externalidad reside en su potencial para generar un crecimiento endógeno. Debido a que es más valioso pertenecer a una red mayor que a una red más pequeña, un aumento en el tamaño de la red puede hacer que



aumente la disposición a pagar de los abonados extramarginales existentes hasta el momento en que se conviertan en abonados reales, lo que a su vez puede inducir a que un conjunto de abonados extramarginales se abonen, y así sucesivamente (2). No obstante, la posibilidad de que este fenómeno tenga alguna importancia actual en los sistemas telefónicos desarrollados, como en Norteamérica y en Europa Occidental, es obviamente remota (3).

Las otras externalidades están relacionadas con el uso. Una llamada telefónica completa requiere la participación de una segunda parte, y, por lo tanto, la utilidad de esta parte se ve afectada. El efecto gratuito que recae en la segunda parte representa lo que generalmente se denomina la externalidad de la *llamada* (o *uso*). A diferencia de la externalidad de la red, la externalidad de la llamada nunca ha recibido mucha atención, muy probablemente porque nunca se ha considerado que crea un problema para la fijación de precios. Suponiendo, como se supone en general, que la externalidad de la llamada es positiva, los receptores de llamadas (ya que la mayoría de las llamadas las paga quien las hace) reciben beneficios por los que no pagan.

La opinión existente en la bibliografía ha sido en gran medida que, puesto que la mayoría de las llamadas son bidirecciona-

les, la externalidad de la llamada se internaliza con el tiempo, a medida que los receptores de llamadas de hoy se convierten en quienes hacen las llamadas mañana. Esto compensa las obligaciones de uno hacia otro. Para el sistema en su conjunto, las ventajas de las llamadas entrantes se pueden considerar como un aumento de la disposición a pagar por tener un teléfono, lo que significa que un sistema telefónico será más grande cuando las externalidades de las llamadas estén presentes que cuando estén ausentes.

La anterior es la visión convencional de la externalidad de las llamadas y no es nada controvertida (4). Pero tampoco es muy útil desde un punto de vista empírico, puesto que su única implicación es que un sistema telefónico será mayor con externalidades de llamada que sin ellas. Nada se dice o se insinúa sobre el uso, que parece extraño puesto que la fuente de la externalidad es en realidad el uso. El problema es que se está pasando por alto un aspecto importante de la interdependencia entre las personas que llaman.

Para ver lo que esto conlleva, consideremos a dos individuos, A y B, que se comunican regularmente entre sí por teléfono y a cada uno de los cuales la externalidad de las llamadas les resulta positiva, en el sentido de que cada uno de ellos desea recibir una llamada del otro. Se pueden identificar dos circunstancias, una en la que el número de llamadas entre A y B se determina «de forma exógena» como una función (por así decirlo) de sus ingresos respectivos y del precio de las llamadas, y una segunda circunstancia en la que el número de llamadas entre los dos depende no sólo de los ingresos y del precio, sino también del número de llamadas que A hace a B y del número de llamadas que B hace a A. La realización de llamadas es algo claramente endógeno en la segunda circunstancia.

En la primera circunstancia, uno se puede imaginar fácilmente el aspecto de un contrato implícito en el que A llama a B la mitad del tiempo y B llama a A la otra mitad (5). Ésta es la situación prevista en la interpretación convencional

de la externalidad del uso, y simplemente implica la interiorización de la externalidad a través de un contrato implícito. El número total de llamadas viene determinado por los ingresos y el precio, y el único efecto de la externalidad es contribuir a determinar cómo se divide el coste de las llamadas.

La segunda circunstancia es claramente mucho más compleja, porque no sólo puede existir un contrato implícito que defina el «turno», sino que es una situación en la que una llamada puede crear la necesidad de llamadas posteriores. En este caso, la externalidad de las llamadas no sólo ayuda a determinar quién paga las llamadas, sino además da lugar a un estímulo real de las llamadas.

Un ejemplo de esto sería cuando la llamada de A a B aumenta la utilidad de B, de forma que ésta vuelve a llamar a A para decírselo, o además llama a C para decirle que A había llamado. Aunque este acontecimiento es frecuente en la vida real, un fenómeno más frecuente (especialmente entre usuarios de empresas) es probablemente aquél en el que las llamadas posteriores no tienen su raíz en la externalidad de las llamadas como se define convencionalmente.

Ésta es la situación en la que un intercambio de información *crea la necesidad* de intercambios posteriores de información. Varios autores que colaboran en una ponencia ofrecen un ejemplo evidente. A falta de un término mejor, me he referido previamente a este fenómeno como la *dinámica del intercambio de información* (6).

La dinámica del intercambio de información quizás no sólo implique que B devuelva una llamada a A como consecuencia de una llamada inicial de A, pero puede crear a B la necesidad de llamar a C para corroborar algo que A había dicho a B, lo que a su vez puede dar lugar a que C llame a D, y así sucesivamente. Esencialmente, esta misma dinámica puede funcionar siempre que, por cualquier medio, cierta información se introduzca en un grupo que forma una comunidad de intereses. Un ejemplo evidente es la muerte de uno de los miembros del



grupo. A se entera de que B ha muerto, llama a C, y el intercambio de información se pone en marcha (7). Más adelante, en el apartado de consideraciones teóricas se abordará un modelo genérico que tiene en cuenta esto y la forma más convencional de la externalidad de las llamadas.

Una complicación adicional del modelado de la demanda de las telecomunicaciones se deriva del hecho de que los beneficios surgen no sólo de las comunicaciones completas, sino también de aquéllas que no se hacen. Abonarse a la red telefónica puede considerarse como la compra de opciones para hacer y recibir llamadas. Parte de las opciones se ejercerán con seguridad, mientras que otras no se ejercerán en absoluto. Esto se debe a que muchas llamadas sólo se harán depender de estados de la naturaleza y su consecución es aleatoria y, por lo tanto, no conocida en el momento en que se adquiere el acceso.

Las llamadas de emergencia, como las que se efectúan a los bomberos, policía, o ambulancia, son casos evidentes en este sentido, pero una urgencia imperiosa no es el único factor determinante. Muchas llamadas surgen simplemente del estado de ánimo o del capricho. Por lo tanto, *la demanda de opción* es una característica importante de la demanda de las telecomunicaciones (8).

La referencia a este punto en su mayor parte se ha hecho respecto a la demanda doméstica y residencial. La demanda de las empresas es otra cuestión, y lamentablemente mucho más complicada. Las complicaciones incluyen (9):

Las múltiples formas de acceso de las empresas a la red de telecomunicaciones. El hecho principal parece ser que ninguna empresa hoy en día puede estar sin servicio telefónico. Por lo tanto, hacer un enfoque de la empresa en un marco de acceso/no acceso al igual que la demanda residencial simplemente carece de importancia (10). Lo que importa es el tipo de acceso que una empresa demanda, junto con el número de líneas.

Necesidades de comunicaciones internas frente a externas. A diferencia de un domicilio particular, gran parte de las demandas de las empresas en cuanto a telecomunicaciones están dirigidas por necesidades internas. Éstas varían en función del tamaño y tipo de empresa, y aumentan rápidamente con el número de ubicaciones. Para grandes corporaciones nacionales e internacionales, la demanda de comunicaciones internas probablemente tiene más peso que la externa.

Las grandes redes privadas son un reflejo de esto. La presencia de múltiples ubicaciones, quizás más que cualquier otro fac-

tor, es lo que hace que el modelado de la demanda empresarial sea tan difícil, puesto que nos debemos centrar en las comunicaciones entre una ubicación y otra y entre diversas ubicaciones, así como entre la empresa y el mundo exterior.

La importancia de las telecomunicaciones en el marketing.

Otro factor más que complica el análisis de la demanda de las telecomunicaciones empresariales es el intenso uso de las telecomunicaciones en el marketing. Para muchas empresas, el teléfono (y ahora Internet) es un instrumento primordial de venta, ya sea en lo que se refiere a las comunicaciones directas con los clientes o al mantener el contacto con el personal de ventas sobre el terreno.

Equipos de las instalaciones del cliente.

Durante la precompetencia en el sector de las telecomunicaciones, modelar la demanda de los equipos de las instalaciones del cliente no era nada del otro mundo. Los equipos eran básicos, se tenían que alquilar, y su precio en su mayoría se incorporaba en los gastos de servicio mensual. El acceso y los equipos eran esencialmente lo mismo, y explicar la demanda de uno era en gran medida explicar la otra. El cambio tecnológico y la competencia cambiaron esto. El acceso y los equipos estaban separados, y se permitía a los clientes comprar o alquilar equipos de quien ellos eligieran.

Como consecuencia de este cambio, los equipos de las instalaciones del cliente se han convertido en una de las áreas a modelar con más problemas. Los equipos ya no son esclavos de la elección del acceso, sino que es una decisión que depende de las dimensiones en proporción al acceso y el uso.

El coste de oportunidad del tiempo.

Una consecuencia evidente del crecimiento económico es que el tiempo se hace más valioso. Las empresas, así como las personas que actúan en calidad de consumidores, buscan formas de hacer un uso más eficiente del tiempo, y con frecuencia recurren a un aumento en el uso de las telecomunicaciones para hacer eso. Aunque esto pueda parecer paradójico, puesto que el tiempo empleado en el teléfono es tiempo real generalmente no disponible para ningún otro uso, la cuestión es

evidente cuando se considera lo que se puede ahorrar al sustituir al personal de ventas sobre el terreno por publicidad, fax, correo electrónico y servicio 900, la reducción de los desplazamientos gracias a la teleconferencia, el uso de la capacidad ahora casi universal para comunicarse con cualquier persona de cualquier parte, y desde luego el teletrabajo.

En muchas situaciones, los costes relevantes del aumento del uso de las telecomunicaciones no son los costes corrientes del aumento del uso, sino los de la mano de obra y otros recursos que se sustituyen. Por supuesto, la identificación y medición de estos costes puede ser una tarea muy complicada.

Aparición de Internet. Cualquiera que sea la estructura subyacente de la demanda de las telecomunicaciones de las empresas, casi con toda certeza se ha distorsionado en los últimos años con la aparición de Internet. Aunque es evidente que muchas comunicaciones telefónicas se han perdido en beneficio del correo electrónico, no está claro que el impacto fundamental del correo electrónico sobre el tráfico telefónico sea necesariamente negativo.

Una opacidad similar se aplica al comercio electrónico y al negocio electrónico. En mi opinión, la mejor estrategia para ocuparse del impacto de Internet en el modelado de la demanda de las telecomunicaciones de las empresas será incluir a Internet dentro de una definición más amplia de las telecomunicaciones.

Algunas consideraciones teóricas

Permítanme ahora volver a un breve análisis de las consideraciones teóricas que han guiado el modelado de la demanda de las telecomunicaciones desde mediados de los años 70. Como se indicó en la sección precedente, el punto de partida es la distinción entre acceso y uso.

Un modelo genérico de la demanda de acceso

Para la notación, dejemos que a denote el acceso, q una medida de la actividad

de llamadas, y CS una medida de los beneficios netos del uso. Para mayor comodidad, supongamos que el uso se mide por el número de llamadas a un precio de p por llamada. El enfoque convencional del modelado de la demanda de acceso en la bibliografía está en un marco de elección discreto, en el que se postula que a es una variable aleatoria dicotómica (es decir, cero-uno), cuyo valor depende de la diferencia entre los beneficios netos del uso de la red telefónica (que dependen del acceso) y el precio de acceso, que se denotará con la letra griega π . Por consiguiente, la probabilidad de que un domicilio particular demande acceso, se puede escribir como

$$(1) P(\text{acceso}) = P(a = 1) \\ = P(CS > \pi).$$

A su vez, los beneficios netos, CS , se miden generalmente en la bibliografía por el superávit del consumidor relacionado con el consumo de q , es decir, por

$$(2) CS = \int_p^{\infty} q(z) dz$$

Perl (1983) fue uno de los primeros investigadores que aplicó este marco de forma empírica, haciéndolo de manera que asumía una función de demanda de la forma (11):

$$(3) q = Ae^{\alpha p} y^{\beta} e^u,$$

donde y denota los ingresos y u es un término de error aleatorio con distribución $g(u)$. Entonces, el excedente del consumidor, CS , vendrá dado por

$$(4) CS = \int_p^{\infty} Ae^{\alpha z} y^{\beta} e^u dz \\ = \frac{Ae^{-\alpha p} y^{\beta} e^u}{\alpha}$$

Con los beneficios netos del uso y el precio de acceso expresado en logaritmos, la condición para la demanda de acceso a la red telefónica, por consiguiente, se convierte en

$$(5) P(\ln CS > \ln \pi) = P(a - \alpha p + \beta \ln y + u > \ln \pi) \\ = P(u > \ln \pi - a + \alpha p - \beta \ln y),$$

donde $a = \ln A / \alpha$.

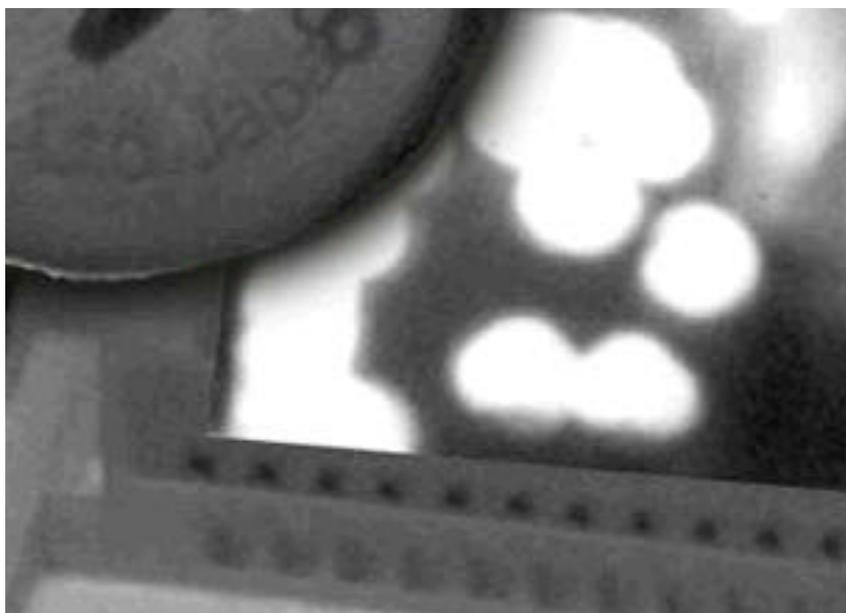
El paso final es especificar una ley de probabilidad para el superávit del consumidor, que en vista de la última línea de la ecuación (5), se puede reducir a la especificación para la distribución de u en la demanda de función para el uso. Un supuesto de que u se distribuye normalmente da lugar a un modelo de probit estándar, aunque el supuesto de que u es logístico da lugar a un modelo de logit. Los estudios empíricos que ejemplifican ambos enfoques se analizarán en la Sección V (12).

Modelos de demanda de llamadas interurbanas

Como se ha indicado antes, a finales de los años 70, se había desarrollado un modelo genérico para la demanda de llamadas interurbanas, que se había utilizado ampliamente en la (entonces) Bell System de EE.UU., que incluía precio, ingresos, «tamaño del mercado» y «hábito» como indicadores. El «tamaño del mercado» se medía generalmente por el número de líneas de acceso telefónico, mientras que el «hábito» estaba representado por el valor desfasado de la variable dependiente (13). A principios de los 80, Bell Canadá desarrolló una versión más sofisticada de este modelo, para su uso en las sesiones ante la Comisión de Radiotelevisión y Telecomunicaciones de Canadá (CRTC). Las ideas que subyacían en el modelo de Bell Canadá son las siguientes.

Supongamos que existen dos centrales telefónicas, A y B, que no forman parte de la misma área de llamadas locales, por lo que las llamadas entre las centrales telefónicas son llamadas interurbanas. Hagamos que el número de teléfonos de las dos centrales telefónicas sean T y R, respectivamente. Por consiguiente, las captaciones posibles totales entre las dos centrales telefónicas serán T·R. Hagamos que M denote el número de llamadas que se «envían pagadas» de A a B durante cierto periodo de tiempo (por ejemplo, un trimestre), y hagamos que θ denote la proporción de conexiones potenciales (T·R) que se consiguen, de forma que

$$(6) \quad M = \theta (T \cdot R).$$



La ecuación (6) podría describir la relación que se observaría en un mundo estacionario: es decir, donde los ingresos, el precio y otros factores que afectan a las conferencias son constantes. No obstante, estos otros factores no permanecen constantes y podemos tenerlos en cuenta mediante el valor de θ . En particular, supongamos que los ingresos (Y) y el precio (P) de una llamada interurbana de A a B afectan a θ de acuerdo con

$$(7) \quad \theta = a Y^\beta P^\gamma,$$

donde a , β , y γ son constantes. Por consiguiente, la relación en la expresión (6) se convierte en

$$(8) \quad M = a Y^\beta P^\gamma (T \cdot R).$$

Por último, supongamos que M se ve afectado por un cambio en conexiones de llamadas interurbanas potenciales que pueden ser más o menos que proporcionales, en cuyo caso el modelo se convierte en

$$(9) \quad M = a Y^\beta P^\gamma (T \cdot R)^\lambda,$$

donde λ es una constante, presumiblemente del orden de 1. Tomando los algoritmos de ambas partes de la ecuación (9), obtenemos

$$(10) \quad \ln M = \alpha + \beta \ln Y + \gamma \ln P + \lambda \ln(T \cdot R),$$

donde $\alpha = \ln a$. Con la adición de un término de error aleatorio, esta ecuación representa el modelo que utilizó Bell Canadá en diversas audiciones ante la Comisión de Radiotelevisión y Telecomunicaciones de Canadá en los 80 y principios de los 90.

Demanda interurbana punto a punto

La competencia en el mercado de llamadas interurbanas interlata en EE.UU. en los años 80 despertó el interés de una forma bastante natural por la desagregación y el desarrollo de modelos de demanda de llamadas interurbanas que fueran específicas de rutas (14). Se desarrollaron modelos que distinguían el tráfico en una dirección de aquél que iba en dirección inversa. Estos modelos también tenían en cuenta los efectos de 'devolución de llamadas', en los cuales las llamadas en una dirección afectaban al volumen de las llamadas en dirección inversa (15).

Entre otras cosas, estos modelos se podían considerar como los intentos iniciales de dar coherencia a las externalidades de las llamadas.

Como antes, la preocupación se centraba en dos áreas, A y B, que no forman parte de la misma área de llamadas locales.

Hagamos que Q_{AB} denote las llamadas de A a B, Y_A los ingresos de A, P_{AB} el precio de A a B, T_A el número de teléfonos de A, y T_B el número de teléfonos de B. Con esta notación, el modelo de la sección precedente se convierte en

$$(11) \ln Q_{AB} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_A + \alpha_2 \ln P_{AB} + \alpha_3 \ln (T_A \cdot T_B).$$

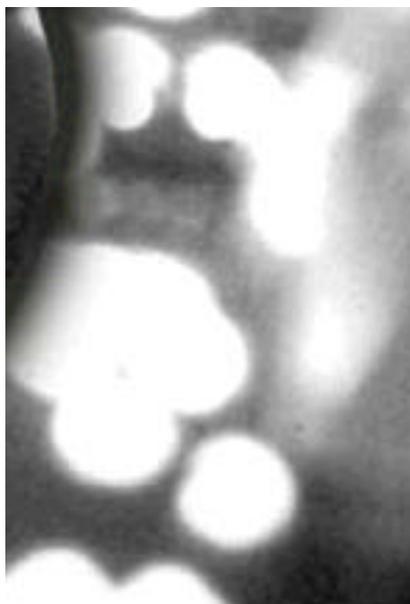
Realicemos ahora dos modificaciones en este modelo. La primera es tener en cuenta los teléfonos del área de envío y las áreas de recepción para que tengan diferentes elasticidades, mientras que la segunda modificación es tener en cuenta el efecto de «tráfico inverso», por el cual llamar de A a B se ve afectado por el volumen de tráfico de B a A. Por consiguiente, la expresión (11) se convierte en

$$(12) \ln Q_{AB} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_A + \alpha_2 \ln P_{AB} + \alpha_3 \ln T_A + \alpha_4 \ln T_B + \alpha_5 \ln Q_{BA}.$$

Debido a que el efecto de tráfico inverso es recíproco, habrá también una ecuación para el tráfico de B a A:

$$(13) \ln Q_{BA} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_B + \beta_2 \ln P_{BA} + \beta_3 \ln T_B + \beta_4 \ln T_A + \beta_5 \ln Q_{AB}.$$

Estas dos ecuaciones forman un sistema simultáneo y se deben calcular conjuntamente.



ponen a disposición del público para el rápido crecimiento de nuevos productos y servicios, tales como el acceso celular y de Internet. Como consecuencia de esto, la información empírica sobre la estructura de la demanda de las telecomunicaciones se está haciendo cada vez más anticuada e incompleta.

Estudios de la demanda del acceso residencial y uso local

Demanda del acceso residencial: Taylor y Kridel (1990). Este modelo se desarrolló en la Southwestern Bell Telephone Company a mediados de los años 80, principalmente con el objetivo de valorar los impactos sobre diversos grupos socioeconómicos de (lo que entonces eran) tarifas de servicio local de rápido crecimiento. Se evaluó el modelo utilizando un conjunto de datos que consistía en observaciones sobre sectores censales del Censo de EE.UU. de 1980. Recopilamos el modelo de la Southwestern Bell en la segunda línea de la fórmula de probabilidad para un domicilio que solicita acceso en la expresión (5) anterior, concretamente,

$$(14) P(\ln CS > \ln \pi) = P(u > \ln \pi - a + \alpha p - \beta \ln y).$$

Si se supone que u es $N(0, \sigma^2)$, por lo tanto, la probabilidad de acceso vendrá dada por

$$(15) P(\text{acceso}) = 1 - \Phi(\ln \pi - a + \alpha p - \beta \ln y),$$

donde Φ denota la función de distribución para la distribución normal.

Con sectores censales como unidad de observación (16), la desigualdad,

$$(16) u > \ln \pi - a + \alpha p - \beta \ln y,$$

se debe agregar en los domicilios de un sector. Para hacer esto, se supone que los ingresos, y , se distribuyen log-normalmente, independientemente de u , con μ_y media, y la varianza σ_y^2 . Hagamos que

$$(17) v = u + \beta \ln y.$$

De esto se deduce que v será $N(\mu_v, \sigma^2 + \beta^2 \sigma_y^2)$. Hagamos que P_j denote la proporción de domicilios del sector censal j que tienen un teléfono. Esta proporción vendrá determinada por

$$(18) P_j = P(v_j > \ln \pi_j - a + \alpha p_j),$$

o de forma equivalente,

$$(19) P_j = P(w_j > w_j^*) = 1 - \Phi(w_j^*),$$

donde

$$(20) w_j = \frac{v - \beta \mu_{y_j}}{[\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2]^{1/2}}$$

y

$$(21) w_j^* = \frac{\ln \pi_j - a + \alpha p_j - \beta \mu_{y_j}}{[\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2]^{1/2}}$$

Hagamos que F denote el probit (17) para el sector censal j calculado a partir de la expresión (19) y escribamos

$$(22) F_j = \frac{\ln \pi_j - a + \alpha p_j - \beta \mu_{y_j}}{[\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2]^{1/2}} + \varepsilon_j,$$

donde ε es un término de error aleatorio. Despejando la fracción, tenemos

$$(23) F_j (\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2)^{1/2} = \ln \pi_j - a + \alpha p_j - \beta \mu_{y_j} + \varepsilon_j^*,$$

donde

$$(24) \varepsilon_j^* = (\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2)^{1/2} \varepsilon_j.$$

La ecuación (23) ofrece diversos retos para el cálculo, pero antes de hablar de éstos, se debe tener en cuenta el hecho

Algunos estudios empíricos ilustrativos

Permítanme ahora pasar a una descripción de varios estudios empíricos que ilustran los modelos teóricos de la sección anterior. Como se indicó en la introducción, la desregulación y la competencia han tenido efectos mixtos sobre la investigación de la demanda de las telecomunicaciones. Mientras que los estudios han seguido aumentando, su carácter ha cambiado y las adiciones al mismo son ahora menos reveladoras sobre la estructura empírica del sector de lo que lo fueron antes de la fragmentación de AT&T en EE.UU. en 1984. Las elasticidades-precio ahora se consideran como importantes secretos comerciales, y pocos estudios se

de que los clientes en algunas áreas puedan elegir entre un servicio de tarifa plana o servicio medido. Se deben considerar tres posibilidades:

- ✓ Sólo está disponible un servicio de tarifa plana;
- ✓ Sólo está disponible un servicio medido;
- ✓ Están disponibles servicio de tarifa plana y servicio medido.

En áreas de sólo tarifa plana, se demandará acceso si [a partir de la expresión (16), puesto que $p = 0$]

$$(25) u > \ln\pi_f - a - \beta \ln y,$$

mientras que en áreas de sólo servicio medido, se demandará acceso si

$$(26) u > \ln\pi_m - a + \alpha p - \beta \ln y,$$

donde π_f y π_m denotan los gastos fijos mensuales para servicios de tarifa plana y medidos, respectivamente. En áreas donde el servicio de tarifa plana y el servicio medido son opcionales, el acceso será demandado si o bien (25) o (26) se mantienen. A partir de estas dos desigualdades se sigue que el acceso será demandado si

$$(27) u > \min(\ln\pi_f - a - \beta \ln y, \ln\pi_m - a + \alpha p - \beta \ln y).$$

Por último, dado que existe demanda de acceso, se seleccionará el servicio de tarifa plana si

$$(28) \ln\pi_f < \ln\pi_m + \alpha p,$$

mientras que se elegirá el servicio medido si (18)

$$(29) \ln\pi_m + \alpha p > \ln\pi_f.$$

Para incorporar estas elecciones al análisis, defina las variables ficticias:

$\delta_1 = 1$ si sólo está disponible servicio de tarifa plana; 0 en cualquier otro caso;

$\delta_2 = 1$ si sólo está disponible servicio medido; 0 en cualquier otro caso;

$\delta_3 = 1$ si están disponibles servicio de tarifa plana y servicio medido; 0 en cualquier otro caso.

Con estas variables ficticias, podemos reescribir la ecuación (23) como



$$(30) F_j (\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2)^{1/2} = \delta_1 \ln\pi_{fj} + \delta_2 (\ln\pi_{mj} + \alpha p_j) + \delta_3 \min(\ln\pi_{fj}, \ln\pi_{mj} + \alpha p_j) - a - \beta \mu_j + \varepsilon_j.$$

Con la adición de un conjunto de variables sociodemográficas, ésta es la ecuación que fue calculada por Taylor y Kridel (19). El modelo se calculó a partir de un conjunto de datos que constaba de 8.423 sectores censales del Censo de 1980 en los cinco estados a los que prestaba servicio entonces Southwestern Bell: Arkansas, Kansas, Missouri, Oklahoma y Texas.

Se deben tener en cuenta varias cosas en relación con el cálculo de este modelo:

- (a) La ecuación es no lineal en β .
- (b) σ^2 , la varianza de u es un parámetro que se debe calcular.
- (c) $\min(\ln\pi_{fj}, \ln\pi_{mj} + \alpha p_j)$ se debe calcular para las áreas en las que están disponibles tanto un servicio de tarifa plana como un servicio medido. Pero para hacer esto, es necesario el conocimiento de α .

El cálculo se debe realizar reescribiendo primero el modelo como

$$(31) z_j = -a - \beta \mu_j - \Sigma \gamma_i X_{ij} + \varepsilon_j^*,$$

donde

$$(32) z_j = F_j (\sigma^2 + \beta^2 \sigma_{y_j}^2)^{1/2} - \delta_1 \ln\pi_{fj} - \delta_3 \min(\ln\pi_{fj}, \ln\pi_{mj} + \alpha p_j)$$

y donde X_{ij} denota indicadores distintos a los ingresos. Como ninguna parte del

territorio de la Southwestern Bell en ese momento tenía servicio medido obligatorio, δ_2 se elimina.

Si σ^2 , β , y α eran conocidos, z_j se podría calcular (utilizando valores observados para F_j , $\sigma_{y_j}^2$, π_{fj} , π_{mj} , y p_j) y la ecuación (31) se podría calcular como una regresión lineal. No obstante, estos parámetros no son conocidos, por lo que el cálculo prosigue mediante un procedimiento de búsqueda iterativa, de la siguiente manera:

- (1) La búsqueda inicial se realiza sobre valores de σ^2 para valores fijos de β y α . El valor de σ^2 que se selecciona finalmente es el que aumenta al máximo la correlación entre los valores real y previsto de F_j .
- (2) El segundo paso es fijar σ^2 en el valor obtenido en el paso i, mantener β fijo como en el paso i, y buscar en α . De nuevo, el valor de α seleccionado es el que aumenta al máximo la correlación entre los valores real y previsto de F_j .
- (3) El paso final supone la iteración en β . Una iteración consta del cálculo de la ecuación (31), con z_j [de la ecuación (32)] calculada utilizando los valores de σ^2 y α de los pasos i e ii y β de la iteración inmediatamente precedente. Las iteraciones continúan hasta que el cálculo de β se estabiliza (20).

Derivación mediante EAS: Kridel (1988). Como es bien conocido, la subvención de llamada interurbana a local (en Norteamérica) se «justificó» históricamente mediante la asignación de una parte sustancial de los costes de la planta local al servicio de llamadas interurbanas. En el momento de la enajenación de AT&T, estos «costes» no sensibles al tráfico totalizaban alrededor de 16.000 millones de dólares, de los cuales aproximadamente 9.000 millones eran la parte interestatal y aproximadamente 7.000 millones la parte intraestatal. Con la enajenación, la mayor parte de estos costes no sensibles al tráfico se iban a recuperar mediante gastos por minuto sensibles al tráfico en ambos extremos de una llamada interurbana. Puesto que estos gastos se consideraban como «pago» al conmutador del operador de comunicaciones de las llamadas interurbanas (o punto de presencia), se podían evitar los del extremo de envío si el cliente iba a pasar por alto la compañía telefónica local conectando directamente con el punto de presencia de su operador de comunicaciones de llamadas interurbanas. Como las instalaciones de derivación no son económicas, para pagar la derivación directa se requiere un gran volumen de llamadas interurbanas, y, por consiguiente, no es factible para la inmensa mayoría de los clientes residenciales. No obstante, en una circunstancia en la que exista un gran volumen de llamadas interurbanas entre regiones adyacentes, la derivación se podría lograr mediante la fusión de las regiones en un área de llamadas locales mediante Servicio de Área Extendida (EAS) (21). Las comunidades dormitorio adyacentes a grandes ciudades importantes proporcionan ejemplos en este sentido, y en 1987-88 varias de estas comunidades de Texas utilizaban el foro regulador para pedir tarifas de llamadas interurbanas más bajas mediante un plan de llamadas EAS opcional.

A la espera de la construcción de la infraestructura necesaria para la provisión de los planes de llamadas de EAS, se llevó a cabo un estudio [Kridel (1988)] en la Southwestern Bell para evaluar la demanda probable. El punto de partida del análisis es el marco de maximización de utilidad estándar en el que, dada una elección entre dos planes de llamadas

(interurbanas y EAS), se supone que el cliente elegirá la que genere la mayor utilidad (según se mida por el superávit del consumidor). Concretamente, si el aumento del excedente del consumidor relacionado con EAS es mayor que el precio de abono, el cliente elegirá EAS.

El aumento del excedente del consumidor consta de dos partes: (1) los ahorros de llamadas interurbanas, debidos al descenso a cero en el precio de las llamadas y (2) los beneficios que se generan de las llamadas adicionales. Hagamos que los primeros se indiquen como TS y los últimos como V_s . Por lo tanto, se adquiere EAS si

$$(33) \Delta CS = TS + V_s > P_{EAS},$$

donde ΔCS indica el cambio en el excedente del consumidor y P_{EAS} denota el precio de abono de EAS.

Puesto que ΔCS no es perceptible directamente, el criterio de elección de la expresión (33) se reformula en términos de probabilidad como

$$(34) \Delta CS = \Delta CS^* + u > P_{EAS},$$

donde ΔCS^* representa la parte observable o determinista del aumento del superávit del consumidor y u es un término de error de buen comportamiento. La probabilidad de que un cliente elija EAS vendrá dada por

$$(35) P(EAS) = P(u > \gamma (P_{EAS} - \Delta CS^*)),$$

donde γ es un parámetro que se puede considerar como la tendencia de un abonado a sacar partido de un beneficio (o pérdida) neto/a resultante de la selección del EAS.

Como entonces no estaban disponibles datos históricos, se calculó el modelo utilizando datos sobre intenciones de compra obtenidos en un estudio de clientes en las zonas afectadas. Se consultó a los clientes si comprarían EAS a un precio de abono determinado, y este precio variaba de un encuestado a otro. La variación de precios resultante tenía en cuenta que se hicieran predicciones

de tasas de adquisición a diversos precios de abono. El cliente, al proporcionar una respuesta racional a la consulta de compras del EAS, está (al menos de forma subconsciente) calculando los beneficios que se van a derivar de las llamadas adicionales (V_s), puesto que al cliente se le informó de sus ahorros en llamadas interurbanas (TS) justo antes de la pregunta de compras. Ya que el beneficio en cuestión está directamente relacionado con el importe del estímulo de llamadas, es natural considerar el nuevo nivel de uso del cliente (q_N) como un parámetro a calcular.

Para calcular el modelo de elección representado en la expresión (35), el término ΔCS^* se debe especificar en términos de cantidades observables. Por consiguiente, Kridel asumió que la función de demanda para q tiene la forma de «Perl»,

$$(36) q = Ae^{-\alpha p} y^\beta,$$

donde:

q = minutos de uso de llamadas interurbanas en el área de EAS
 p = precio de llamadas interurbanas
 y = ingresos
 A, α, β = parámetros.

Con esta forma funcional, el excedente del consumidor bajo cada opción vendrá dado por:

$$(37) CS_0^* = \int_{p_0}^{\infty} \frac{1}{2\pi} e^{-z^2/2} dz = q_0 / \alpha \quad \text{no EAS}$$

$$(38) CS_N^* = \int_{p_N}^{\infty} ae^{-\alpha p} y^\beta dp = q_N / \alpha \quad \text{EAS},$$

donde

p_0 = precio actual de llamadas interurbanas
 q_0 = uso observado en p_0
 q_N = el nivel de saciación de uso con EAS (puesto que $p_N = 0$).

A partir de estas dos expresiones, ΔCS^* vendrá dado por

$$(39) \Delta CS^* = CS_N^* - CS_0^* \\ = (q_N - q_0)/\alpha.$$

Aunque el nivel de saciación de uso q_N no se observa, se puede calcular a partir de la función de demanda de (36) como

$$(40) q_N = q_0 e^{\alpha p_0}.$$

En este punto, se considera que el modelo de elección implica dos parámetros, α y γ . El parámetro α está relacionado con la elasticidad-precio de la demanda de llamadas interurbanas, en concreto, $-\alpha p$, mientras que γ (como se indicó antes) se puede considerar como la tendencia del abonado a sacar partido de un beneficio neto determinado, resultante de la selección de EAS. Cuanto más alto (en valor absoluto) sea γ , mayor probabilidad habrá (si todo lo demás permanece constante) de que un cliente compre EAS. Kridel amplía el modelo para tener en cuenta los efectos sobre cada cliente individual suponiendo que los parámetros α y γ sean funciones de estadísticas de ingresos y abonados. Esto tiene presente que todos los clientes poseen la misma forma de función de demanda, pero tienen diferentes elasticidades-precio y tendencias para comprar EAS. Las variables de tipo demanda (ingresos, tamaño del domicilio, etc.) se incluyen en α , mientras que las variables que influyen en la elección (percepciones, educación, etc.) se incluyen en γ .

El término estocástico u de la expresión (35) se supone que tiene una distribución logística —lo que implica una forma de logit para el modelo de elección— de forma que la probabilidad de que un cliente elija EAS vendrá dada por

$$(41) P(u > \gamma(p_{EAS} - \Delta CS^*)) = \frac{1}{1 + \exp(\gamma(p_{EAS} - \Delta CS^*))}$$

El modelo se calculó para una muestra de 840 domicilios extraídos al azar de comunidades suburbanas utilizando una rutina de optimización híbrida de Berndt-Hausman-Hall-Hall y cuasi-Newton.

Una vez calculado, el modelo se utilizó para predecir la tasa de adquisición y el



estímulo del uso correspondiente a los precios de abono de EAS de \$5, \$20 y \$25 al mes. A un precio de suscripción de \$5, el modelo predecía una tasa de adquisición de casi el 76% y un aumento de casi un 93% del uso. A un precio de \$25, la tasa de adquisición prevista es un poco superior al 50% y un aumento del uso de un 65% aproximadamente. Lo interesante (y significativo) de estos cálculos de estímulo es que eran aproximadamente dos veces tan grandes como los que se habrían generado utilizando las elasticidades-precio (entonces) existentes de Southwestern Bell para las llamadas interurbanas (22).

Elección de la clase del servicio local: Train, McFadden y Ben Akiva (1987).

El tercer estudio «local» del que se hablará es un estudio de la demanda de servicio local [Train, McFadden y Ben Akiva (1987)], que fue realizado a mediados de los años 80 por Cambridge Systematics, Inc., para una gran compañía telefónica local de la costa este de EE.UU. A diferencia del estudio de Taylor-Kridel, donde la elección es acceso/no acceso, este estudio se centra en la elección de la clase de servicio, dado que ya se demanda cierta forma de acceso.

Lo que diferencia el estudio de Train-McFadden-Ben Akiva (TMB) es que la clase de servicio se determina conjunta-

mente con una cartera de llamadas. Se hace una distinción entre las llamadas de acuerdo con el número, duración, distancia y hora del día y, por consiguiente, se considera que una cartera de llamadas consta de un número particular de llamadas de una duración particular a un conjunto de ubicaciones específicas en una hora específica del día.

Los domicilios del conjunto de datos analizados se enfrentaban a una gran variedad de opciones de servicio, que abarcaban desde servicio medido por presupuesto a servicio de tarifa plana de área metropolitana, por lo que el coste de una cartera varía con la opción de servicio particular seleccionada.

TMB utilizan un marco de logit condicional (es decir, inclusivo) en el que se supone que la elección del servicio depende de la cartera de llamadas que se selecciona. Con esta estructura, la probabilidad de que en un domicilio se elija una opción de servicio en particular se puede interpretar como dependiente de la cartera de llamadas prevista en ese domicilio (lo que refleja, por ejemplo, la tendencia de los domicilios particulares que realizan muchas llamadas locales a elegir un servicio de tarifa plana).

Sin embargo, puesto que el uso a su vez depende del acceso, la cartera que un domicilio particular elegirá realmente en

un mes dependerá de la opción de servicio que se ha seleccionado, ya que esto determina el coste por llamada.

Volviendo a una descripción del modelo, hagamos que las distintas horas del día en que se pueden hacer las llamadas se indiquen mediante $t = 1, \dots, T$ y hagamos que las áreas (o zonas) geográficas a las que pueden ir las llamadas se indiquen mediante $z = 1, \dots, Z$. N_{tz} representará el número de llamadas a la zona z durante el período de tiempo t y D_{tz} representará la duración media de estas llamadas.

Por consiguiente, se puede escribir una cartera como el vector con elementos $(N_{11}, \dots, N_{TZ}, D_{11}, \dots, D_{NT})$. Indiquemos el conjunto de las carteras posibles mediante A y una cartera en particular mediante $i \in A$. Por último, clasifique como un índice las opciones de servicio disponibles mediante $s = 1, \dots, S$. En el conjunto de datos analizado, estaban disponibles tres opciones de servicio para todos los domicilios particulares, y estaban dos servicios adicionales para algunos domicilios particulares. Se definieron carteras para 21 zonas horarias.

La probabilidad de observar una combinación de servicio-cartera particular (s, i) , dadas las opciones de servicio y cartera disponibles, se supone que es un lógit inclusivo. En la inclusión, las alternativas [cuando una alternativa es una combinación (s, i)] se incluyen juntas con la misma cartera, pero diferentes opciones de servicio (23). Hagamos que $P_{i,s}$ denote la probabilidad de observar la combinación (s, i) , y que $P_{s|i}$ indique la probabilidad condicional de elegir la opción de servicio s , dada la cartera i , y hagamos que P_i denote la probabilidad marginal de seleccionar la cartera i , de forma que (a partir de la definición de probabilidad condicional):

$$(42) P_{i,s} = P_{s|i} P_i.$$

Concretamente, se supone que

$$(43) P_{i,s} = \frac{e^{y_{is}}}{\sum_j e^{y_{ij}}} \left(\frac{\sum_i e^{y_{ij}}}{\sum_k \sum_j e^{y_{kj}}} \right)^\lambda$$

donde:

$$(44) P_{s|i} = \frac{e^{y_{is}}}{\sum_j e^{y_{ij}}}$$

$$(45) P_i = \left(\frac{\sum_j e^{y_{ij}}}{\sum_k \sum_j e^{y_{kj}}} \right)^\lambda$$



y donde $y_{i,s}$ es una función paramétrica de factores específica de la opción de servicio s y la cartera i . Con pérdida de generalidad, $y_{i,s}$ se puede escribir como la suma de dos términos,

$$(46) y_{i,s} = w_{i,s} + v_i / \lambda,$$

donde w varía con i y con s , pero v varía solamente con i . Por consiguiente, tendremos para ,

$$(47) e^{y_{is}} = e^{(w_{is} + v_i/\lambda)} = e^{v_i/\lambda} e^{w_{is}}.$$

De forma similar, para $\sum_j e^{y_{ij}}$,

$$(48) \sum_j e^{y_{ij}} = \sum_j e^{(w_{ij} + v_i/\lambda)} = e^{v_i/\lambda} \sum_j e^{w_{ij}},$$

de forma que

$$(49) P_{s|i} = \frac{e^{w_{is}}}{\sum_j e^{w_{ij}}}.$$

A continuación, hagamos que

$$(50) I_i = \ln \left(\sum_j e^{w_{ij}} \right).$$

$\sum_j e^{w_{ij}}$ se puede escribir entonces como

$$(51) \sum_j e^{w_{ij}} = e^{I_i}.$$

Por consiguiente, para P_i :

$$(52) P_i = \left(\frac{\sum_j e^{y_{ij}}}{\sum_k \sum_j e^{y_{kj}}} \right)^\lambda = \left(\frac{e^{v_i/\lambda} \sum_j e^{w_{ij}}}{\sum_k e^{v_k/\lambda} \sum_j e^{w_{kj}}} \right)^\lambda = \frac{e^{v_i + \lambda I_i}}{\sum_k e^{v_k + \lambda I_k}}$$

El término I_i se interpreta como el «precio inclusivo» de la cartera i , y su coeficiente λ mide la capacidad de sustitución a través de carteras. Para $0 < \lambda < 1$, la sustitución es mayor dentro de las inclusiones que a través de las inclusiones, mientras que para $\lambda > 1$, la sustitución es mayor a través de las inclusiones que dentro de las inclusiones. Dada esta estructura de inclusiones, el parámetro será menor que uno si los domicilios particulares cambian a diferentes opciones de servicio más fácilmente de lo que cambian a diferentes carteras. Será mayor que uno si cambian a diferentes carteras más fácilmente de lo que cambian a diferentes opciones de servicio.

Quedan por especificar formas para v y $w_{i,s}$. Como la única diferencia entre ofertas de servicio está en el procedimiento de facturación, se supone que $w_{i,s}$ depende solamente del coste para el cliente de la cartera i bajo la opción s y las constantes específicas de opción. La especificación de v_i es más compleja. Para empezar, se supone que una cartera genera beneficios mediante la información transmitida en llamadas y costes de oportunidad de extractos a través del tiempo empleado en el teléfono. Suprimiendo por el momento las variaciones de coeficientes a través de categorías de tiempo y zona y domicilios particulares, TMB especifican v_i para una cartera de N_i llamadas de duración media D_i (con el índice i eliminado para simplificar la notación) como

$$(53) v = \theta N \ln \phi D - \alpha N D = \theta N \ln D - \gamma N - \alpha N D,$$

donde $\alpha = -\theta \ln \phi$.

El primer término de la derecha de esta expresión mide los beneficios de la car-

tera. Cada llamada proporciona un beneficio, $\theta \ln \phi D$, que se supone que aumenta en una tasa decreciente con la duración. El parámetro ϕ se puede interpretar como la medición de la tasa de transferencia de información. Se puede esperar que sea positivo, pero puede ser mayor o menor que uno. Como θ se puede interpretar como la medición de los beneficios de la información que se puede transferir mediante una llamada, θ obviamente será positivo. Por consiguiente, γ puede tener cualquier signo. El modelo presupone que los beneficios de N llamadas es simplemente N veces el beneficio de una única llamada. El término αND mide el coste de oportunidad de la cartera. ND representa la cantidad total de tiempo (medido en minutos) empleado en llamadas, mientras que α mide el coste de oportunidad por minuto. Se permite que los parámetros varíen de dos formas. Los beneficios dependen del destino de una llamada, mientras que el coste de oportunidad depende de la hora del día. Por consiguiente, se permite que θ varíe en zonas de distancia y α en periodos de tiempos. Además, se supone que θ varíe con los ingresos y el número de usuarios del teléfono en un domicilio particular. Se supone también que los ingresos afectan a α , el coste de oportunidad de tiempo de realizar una llamada.

El cálculo del modelo es complicado por el gran número de carteras posibles. Como la enumeración de cada cartera posible es claramente inviable, el cálculo se realiza sobre la base de una muestra de 10 carteras para cada domicilio particular. La muestra incluye la cartera realmente elegida, más un subconjunto de 9 carteras, elegidas al azar de entre el universo de carteras totales, que el domicilio particular no eligió. Hagamos que B denote la muestra de carteras elaboradas para un domicilio en particular. Además, hagamos que $\pi(B|i)$ indique la probabilidad condicional de la elaboración del subconjunto B , dado que la alternativa elegida es i . [Puesto que B incluye necesariamente la cartera realmente elegida, $\pi(B|j) = 0$ para $j \notin B$.] La probabilidad conjunta de extraer una alternativa elegida i y un subconjunto de alternativas B es



(54) $\pi(B|i) = \pi(i|B) P_i$.
Por consiguiente, del teorema de Bayes, la probabilidad condicional de que se elija i , dada B , es

$$(55) \pi(i|B) = \frac{\pi(B|i) P_i}{\sum_{j \in B} \pi(B|j) P_j},$$

que existe de $\pi(B|j) > 0$ para todo $j \in B$. Reescrita en forma de lógit, con P_i dada por la ecuación (52), (55) se convierte en

$$(56) \pi(i|B) = \frac{e^{v_i + \lambda I_i + \ln \pi(B|i)}}{\sum_{j \in B} e^{v_j + \lambda I_j + \ln \pi(B|j)}}$$

McFadden (1978) ha mostrado que bajo condiciones de regularidad habituales que aumentan al máximo la función de probabilidad logarítmica condicional,

$$(57) L = \sum_{h=1}^H \ln \pi_h(i|B),$$

(donde h denota domicilios particulares de una muestra de H domicilios) genera indicadores consistentes de los parámetros desconocidos.

Estudios de demanda de llamadas interurbanas

Demanda de llamadas interurbanas punto a punto: Larson, Lehman y Weisman (1990). Larson, Lehman y Weisman (1990) fueron los primeros en formular un modelo que incorporaba llama-

das inversas (o recíprocas). Calcularon su modelo utilizando datos de pares de ciudades del territorio de servicio de la Southwestern Bell. Los datos utilizados en el cálculo fueron series temporales trimestrales para el período 1977Q1 a 1983Q3. Se analizaron nueve pares de ciudades. Los pares de ciudades se definieron *a priori*, y en su mayor parte se seleccionaron en una comunidad de intereses natural basada en la cercanía. Las ciudades más grandes se designaron como puntos A y las ciudades más pequeñas como puntos B. Así, los nueve pares de ciudades forman 18 rutas a analizar, 9 rutas AB y 9 rutas BA.

El modelo de dos ecuaciones calculado por LLW era el siguiente:

$$(58) \ln Q_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^g \alpha_j \delta_{ij} + \sum_{j=1}^h \beta_j \ln P_{i-j}$$

$$+ \sum_{j=1}^l \gamma_j \ln Y_{i-j} + \lambda \ln \text{POP} + \xi \ln Q_{it}^* + u_{it}$$

$$(59) \ln Q_{it}^* = a_0 + \sum_{j=1}^g a_j \delta_{ij} + \sum_{j=1}^h b_j \ln P_{i-j}$$

$$+ \sum_{j=1}^l c_j \ln Y_{i-j} + d \ln \text{POP} + \ln Q_{it} + v_{it},$$

donde:

Q_{it} = Total de minutos de tráfico de larga distancia intralata entre el par de ciudades i -ésimo. El tráfico se refiere solamente a llamadas DDD (servicio telefónico interurbano automático), agregadas en todos los perio-

dos tarifarios, que se originan en la ciudad A y terminan en la ciudad B. Q_{it}^* se define de forma similar y representa el tráfico inverso de B a A.

P_i = Precio real de una llamada interurbana intralata en la ruta de i -ésima, definido como un índice de precios Laspeyres de ponderación fija, expresado como ingresos medios por minuto, y deflactados por el IPC apropiado del Estado o SMSA.

Y_i = Ingresos personales per cápita reales en la ciudad de origen.

POP = Tamaño del mercado, definido como el producto de las poblaciones en las ciudades A y B.

δ_{ij} = 1 para $i = j$, 0 en cualquier otro caso.

Los modelos se calcularon con datos agrupados para los nueve pares de ciudades mediante mínimos cuadrados bietápicos. Se suponía que los términos de error u_i y v_i eran homoscedásticos dentro de una ruta, pero heteroscedásticos a través de rutas. Se permite la covarianza contemporánea a través de rutas, al igual que la correlación de primer orden dentro de rutas. Por último, se supone que $E(u_{it} v_{jt}) = 0$ para todos los i, j, t , y t .

El cálculo se realizó de la siguiente manera (24): Para empezar, se calcularon ecuaciones en forma reducida utilizando mínimos cuadrados con variables ficticias (efectos fijos) (LSDV), corregidas de autocorrelación y heteroscedasticidad y se probaron para forma funcional utilizando el formato de Box-Cox. Entonces se utilizaron valores ajustados de estas ecuaciones en la estimación por 2SLS de las ecuaciones estructurales. Los valores residuales de 2SLS se probaron en cuanto a autocorrelación y heteroscedasticidad, y se volvieron a calcular las ecuaciones estructurales con correcciones apropiadas para autocorrelación y heteroscedasticidad, y después se probaron en cuanto a forma funcional correcta. El cálculo final de las ecuaciones estructurales se realizó mediante LSDV (utilizando los valores



ajustados iniciales para las variables endógenas) con una corrección para las covarianzas contemporáneas (a través de rutas, pero no a través de ecuaciones).

LLW fue una iniciativa pionera, y, por lo tanto, está sujeta a los problemas habituales de cuando se corta un vestido completo solamente con un patrón impreciso como orientación. El uso de los ingresos per cápita, aunque la variable dependiente sea agregada y no per cápita, es cuestionable, y casi con toda seguridad contamina las elasticidades del tamaño de mercado, y probablemente para los ingresos también. Puede existir un problema para que las restricciones en las elasticidades de los tamaños de las dos áreas de llamada sean iguales. Una restricción de este tipo tiene sentido cuando las llamadas entre las dos áreas son agregadas, pero probablemente no cuando el modelo es direccional y se tienen en cuenta las retroalimentaciones del tráfico inverso. El tráfico desde el área de envío seguirá dependiendo del número de teléfonos en esa zona, pero el efecto del tráfico inverso probablemente abrumará el efecto del número de teléfonos del área de recepción, si el tráfico inverso es una aproximación mejor para la comunidad de intereses. Por último, el uso de la población como una aproximación para el número de teléfonos también puede ser un problema.

No obstante, estas críticas de ninguna manera socavan el resultado central de LLW, concretamente, que las llamadas en una dirección suelen generar llamadas de retorno que son independientes del precio y los ingresos. Este resultado, en los modelos de LLW, es estadísticamente sólido, y se ha confirmado en estudios posteriores en Bell Canada y en todas partes (25). El fenómeno de las llamadas inversas es claramente muy relevante en situaciones en las que la misma compañía telefónica no atiende a ambas direcciones de una ruta.

En esta situación, un descenso del precio de la ruta de BA dará lugar al estímulo del tráfico en la ruta de AB en ausencia de un cambio de precios en esa ruta. Si no se tiene esto en cuenta, se puede producir graves sesgos en los cálculos de las elasticidades-precio (26).

Modelos de demanda de llamadas interurbanas calculados a partir de una muestra de facturas de teléfono residencial: Rappoport y Taylor (1997).

Como se indicaba en la introducción, uno de los costes de la competencia y la desregulación ha sido una grave restricción de los datos disponibles para el cálculo de los modelos de demanda de las telecomunicaciones. Aunque el acceso a los datos propietarios no fuera un problema, la fragmentación sí lo es. Con múltiples operadores de comunicaciones, los datos de un operador individual se restringen a los clientes de ese operador. Y mientras que las compañías telefónicas locales de EE.UU. aún realizan gran parte de la facturación de los operadores de comunicaciones de larga distancia, la única información que en general se puede poner a disposición por parte de ellos a otras personas son los registros de sus propios clientes.

Para obtener una imagen completa del consumo de telecomunicaciones de un domicilio o empresa, se debe ir directamente al domicilio o a la empresa. La necesidad de hacer esto cada vez se reconoce más, y ahora existen bases de datos de telecomunicaciones que tienen su origen en la información obtenida directamente de los registros de usuarios. Ahora volvemos a un estudio reciente de Rappoport y Taylor (1997), que fue uno de

los primeros en aprovechar dichos datos. Rappoport y Taylor calculan modelos para cuatro categorías de llamadas interurbanas residenciales en EE.UU.: intralata, interlata/intraestatal, interlata/interestatal e interlata total utilizando datos de facturas telefónicas obtenidas de una muestra de aproximadamente 9.000 domicilios de EE.UU. (27). Además de la novedad del conjunto de datos utilizados en el cálculo, el estudio ofrece varias innovaciones adicionales, incluido el uso de un índice de concentración de llamadas que se elabora a partir del detalle de llamadas que está disponible en las facturas telefónicas individuales. Para las categorías de interlata, se tiene en cuenta el operador de comunicaciones principal, así como si el domicilio se abona a un plan de llamadas opcional. Por último, los modelos calculados tienen en cuenta efectos precio cruzados entre las diferentes categorías de llamadas interurbanas.

El modelo básico relaciona el número agregado de minutos de llamadas interurbanas para un cliente residencial con el precio, los ingresos y una amplia variedad de características sociodemográficas, incluidas raza (blanca, negra, hispana), nivel educativo y tamaño del área urbana en el que se encuentra el domicilio. El precio se mide como ingresos medios por minuto, calculados como la factura total para la categoría de llamadas interurbanas en cuestión, dividida por el número total de minutos facturados para la categoría (28). Los ingresos, al igual que todas las variables sociodemográficas, se miden en términos de un vector de variables ficticias, correspondiente a categorías de ingresos.

El índice de concentración de llamadas se define como el porcentaje de llamadas de un domicilio en una categoría de llamadas interurbanas que va a tres o menos números. El índice tiene por objeto ser una medida de una comunidad de intereses de un domicilio, siendo la interpretación que cuanto mayor es el índice, más concentrada es la comunidad de intereses del domicilio. El índice de concentración se incluye en el modelo tanto directamente como en interacción con el precio. Las variables finales incluidas en el modelo son variables ficticias para AT&T, MCI



y Sprint en referencia a la elección por parte del domicilio del operador de comunicaciones de intercambio principal (es decir, 1-plus) y una variable ficticia que indica si el domicilio se abona o no a un plan de llamadas opcional (29).

Puesto que no todos los domicilios realizan llamadas interurbanas, el análisis continúa en dos etapas. En la primera etapa, se calcula un modelo probit de elección discreta que explica la probabilidad de que un domicilio tenga una cantidad no de cero de llamadas interurbanas. Se calcula un ratio de Mills a partir de esta ecuación de probit y entonces su inversa se utiliza como una variable independiente en un modelo de segunda etapa, que explica la demanda de llamadas interurbanas para aquellos domicilios con actividad de llamadas no cero (30). La muestra de base que subyace al análisis constaba de 6.461 domicilios, y fue la utilizada para calcular los modelos de probit de primera etapa a partir de los cuales se calcularon el ratio Mills. Los modelos de segunda etapa (es decir, los modelos de usos de llamadas interurbanas) se calcularon entonces a partir de submuestras de domicilios cuya actividad de llamadas interurbanas mensuales totales estaba entre 4 y 500 minutos y cuyo coste medio de llamadas interurbanas era inferior a 35 centavos. (31). Los tamaños de muestras van desde unos 2.450 domi-

cilios, para la categoría de interlata/intraestatal a los aproximadamente 4.600, para la combinación de interlata/interestatal y para interlata/interestatal.

Los resultados generaron una elasticidad-precio estimada para las llamadas interurbanas de intralata de aproximadamente -0,44 y una elasticidad para las llamadas interurbanas interestatales de aproximadamente -0,50. En conjunto, se considera que las diferentes categorías de llamadas interurbanas son sustitutos, aunque se indica que los efectos son bastante pequeños. Se considera que la concentración de llamadas tiene un fuerte efecto inverso sobre el tamaño de la elasticidad-precio, con una baja concentración que se asocia a una gran (en valor absoluto) elasticidad y viceversa. Con respecto a los efectos del operador de comunicaciones entre circunscripciones, los clientes de AT&T, por término medio, tienen una menor actividad de llamadas interurbanas que los clientes distintos de AT&T, pero para los domicilios que se abonan a un plan de llamadas opcional, los clientes de AT&T tienen un mayor volumen de llamadas que los clientes distintos de AT&T.

Elasticidades de precio propio y cruzado competitivos del mercado de llamadas interurbanas intralata: Taylor (1996). A mediados de los 90, hubo una fiebre por abrir mercados de llamadas interurbanas intralata distintos a las compañías telefónicas centrales locales titulares. A medida que surge la competencia en lo que antes había sido un mercado de monopolio, entra en juego una amplia variedad de nuevas elasticidades. Una única función de demanda del sector es sustituida por funciones de demanda que afrontan empresas individuales, cuyas elasticidades diferirán de la del sector, por los efectos del precio cruzado entre empresas y a la heterogeneidad a través de los consumidores. Mientras que un proveedor de monopolio puede tratar a los consumidores de forma homogénea, esto casi con total seguridad no sucederá con múltiples proveedores, ya que las empresas desean establecer «nichos de mercado» individuales basados en características sociodemográficas y diferentes

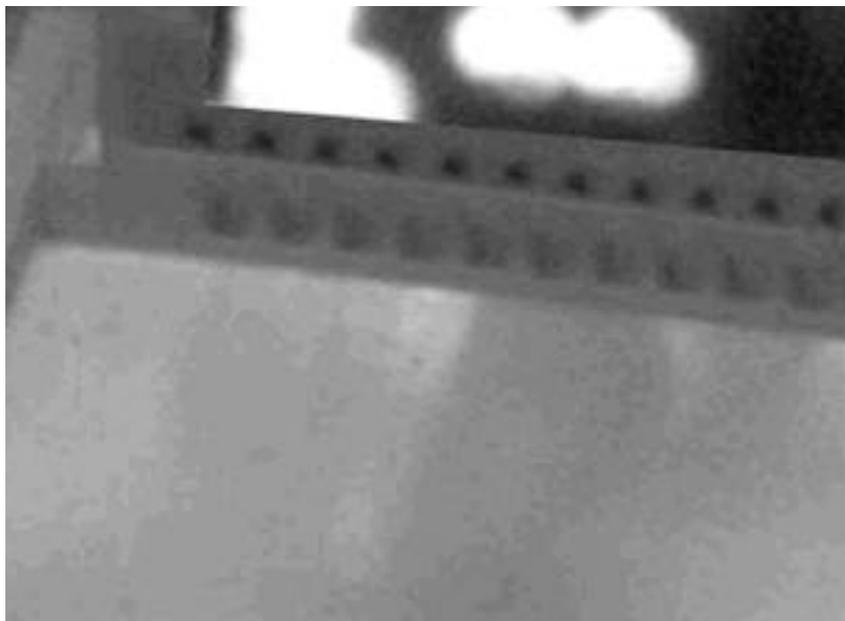
elasticidades-precio entre subgrupos de consumidores.

Ahora deseo describir brevemente un estudio que llevé a cabo en 1996, en el que se intenta aislar algunos de estos efectos competitivos intralata. El conjunto de datos utilizados formaba parte de la segunda ola Bill Harvesting, de PNR & Associates. La información que estaba disponible en el segundo estudio Bill Harvesting era el importe total del tráfico de llamadas residenciales interurbanas intralata, así como en un desglose de este tráfico entre el transportado por la compañía telefónica local titular y el gestionado por otros operadores de comunicaciones. Cuando esta información se combina con tasas de llamadas interurbanas en cada uno de los estados para la compañía telefónica local y AT&T (tomado como un sustituto de los otros operadores de comunicaciones de intralata), se puede calcular las elasticidades de precio propio y cruzado.

El modelo básico utilizado en el cálculo es similar al empleado, por Rappoport y Taylor en el estudio que se acaba de describir. El número agregado de minutos de llamadas interurbanas intralata para un cliente residencial está relacionado con el precio, los ingresos, la edad, un índice de concentración de llamadas y una variable ficticia de si el domicilio se abona o no a un plan de llamadas opcional (32). Se tiene en cuenta la finalización del mercado intralata mediante la inclusión de dos variables de precios como indicadores y una variable ficticia de competencia.

La primera variable de precios es el precio para la compañía telefónica local (LEC) titular, mientras que la segunda variable de precios es de AT&T (33). También se tiene en cuenta a la competencia mediante una variable ficticia que se define en términos de si un domicilio usaba o no un operador de comunicaciones no LEC en sus llamadas intralata. Esta variable ficticia se incluye tanto por sí misma como en interacción con el precio de LEC como por el precio de AT&T.

Desde luego, se espera que la elasticidad-precio será mayor cuando exista la competencia. La variable ficticia de competen-



cia también entra en interacción con las variables ficticias que indican la presencia o ausencia de abono a planes de llamadas intralata e interlata opcionales. Por último, la concentración de llamadas se mide como el porcentaje de llamadas intralata de un domicilio que se realizan a cuatro o menos números (34). El índice se incluye en el modelo, tanto linealmente como en interacción con los precios, lo que permite que las elasticidades-precio varíen con el nivel de concentración.

Una vez más, el análisis prosigue en dos etapas. En la primera etapa, se calcula un modelo de probit que explica la probabilidad de que un domicilio particular tenga llamadas interurbanas. Se calcula un ratio de Mills a partir de esta ecuación de probit y su inversa se utiliza como una variable independiente en un modelo de segunda etapa para explicar la demanda de llamadas interurbanas para aquellos domicilios con actividad de llamadas interurbanas. Como antes, la muestra utilizada en el cálculo se restringe a domicilios particulares con minutos de llamadas interurbanas intralata entre 4 y 500 (o de forma alternativa, entre 4 y 1.000).

En breve, lo que muestran los resultados empíricos es lo siguiente:

✓ En general, la competencia cambia claramente y modifica la estructura de la demanda intralata.

✓ Para los domicilios que realizan todas sus llamadas intralata a través de su empresa la elasticidad precio estimada es de $-0,24$.

✓ Cuando se utiliza un operador de comunicaciones competitivo, al igual que la compañía telefónica local, la elasticidad aumenta (en valor absoluto) a $-0,41$, con una elasticidad «cruzada» de $0,23$. De esta forma, está implícita una «elasticidad neta» de $-0,18$.

En este momento, se debe tener precaución en cuanto a la forma en que se interpretan estas elasticidades. ¿Las funciones de demanda que se calculan representan funciones de demanda para domicilios particulares, o se deben interpretar como las funciones de demanda que afronta la compañía telefónica local? Puesto que los datos son para domicilios individuales, está claro que la posición ventajosa debe ser la de los *clientes* de operadores de comunicaciones intralata, en lugar de los propios *operadores de comunicaciones*. Si se supone que todos los domicilios particulares de la muestra tenían acceso a un operador de comunicaciones no LEC (aunque de ninguna otra forma más que mediante 1-0-XXX), entonces la elasticidad sólo de LEC se puede interpretar como que pertenece a los domicilios que permanecen «leales» al LEC. Por la misma razón, la elasticidad «neta» —es decir, la diferencia entre las elasticidades de LEC y

AT&T— se puede interpretar como la elasticidad perteneciente a domicilios que utilizan múltiples operadores de comunicaciones (35).

Tráfico telefónico nacional en España: Garin-Muñoz (1996). Hasta este momento nos hemos centrado en estudios que se han llevado a cabo en EE.UU. y Canadá. En esta sección describo brevemente un estudio que forma parte de un impresionante elenco de trabajos empíricos de demanda de las telecomunicaciones en España y que han llevado a cabo, en los últimos años, Teresa Garin-Muñoz y Teodosio Pérez-Amaral (36). Garin-Muñoz (1996) calcula ecuaciones de demanda de tráfico telefónico nacional para España, utilizando un conjunto de datos que consta de observaciones anuales en 50 provincias españolas durante los años 1985-1989. En el estudio se utilizan técnicas de datos de panel.

Garin-Muñoz especifica un modelo doble logarítmico de la siguiente manera:

$$(60) \ln GR_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln LINP_{it} + \beta_2 \ln LINC_{it} + \beta_3 \ln VAB_{it} + \beta_4 \ln PR_{it} + \ln \beta_5 \ln TUR_{it} + u_{it},$$

$i = 1, \dots, 50, t = 1985, \dots, 1989, y;$

- GR = gasto real en tráfico telefónico nacional
- LINP = número de líneas residenciales
- LINC = número de líneas de empresa
- VAB = valor añadido bruto al coste de los factores en términos reales
- PR = precio real de tráfico telefónico nacional
- TUR = número de estancias nocturnas en hotel por parte de turistas nacionales
- u = término de error aleatorio.

Garin-Muñoz estima el modelo mediante varias técnicas diferentes de panel de serie temporal/sección transversal, incluido OLS y una gran variedad de procedimientos de efectos fijos y aleatorios. Varios de los modelos se calculan mediante método generalizado de momentos, con el fin de tener en cuenta una posible endogeneidad de algunas de las variables independientes. Los descubrimientos de Garin-Muñoz (a partir de su modelo «preferido») incluyen una elasticidad-precio calculada de -0,13, una elasticidad-renta de 0,46, elasticidades con res-



pecto al número de líneas residenciales y de empresa de 0,20 y 1,02, respectivamente, y una elasticidad con respecto a estancias nocturnas en hotel por parte de turistas nacionales de 0,26.

Retos para el futuro

Desgraciadamente, gran parte de lo que se ha expuesto en este trabajo es algo así como una reliquia del pasado. La competencia, la desregulación y nuevos servicios que se han puesto a disposición del usuario mediante la convergencia de ordenadores, telefonía inalámbrica, cable e Internet con telefonía convencional por cable han convertido los análisis de la demanda de las telecomunicaciones en ejercicios del pasado. Aunque se deseara hacer, los exhaustivos estudios del sector del tipo emprendido por Gatto, Kelejian y Stephan (1988) o Gatto *et al.* (1988), por ejemplo, son imposibles de llevar a cabo, porque ya no es factible organizar las bases de datos requeridas.

La distinción entre acceso y uso es aún el lugar para comenzar a estudiar la demanda de las telecomunicaciones, pero el ámbito de su demanda se ha hecho claramente mucho más grande. Ya no es conveniente fijarse simplemente en el acceso de línea por cable, intralata, interlata y llamadas interurbanas internaciona-

les, «servicios verticales», y equipos en las instalaciones del cliente. Ahora hay otras muchas formas de tipos de acceso a considerar, incluido el acceso de banda ancha a Internet (37), y una amplia variedad de nuevas formas de telefonía, incluida la inalámbrica, fija-inalámbrica y telefonía de Internet. De hecho, en mi opinión, la propia Internet es ahora parte integrante de las telecomunicaciones y se debería incluir en su marco (38).

Los modelos teóricos descritos en la sección correspondiente, y como se aplican en los estudios descritos en las secciones anteriores, siguen proporcionando puntos de partida convincentes —de hecho, ésta es una razón importante para su presentación en detalle— pero ahora se deben aplicar a servicios y mercados que reflejen las estructuras de las telecomunicaciones actuales, para los proveedores así como para los usuarios.

Claramente, uno de los mayores desafíos actuales a los que se enfrentan los modeladores de la demanda de las telecomunicaciones es identificar estructuras razonablemente estables. Casi con total seguridad, se puede seguir suponiendo que el acceso a la red de telecomunicaciones es estable, pero muy probablemente no con respecto a la definición tradicional de acceso en términos de acceso de línea de cable fija. Es necesaria una definición más amplia de acceso (39).

Unas consideraciones similares se aplican al uso. Aunque probablemente aún es razonable atribuir una estabilidad a las telecomunicaciones a diferentes distancias, horas del día, y día de la semana, esto probablemente no sucede con respecto a las definiciones convencionales de llamadas interurbanas de línea fija dentro de un país. Se deben ampliar las definiciones para incluir el correo electrónico y otras formas de comunicación por Internet, así como conexiones de telefonía inalámbrica a inalámbrica (40). Además, como se ha subrayado en este capítulo, existen importantes desafíos de datos. Las fuentes tradicionales de datos de telecomunicaciones claramente ya no son suficientes, o de hecho son incluso irrelevantes. Cada vez más, los datos se van a obtener directamente de los usuarios de las telecomunicaciones, en lugar de los proveedores, o de compañías cuyas actividades comerciales son simplemente supervisar y contar.



una mayor importancia con Internet, por lo cual una visita a un sitio web puede crear la necesidad de visitas a una cadena completa de otros sitios web.

(8) El concepto de demanda de opción es muy conocido en la bibliografía sobre conservación y recursos naturales limitados [véase Weisbrod (1964), Kahn (1966)], pero aparte de una breve mención en Squire (1973), está ausente de los estudios anteriores a 1980 sobre la demanda de telecomunicaciones. En los últimos años, su importancia ha ocupado un lugar destacado al analizar la fijación de precios de la capacidad predeterminada en el contexto de las obligaciones de operador de comunicaciones de último recurso y en la demanda de servicio de área extendida opcional. Véanse Weisman (1988) y Kridel, Lehman, y Weisman (1991). El acceso a Internet a través de las líneas telefónicas proporciona todavía otro factor impulsor actualmente importante de demanda de opción.

(9) Véase el Capítulo 4 de Taylor (1994).

(10) Con esto no queremos decir que todas las empresas necesariamente tengan teléfonos, pero lo mismo que existen domicilios con grandes ingresos sin servicio telefónico, existen indudablemente empresas prósperas en las que ocurre lo mismo. Sin embargo, las cifras no pueden ser muy grandes y casi con toda seguridad los motivos no son económicos.

(11) En la época en que el estudio de Perl fue encargado por la (entonces) Organización de Servicios Centrales de (las que iban a ser independientes) Regional Bell Operating Companies, hubo una gran preocupación por los posibles efectos negativos sobre la penetración del teléfono del servicio local medido. Esta función, que posteriormente se ha cono-

cido como la función de demanda «Perl», tuvo su origen en el hecho de que puede albergar un precio de cero, así como un precio de no cero, para el uso. Había también mucha preocupación en relación con los efectos que unos gastos de servicio local superior podrían tener en las cuotas de abono de los domicilios de personas de color y en los domicilios regidos por mujeres. Se tenían en cuenta estos efectos mediante un conjunto de variables ficticias sociodemográficas.

(12) La mayoría de los estudios empíricos de demanda de acceso que utilizan un marco de excedente del consumidor se centran en el uso local, y, por consiguiente, ignoran los beneficios netos que se derivan del uso de llamadas interurbanas. Hausman, Tardiff y Bellinfonte (1993) y Erikson, Kaserman y Mayo (1998) son excepciones.

(13) A finales de los años 70, las Bell Operating Companies locales habían calculado diversas versiones de este modelo genérico para utilizarlo en audiciones de tarifas en 34 estados. Se puede encontrar una tabla de los modelos en el Apéndice 2 de Taylor (1994).

(14) Pacey (1983) realizó el primer intento de modelar la demanda de llamadas interurbanas de forma específica de ruta.

(15) Las primeras iniciativas de modelado que tenían en cuenta los efectos de llamadas recíprocas y devolución de llamadas fueron las emprendidas en Southwestern Bell a mediados de los años 80. Los resultados se reflejan en Larson, Lehman y Weisman (1990). Véase también Appelbe *et al.* (1988).

(16) Un sector censal generalmente consta de unos 600 domicilios. Aunque obviamente la agregación da lugar a pérdida de información, los sectores son lo suficientemente diversos en cuanto a niveles de ingresos y características sociodemográficas que los parámetros de mayor interés pueden seguir siendo aislados.

(17) En particular, F_j se obtiene invirtiendo la ecuación integral (afortunadamente, desde la tabla de la función de distribución de la normal) para F_j ,

$$P_j = \int_{F_j}^{\infty} \frac{1}{2\pi} e^{-z^2/2} dz.$$

(18) Aunque la elección es determinista (dado α), *no* se asume la minimización de la factura. Los gastos de tarifa plana pueden superar los gastos de tarifa medida, pero la desigualdad (26) podría mantenerse aún. Al reorganizar la desigualdad (28), se elegirá la tarifa plana sobre el servicio medido si $\ln \pi_f < \ln \pi_m + \alpha p$, es decir, si la diferencia en los logaritmos de los gastos fijos mensuales es menor que la elasticidad-precio del uso (bajo servicio medido).

(19) Las características sociodemográficas representadas incluían al propietario/inquilino, edad, tamaño del domicilio, ubicación rural/urbana, origen étnico (blanco, negro,

Notas

(1) Esta sección y las posteriores se basan en gran medida en Taylor (1994, 2002).

(2) El tratamiento de las externalidades del consumo en la bibliografía sobre telecomunicaciones es muy anterior a la aparición, en la década de los 90, de una abundante bibliografía sobre la economía de las redes. Para un análisis de las últimas publicaciones, véase Liebowitz y Margolis (2001). Las ponencias fundamentales de la bibliografía sobre las telecomunicaciones son Artle y Averous (1973), Rolhfs (1974), Von Rabenau y Stahl (1974), y Littlechild (1975).

(3) En Estados Unidos y Canadá, la época (si alguna vez existió) en que las externalidades de las redes han sido un factor a la hora de alimentar el crecimiento endógeno del sistema telefónico habría sido las primeras décadas del siglo XX. Por otra parte, pueden haber supuesto un factor en Francia en los años 70 y, casi con toda certeza, tienen una importancia fundamental en algunos países no desarrollados de la actualidad. Desde luego, Internet es otra cuestión y no parece haber ninguna duda de que las externalidades de las redes han tenido (y siguen teniendo) una gran importancia en su espectacular crecimiento.

(4) Véase Squire (1973) y Littlechild (1975).

(5) Véase Larson y Lehman (1986).

(6) Taylor (1994, Capítulo 9).

(7) Las externalidades asociadas a la dinámica del intercambio de información puede tener

hispano, indio americano), número de años en esa dirección, y situación laboral. También se tuvieron en cuenta los gastos de kilometraje de bucle local, así como también el número de líneas que se podían alcanzar en el área de llamadas locales.

(20) El procedimiento de cálculo se evaluó antes de aplicarlo a los datos de la Southwestern Bell establecidos por un estudio de Monte Carlo. Los resultados de Monte Carlo muestran que los valores tienen un sesgo moderado que parece disminuir con el tamaño de la muestra. Los resultados también muestran que la varianza del término de error u tiene poco efecto sobre la precisión de los coeficientes calculados. Para conocer más detalles, véanse Taylor y Kridel (1990) o Kridel (1987).

(21) Otros estudios de la demanda de Servicio de Área Extendida incluyen Pavarini (1976, 1979) y Martins-Filho y Mayo (1993).

(22) Esto no debe considerarse que significa que las elasticidades existentes eran erróneas, sino simplemente que no eran aplicables a la pregunta que se hacía. Se puede deducir razonablemente que los domicilios particulares cuyos datos se estaban analizando mostraban respuestas de precios superiores a la media, porque se extraían de comunidades suburbanas que ya estaban solicitando EAS. Las elasticidades-precio obtenidas por Kridel eran aplicables a tales circunstancias, pero casi con toda seguridad no a las llamadas interurbanas de corta distancia en general.

(23) TMB proporcionan un excelente debate de las consideraciones que determinan una inclusión apropiada. La consideración clave es el modelo de correlaciones entre los factores omitidos. Para llamadas locales, la mayoría de los factores específicos que determinan la elección de cartera —tales como dónde viven los amigos y parientes del domicilio particular, la hora y ubicación de las actividades que requieren el uso del teléfono, etc.— no se observan. Sin embargo, estos factores son similares a lo largo de todas las ofertas de servicio para cualquier cartera. Esto da lugar a incluir conjuntamente las alternativas con la misma cartera, pero diferentes opciones de servicio. Por otra parte, el factor principal que afecta a la elección del servicio es el precio, que es observable. (El precio de una cartera bajo una opción de servicio en particular es implicar el coste de la cartera bajo el programa de tarifas relacionado con esa opción.) Puesto que las alternativas con la misma opción de servicio, pero no la misma cartera de llamadas, pueden ser similares con respecto a los factores observados, pero no (al menos relativamente) con respecto a factores no observados, éstos no se incluyen.

(24) Los detalles completos del cálculo se ofrecen en Larson (1988).

(24) Véase Appelbe *et al.* (1988) y Acton y Vogelsang (1992).



(26) En particular, se debe tener cuidado a la hora de distinguir entre elasticidades unidireccionales y elasticidades bidireccionales. Las elasticidades unidireccionales tienen en cuenta un cambio del precio en una dirección solamente, mientras que las elasticidades bidireccionales tienen en cuenta cambios de precios en ambas direcciones. En ambos casos, los cálculos se deben hacer desde las formas reducidas de los modelos. Para las fórmulas que se utilizan, véase Appelbe *et al.* (1988).

(27) Los datos utilizados en el cálculo proceden del primer estudio de Bill Harvesting™ de PNR & Associates (ahora TNS Telecoms) de Jenkintown, PA. Los datos de Bill Harvesting se obtienen de facturas telefónicas residenciales adquiridas en domicilios en muestras representativas a escala nacional de hogares en EE.UU. La muestra del primer estudio consistía en unos 12.000 domicilios, de los cuales aproximadamente 9.000 proporcionaban la información solicitada. Los estudios de PNR son continuos, y ahora incluyen empresas así como domicilios. Se puede obtener información adicional de TNS Telecoms en <http://www.PNR.com>.

(28) El uso de ingresos medios por minuto como una medida de precio es controvertido en la documentación, y yo mismo lo he criticado [Taylor (1980, 1994)], así como otros. El problema, como se sabe muy bien, es que, debido al posible error de medición y a la presencia de tarifas múltiples, puede entrar en juego una dependencia entre los ingresos medios por minuto y el término de error, que dé lugar a un cálculo sesgado e inconsistente de la elasticidad-precio. Con los datos que se analizan en este estudio, esto no se considera un problema. El motivo es que el determinante principal de las llamadas que se hacen en

un domicilio es la «comunidad de intereses» del domicilio. La estructura tarifaria puede ser un factor a la hora de determinar el *volumen* de llamadas que se hacen en un domicilio, pero su comunidad de intereses es el factor principal a la hora de determinar la *mezcla* de las llamadas, en el sentido de dónde y a quién se dirigen las llamadas. Aunque en general la comunidad de intereses es algo que no se puede observar, esto no debería tener mayor trascendencia siempre que no dependa por sí mismo de la estructura tarifaria. En relación con esto, parece razonable que los domicilios no eligen sus comunidades de intereses sobre la base del coste de las llamadas a ellos. Puesto que las comunidades de intereses obviamente varían a través de los domicilios, habrá tantos «precios» —incluso con la misma estructura tarifaria— como comunidades de intereses identificables de forma independiente haya. Por otra parte, con esto no quiero decir que se deba ignorar la potencialidad de la no independencia, pero más bien se debe probar como parte del análisis. Si se rechaza la independencia, entonces será necesario tener en cuenta el cálculo. Desde luego, lo ideal es utilizar precios que tengan su origen en la estructura tarifaria subyacente real, pero esto es un ideal imposible. A falta de esto, la norma es emplear un indicador de variable instrumental, como en el estudio de Taylor (1996) del que se habla más adelante.

(29) Los minutos y el precio de las llamadas interurbanas son específicos de los domicilios, según se obtienen de la factura telefónica del domicilio. Los ingresos y las variables socio-demográficas se miden como media para el código postal + 4 áreas postales en las que se encuentra un domicilio.

(30) El ratio de Mills (o con más precisión, la inversa del ratio Mills) permite que la media del término de error en el modelo de segunda etapa, no sea necesariamente igual a cero como consecuencia de que la muestra de segunda etapa incluye solamente aquellos domicilios con actividad de llamadas interurbanas distinta de cero. Para ver un debate sobre cómo surge el ratio de Mills y cómo se calcula, véase Greene (1997).

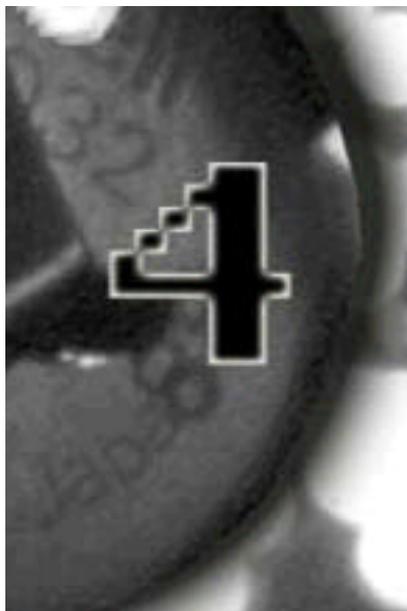
(31) Las submuestras se truncaron en el extremo superior del uso de llamadas interurbanas, con el fin de eliminar la actividad de llamadas interurbanas que están, casi con total seguridad, motivadas principalmente por las empresas y, en el extremo inferior, con el fin de eliminar los domicilios cuyas llamadas interurbanas son generalmente poco frecuentes o eran bajas durante el mes de la muestra, debido a viajes o ausencia inevitable del hogar. Además, algunos domicilios que se abonan a un plan de llamadas opcional tenían poca o ninguna actividad (por la razón que fuera) durante el mes de la muestra. Debido a la tarifa de abono mensual, los precios medios por minuto serán excesivamente altos en estos casos, y su presencia claramente sesgaría el cálculo. La restricción de la muestra a domicilios que tengan un precio medio calculado por minuto de menos de 35 centavos elimina la distorsión que provocarían estos precios medios por minuto inflados artificialmente.

(32) Al principio del análisis, también se consideraron diversas variables sociodemográficas (incluidas edad, grupo étnico, tamaño del área metropolitana en que se reside y nivel educativo). Sin embargo, las elasticidades-precio se ven poco afectadas por la presencia o ausencia de estas variables, y la edad es la única conservada en los modelos que se exponen en forma de tabla.

(33) Los datos de precios de AT&T se refieren a llamadas de 4 minutos por mañana, tarde y noche basándose en tarifas en vigor en enero de 1995. Agregado significa un domicilio que se ha obtenido ponderando los precios de mañana, tarde y noche por los números correspondientes de llamadas intralata según se registra en la factura del domicilio. A diferencia del Rappoport-Taylor, se utiliza un indicador de variable instrumental para el precio LEC, obtenido expresando los ingresos medios por minuto en un conjunto de variables ficticias estatales.

(34) Empíricamente, da lo mismo si tres o cuatro llamadas forman el límite para medir la concentración de llamadas.

(35) El único problema con esta interpretación es que, puesto que la «competencia» en el análisis se define ex post en términos de



domicilios que usan realmente un operador de comunicaciones no LEC (aunque no necesariamente exclusivamente), las elasticidades deben, por consiguiente, interpretarse como condicionales en el hecho de que un domicilio sea «deal» o «no deal». En otras palabras, no se tiene en cuenta un cambio de precio que dé lugar a que un domicilio «deal» se convierta en «no deal» o viceversa. Tener en cuenta esto requiere la especificación y el cálculo de un modelo para describir la probabilidad de movimiento de un grupo al otro. Véase Kridel, Rappoport, y Taylor (1998), y también Tardiff (1995).

(36) Véase Garin-Muñoz (1996, 1999), Garin y Pérez (1998), y Garin-Muñoz y Pérez-Amaral (1999).

(37) A muchos les preocupa si los mercados de banda ancha van a bifurcarse en «ricos» y «pobres», en relación con acceso de alta velocidad (es decir, la denominada «división digital»). En su mayor parte, esta preocupación se relaciona con posibles extensiones del significado de «servicio universal» y, por consiguiente, con una política y una cuestión de bienestar social. Sin embargo, el análisis de la demanda desempeña un importante papel a la hora de evaluar la disposición a pagar de aquéllos que, en ausencia de subvenciones, sería probable que se les incluyese entre los «pobres». La forma de modelar esto en ausencia de datos de comportamiento real es, desde luego, un obstáculo importante, y casi con toda seguridad tendrá que conllevar el uso de datos de estudios contra-factuales, como, por ejemplo, los que se podrían obtener en los estudios de TNS Request™. (Véase www.pnr.com).

(38) Como los consumidores —tanto los domicilios como las empresas— están demandando cada vez más múltiples tipos de acceso, es necesario aproximarse a la demanda de acceso en términos de «tuberías» de acceso, al contrario que simplemente una única «tubería». Un buen primer marco inicial es el modelo de elección de cartera de Train, McFadden y Ben-Akiva (1987). Para conocer algunas iniciativas iniciales para modelar la demanda de servicios de Internet, véase Kridel, Rappoport y Taylor (1999, 2001), Madden, Savage y Coble-Neal (1999), Madden y Simpson (1997), y Rappoport *et al.* (1998).

(39) Lo mismo sucede en cuanto al uso. Se necesita aportar ideas competentes a la medición del tráfico de las telecomunicaciones en lo que se refiere a ancho de banda, en oposición a minutos de uso simplemente, con el fin de dar cabida a los datos y a las demandas de ancho de banda de las empresas y los domicilios.

(40) En mi opinión, el lugar para buscar estabilidad en los modelos de consumo doméstico está en las categorías de amplio consumo. Como se sugiere en Taylor (1998), tengo que creer que existe una estabilidad básica en la estructura que define los gastos para las telecomunicaciones en relación con otras categorías de gastos, así como para categorías funcionales de gastos dentro de las telecomunicaciones. Desde luego, el reto es definir las categorías funcionales de formas significativas.

Bibliografía

- APPELBE, T.W. SNIHUR, N.A., DINEEN, C., FARNES, D., and Giordano, R. (1988): «Point-to-Point Modeling: An Application to Canada-Canada and Canada-U.S. Long-Distance Calling», *Information Economics and Policy*, Vol. 3, n.º 4, pp. 358-378.
- ARTLE, R. y AVEROUS, C. (1973): The Telephone System as a Public Good: Static and Dynamic Aspects, *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 4, n.º 1, Spring 1973, pp. 89-100.
- ERIKSON, R. C., KASERMAN, D.L., y MAYO, J.W. (1998): «Targeted and Untargeted Subsidy Schemes: Evidence from Post-Divestiture Efforts to Promote Universal Service», *Journal of Law and Economics*, Vol. 41, October 1998, pp. 477-502.
- GARIN-MUÑOZ, T. (1999): «Telephone Traffic to America», Departamento Analysis Económico, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Septiembre 1999.
- GARIN, T. y PÉREZ, T. (1996): «Demand for International Telephone Traffic in Spain: An

Economic Study Using Provincial Panel Data», *Information Economics and Policy*, Vol. 8, n.º 4, pp. 289-315.

GARIN, T. y PÉREZ, T. (1998): «Econometric Modelling of Spanish Very Long Distance International Calling», *Information Economics and Policy*, Vol. 10, n.º 2, pp. 237-252.

GARIN-MUÑOZ, T. y PÉREZ-AMARAL, T. (1999): «A Model of Spain-Europe Telecommunications», *Applied Economics* Vol. 31, pp. 989-997.

GATTO, J. P., KELEJIAN, H.H., y STEPHAN, S.W. (1988): «Stochastic Generalizations of Demand Systems with an Application to Telecommunications», *Information Economics and Policy*, Vol. 3, n.º 4, pp. 283-310.

GATTO, J. P., LANGIN-HOOPER, J., ROBINSON, P., y TRYAN, H. (1988): «Interstate Switched Access Demand», *Information Economics and Policy*, Vol. 3, n.º 4, pp. 333-358.

GREENE, W. H. (1997): *Econometric Analysis (Third Edition)*: Prentice Hall Publishing Co.

HAUSMAN, J. A., TARDIFF, T. J., y BELLFONTE, A. (1993): «The Effects of the Breakup of AT&T on Telephone Penetration in the United States», *American Economic Review Papers* Vol. 83, n.º 2, May 1993, pp. 178-184.

KAHN, A. E. (1966): «The Tyranny of Small Business Decisions: Market Failure, Imperfections, and the Limits of Economics», *Kyklos* Vol. 19, January 1966, pp. 23-47.

KRIDEL, D. J. (1988): «A Consumer Surplus Approach to Predicting Extended Area Service (EAS) Development and Stimulation Rates», *Information Economics and Policy*, Vol. 3, n.º 4, pp. 379-390.

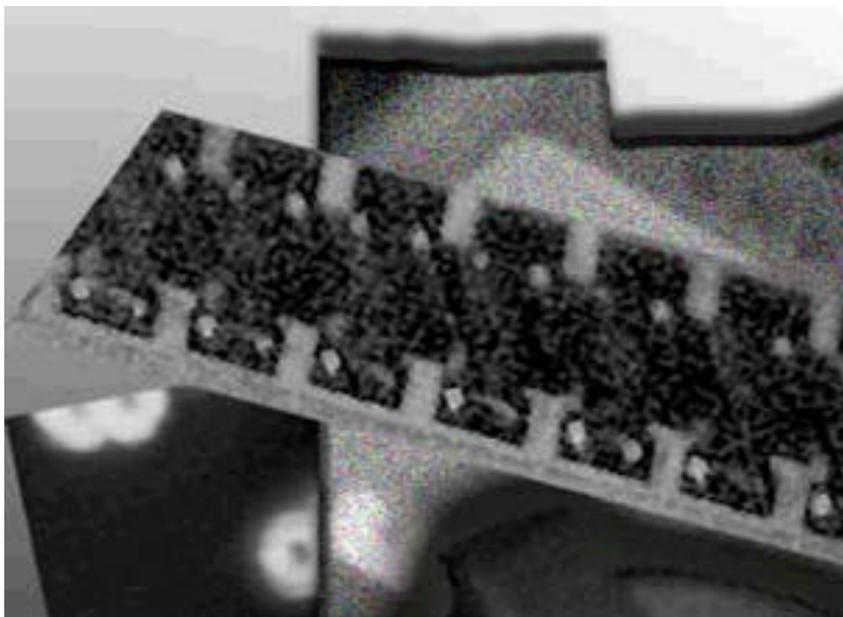
KRIDEL, D. J., LEHMAN, D. E., y WEISMAN, D. L. (1991): «Options Value, Telecommunications Demand and Policy», Southwestern Bell Telephone Co., St. Louis.

KRIDEL, D. J., RAPPOPORT, P. N., y TAYLOR, L. D. (1999): «An Econometric Study of the Demand for Access to the Internet», in *The Future of the Telecommunications Industry*, ed. by D.G. Loomis and L.D. Taylor, Kluwer Academic Publishers.

KRIDEL, D. J., RAPPOPORT, P. N., y TAYLOR, L.D. (2001): «An Econometric Model of the Demand for Access to the Internet by Cable Modem», *Forecasting the Internet: Understanding the Explosive Growth of Data Communications* ed. by D.G. Loomis and L.D. Taylor, Kluwer Academic Publishers.

LARSON, A. C. y LEHMAN, D. E. (1986): «Asymmetric Pricing and Arbitrage», presented at the Sixth International Conference on Forecasting and Analysis for Business Planning in the Information Age, Southwestern Bell Telephone Co., St. Louis.

LARSON, A. C., LEHMAN, D. E., y WEISMAN, D. L. (1990): «A General Theory of Long-



Distance Telephone Demand», in *Telecommunications Demand Modeling*, ed. by A. de Fontenay, M.H. Shugard, and D.S. Sibley, North Holland Publishing Co., Amsterdam.

LIEBOWITZ, S. J. y MARGOLIS, S. E. (2001): «Network Effects», School of Management, University of Texas at Dallas, Dallas, TX.

LITTLECHILD, S.C. (1975): «Two-Part Tariffs and Consumption Externalities», *Bell Journal of Economics*, Vol. 6, n.º 2, Autumn 1975, pp. 661-670.

MADDEN, G., SAVAGE, S.J., y COBLE-NEAL, G. (1999): «Subscriber Churn in the Australian ISP Market», *Information Economics and Policy*, Vol. 11, n.º 2, July 1999, 195-208.

MADDEN, G. y SIMPSON, M. (1997): «Residential Broadband Subscription Demand: An Econometric Analysis of Australian Choice Experiment Data», *Applied Economics*, Vol. 29, pp. 1073-1078.

MARTINS-FILHO, C. y MAYO, J. W. (1993): «Demand and Pricing of Telecommunications Services: Evidence and Welfare Implications», *Rand Journal of Economics*, Vol. 24, n.º 3, Autumn 1993, pp.439-454.

MCFADDEN, D. L. (1978): «Modeling the Choice of Residential Location», in *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, ed. by A. Karquist et al., North Holland Publishing Co., Amsterdam.

PACEY, P. L. (1983): «Long-Distance Demand: A Point-to-Point Model», *Southern Economic Journal*, Vol. 49, n.º 4, April 1983, pp. 1094-1107.

PAVARINI, C. (1976): «The Effect of Flat-to-Measured Rate Conversions on the Demand for Local Telephone Usage», unpublished Bell Laboratories Memorandum, Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, September 27, 1976.

PAVARINI, C. (1979): «The Effect of Flat-to-Measured Rate Conversions on Local Telephone Usage», in *Pricing in Regulated Industries II*, ed. by J.T. Wenders, Mountain States Telephone Co., Denver, CO.

PERL, L. J. (1983): «Residential Demand for Telephone Service 1983», prepared for Central Services Organization of the Bell Operating Companies, National Economic Research Associates, Inc., White Plains, NY, December 1983.

RAPPOPORT, P. N., TAYLOR, L. D., KRIDEL, D. J., y SERAD, W. (1998): «The Demand for Internet and On-Line Access», in *Telecommunications Transformation: Technology, Strategy and Policy*, ed. by E. Bohlin and S.L. Levin, IOS Press, pp. 205-218.

RAPPOPORT, P. N. y TAYLOR, L. D. (1997): «Toll Price Elasticities Estimated from a Sample of U.S. Residential Telephone Bills», *Information Economics and Policy*, Vol. 9, n.º 1, pp. 51-70.

ROHLFS, J. (1974): «A Theory of Interdependent Demand for a Consumption Service», *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, n.º 1, Spring 1974, pp. 16-37.

SQUIRE, L. (1973): «Some Aspects of Optimal Pricing for Telecommunications», *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 4, n.º 2, Autumn 1973, pp. 525-525.

TAYLOR, L. D. (1980): *Telecommunications Demand: A Survey and Critique*, Ballinger Publishing Co.

TAYLOR, L. D. (1994): *Telecommunications Demand in Theory and Practice*, Kluwer Academic Publishers.

- TAYLOR, L. D. (1996): Competitive Own- and Cross-Price Elasticities in the Intralata Toll Market: Estimates from the Bill Harvesting II Database, Department of Economics, University of Arizona, Tucson, AZ, September 1996.
- TAYLOR, L. D. (1996): Competitive Own- and Cross-Price Elasticities in the Intralata Toll Market: Estimates from the Bill Harvesting II Database, Department of Economics, University of Arizona, Tucson, AZ, September 1996.
- TAYLOR, L. D. (1998): «Telecommunications Infrastructure and Economic Development», in *The Electronic Village: Policy Issues of the Information Economy*, ed. by D. Orr and T. A. Wilson, C.D. Howe Institute, Ottawa, Ontario.
- TAYLOR, L. D. (2002): «Customer Demand Analysis», forthcoming in *Handbook of Telecommunications Economics*, edited by M. CAVE, S. MAJUMDAR, y I. VOGELSSANG, North Holland Publishing Co.
- TAYLOR, L. D. y KRIDEL, D. J. (1990): «Residential Demand for Access to the Telephone Network», in *Telecommunications Demand Modeling*, ed. by A. de Fontenay, M.H. Shugard, and D.S. Sibley, North Holland Publishing Co., Amsterdam.
- TRAIN, K. E., MCFADDEN, D. L. y BEN-AKIVA, M. (1987): «The Demand for Local Telephone Service: A Fully Discrete Model of Residential Calling Patterns and Service Choices», *The Rand Journal of Economics*, Vol. 18, n.º 1, Spring 1987, pp. 109-123.
- VON RABENAU, B. y STAHL, K. (1974): «Dynamic Aspects of Public Goods: A Further Analysis of the Telephone System», *Bell Journal of Economics and Management Science* Vol. 5, n.º 2, Autumn 1974, pp. 651-669.
- WEISBROD, B. A. (1964): «Collective-Consumption of Individual Consumption Goods», *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 78, n.º 3, August 1964, pp. 471-477.
- WEISMAN, D. L. (1988): «Default Capacity Tariffs: Smoothing the Transitional Regulatory Asymmetics in the Telecommunications Marke», *Yale Journal on Regulation*, Winter 1988, pp. 149-178.