

El tiempo de viaje como variable competitiva en el diseño de tarifas de transporte

Jorge Valido Quintana

Javier Campos Méndez (director de la investigación)

La mayoría de los modelos tradicionales de tarificación en el transporte de viajeros no consideran de manera explícita el tiempo de viaje en el diseño del precio que deben pagar los usuarios. Partiendo de Jørgensen y Preston (2007), este trabajo desarrolla un modelo de competencia en el transporte de viajeros en el que dos operadores compiten en un mismo trayecto. Nuestro modelo analiza, mediante un modelo de Cournot las implicaciones de este tipo de competencia sobre el precio y el coste generalizado de los usuarios.

The majority of the traditional pricing models in the public transport of passengers do not consider in an explicit way the travel time in the design of the price that the users must pay. Departing from Jørgensen and Preston (2007), this paper develops a competition model in the public transport of passengers in which two operators compete in the same route. Our model analyzes the implications of this type of competition on the price and generalized cost of the users. It is done through a Cournot model.

Introducción

Desde el punto de vista del análisis económico de los servicios públicos, el transporte de viajeros constituye un elemento fundamental para el funcionamiento de cualquier sociedad moderna. Mediante este tipo de servicios se articula el desplazamiento de un gran volumen de personas, facilitando la conexión y la accesibilidad global entre lugares de residencia, trabajo y ocio. En el caso concreto del transporte público urbano e interurbano de viajeros, dados los elevados costes que deben asumirse con frecuencia para la provisión de los mismos, los economistas se plantean con frecuencia numerosas cuestiones relativas a su tarificación, donde la eficiencia asociada al diseño de las

tarifas debe conjugarse con cuestiones relativas a la equidad y la viabilidad política y económica que a menudo resultan vitales en estos servicios.

Tal como señalan de Rus et al. (2003), la fijación de precios en los servicios de transporte está sometida habitualmente a tres principios económicos. Primero, *eficiencia económica*, que consiste en elegir la mejor asignación posible de los recursos entre todas las técnicamente factibles, haciendo que la disponibilidad a pagar de los usuarios coincida con el coste de oportunidad al que se enfrenta la sociedad al proveer esos servicios. El segundo —al que normalmente se somete el anterior— es el de *viabilidad económica*, que condiciona la elección de las tarifas a las restricciones pre-

supuestarias a las que se enfrente el agente decisor. El tercer principio es el de *equidad* y/o aceptabilidad política, que determina en muchos casos el nivel real de provisión y las subvenciones que se requieren para hacer comercialmente viables las combinaciones de precios y niveles de servicio que socialmente se consideren adecuados.

La aplicación práctica de estos principios y sus consecuencias en el caso del transporte urbano e interurbano de viajeros ha sido analizada con detalle en la economía del transporte. Como referencias generales pueden destacarse, por ejemplo, Rees (1984), quien estudia la tarificación según el coste marginal en situaciones de capacidad fija e indivisibilidad de las infraestructuras. Algunos problemas es-

GLOBAL



Artículo patrocinado por

Global Salcai Utinsa y
Aguas Minerales de Firgas

pecíficos, como la tarificación con congestión y los problemas de cobertura de costes son abordados en Vickrey (1969), Newbery (1989) o Winston (1991), mientras que los problemas específicos de tarificación óptima en el transporte público se presentan en Jansson (1979) y Nash (1978). Desde el punto de vista empírico, una de las mejores aplicaciones al caso europeo se encuentra en Nash y Sansom (2001). Para el caso específico del transporte público en Gran Canaria debería consultarse el informe de elaborado por de Rus et al. (2006)

El problema de tarificación al que se enfrenta la sociedad en este contexto tradicional consiste en escoger unos precios que permitan poner a los usuarios en relación con los operadores de servicios e infraestructuras de transporte, de tal manera que se produzca un intercambio en el que, mediante transacciones voluntarias de los agentes sociales, se consiga el mejor uso posible de los recursos disponibles de acuerdo con las preferencias sociales. Los precios que se fijen no solo influirán en el volumen de provisión de servicios de transporte sino también en la inversión en capacidad a largo plazo.

Aunque la distancia de viaje varía considerablemente entre pasajeros que usan el mismo modo, los trabajos que tratan la relación entre la tarifa y la calidad del servicio con la distancia de viaje o el tiempo de viaje son escasos y no profundizan en el tema. Podemos destacar los trabajos de Jørgensen y Pe-

dersen (2004) y Jørgensen y Preston (2007), donde se estudia cómo afecta la distancia a la tarifa y la calidad, en el primer caso, y la relación existente entre el precio y la distancia de viaje, en el segundo. Además de estos, entre los que se citan en los artículos anteriores, encontramos a Jørgensen y Preston (2003), que estudian la relación entre coste marginal y distancia para autobús; Jørgensen et al. (2004), que buscan la relación entre costes marginales a largo plazo y distancia para el caso del ferry; y por último McCarthy (2001), que realiza un estudio transversal de 100 rutas para el caso aéreo.

Partiendo de los trabajos de Jørgensen y Pedersen (2004) y Jørgensen y Preston (2007), pretendemos relacionar el tiempo de viaje con la tarifa en los servicios de transporte público de viajeros urbano e interurbano, ya que creemos que el tiempo refleja mejor que la distancia, tanto por el lado de la demanda como de la oferta, las características de la industria (las decisiones de los individuos se toman en base a tiempo; el tiempo recoge particularidades que la distancia no recoge, por ejemplo, un mayor número de paradas). La principal preocupación que motiva nuestro trabajo es deducir la tarificación óptima y los esquemas de oferta de los operadores de transporte público de viajeros cuyo énfasis radica en cómo el precio y el coste generalizado deben variar con el tiempo de viaje de los usuarios, introduciendo competencia en el análisis, y considerando que

(*) El coste generalizado lo componen la suma del precio y el tiempo invertido en el viaje, éste último valorado a través del valor del tiempo de viaje (es decir, cuánto "cuesta" cada unidad de tiempo invertida en el viaje).

la mayor preocupación del pasajero es llegar a su destino, estando por tanto ante un producto homogéneo.

Otra aportación de nuestro trabajo es que introduce competencia en el modelo presentado por Jørgensen y Preston (2007). El modelo desarrollado se basa en el análisis de dos empresas compitiendo a la Cournot (asumimos que el producto que ofertan ambas empresas es homogéneo y que el consumidor no tiene preferencia por ninguna de éstas). Tras esta introducción, se comentará el modelo desarrollado en el apartado 2, para luego, en el apartado 3, comentar la aplicación empírica que se ha llevado a cabo a través de empresas de Gran Canaria de transporte urbano e interurbano de viajeros en autobús. Por último, en el apartado 4 se muestran las conclusiones.

Modelo de tarificación entre dos empresas con igual tiempo de viaje

El objetivo de este trabajo es buscar la relación entre el tiempo de viaje con la tarifa que pagan los usuarios, por un lado, y su coste generalizado, por otro (*). Esta tarea se ha llevado a cabo mediante un modelo de competencia a la Cournot, lo cual significa que el producto es homogéneo a ojos del consumidor, es decir, no existe a priori ninguna preferencia del consumidor hacia ninguna de las dos empresas. Lo que está detrás de todo ello no es más que el supuesto de que al consumidor lo único que le interesa es

llegar a su destino y no le importa con cual de las dos empresas, ya que las considera iguales (como ejemplo podemos pensar en unos estudiantes que con tal de llegar a la universidad cogen cualquier autobús que les lleve a su destino).

Para la obtención de los resultados, el modelo se construye en base a los siguientes supuestos:

- Las empresas son homogéneas en costes, y dichos costes dependen del número de pasajeros (positivamente) y de la interacción entre éstos y el tiempo de viaje dentro del vehículo (cuya relación desconocemos).
- El coste de llevar un pasajero adicional (coste marginal) tiene una parte independiente de tiempo y otra que depende del tiempo. Esta última, cuyo signo desconocemos, representa coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional, y será el parámetro estimado en la aplicación empírica que comentaremos más adelante.
- El coste del tiempo para el usuario depende del coste del tiempo fuera del vehículo (tiempo de acceso, egreso, etc.) y coste del tiempo dentro de vehículo (valor del tiempo de viaje). Tanto el coste del tiempo fuera del vehículo como el valor del tiempo de viaje son constantes y positivos.
- El coste generalizado de los usuarios es la suma entre precio y coste del tiempo total para el usuario.

- Se asume una función de demanda lineal, es decir, variaciones en precios producen variaciones en cantidades siempre de la misma proporción, lo que se traduce en que la pendiente de la curva de demanda es constante.
- La competencia entre ambas empresas se llevará a cabo mediante un modelo de Cournot, como ya se había comentado.

La resolución del problema nos ofrecen los resultados clásicos del modelo del Cournot, siendo las relaciones del tiempo de viaje con respecto al precio y al coste generalizado las que se muestran a continuación:

$$\frac{\partial P^*}{\partial t} = \frac{2a - b}{3} \tag{1}$$

$$\frac{\partial G^*}{\partial t} = \frac{2(a + b)}{3} \tag{2}$$

Siendo a el coste adicional de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional, y b el valor del tiempo de viaje.

Como muestran (1) y (2), las relaciones entre precio y tiempo y entre coste generalizado y tiempo de-

penden del coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional (a), cuyo signo desconocemos, y de la valoración del tiempo de viaje dentro del vehículo (b), el cual es positivo. Si a es positivo, significa que el coste marginal de cada pasajero adicional es creciente, es decir, a medida que el tiempo de viaje es mayor, llevar un pasajero adicional genera mayor coste (y viceversa). En la tabla 1 se resume la influencia del parámetro a en las relaciones de precio y coste generalizado con tiempo de viaje dentro del vehículo.

Por otra parte, la expresión (1) depende negativamente del valor del tiempo de viaje dentro del vehículo y, en cambio, (2) depende positivamente. La interpretación es que si el valor del tiempo de viaje dentro del vehículo es mayor, aumenta el coste del tiempo total y por tanto mayor es coste generalizado y, por otro lado, al incrementarse el coste de tiempo total menor será la demanda y por tanto el precio.

Por último, analizamos los efectos en términos de bienestar que resultarían si modificamos el modelo con los tiempos de viaje dife-

$a < 0$	$\partial P^* / \partial t < 0$	
	$ a < b$	$\partial G^* / \partial t > 0$
$a > 0$	$ a > b$	$\partial G^* / \partial t < 0$
	$b / a > 2$	$\partial P^* / \partial t < 0$
	$b / a < 2$	$\partial P^* / \partial t > 0$
$\partial G^* / \partial t > 0$		

Tabla 1. Relaciones entre tiempo y precio y entre tiempo y coste generalizado

rentes entre las dos empresas pero manteniendo la competencia a la Cournot. El resultado es una cantidad total de equilibrio mayor cuando las empresas compiten con igual tiempo de viaje, es decir, esto conlleva que el bienestar aumenta cuando compiten en este caso que cuando los tiempos son distintos. Por tanto, es mejor para el bienestar de la sociedad que dos empresas que se hallan compitiendo en cantidades realicen el mismo tiempo de viaje (ruta similar).

Aplicación empírica

Realizando una estimación de una función de costes de dos empresas de Gran Canaria con el objetivo de descubrir el signo del parámetro a , obtenemos la siguiente relación, donde representamos el coste mar-

ginal diario por pasajero respecto al tiempo de viaje dentro del vehículo diario (Figura 1).

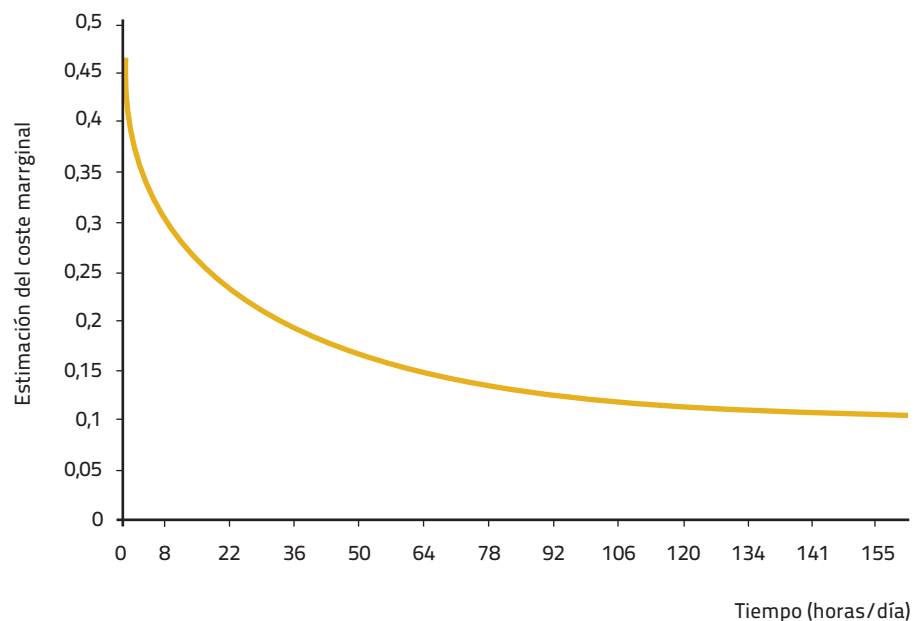
Vemos como la relación entre coste marginal y tiempo de viaje, lo cual es representado por la pendiente de la función, es negativa, y dicha relación no es más que el coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional (a). El hecho de que este parámetro sea negativo significa que a medida que el tiempo de viaje es mayor, el coste marginal que genera el último pasajero es menor. Veamos las consecuencias que tiene esto sobre nuestro modelo.

Por un lado, respecto al coste generalizado este dependerá de los valores que tomen a y b . Según nuestra estimación debemos comparar la magnitud de dichos parámetros, tomando esta relación valor posi-

tivo (es decir, al aumentar el tiempo de viaje el coste generalizado aumenta) siempre que el valor del tiempo de viaje sea mayor que el coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional en valor absoluto. Será mayor cuanto mayor sea el valor del tiempo de viaje y menor cuanto mayor lo sea el coste de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional (en valor absoluto).

Por otro lado, si a es negativo, significa que la relación entre precio y tiempo de viaje es negativa. Esta relación será más fuerte cuanto mayor sea (en valor absoluto) el coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional (a) y la valoración del tiempo de viaje (b).

Figura 1. Relación estimada del coste marginal y el tiempo de viaje



Conclusiones

En el presente trabajo se analiza la relación existente del tiempo de viaje con la tarifa en los servicios de transporte público de viajeros y con el coste generalizado, partiendo como base de un modelo en el que se trata el problema de la tarificación en el transporte colectivo de viajeros en relación con la distancia de viaje, variable utilizada en la literatura aunque no de manera extensa. La razón principal de la elección de tiempo en lugar de distancia es que dicha variable recoge mejor, bajo nuestro punto de vista, las características del mercado, tanto desde el lado de la oferta (recogiendo aspectos que la distancia no hace, como un mayor número de paradas) como de la demanda (los individuos toman decisiones en base al tiempo de viaje).

Por otra parte, en lugar de considerar un único operador de transporte, se analizan dos empresas compitiendo a la Cournot (producto homogéneo). Con ello podemos hallar la relación entre tiempo de viaje dentro del vehículo y precio por un lado, y tiempo de viaje y coste generalizado por otro.

Desarrollando el modelo vemos como las relaciones entre precio y tiempo de viaje dentro del vehículo por un lado, y coste generalizado y tiempo dentro del vehículo por otro, dependen del coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional, cuyo signo desconocemos, y de la valoración del tiempo de viaje, cuyo signo es positivo. Si dicho coste marginal es positivo, la derivada del coste generalizado respecto al tiempo es positiva mientras que la del precio depende de la magnitud de éste y de la valoración del tiempo de viaje; si dicho coste marginal es negativo, la segunda relación es negativa y la primera será la dependiente.

Finalmente estimamos una función de costes para determinar el signo del coste marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional, obteniendo un signo negativo, lo que significa que a medida que el tiempo de viaje diario es mayor el coste marginal por pasajero es menor. Debido a esto, los signos de la derivada del precio y del coste generalizado son, negativo en un caso y positivo en otro (siempre y cuando el valor del tiempo de viaje sea mayor que el coste

marginal de llevar un pasajero una unidad de tiempo adicional en valor absoluto), lo que significa que mayor tiempo de viaje diario significa menor tarifa y coste generalizados de equilibrio más alto.

Otro resultado interesante es que la cantidad de equilibrio es mayor cuando los tiempos de viaje que toman las empresas es el mismo en lugar de tomar tiempos de viaje diferentes (por ejemplo teniendo un número diferente de paradas o recorriendo mayor distancia, lo cual afecta a los costes). Esto por tanto mejora el bienestar de una sociedad en la que existan dos empresas compitiendo a la Cournot. Podemos concluir que si tenemos dos empresas de transporte público compitiendo en unas rutas determinadas, bajo el supuesto de producto homogéneo (al individuo sólo le interesa llegar a su destino), la opción con la que se obtiene mayor bienestar es aquella en que optan por rutas o un número de paradas iguales.

Referencias bibliográficas

- de Rus, G., Campos, J., y Nombela, G. (2003). *Economía del Transporte*. Barcelona, Antoni Bosch.
- de Rus, G., Román, C., Campos, J., Martín, J., y Posada, M. (2006). *Evaluación del Transporte Público en la Isla de Gran Canaria*. Autoridad Única del Transporte. Cabildo de Gran Canaria.
- Jansson, J. (1979). "Marginal Cost Pricing of Scheduled Transport Services". *Journal of Transport Economics and Policy*, 13, 268-294.
- Jørgensen, F., y Pedersen, A. (2004). "Travel distance and optimal transport policy". *Transportation Research Part B*, 38, 415-430.

- Jørgensen, F., y Preston, A. J. (2003). Estimating Bus Operators' Short-run, Medium-term and Long-run Marginal Costs. *International Journal of Transport Economics*, XXX (1), 3-24.
- Jørgensen, F., y Preston, J. (2007). "The Relationship Between Fare and Travel Distance". *Journal of Transport Economics and Policy*, 41 (3), 451-468.
- Jørgensen, F., Pedersen, H., y Solvoll, G. (2004). Ramsey Pricing in Practice: The Case of the Norwegian Ferries. *Transport Policy*, 11, 2005-11.
- McCarthy, P. (2001). *Transportation Economics. Theory and Practice: A Case Study Approach*. Oxford, Blackwell.
- Nash, C. (1978). "Management Objectives, Fares and Service Levels in Bus Transport". *Journal of Transport Economics and Policy*, 12, 369-376.
- Nash, C., y Sansom, T. (2001). "Pricing European Transport Systems: Recent Developments and Evidence from Case Studies". *Journal of Transport Economics and Policy*, 35, 363-380.
- Newbery, D. (1989). "Cost Recovery from Optimally Designed Roads". *Economica*, 56, 165-185.
- Rees, R. (1984). *Public Enterprise Economics*. Londres, Weidenfeld-Nicolson.
- Vickrey, W. (1969). "Congestion Theory and Transport Investment". *American Economic Review*, 59, 251-260.
- Winston, C. (1991). "Efficient Transportation Infrastructure Policy". *Journal of Economic Perspectives*, 5, 113-127.

Reseña curricular

Jorge Valido Quintana. Licenciado en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (promoción 2003-07) con premio extraordinario de la Universidad y premio fundación Mapfre Guanarteme a la excelencia académica, se haya realizando estudios de doctorado en el Departamento de Análisis Económico Aplicado, habiendo obtenido la suficiencia investigadora en 2009 y disfrutando de una beca de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información para la realización de la tesis doctoral. Miembro del grupo de investigación EIT (Economía de las Infraestructuras y del Transporte), participa actualmente como ayudante de investigación en el proyecto "Evaluación socioeconómica y financiera de proyectos de transporte".

Departamento de Análisis Económico Aplicado.
 Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
 Campus de Tafira
 35017 Las Palmas de Gran Canaria
 Tfno: +34 928 451836
 Fax: +34 928 458183
 E-mail: jvalido@becarios.ulpgc.es

Javier Campos Méndez. Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, con Premio Nacional de Licenciatura (1991). Se ha formado en la London School of Economics (1993) y en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros (1994-1995). Ha trabajado como consultor para el Banco Mundial en proyectos de regulación del transporte. También ha realizado varios trabajos similares para la Comisión Europea y el Ministerio de Fomento. Desde 2001 es Profesor Titular de Economía Industrial en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

El autor agradece los comentarios recibidos de Javier Campos, Aday Hernández, Pilar Socorro y Juan Luis Jiménez. No obstante cualquier error es de entera responsabilidad del autor. Este trabajo fue defendido con éxito por el autor ante el Tribunal de Suficiencia Investigadora del Programa de Doctorado en Economía de los Departamentos de Análisis Económico Aplicado y Métodos Cuantitativos de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria el pasado 14 de diciembre de 2009, obteniendo la calificación de *sobresaliente*.