

1. Introducción

El transporte de pasajeros en áreas urbanas constituye un problema cada vez más importante en nuestra sociedad. En los últimos años se ha demostrado empíricamente que la construcción de infraestructura o la ampliación de las vías existentes no es una solución adecuada a este problema, sino que se debe planificar el transporte de pasajeros otorgando incentivos al uso del transporte público, para intentar paliar los efectos concomitantes que produce la operación del sistema de transporte: congestión, accidentes, contaminación, etc.

Los desarrollos en el análisis de la demanda de transporte son importantes, incorporando en ocasiones metodologías que han sido desarrolladas en otras áreas del conocimiento científico. Sin embargo, no siempre se da la importancia necesaria al estudio riguroso de los aspectos que influyen de alguna manera en el comportamiento de viajes. Nos encontramos con un sistema compuesto de múltiples y variados elementos que requieren de un ejercicio de planificación importante para no malgastar recursos públicos, así como evitar los problemas derivados de una oferta de transporte que realmente no provea el servicio demandado. Estamos hablando de intentar considerar todos los elementos que interactúan en el desarrollo de las ciudades y la necesidad de, por ejemplo, planificar paradas y nuevas líneas de buses ante una ampliación territorial de la ciudad. También se requiere desarrollar la capacidad de

valorar todos los costes ambientales que cada modo de transporte genera para que la toma de decisiones de política sea lo más correcta posible.

Por otra parte, en áreas densamente pobladas como es el caso de Gran Canaria con una densidad¹ de población de 494 habitantes por metro cuadrado, la escasez del territorio es un problema añadido a los del sistema de transporte. Además, el crecimiento² del parque automovilístico ha sido aproximadamente del 6% desde el año 1997 al 2001. Este importante crecimiento ha derivado en un aumento de los problemas de tráfico en la isla y concretamente en los accesos a su capital. Por esto, el objetivo principal de esta tesis se centra en estudiar la demanda de transporte de pasajeros en los corredores Norte (Arucas-Las Palmas de Gran Canaria) y Sur (Telde-Las Palmas de Gran Canaria) de acceso a la capital, con el fin de intentar analizar la respuesta de la demanda de transporte de pasajeros ante una reducción en los precios del transporte público debida a una integración de tarifas entre las empresas que prestan servicio.

Las últimas décadas han sido testigo del importante desarrollo experimentado por las técnicas de análisis y predicción de demanda en el área de transporte. Desde principios de los años 70 (veáse Domencich y McFadden, 1975; Daganzo, 1979) donde comenzaron a sentarse las bases metodológicas de los modelos de elección discreta hasta la actualidad, son muchos los avances que se han producido, especialmente en los últimos cinco años gracias al desarrollo de nuevas técnicas de estimación basados en la simulación (Train, 2002).

¹ Fuente: Instituto Canario de Estadística, ISTAC, año 2002. No incluye a la población no residente.

² Dato obtenido a partir de los datos de matriculación a 31 de diciembre publicados por el ISTAC.

A los modelos de demanda desagregados, a pesar de constituir una metodología totalmente aceptada por la comunidad científica y de ser considerados un instrumento clave para la política de transporte en muchos países, en España no se les ha concedido, a nuestro juicio, la importancia y el apoyo que merecen. Es por esta razón que no existen muchos trabajos ni muchos especialistas en esta disciplina. Esta tesis trata de contribuir en este campo del conocimiento siguiendo la línea planteada en trabajos previos (veáse González, 1995), e incorporando algunos de los avances producidos desde entonces. Desde un punto de vista metodológico, abordamos esta investigación tratando de separarnos de las hipótesis de los modelos clásicos como el logit multinomial y de las especificaciones de la función de utilidad basadas en aproximaciones polinómicas de primer orden. Por otra parte, también tratamos de analizar el efecto que tienen sobre las decisiones de los individuos otras variables diferentes de los atributos típicos de nivel de servicio como el tiempo de viaje, el coste y la frecuencia. Gran parte de estos objetivos se logran gracias al empleo de técnicas de preferencias declaradas (PD) y a la combinación de estos datos con las preferencias reveladas (PR).

Los modelos de demanda desagregados encuentran su fundamento teórico en la microeconomía de las elecciones discretas (McFadden, 1981) y en la teoría de la utilidad aleatoria (McFadden, 1974; Domencich y McFadden, 1975). Esta última representa la herramienta estadística que permite abordar de forma empírica el problema de modelización de la demanda en un contexto de elecciones discretas. De esta forma, la utilidad del consumidor está representada por una variable aleatoria que se incorpora aditivamente en una parte observable y otra no observable de naturaleza estocástica. Las distintas hipótesis acerca de la distribución del término estocástico darán lugar a los distintos modelos de elección discreta.

La información relativa a la parte observable se obtiene a partir de datos PR y PD. Los datos de PR reflejan el comportamiento actual de los individuos en sus decisiones de viaje, esto es, se trata de preferencias efectivas y han sido los más utilizados en la modelización de la demanda de transporte hasta mitad de los años 80. Por su parte, los datos de PD representan preferencias eventuales y tratan de reflejar lo que los individuos harían ante determinadas situaciones hipotéticas. Los datos de PR presentan algunas limitaciones que pueden resolverse, parcialmente, mediante el diseño de experimentos de PD (Ortúzar y Willumsen, 2001; Louviere *et al*, 2000).

Desde un punto de vista econométrico, la diferencia entre ambos tipos de datos está en que presentan errores de distinta naturaleza. Los datos de PR presentan errores de medición de las variables independientes mientras que los datos de PD en la variable dependiente, esto es, en la elección. La estimación conjunta con datos de PR y PD se denomina estimación con datos mixtos. Este procedimiento fue desarrollado por Ben Akiva y Morikawa (1990) y permite aprovechar las ventajas de ambos tipos de datos ofreciendo mejores resultados.

En este trabajo se plantea el estudio de la demanda de transporte de pasajeros en dos corredores partiendo, por un lado, de una integración tarifaria que permitiría reducir la tarifa del bus y por otro, de la hipótesis que hay más elementos, además del coste del viaje, que son tenidos en cuenta en la elección del modo de transporte. Bajo este planteamiento realizamos dos tipos de encuestas: una de PR con el objeto de conocer las elecciones reales de los individuos y otra de PD para plantear un transporte público (bus) más atractivo, de manera que en el diseño de PD se incorporaran, además de la reducción de tarifas, otros elementos que se consideraron relevantes en la elección modal basándonos en el grupo focal realizado para la mejor comprensión del problema

que estábamos estudiando. Así pues, parte de la investigación se dedicó al diseño de un experimento de PD que nos permitiera medir estos elementos, incluyendo una variable latente como la comodidad, que no es fácilmente medible o no presenta suficiente variabilidad. Para la obtención de la encuesta definitiva se realizaron tres pretest, que exigieron realizar fuertes modificaciones en el diseño hasta conseguir un experimento que se adaptara al objeto del estudio y que permitiera definir de forma adecuada la percepción de los distintos niveles de la variable comodidad. Además, el diseño creado permitió analizar el efecto de interacciones entre el tiempo, el coste y la frecuencia, esto es, el efecto que produce sobre la utilidad la variación conjunta de pares de estas variables.

Respecto a la modelización de la demanda, se estudiaron distintas especificaciones para la utilidad. Se investigó una especificación no lineal, ya que existen numerosos estudios (Hensher, 1998; Jara-Díaz y Videla, 1989; Ortúzar *et al*, 2000) que demuestran que una especificación lineal da lugar a estimaciones incorrectas para explicar el comportamiento del individuo y por tanto del valor subjetivo del tiempo y otras disposiciones a pagar. En concreto, la utilidad definida en nuestra modelización incorpora la renta dividiendo los costes de viaje y de aparcamiento por la tasa de gasto; también incluye la interacción entre el coste y la frecuencia y la especificación de variables socioeconómicas definidas en las variables modales, a través de un parámetro base para la variable modal más otros para las variables socioeconómicas que interactúan con ésta. La especificación que se obtuvo finalmente nos permite explicar el comportamiento del individuo de una manera bastante rica, obteniéndose valores de las disposiciones a pagar que varían entre individuos y que son agregadas posteriormente de acuerdo a las categorías definidas por las características socioeconómicas.

Este documento se divide en cinco capítulos. El capítulo 2 se centra en el análisis de los aspectos más relevantes relativos a la modelización de la demanda de transporte basada en el empleo de modelos de elección discreta. En su segunda sección se estudian los principales modelos existentes, analizando tanto los fundamentos microeconómicos como los econométricos. En la tercera sección se estudian los procedimientos de estimación que se usan habitualmente para estimar este tipo de modelos. En la sección cuarta se aborda el problema de predicción agregada, esto es, cómo predecir el comportamiento de grupos o clases a partir de estimaciones procedentes de modelos individuales. Por último, en la sección quinta se analizan las diferentes fuentes de datos empleadas por estos modelos, haciendo especial referencia a la modelización con PD.

El capítulo 3 está dedicado a la caracterización del mercado objetivo, distinguiendo entre la oferta y la demanda de transporte. En la segunda sección se describe de manera general la oferta de servicios de transporte planteada desde los aspectos del servicio ofrecido por las distintas empresas, el sistema tarifario y el sistema integrado de tarifas que tiene implicaciones sobre el coste del transporte público, y que será tenido en cuenta en nuestro diseño de PD. En la tercera sección, se caracteriza la demanda de servicios de transporte antes de la realización de nuestra investigación, mientras que en las secciones cuarta y quinta se hace referencia a la información utilizada en el estudio; concretamente se explican los dos tipos de encuestas realizadas, la encuesta de PR y la de PD, incidiendo en el caso de esta última en el diseño del experimento.

En el capítulo 4 se presenta la modelización realizada para los corredores estudiados. En la primera sección se describen las bases de datos utilizadas, así como la definición de las distintas variables consideradas en la modelización. En la segunda sección se presenta la modelización realizada utilizando la metodología de estimación con datos

mixtos. Se probaron diferentes especificaciones de la función de utilidad con el objeto de encontrar un modelo que explicase adecuadamente el comportamiento de los individuos entrevistados. Así, se estudió la posible existencia de correlación entre las alternativas de transporte privado, esto es, coche conductor y coche acompañante; la existencia o no de efecto renta siguiendo el planteamiento desarrollado por Jara-Díaz y Videla (1989), y la hipótesis de linealidad de la función de utilidad. Una vez modelizado el comportamiento de viaje, se calculan las disposiciones a pagar, en la tercera sección. Finalmente, en la última se estudia el efecto de la respuesta de la demanda de transporte de pasajeros ante distintas medidas de política.

Para finalizar, en el capítulo 5 se presentan las principales conclusiones de este trabajo y aquellos aspectos que consideramos deben ser objeto de futuras investigaciones.