

DETERMINANTES DE LA DEMANDA POR TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

JOSÉ RAYMUNDO GALÁN GONZÁLEZ*



En el área metropolitana de Monterrey (AMM) cerca de tres millones y medio de personas generan poco más de seis millones de desplazamientos diarios, y el 65% lo hace en transporte público. En los últimos años se ha dado un incremento notable de vehículos que circulan por

la ciudad, esto ha generado una disminución en la velocidad promedio.

De acuerdo con el Consejo Estatal de Transporte de Nuevo León (CET), de seguir esta tendencia para 2020, los tiempos de viaje se incrementarán un 57%, en el caso del coche, y 44% en el de autobús. La cifra es preocupante en el sentido de que se requerirá un fuerte incremento del gasto en infraestructura; ante esto es necesario potenciar el uso de los medios públicos, con el fin de que esta tendencia no sea tan pronunciada. La Subsecretaría del Transporte de Nuevo León, en El Plan Sectorial de Transporte y Vialidad, propone diferentes estrategias, con el fin de incrementar en diez puntos porcentuales -es decir, hasta un 75%- el uso del transporte público.

□ El presente artículo está basado en la investigación «Determinantes de la demanda por transporte público y privado en el área metropolitana de Monterrey», galardonada con el Premio de Investigación UANL 2004 en la categoría de Ciencias Sociales, otorgado en sesión solemne del Consejo Universitario de la UANL, en septiembre de 2005.

Para ver si dichas propuestas son factibles, es necesario conocer el comportamiento de los usuarios, recurriendo a herramientas económicas que permitan cuantificar los cambios necesarios para lograr la meta propuesta.

El objetivo de este estudio es dar respuesta a esta cuestión, para ello se estiman dos modelos: 1) posesión de coches, 2) elección modal; los datos se obtuvieron de una encuesta de origen-destino realizada, en 2000, por el Centro de Investigaciones Económicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIE-UANL).

Con base en los resultados obtenidos, se estiman diferentes escenarios, a fin de observar el impacto que tendría, en el uso del transporte público, adoptar diferentes políticas, entre las que destacan: 1) la creación de carriles exclusivos para el autobús; 2) incrementos en el uso del coche; 3) disminución en los tiempos de acceso y espera del autobús.

El transporte privado

Junto al crecimiento poblacional, y motivado por un abaratamiento relativo en el precio de los coches, se ha observado un incremento de vehículos

* Facultad de Economía, UANL.

en el AMM. Tan sólo en los últimos diez años se duplicó su cantidad al pasar de poco más de trescientos setenta mil vehículos en 1989, a setecientos cuarenta mil para 2000; de éstos, cerca del 74% corresponden a coches particulares y el resto a autobuses, taxis, camiones y motocicletas (su evolución se puede observar en la figura 1). Este incremento, aunado a una disminución en el número de ocupantes promedio por coche, ha generado una caída en la velocidad media.

Respecto al número de hogares que poseen al menos un coche, de acuerdo con las Encuestas de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH), realizadas por el INEGI, entre 1992 y 2000, el porcentaje pasó de un 44% a un 53%; de acuerdo con esta misma fuente, el promedio de coches por hogar se incrementó un 26% en el mismo período, en 1992, la media de coches por hogar era de 0.55 contra 0.69 en 2000.

El sistema de transporte público

En 1940 se formalizó el concepto de área metropolitana, entonces el sistema de transporte contaba con 40 líneas compuestas por 535 unidades, utilizando un esquema de recorrido que partía del centro de algún municipio del AMM, con destino al centro de la ciudad de Monterrey -sistema radial.

Este sistema, aunado a un mecanismo de tarifas fijas, generó una disputa por mayores territorios por parte de los prestadores del servicio, ya que sólo incrementando el número de pasajeros transportados, o bien, teniendo un punto común de concurrencia de pasajeros -el centro-, se podía acceder a mayores ingresos.

Como consecuencia, se incrementó el recorrido

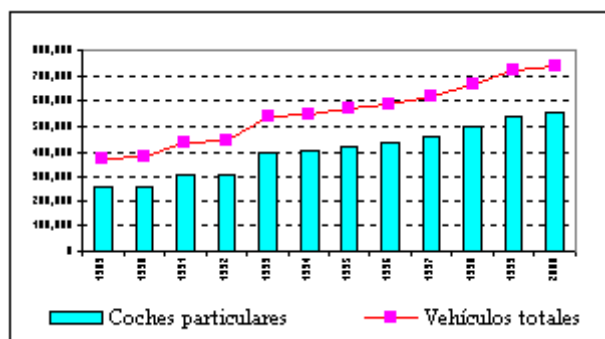


Fig. 1. Número de vehículos y coches particulares en el AMM, 1989-2000. Fuente: Sistema municipal de bases de datos, SIMABD-INEGI.

promedio de las líneas, pasando de 17.67 kilómetros en 1975 a 32.58 kilómetros en 1999, aumentando el número de kilómetros/vehículo en la misma proporción; generando, además, mayores tiempos de viaje, al disminuir las frecuencias de paso. En general, se puede decir que el sistema de transporte urbano ha decaído en la calidad del servicio.

Tendencias

Si bien es cierto que se han hecho esfuerzos por mejorar el transporte público, también es cierto que las políticas gubernamentales, en materia urbana,

Tabla I. Escenario esperado para 2020, de acuerdo con estimaciones del CET.

Criterio de medición	2000	2020
Número de viajes	6,380,052	9,442,878
Velocidad (km/hr):		
Coche	35	15
Autobús	18	10
Tiempo de viaje (minutos):		
Coche	22	50
Autobús	54	100

históricamente le han dado mayor importancia a las infraestructuras viales que favorezcan el uso de medios privados a costa de los públicos. Es importante señalar esto, porque hasta ahora se ha visto que la capacidad del gobierno para dotar de infraestructuras viarias es menor que la capacidad de los habitantes por incrementar el uso del coche, generándose un círculo vicioso.

De acuerdo con el Consejo Estatal de Transporte de Nuevo León (CET), de seguir las cosas como hasta ahora, para 2020 se incrementaría un 48% el número diario de viajes, con la consecuente saturación en las vialidades; teniendo como resultado un incremento en los tiempos de viaje, tanto públicos como privados; de acuerdo a las estimaciones del CET, mostradas en la tabla I, el tiempo de viaje promedio se incrementaría un 57% para el caso del coche y un 44% para el autobús.

Metodología

El modelo de posesión de coches

Train¹ es, sin duda, uno de los referentes en la estimación de modelos de posesión de coches; en su libro, *Qualitative Choice Análisis...*, estima un modelo formado, a su vez, por submodelos que describen, de forma independiente, el número de coches que se tendrán -posesión-, la marca y modelo, así como el número de millas recorridas por cada uno de éstos. Para el caso de la posesión de coches, Train estima la probabilidad de tener cero, uno o dos coches por hogar; utilizando un modelo de elección discreta donde la variable dependiente es el número de coches por hogar, considerando como variables explicativas: el nivel de ingreso, el número de personas, el número de trabajadores, la cantidad de viajes anuales per cápita realizados en transporte público -dentro del área donde se localiza el hogar-, y la utilidad media de elegir un coche de determinadas características -este valor lo obtiene a partir de un modelo previo de utilidad media.¹

Existen otros enfoques además del anterior (Galán);² no obstante, con base en la información disponible, en nuestro estudio se aplica la metodología propuesta por Train.¹ Para ello, se estima una ecuación aplicando un modelo Probit Binario del tipo:

$$V_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{Género} + \beta_2 * \text{Edad} < 26 + \beta_3 * \text{Edad} 26-36 + \beta_4 * \text{Edad} > 64 + \beta_5 * \text{Ingreso} + \beta_6 * \text{Autónomo} + \beta_7 * \text{Obrero} + \beta_8 * \text{Otro} + \beta_9 * \text{Personas} + \beta_{10} * \text{Dmástrab} + \beta_{11} * \text{Distcentro} + \beta_{12} * \text{Densidad} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde V_i , variable dependiente, es el número de coches por hogar; mientras que las variables explicativas son: 1) género; 2) edad del jefe de familia, dividido por rangos; 3) nivel de ingresos; 4) variables del tipo de empleo; 5) número de personas por hogar; 6) hogares con más de un trabajador; 7) distancia del hogar al centro; 8) densidad poblacional.

El modelo de elección modal

Para el caso de los modelos de elección modal, lo que se pretende es estimar el comportamiento de los individuos sobre el medio que utilizarán para realizar sus viajes, idealmente se deben considerar

todas las decisiones de los individuos, que va desde la elección del lugar de residencia y trabajo, hasta la compra de coche y la elección del modo utilizado. No obstante, en la práctica normalmente no se dispone de todas estas variables, por lo que algunas de las decisiones se toman como dadas, así, la única posibilidad es estimar el medio de transporte que utilizará un individuo. Otra limitante es que los viajes realizados se consideran fijos, esto es, se pueden estimar los cambios entre modos, pero no la generación de nuevos viajes. Considerando lo anterior, lo más común es utilizar los viajes al trabajo -*commuters*- como la muestra relevante, ya que, al menos a corto plazo, no se espera que una mejora en los medios de transporte aumente el número de viajes, ni cambie el origen o destino de los mismos.

En particular, para el caso de los modelos de elección modal, se destacan las aportaciones de McFadden (1975, 1978, 1981), Train (1986), Morrison y Winston (1985), Hensher (1985, 1987, 1989, 1997), entre otros.

En este caso, dado que sólo son significativos los datos de viajes en coche y autobús, serán las dos opciones que se manejen; es por ello que para la estimación del modelo de elección modal se utilizará un Probit Binario, cuya ecuación se expresa de la forma siguiente:

$$M_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{Difcto} + \beta_2 * \text{Tcoche} + \beta_3 * \text{Tbus} + \beta_4 * \text{Tapie} + \beta_5 * \text{Tespera} + \beta_6 * \text{Escolaridad} + \beta_7 * \text{Género} + \beta_8 * \text{Jefe} + \beta_9 * \text{Edad} < 26 + \beta_{10} * \text{Edad} 37-64 + \beta_{11} * \text{Edad} > 64 + \beta_{12} * \text{Distcentro} + \beta_{13} * \text{Densidad} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde M_i , variable dependiente, es el medio seleccionado, mientras que las variables explicativas son: 1) diferencia en costos (*Difcto*), la cual se obtiene del diferencial entre el costo de viajar en coches menos el costo del autobús; 2) tiempo en coche (*Tcoche*); 3) tiempo en autobús; 4) tiempo a pie (*Tapie*); 5) tiempo de espera (*Tespera*); 6) escolaridad, 7) género, 8) *dummy* para saber si el usuario es el jefe de familia; 9) edad, ésta se divide por rangos; 10) distancia al centro (*Distcentro*), y 11) densidad.

Resultados

Posesión de coches

De acuerdo a la ecuación (1), se estima un primer

modelo donde se incluyen todas las variables explicativas; sin embargo, algunas resultan no significativas, por lo que se opta por simplificar el modelo.

Al estimar el modelo simplificado se observa que si el hogar tiene un jefe de familia, es decir, un hombre, entonces la probabilidad de que ese hogar tenga coche se incrementa. Si el jefe de familia es mayor de 64 años, la probabilidad de poseer coche es menor, en comparación con el resto de grupos de edad. El nivel de ingreso muestra el efecto positivo esperado por la evidencia empírica, es decir, al incrementarse aumenta la probabilidad de poseer coche. En cuanto a la ocupación, se observa que para los obreros la tendencia a poseer coches será la menor de entre las consideradas; y el hecho de ser autónomo, la de mayor probabilidad, se debe recordar que dichas probabilidades son con respecto al empleado, que es la ocupación de referencia.

En cuanto al número de personas por hogar, se puede observar que existe un efecto positivo, esto es, una mayor necesidad por poseer coche al incrementarse el número de miembros en un hogar. Finalmente, las dos variables de localización consideradas (densidad y distancia del hogar al centro) resultan reveladoras con signo negativo, mostrando que si se trabaja en zonas densamente pobladas, o se habita en zonas distantes del centro de la ciudad, se desincentiva el poseer coche. Esto puede ser explicado por una mayor probabilidad de que dicha zona cuente con servicios públicos de transporte, para el primer caso. Con respecto al signo negativo obtenido en la distancia -que *a priori* se esperaba que fuera positiva-, puede explicarse por el hecho de que para el AMM, las zonas más alejadas del centro, con excepción de la zona sur, poseen un menor nivel de ingreso, 40% menos con respecto a la media para hogares con distancias al centro mayores a 13 kilómetros, de acuerdo con las observaciones de la muestra.

Una de las principales utilidades de este tipo de modelos es que permite estimar la elasticidad de las variables analizadas; en este caso, el más importante es la elasticidad de la posesión de coches con respecto al nivel de ingreso, con el cual podemos prever el efecto que tendría un aumento o caída sobre el número de coches que se poseen, los resultados obtenidos están dentro del rango de estudios previos, mostrando que si se incrementara un 10% en términos reales el ingreso para un individuo promedio, aumentaría en cuatro puntos por-

Tabla II. Estimación de la elasticidad en la posesión de coches, con respecto al ingreso.

Elasticidad para:	2000	AMM ¹
Percentil 25	0.22	0.35/0.61
Media	0.41	0.25/0.42
Percentil 75	0.51	0.44/0.76

¹Kain y El-Hifnawi (1994), para un estudio similar realizado en el AMM, referente a 1991 y 1993.

centuales el número de coches, y que el efecto será mayor en la medida que se posea un nivel más alto de ingreso.

Elección modal

A partir de la ecuación (2), se estima un primer modelo donde se incluyen todas las variables; no obstante, los resultados muestran que las variables de densidad poblacional, distancia al centro y las de edades mayores a 26 años, no son estadísticamente diferentes de cero, por lo que se opta por eliminarlas, estimando un nuevo modelo.

Considerando lo anterior, tenemos que los valores de los coeficientes muestran los signos esperados. El signo negativo de la constante muestra una mayor tendencia a utilizar el autobús, manteniendo todas las demás variables fijas. Con respecto al diferencial de costo, el signo negativo muestra que, en la medida en que se incrementa dicha diferencia, la probabilidad de utilizar el coche disminuye, recuérdese que la diferencia se hace con respecto al costo del coche.

En lo referente al tiempo de viaje en coche y autobús, los signos de sus coeficientes son negativo y positivo, respectivamente; lo que muestra que, en la medida en que se incremente el tiempo de viaje en el coche, se preferirá el uso del autobús y viceversa. El hecho de que el coeficiente del tiempo del coche sea mayor, en términos absolutos al del autobús, muestra una mayor valoración del tiempo para el coche. En cuanto al tiempo a pie y de espera, ambos muestran valores positivos, evidenciando que al incrementarse se incentivará el uso del coche. Para el caso de la escolaridad, se observa que al incrementarse el número de años, la probabilidad de utilizar el coche también aumenta, esto muestra el efecto esperado de que esta variable funciona como un *proxy* del nivel de ingreso.

Tabla III. Elasticidades directas y cruzadas en la elección modal.

Elasticidad del coche con respecto a:	
Precio del coche (directa)	-0.24
Precio del autobús (cruzada)	0.32
Tiempo de viaje del coche (directa)	-0.31
Tiempo de viaje del autobús (cruzada)	0.73
Tiempo a pie (cruzada)	0.19
Tiempo de espera (cruzada)	0.37

Elasticidad del autobús con respecto a:	
Precio del autobús (directa)	-0.41
Precio del coche (cruzada)	0.31
Tiempo de viaje del autobús (directa)	-0.99
Tiempo de viaje del coche (cruzada)	0.42
Tiempo a pie (directa)	-0.14
Tiempo de espera (directa)	-0.27

En cuanto al género y al hecho de ser jefe de familia, se observa que ser hombre y jefe de familia da una mayor facilidad para acceder al uso del coche familiar. Finalmente, para el caso de la edad, sólo es significativo el rango de edad de personas menores de 26 años, mientras que para edades mayores no existen diferencias, este efecto negativo muestra la poca facilidad de acceder al coche para este grupo de edad.

Con base en los valores de los coeficientes obtenidos, es posible estimar las diferentes elasticidades, tanto directas como indirectas, entre el uso del autobús y el coche, los resultados se muestran en la tabla III. Los valores de las elasticidades son muy útiles, ya que a partir de ellos se puede simular el efecto que tendría una política concreta, en este caso analizamos algunas de ellas.

Escenarios

1) *Disminución del tiempo de viaje en autobús.* La

creación de carriles exclusivos para autobuses incrementaría la velocidad promedio, esto es importante ya que debe recordarse que la elasticidad, con respecto al tiempo del autobús, es la más alta de las calculadas, -0.99, por lo que los cambios en este sentido pueden generar efectos de mayor magnitud; además, el valor de la elasticidad del tiempo cruzada también es alta, lo que implica que los incrementos en el tiempo de viaje del autobús favorecen notablemente el uso del coche y viceversa. De esta forma, de acuerdo con los cálculos realizados, al pasar de los 18 km/h actuales, a los 22 km/h -un aumento del 20%-, incrementaría 3.5 puntos porcentuales el uso del transporte público.⁴

2) *Incremento en el precio de la gasolina.* De acuerdo con la tabla III, la elasticidad con respecto al precio del coche es -0.24, mientras que la elasticidad precio cruzada es de 0.32; de esta forma, un incremento del 10% implicará una disminución en el uso del coche de 0.8 puntos porcentuales; sin embargo, si el cambio se hace de manera continua durante un período determinado, el uso del coche irá disminuyendo como porcentaje del total de viajes. Así, si se adoptara una política que incrementara la gasolina un 5% anual, desde 2004 hasta 2020, el resultado será una disminución gradual en su importancia relativa, pasando del 35% de 2000, al 33% en 2010, para finalmente llegar al 29% en 2020.

3) *Disminución en los tiempos de acceso y espera del autobús.* Otra política que se podría aplicar es la de reducir los tiempos de espera y a pie; la Subsecretaría pretende que, en promedio, una persona no tenga que recorrer más de tres cuadras para acceder al transporte público. Esto podría conducir a un incremento de tres puntos porcentuales en el uso del autobús -actualmente son siete. Respecto al tiempo de espera, que actualmente tiene una media de doce minutos, si se disminuyera a una media de ocho, el uso del autobús podría incrementarse en dos puntos porcentuales.

Discusión

La principal limitante de este estudio es la calidad en la información, ya que los datos provienen de un estudio realizado sobre un estrato concreto de la población -el medio bajo-, que, si bien es representativo, no permite observar con mayor fidelidad el comportamiento para el total de habitantes del AMM, por lo que en la medida que se cuente con una nue-

va encuesta de origen-destino, que represente todos los estratos, los resultados serán mejores.

A partir de este estudio se desprenden algunas enseñanzas, por ejemplo, en el caso de la posesión de coches, la elasticidad obtenida no ayuda a explicar el comportamiento observado en el AMM, esto puede explicarse por la falta de algunos factores importantes como el precio de los coches, que ha bajado en los últimos años; sin embargo, para poder incluir esta variable sería necesario un análisis dinámico, y actualmente no se cuenta con datos representativos para el AMM.

Finalmente, respecto a los resultados en los escenarios, se puede ver que son factibles algunos de ellos; sin embargo, se debe estar consciente de que los cambios porcentuales pueden variar, en particular por la calidad en la información, por lo que sería muy útil contar con información más detallada para diferentes zonas de origen-destino dentro de cada municipio.

A pesar de estas limitantes, se observa que aplicar este tipo de metodologías es útil para prever el resultado de aplicar distintas políticas de transporte.

Conclusiones

La estimación de las elasticidades en la posesión de coches muestra que, en la medida en que se ha incrementado el nivel de vida en el AMM, el número de hogares con coche aumentó, lo que ha generado una mayor congestión en las vialidades, ya que se han sustituido viajes que antes se hacían en autobús. Los resultados obtenidos en el modelo de elección modal son muy interesantes, porque a pesar de poseer valores de elasticidad menor a la unidad, una combinación entre diferentes políticas puede generar resultados interesantes.

En general, se observa que si bien es cierto que afectar los precios de los modos de transporte puede ayudar a cambiar la estructura de viajes, es el tiempo el que aporta un efecto mayor; por lo que incentivar políticas orientadas a disminuir los tiempos de viaje, a pie y de espera, pueden generar resultados favorables, si se pretende incrementar el uso del transporte público.

Resumen

Este artículo muestra los determinantes en la demanda por transporte público y privado para el caso de Monterrey y su área metropolitana; para ello se esti-

ma un modelo de posesión de coches y otro de elección modal; y a partir de éstos se crean posibles escenarios que permitan ver cuáles serían las políticas de transporte que pudieran incrementar en diez puntos porcentuales el uso del transporte público, uno de los objetivos establecidos por la Subsecretaría de Transporte de Nuevo León.

Palabras clave: Monterrey, Posesión de coches, Elección modal, Elasticidades.

Abstract

This paper examines the determinants to the demand for private and public transport in the metropolitan area of Monterrey. Two models representing car ownership and model selection were designed. These models allow us to create possible scenarios that permit us to preview what transport policies could increase the use of public transport in 10 percentage points, which is one of the objectives established by the Nuevo Leon Transport Bureau.

Keywords: Monterrey, Car ownership, Modal split, Elasticities.

Referencias

1. Train, K. (1986). *Qualitative Choice Analysis: Theory, Econometrics, and an Application to Automobile Demand*, MIT Press, pp. 137-140.
2. Galán, J. R. (2003). *Los modelos de posesión de coches y distribución modal, un enfoque teórico y empírico*. Universidad Autónoma de Barcelona, mimeógrafo.
3. McFadden, D., A. Talvitie, y Associates (1977). "Demand Model Estimation and Validation", *Urban Travel Demand Forecasting Project, Final Report, Vol. V*, University of California, Berkeley.
4. Galán, J. R. (2004). "Posesión de coches y elección modal: El caso del área metropolitana de Monterrey", *Ensayos*, vol. XXIII, No. 1, pp. 77-136.
5. Domencich, T.A. y Mc Fadden D. (1975): *Urban Travel Demand*, North-Holland Publishing Company.
6. Mannering, F. y Winston, C. (1985). «A dynamic empirical analysis of household vehicle ownership

- and utilization», *Rand Journal of Economics*, vol. 16, No. 2, pp. 215-236.
7. Matas, A. (1990). "Valoración de las respuestas individuales a cambios en la oferta de transporte, aplicación al área metropolitana de Barcelona", *Documentos de Trabajo*, No. 68/1990.