

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE DEFINEN LA NOCIÓN DE NIVEL DE SERVICIO EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE AUTOBUSES: EL CASO DE UN CORREDOR URBANO EN LA CIUDAD DE TOLUCA

Oscar Sánchez, Javier Romero, Néstor Valdez
Postgrado de Transporte - Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma del Estado de México
Cerro de Coatepec s/n. Ciudad Universitaria
50120. Toluca. Estado de México.
osanchez@uaemex.mx

RESUMEN

Con el propósito de aportar información que permita a la autoridad reguladora integrar una estrategia de mejora del transporte público, se identifica y determina el peso de los atributos que integran la noción de calidad de servicio del transporte público en un corredor urbano. En este corredor, varias empresas prestan sus servicios a tarifa fija lo que puede considerarse como un mercado en competencia por calidad. La técnica empleada para alcanzar dicho propósito se basa en encuestas de preferencias declaradas y el ajuste de modelos de elección discreta de tipo logit binario en los que se incluyen las variables socioeconómicas a partir de una especificación que incluye interacción entre las variables. Los resultados muestran que la *tarifa (costo del viaje)*, *el tiempo que está dentro del autobús (tiempo de viaje)*, *la forma de manejo del conductor*, y *el estado físico de los autobuses* son los atributos principales en la evaluación de la calidad del servicio.

1. INTRODUCCIÓN

El contexto en el que se encuentra inmersa la noción de calidad de servicio dificulta su medición. Quizá esta sea la razón por la que la mayoría de las valoraciones reportadas en la literatura se apoyan en la medición de los factores de desempeño del sistema de transporte (e.g. Lam y Bell, 2003), descuidando la componente subjetiva y los aspectos que determinan su valoración. Sin embargo, a partir de la extensión de los modelos de elección discreta al campo de la ciencias del transporte (e.g. McFadden, 1979 o Ben-Akiva y Lerman, 1985) la integración de esta componente es técnicamente factible. En este documento se emplean estos modelos y sus técnicas de colecta y ajuste para identificar y posteriormente determinar, el peso de los factores subjetivos que determinan el nivel de servicio en un corredor urbano en donde la tarifa es fija y las empresas concesionarias del servicio de transporte público de pasajeros compiten en términos de calidad.

El interés de cuantificar los factores que determinan la calidad del servicio tiene varias vertientes, las cuales están relacionadas con el usuario, los concesionarios y las autoridades reguladoras del servicio.

En primer lugar, se relaciona con la elección del modo o servicio de transporte. En un mercado donde las características de desempeño y costo de los modos existentes sean similares, es más probable que la calidad del servicio sea el criterio considerado por el usuario para elegir en qué modo desplazarse (competencia en calidad e. g. Tirole, 1988). Este caso, es bastante recurrente en las ciudades latinoamericanas en las que la prestación de servicios está concesionada a empresas privadas y varias líneas de transporte público comparten largos tramos de infraestructura. En segundo lugar, considerando que no existe integración entre los diferentes servicios de transporte de una ciudad (como es el caso de muchas ciudades del mundo y en particular en México), los concesionarios de los servicios de transporte (taxis, autobuses y microbuses), buscan atraer el mayor número de usuarios estableciendo una competencia entre los modos. Bajo este contexto, el concesionario estará interesado en tomar acciones que le permitan captar la mayor cantidad posible de pasajeros. La mejora de la calidad del servicio es una de las alternativas para lograrlo. En tercer lugar, dado que el servicio de transporte de pasajeros está a cargo de las autoridades públicas, teniendo en cuenta que libertad de tránsito un derecho de los ciudadanos y que dadas sus características, puede ser tratado como un bien semipúblico (e. g. Sánchez et al, 2003), éstas, deberían intervenir para garantizar a los usuarios la mejor calidad de servicio, al costo más bajo (maximizar el bienestar social). La definición de estrategias y acciones para alcanzar este objetivo requiere del diagnóstico y la valoración de la calidad del servicio actual.

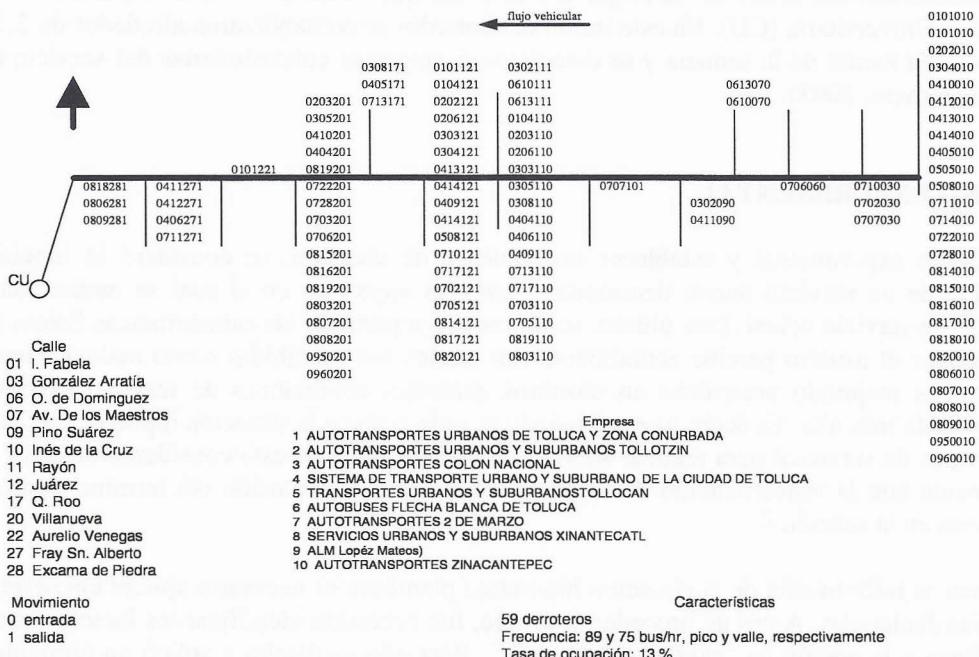
Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar una metodología que permite identificar y cuantificar la importancia de los factores que integran la noción de calidad de servicio, para el caso de un corredor urbano donde prevalece la competencia en calidad. En este sentido, se reporta su aplicación al caso de un corredor urbano de la Ciudad de Toluca, México. El propósito de esta tarea es obtener información que permita emitir recomendaciones a la autoridad reguladora para definir una política de mejora del servicio.

El documento se ha estructurado de la siguiente forma: primeramente se describen las condiciones que llevaron a elegir el corredor de estudio (sección 2), enseguida se describe el instrumento de colecta de datos y el diseño utilizado para realizar el experimento de preferencias

declaradas (sección 3) para posteriormente presentar los principales resultados obtenidos (sección 4). Finalmente, se emiten conclusiones y recomendaciones.

2. EL CONTEXTO DE ESTUDIO

A inicio de la década de los 80's, los servicios de transporte público en la Ciudad de Toluca pasaron de un modelo de producción directa de servicios, a una gestión delegada en el que la concesión a particulares se realiza por derroteros o rutas y la tarifa es fija en cualquier trayecto (tarifa plana). Las desventajas y consecuencias de este tipo de organización no son abordadas en este artículo, si bien puede ser considerada como el fondo del problema de la calidad del servicio. Por ahora se considera que esta organización prevalecerá en el corto y mediano plazo. El corredor objeto de este análisis es un eje vial que permite comunicar el oriente con el poniente, pasando por el centro de la Ciudad. Se denomina corredor Lerdo de Tejada (CLT) y en él prestan servicios 10 empresas que cubren 59 derroteros. La distribución de los derroteros en el corredor mencionado, se detalla en el esquema inferior en donde cada ruta ha sido identificado por 7 dígitos los dos primeros corresponden a la empresa, los siguientes dos al identificador de la ruta, el quinto y sexto indican el numero de la calle y finalmente el séptimo indica la ruta entra o sale del corredor.



Notación: los dos primeros dígitos identifican a la empresa; tercer y cuarto dígitos corresponden al nombre del derrotero (ver anexo correspondiente); quinto y sexto dígitos identifican la calle de entrada o salida del derrotero; último dígito identifica el movimiento.

Figura 1: Empresas y derroteros inventariados en el corredor Lerdo de Tejada.

Como puede observarse, existen derroteros que entran, salen o cubren secciones viales del corredor y sólo algunas empresas y derroteros lo cubren en su totalidad. Para elegir el caso de

estudio, los servicios y tramos viales que serían objeto del presente estudio se definieron los criterios siguientes:

- Que los usuarios estuvieran habituados a elegir entre diferentes líneas de transporte público. E este tipo de usuarios posee información importante respecto a factores y criterios de elección, los cuales interesa analizar. El contexto de elección se da en la práctica, cuando existen varias líneas de autobuses que se traslanan en un tramo importante de su recorrido y que a la vez cubren el origen y destino de un grupo de usuarios.
- Que los tiempos de recorrido medio de los usuarios a bordo del autobús, fueran lo suficientemente amplios (10-25 minutos) para aplicar encuestas cortas (10-15 preguntas) relacionadas con el nivel de servicio percibido y sus preferencias de elección modal,
- Que la variabilidad de los tiempos de recorrido en el curso del día fuera relativamente amplia (coeficientes de variación mayores al 25%). Es decir que la dispersión de los tiempos de recorrido representara alrededor de una cuarta parte del tiempo de recorrido medio. Esta condición permite dar credibilidad a los eventuales escenarios sobre reducción de tiempos de recorrido presentados a los usuarios.
- Que la población encuestada fuera heterogénea respecto a sus características socioeconómicas y de movilidad. Lo cual permite conocer el comportamiento y preferencias de los usuarios en conjunto y por estratos.

Con las consideraciones anteriores se eligió el tramo vial que va desde el boulevard Isidro Fabela hasta Ciudad Universitaria (CU). En este tramo del corredor se contabilizaron alrededor de 2, 200 viajes en un día medio de la semana y se detectaron 5 empresas concesionarias del servicio (ver detalles en Romero, 2005).

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el diseño experimental y establecer un contexto de elección, se consideró la hipotética introducción de un servicio nuevo denominado *autobús mejorado* en el cual se mejoraban las condiciones de servicio actual. Este último, se representó a partir de las características físicas y de desempeño que el usuario percibe actualmente (las cuales son percibidas como malas) mientras que el autobús mejorado presentaba en términos generales condiciones de servicio superiores pero a una tarifa mas alta. Es decir, el entrevistado se enfrentaba a la situación hipotética de elegir entre dos tipos de servicios para realizar su viaje. La implicación de esta consideración tiene que ver finalmente con la especificación del modelo a estimar y la inclusión del término constante como se vera en la sección 4.

Para obtener la información de la situación hipotética planteada es necesario aplicar encuestas de preferencias declaradas. Antes de proceder al diseño, fue necesario identificar los factores que los usuarios ligan a la noción de “calidad de servicio”. Para ello se diseñó y aplicó un conjunto de encuestas previas con el propósito de identificar y luego jerarquizar los factores que comúnmente son considerados como determinantes del nivel de servicio. Estos factores fueron obtenidos a través de dos fuentes: de una síntesis de aquellos reportados en la literatura para estudios similares (e. g. Ortúzar et al, 1997) y de un grupo focal. Con esta primera selección se obtuvieron los 13 factores siguientes que ya incluyen las opiniones del grupo focal respecto a la descripción y lenguaje: (1) Tarifa, (2) Forma de manejo, (3) Tiempo dentro del autobús, (4) Forma de pago, (5) Distancia de caminata, (6) Estado físico del autobús, (7) Tiempo de espera, (8) Identificación

visual del autobús, (9) Respeto de paradas establecidas, (10) Trato al usuario y apariencia del conductor, (11) Servicio a una hora establecida, (12) Asientos disponibles, (13) Información de las rutas en las parada.

Con estos factores se realizó una encuesta que fue aplicada a 32 personas (ver detalles en Romero, 2005), una muestra suficiente para los propósitos de jerarquización (Kocur, 1982). Los factores obtenidos fueron ordenados por su importancia a través de la técnica clásica de jerarquización (ver Romero, 2005 para los detalles). Así, se obtuvieron los 5 factores más trascendentes que componen la noción de nivel de servicio: *tarifa (costo del viaje)*, *el tiempo que está dentro del autobús (tiempo de viaje)*, *la forma de manejo del conductor*, *el trato al usuario y apariencia del conductor* y *el estado físico de los autobuses*. Con los cinco factores, se diseñaron escenarios hipotéticos aplicando la teoría del Preferencias Declaradas (PD). La estructura de esta encuesta constó de dos secciones, en la primera se interrogó sobre características socioeconómicas de los entrevistados como: ingreso, edad, el número de viajes y el motivo. Mientras la segunda sección, contenía el experimento de elección.

3.1 Selección de los niveles de variación de los factores

Los cinco factores mencionados se utilizaron para construir los experimentos en base a un diseño factorial fraccional (e.g. Galilea, 2002). Se utilizaron tres niveles de variación para los factores *tiempo de viaje de viaje (tv)*, *costo (cv)* y *el trato al usuario y apariencia del conductor (tuac)* y dos niveles para la *forma de manejo y el estado físico de los autobuses*. En el caso de los tiempos de viaje se emplearon los valores mínimo, máximo y promedio obtenidos en el corredor para asegurar el realismo de los valores presentados en las diferentes situaciones de elección. En lo referente al costo del viaje, se utilizaron dos valores superiores (+20 y +40%) y uno inferior (-20%) a la tarifa vigente (5 MXN, 1USD=11 MXN). En la tabla 1 se resumen los niveles de variación de cada factor considerado.

Tabla 1: Niveles Absolutos Asociados a los Factores

<i>tv (min)</i>	<i>cv (\$)</i>	<i>tuac</i>	<i>fmc</i>	<i>efa</i>
10	4	malo	malo	actual
15	6	regular	bueno	nuevo
25	7	bueno		

Es importante mencionar que la descripción de la opción *Autobús actual* permaneció fija durante la elaboración de todos los experimentos. Los valores retenidos fueron los valores medios existentes de tiempo (20 minutos) y costo (5 MXN), mientras que a los factores forma de manejo, trato al usuario y apariencia del conductor se les asignó el nivel de *actual*. Esta designación impide conocer con precisión que valoración otorga el usuario al servicio. Lo más conveniente para subsanar este problema sería solicitar al usuario que indicara la calificación que otorga a cada factor actualmente. Sin embargo, dadas las características actuales del servicio, se esperaría que en promedio los usuarios otorguen calificaciones bajas (malas) pues existe una percepción negativa del servicio de transporte público que esta generalizada en la población. Esta última consideración tiene implicaciones al nivel de la especificación del modelo econométrico como se comenta mas adelante.

Considerando los factores y los niveles de variación de la tabla 1 se obtiene un diseño factorial completo de 108 experimentos ($3^3 \times 2^2$). Con propósitos de adecuar la encuesta a un numero razonable de elecciones, se obtuvo un diseño fraccional de 16 combinaciones ortogonales (Kocur et al, 1982), las cuales fueron presentadas en dos bloques con ocho situaciones cada uno. Así, para obtener una replica completa es necesario que dos bloques sean contestados. Estas 16 combinaciones sólo permiten estimar efectos principales sin ninguna interacción¹ entre variables.

Se debieron realizar dos diseños preliminares antes de obtener el definitivo. Los problemas en los dos primeros diseños se debieron, en primer lugar, a que en algunos casos la combinación de los atributos de una alternativa resultaba dominante con respecto a la situación actual. En segundo, que las tarifas jugaron un papel determinante en la elección. Por ello, los encuestados nunca eligieron alternativas que incluían tarifas de 6 y 7 MXN. Para resolver el primer problema, el diseñador puede cambiar los valores asociados a un mismo atributo entre las opciones o se puede reetiquetar un atributo, manteniendo la diferencia pero cambiando la referencia. Lo anterior rompe con la ortogonalidad del diseño, pero permite obtener datos mejores, lo que se observa en estimadores de mejor calidad (Hojman et al, 2003). En cuanto al efecto disuasivo de la tarifa, se modificaron los niveles de variación. Así, los valores considerados fueron 5.5 y 6 MXN. En la tabla 2 se observan el plan experimental que se utilizó en la encuesta de PD.

Tabla 2: Situaciones de Elección Finales

Autobús mejorado				
<i>tv</i>	<i>cv</i>	<i>tuac</i>	<i>fmc</i>	<i>efa</i>
10	4	malo	malo	actual
10	5.5	regular	bueno	actual
10	6	bueno	bueno	nuevo
10	5.5	regular	malo	nuevo
15	5.5	regular	bueno	nuevo
15	5.5	malo	malo	nuevo
15	4	regular	malo	actual
15	5.5	bueno	bueno	actual
25	4	bueno	malo	nuevo
25	5.5	regular	bueno	nuevo
25	6	malo	bueno	actual
25	4	regular	malo	actual
15	5.5	regular	bueno	actual
15	5.5	bueno	malo	Actual
15	6	regular	malo	Nuevo
15	5.5	malo	bueno	Nuevo

3.2 Los datos de la encuesta de PD

La encuesta de PD se aplicó durante el mes de junio 2004. Se obtuvo una muestra de 167 encuestas, es decir, 1336 seudo-individuos. Se desecharon 11 de ellas, ya sea porque el entrevistado no cambió su elección en ninguno de los ocho escenarios que le fueron presentados o porque estaba incompleta. Además, se eliminaron 196 (14.6%) observaciones que eligieron la

¹ No se consideraron interacciones entre variables ya que escapa del alcance de este trabajo. Además, los efectos principales explican 80% o más de la varianza de los datos, ver Ortúzar (2000) o Louviere (2000).

opción de indiferente o se trataba de individuos lexicográficos en tiempo o costo (solo se detectó un encuestado). En Ortúzar (2000) se reporta un 35% de elecciones de indiferente para un caso de estudio. Considerando la identificación de un solo individuo lexicográfico y el porcentaje de indiferentes se tiene resultados aceptables de la encuesta. Así en las estimaciones se trabajó con una base de datos depurada de 1052 observaciones que representan el 78% de los datos recabados. La proporción de los escenarios presentados en bloque 1 y 2 fue de 48% y 52% respectivamente. En la tabla 3 se resume la distribución en porcentaje de las variables socioeconómicas de la muestra.

Tabla 3: Características de movilidad y SE de la muestra

Ingreso mensual (\$MN)	%	Viajes semanales	%	Motivo del viaje	%	Edad (años)	%	Género	%
Sin ingreso	20	1	11	Trabajo	6	menor de 18	10	Mujer	44
Entre 50 y 500	7	2	21	Escuela	24	entre 18 y 25	33	Hombre	56
Entre 501 y 1000	11	3	6	Compras	10	entre 26 y 30	19		
Entre 1001 y 1500	9	4	7	Trámite administrativo	5	entre 31 y 40	29		
Entre 1501 y 2000	12	5	50	Diversión	5	entre 41 y 60	8		
Entre 2001 y 4000	35	6	2	Visita familiar	4	más de 60	2		
Entre 4001 y 6000	4	7	1	Visita médico	7				
Entre 6001 y 8000	1	>8	2	Casa	33				
Mas de 8000	1								

4. MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El propósito de ajustar modelos de elección discreta es obtener el peso de los factores que determinan la elección de un servicio de autobús. Para ello, se incluyeron estos factores en la especificación de la función de utilidad del modelo de elección discreta. En este sentido, se estimaron modelos Logit Binarios cuya función de utilidad tiene la forma $U_n = V_n + \varepsilon_n$. La interpretación econométrica de esta especificación es que V_n representa la parte cuantificable de la utilidad mientras que ε_n representa aquella parte que no es posible medir (ver Ortúzar y Willumsen, 2001 para mas detalles). La componente V_n se determina a partir de atributos observables X_n , que tienen un peso β_n . En el caso analizado V_n , esta integrado por: *fmc*, *tuac*, *efa*, *cv* y *tv*. Los factores ligados al nivel de servicio (variables categóricas) fueron modelados como variables latentes o mudas mientras que el *cv* y el *tv* fueron tratados como variables continuas. Las variables socioeconómicas fueron introducidas a partir de interacciones con las variables de tiempo y costo (ver Rizzi y Ortúzar, 2003), es decir:

$$V_{iq} = \left(\alpha_0 + \sum_l \alpha_l S_{lq} \right) t_{iq} + \left(\beta_0 + \sum_l \beta_l S_{lq} \right) c_{iq} + \sum_j \left(\gamma_{0j} + \sum_l \gamma_{lj} s_{ljq} \right) b_{iq}^j + \gamma_0; i=1,2,3 \quad j=1,2,3 \quad (1)$$

La ecuación anterior representa la utilidad retirada, al elegir el modo de autobús actual o mejorado, por el estrato de usuarios q . La variable S_{lq} representa la característica socioeconómica l para el estrato de individuos q mientras que b_{iq}^j indica el conjunto de variables categóricas j relacionadas al nivel de servicio del autobús. Finalmente, los parámetros α , β y γ se obtienen a

partir de ajuste económico basado en el máximo de verosimilitud. En esta especificación se establece la existencia de una constante específica, γ_0 , puesto que las encuestas de PD ubicaban claramente al usuario en una situación hipotética en la que existirían dos servicios de transporte en autobús de forma simultánea. La constante, considerada desde el punto de vista de la elección de la alternativa mejorada, permite capturar, por un lado, el conjunto de atributos del nuevo servicio que se forman en el imaginario del encuestado y que no le son mostrados de forma explícita durante el ejercicio de elección y, por otro lado, los sesgos de política generados por la expectativa que la elección del nuevo servicio pueda llevar a las autoridades encargadas del servicio a tomar medidas para mejorarlo.

Las variables categóricas fueron tratadas como latentes (dummy) en las que el valor de 0 fue asignado al nivel más desfavorable (e.g. malo) solo en el caso del *tuac* se utilizaron 2 variables mudas. Para modelar la situación actual se consideró que todas las variables categóricas asumían el nivel más desfavorable. Este supuesto se apoya en el hecho que el servicio es bastante deficiente en la zona estudiada. Sin embargo, es una decisión de modelación de alguna forma arbitraria y que requiere sustentarse en un análisis más específico para determinar precisamente lo que el usuario entiende como situación “actual”: (una alternativa simple es que el usuario calificara al final del ejercicio de PD el estado actual de los factores considerados).

Las variables socioeconómicas (SE) colectadas durante la encuesta de PD fueron: edad (6 categorías), género e ingreso (9 categorías) tal como puede verificarse en la tabla 3. Después ajustar diferentes especificaciones se variables SE, se retuvo las siguientes categorías que resultaron ser las más significativas luego del ajuste econométrico: edad menor a 26 años (1 si el individuo tenía esta característica), hombre (idem) e ingreso medio (de 1.500 a 4.000 MXN, categorías 5 y 7 según tabla 3).

4.1. Análisis de los modelos obtenidos

En la tabla 4, se reportan 4 de los modelos estimados a partir de los datos de la encuesta PD. El primero, denominado “general sin SE”, ha sido estimado sin considerar las características SE de los usuarios y fue empleado como elemento de referencia. El segundo, “general con SE Standard”, incluye las características SE que se incorporaron a la función de utilidad de forma tradicional a partir de variables latentes. El tercero, “Interacción SE con Cv” incluye las variables socioeconómicas interactuando con el costo de viaje (ver ecuación 1) y en el cuarto, “Interacción SE Mixto” incluye la especificación descrita en la ecuación 1.

En general, se tienen modelos con signos correctos. Esto es, los factores cualitativos considerados como determinantes del nivel de servicio tienen signos positivos, lo que indica que su mejora repercute en el aumento del nivel de utilidad del usuario, mientras que los correspondientes al tiempo y costo del viaje son negativos lo que indica que reducen el nivel de utilidad al ser percibidos por el usuario como desutilidades. En la mayoría de los modelos ajustados, las variables categóricas consideradas son significativas a un intervalo de confianza de 95% a excepción del *Tuac bueno y regular* que resultó no significativo. Los términos constantes resultan ser significativos y negativos en todos los casos, esto indica, como ya se argumentó, que es factible que existan atributos adicionales que definen la elección del servicio mejorado pero que no fueron descritos de manera explícita en la encuesta PD. Para verificar lo anterior, se realizaron estimaciones sin considerar la constante, obteniéndose modelos con calidad pobre y contra

intuitivos. En primer lugar, los estadísticos se vuelven no significativos para el factor *forma de manejo del conductor*. En segundo lugar, el signo del factor *trato al usuario y apariencia del conductor* varía llevando con ella a una interpretación errónea de las funciones de utilidad. En tercer lugar, el valor del log likelihood en términos absolutos aumenta. Desde el punto de vista teórico es más correcto no incluir constante cuando las alternativas son físicamente idénticas. De hecho, la constante específica sólo permite que un modelo reproduzca en forma exacta la proporción de mercado de cada opción (Ortúzar y Willumsen, 2001) y en la caracterización empleada se utilizó un servicio ficticio que fue tratado como un alternativa diferente de la actual. A continuación se presentan algunos resultados relevantes para cada modelo estimado.

Respecto a la importancia de los factores que definen el nivel de servicio. En términos generales (modelos 1-3), se tiene que el factor cualitativo más importante es el *efa* (0.77), seguido de la variable *fmc* (0.53) y el *tuac* que no es significativo. Sin embargo, en términos relativos, el costo y luego el tiempo de viaje resultan tener el peso más relevancia en el valor de la utilidad, cuando se consideran las condiciones de un trayecto medio (tiempo de viaje 20 minutos y tarifa de 5.0 MXN). Los factores ligados con la calidad del servicio representan cerca del 50% del efecto del costo en la valoración de la utilidad y más del 150% del efecto del tiempo de viaje. En este sentido, si la autoridad reguladora desea aumentar el bienestar de los usuarios, sin modificar la tarifa, es más conveniente aplicar medidas que lleven a la mejora del estado físico de las unidades y la forma de manejo que la reducción del tiempo de viaje. La evaluación del excedente del consumidor (e.g. Small y Rosen, 1981) para cada uno de estos casos, permitiría justificar esta aseveración.

Se observa (modelo 4) que la población de más de 25 años le otorga mayor importancia al costo del viaje, a la forma de manejo adecuada del conductor y al buen trato y apariencia del conductor. Estos resultados podrían estar ligados con los aspectos de seguridad en el traslado. Los hombres por su parte son más sensibles al costo del trayecto que las mujeres. Como era de esperarse (modelo 3), la población con ingresos medios resiente más los efectos de la tarifa del viaje con respecto a la población de ingresos bajos quienes de alguna forma no pagan directamente este costo (modelo 3 y 4). La información obtenida con los modelos de interacciones (modelos 3 y 4) permiten profundizar el análisis en cuanto a la disponibilidad a pagar por la mejora en el servicio y en cuanto a los gustos de los usuarios (e.g. Videla y Alvarez, 2003) por lo que serán objeto de futuras análisis.

4.2. Valor subjetivo del ahorro del tiempo de viaje (VSATV)

El VSATV se estimó para cada modelo según se reporta en la tabla 4. Es preciso mencionar que para el CLT se analizaron viajes urbanos, con una variación en el tiempo de viaje entre 10 y 25 minutos. Estos tiempos de viaje son la posible explicación de valores relativamente bajos para los VSATV aquí reportados. Así, por ejemplo, en Sanchez et al (2004) se reportan valores del VSATV entre 30-140 MXN/h con media 67 MXN/h. Para viajeros que recorren en autobús 64 Km. (90 minutos de tiempo de viaje) para acceder desde la ciudad de Toluca al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Aunque es preciso aclarar que para este caso se trata de un viaje interurbano. Pero, a pesar de eso, creemos que los resultados son consistentes ya que el VSATV está ligado con la duración del tiempo de viaje. En efecto, Si se considera un contexto interurbano en el que generalmente un viaje tiene una duración muy amplia, supongamos 3 horas, y se le ofrece una alternativa con una reducción de una hora de viaje, se esperearía que un usuario

estuviera dispuesto a pagar un monto elevado con tal de asignar esta hora ahorrada a otras actividades. En el caso urbano, donde la duración de viaje en la mayoría de los casos no supera la hora, los eventuales ahorros en el tiempo de viaje se dan en términos de minutos y este ahorro solo permite dedicarlo a la realización de actividades de corta duración o alargar una actividad que aumente el bienestar del usuario. Es decir, la disponibilidad a pagar por un ahorro de tiempo se vuelve marginal en la medida que este ahorro pueda ser asignado a actividades alternativas. En este sentido, se espera obtener VSATV bajos en el caso de tiempos de recorrido cortos con respecto a los VSATV obtenidos en viajes de mayor duración. En este sentido, con las especificaciones estándar (modelos 1 y 2) se obtienen valores medios de 6.66 MXN/hora. La especificación con interacción con el costo arroja información más precisa indicando que para los usuarios de ingresos bajos se tiene alrededor de 3.25 MXN/hora y más del doble para los aquéllos de ingresos medio. Esta información contrasta con la de la especificación que incluye todas las interacciones y que al mismo tiempo es econométrica más robusta en el sentido del valor de máxima verosimilitud. Si bien la proporción entre el VSATV de los ingresos más bajos con respecto a los medios se mantiene, el valor absoluto se reduce en alrededor del 30%.

5. COMENTARIOS FINALES

En el presente documento se ha reportado, por un lado, el proceso de identificación de los factores que forman el vector de calidad de servicio y por otro lado, la aplicación de los modelos de elección discreta para obtener una valoración de cada uno de los factores según las preferencias de los usuarios del servicio de autobuses en un corredor urbano donde existe una competencia no controlada de empresas que prestan el servicio. Los resultados muestran que de los atributos subjetivos considerados, *el estado físico de los autobuses, la forma de manejar del conductor* son, en ese orden, los más importantes para los usuarios. Los atributos físicos del servicio como *el costo y el tiempo de viaje* son también considerados siendo el primero la componente de mayor importancia en la especificación de utilidad lineal utilizada.

La importancia que le acuerdan los diferentes estratos de la población a los atributos mencionados, proporciona elementos de decisión a la autoridad reguladora con el propósito que defina medidas que le permitiera integrar una estrategia de mejora del transporte público en la ciudad. Esta mejora del servicio, no necesariamente redundará en un beneficio económico para la sociedad, sino más bien en un aumento del bienestar social (excedente del consumidor) o en su caso, un eventual incremento de nuevos usuarios del transporte público atraídos por la calidad del servicio (demanda inducida). Sin embargo, para propósitos de extender estas conclusiones, es necesario considerar el efecto de red, ya que los resultados mostrados corresponden a las particularidades de un corredor urbano.

Durante la modelación, el usuario se consideró aislado para suponer que la elección del servicio para su traslado fuera únicamente explicado por las variables que se eligieron como determinantes (subjetivas y de desempeño). Es decir, los factores debidos a las circunstancias de movilidad no fueron considerados (e.g. el viajero acompañado adopta actitudes y toma decisiones no siempre similares a la situación, cuando viaja solo). Por otra parte, se introdujo el aspecto de la mejora de la calidad en el transporte público, considerando dos tipos de servicio de autobuses en un corredor urbano. El primero, se modeló a partir de las características físicas y el desempeño que el usuario percibe actualmente. El segundo, se caracterizó admitiendo que estas dos últimas

características se mejoraban en un servicio ficticio o hipotético a cambio de una tarifa mayor. En este sentido, es importante resaltar que existe una diversidad importante en la calidad de servicio que se brinda actualmente en el corredor. Por ello, aunque en los cuestionarios se reitera a qué corredor se refieren las preguntas, se desconoce a ciencia cierta si la respuesta obtenida se basa en las características del servicio del mencionado corredor (usuarios habituales) o de la red en su conjunto (usuarios eventuales).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento aportado por los proyectos CONACyT 41078 y UAEM 1816/2004 así como los comentarios de Víctor Cantillo y Marcela Munizaga.

REFERENCIAS

- Armostrong, P., R. Garrido y J. de D. Ortúzar. (2001) Confidence intervals to bound the value of time. *Transportation Research* 37E, 143-161.
- Galilea, P. V. (2002) Preferencias declaradas en la valoración del nivel de ruido en un contexto de elección residencial. Tesis de grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería. Santiago de Chile, 103-112.
- Hojman, P., J. de D. Ortúzar and L. Rizzi. (2003) El valor de la reducción de accidentes fatales y no fatales graves en carretera. *Actas XII Congreso Chileno de Ingeniería del Transporte*. Santiago, Chile.
- Lam, H. K. L., M. Bell. (2003) *Advanced Modeling for Transit Operations and Service Planning*. Oxford: Pergamon.
- Kocur, G., T. Alder., W. Hyman and B. Aunet. (1982) Guide to Forecasting Travel Demand with Direct utility Assessment. Report N° UMTA-NH-11_0001-82, *Urban Mass Transportation Administration, U.S. Department of Transportation*, Washington, D.C.
- Louviere, J., D. Hensher, and J. Swait. (2000) *Stated Choice Methods: Analysis and Application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ortúzar, J. de D., A. Ivelic and A. Candia. (1997) User perception of public transport level of service. *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*. Editado por Stopher P. y Lee-Gosselin M. Pergamon.
- Ortúzar, J. de D. (2000) Modelling route and multimodal choices with revealed and stated preferences data. En J. de D. Ortúzar (Ed.), *Stated Preference Modelling Techniques, Perspectives 4*, PTRC Education and Research Services Ltd., Londres.
- Ortúzar, J. de D. y L Willumsem. (2001) *Modeling Transport*. London: Wiley.

Rizzi, L.I y J. de D. Ortúzar. (2003) Stated Preference in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis and Prevention* 35, 9-22.

Romero, J. (2005) Determinación de los factores que definen la noción de calidad de servicio en el transporte urbano; el caso del corredor Lerdo de Tejada en la ciudad de Toluca. Tesis de Maestría. FI-UAEMEX. México (en imprenta).

Sánchez, O. (2002). Movilidad y oferta del transporte colectivo en el corredor Lerma-Toluca (diagnóstico). Documento de trabajo 005. CIITRA-UAEMEX, México.

Sánchez, O. (2003) Estudios preliminares para la planeación integral del transporte, el caso del corredor Toluca-Lerma. **Reporte técnico final**. FI-UAEMEX, México.

Sánchez, O., A. Castro, A. Gordillo y T. Fraga. (2004) Valor subjetivo del tiempo ante la reubicación de una infraestructura aeroportuaria: el caso de los viajeros Toluca-Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. **Memorias del XIII Congreso Panamericano de Ingeniería de los Transportes**. CD. Albany Nueva York.

Small, K. y Rosen (1981) Applied Welfare Economics of Discrete Choice Model. *Econometrica* 49, 105-130.

Tirole., J. (1988) **The theory of industrial organisation**. Massachussets: MIT press.

Train, K. (2003) **Discrete choice methods with simulation**. New York: Cambridge University Press.

Videla, J. y R. Alvarez. (2003) Introducción de variaciones en los gustos determinísticas en preferencias declaradas multimodal. *Actas XII Congreso Chileno de Ingeniería del transporte*. Santiago, Chile.

Tabla 4: Modelos estimados

	1	2	3	4					
Variable explicativa	General sin SE	General con SE estándar	Interaccion SE con Cv	Interaccion SE Mixto					
Estado fisico Autobús: Mejorado	0.777 (5.67)	0.775 (5.64)	0.771 (5.58)	0.917 (3.451)					
Forma de Manejo del Conductor: Buena	0.538 (3.43)	0.538 (3.43)	0.537 (3.41)	0.707 (2.36)					
Trato al Usuario y Apariencia del Conductor: buena	0.045 (0.25)	0.06 (0.334)**	0.049 (0.275)**	0.197 (0.364)**					
Trato al Usuario y Apariencia del Conductor: Regular	0.125 (0.8)**	0.131 (0.84)**	0.130 (0.828)**	(-0.327 (1.13)**					
Teempo de Viaje	-0.050 (-4.06)	-0.049 (-3.98)	-0.050 (-4.08)	-0.038 (-1.47)*					
Costo de Viaje	-0.45 (-3.84)	-0.44 (-3.78)	-0.921 (-4.704)	-0.971 (-3.93)					
Edad (menores de 25 años)	--		0.036 (1.96)	-0.0046 ^a (-0.178)**	-0.0489^b (-1.93)*	-0.0046 ^c (-0.178)**	-0.431^d (-1.554)*	-0.0565^e (-1.581)*	0.0673^f (2.30)
Genero (hombre)	--		0.170 (1.557)*	-0.020 ^a (-1.094)**	-0.184 ^b (1.135)**	-0.020 ^c (-1.094)**	-0.152 ^d (-1.034)**	0.022 ^e (0.852)**	-0.002 ^f (0.015)**
Ingreso medio (1.5-4 KMXN/mes)	--		0.417 (2.257)*	0.0026 ^a (0.103)**	0.0458^b (1.819)*	0.0026 ^c (0.103)**	0.255 ^d (0.26)**	-0.193 ^e (-0.543)**	0.227 ^f (0.770)**
Constante específica (servicio nuevo)	-0.94 (-5.42)	-1.075 (-5.13)	-0.941 (-5.397)	-0.909 (-5.18)					
log verosimilitud	-702.43	-701.45	-699.27	-685.88					
ro2	0.036	0.038	0.041	0.025					
VSATV (MXN/hr)	6.66	6.63							
VSATV (Ingreso medio)			7.19	4.98					
VSATV (Ingreso bajo)			3.26	2.35					
Observaciones	1052	1052	1052	1052					

* significativos al 85% del intervalo de confianza

** no significativos

a: variable SE latente evaluada con el tiempo de viaje

c: variable SE latente evaluada con el efa

c: variable SE latente evaluada con el Tuac Bueno

b: variable SE latente evaluada con el costo de viaje

d: variable SE latente evaluada con fmc

d: variable SE latente evaluada con el Tuac Regular