

**Indicador para evaluar el atributo de la comodidad en el transporte público,
para la estimación de Modelos de Elección Discreta**
**Indicator to assess the comfort attribute in public bus transport, for the
Estimation of Discrete Choice Models**

Saúl Antonio Obregón Biosca¹

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería

Autor para correspondencia: Saúl Antonio Obregón Biosca, E-mail: saul.obregon@uaq.mx

Resumen

Introducción: La percepción de la comodidad en el transporte público es heterogénea debido a que sus usuarios lo son en sí, y la elección de viajar en dicho medio de transporte es un proceso que refleja diferentes actitudes de usuario, entre las que se encuentran sus características socioeconómicas. Relacionar características del usuario y su nivel de comodidad percibido puede estimarse mediante métodos estadísticos y logísticos con la finalidad de determinar la probabilidad de empleo del medio.

Método: A partir de una encuesta Origen Destino aplicada en la Zona Conurbada de Querétaro y considerando que el costo generalizado del viaje en automóvil es inferior al del transporte público, la presente investigación presenta la estimación de atributos para ambos medios, por un lado, un proceso para la obtención del atributo de la comodidad en el transporte público y por el otro, un índice del costo generalizado para el automóvil.

Resultados: En los modelos estimados, el atributo del medio de transporte calculado bajo el procedimiento reportado refleja una menor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte, si se tiene un mayor nivel de comodidad en el transporte público. Además, considerando la relación intrínseca en el atributo del automóvil, entre más similar es el costo

generalizado en transporte público y el del automóvil, más cercano a cero y menor utilidad plantea el automóvil, rigiendo así el atributo de la comodidad en el transporte público.

Discusión o Conclusión: Se comprueba que la percepción de comodidad en el transporte público está relacionada con la elección de dicho medio. Respecto al atributo del automóvil el indicador presentado muestra que entre menor es el costo generalizado del viaje en automóvil y mayor el del autobús, lo cual genera una mayor probabilidad del uso del primer medio, lo anterior, considerado para ciudades como la del caso de estudio, en las que el costo generalizado en automóvil (considerando los parámetros expuestos) será menor que el costo generalizado en transporte público, principalmente por los tiempos totales de viaje.

Palabras clave: atributo del medio; comodidad; costo generalizado; modelos de elección discreta; transporte público; movilidad; automóvil; probabilidad; ciudad; territorio; transporte; costos; usuarios

Abstract

Introduction: The perception of comfort in public bus transport is heterogeneous like the diversity of its users, and the choice of travel in such a mode of transport is a process that reflects different user attitudes, among which are its socioeconomic characteristics. Relating features of the user and their perceived level of comfort can be estimated by statistical and logistical methods in order to determine the probability of choosing the mode.

Method: Based on the origin-destination survey, applied in the urban area of Querétaro, and considering that the generalized cost of car travel is lower than that of public bus transport, this research shown a procedure to the estimation of attributes for both modes. For example, one side, a process for obtaining the attribute of comfort on public bus transport and on the other, a generalized cost index for the automobile.

Results: In the estimated models, the attribute of the transport modes, under the reported procedure, reflects a lower probability of choosing the private car if the public bus transport have a higher level of comfort. In addition, considering the intrinsic relationship in the car attribute, the more similar the generalized cost of public transportation and that of the automobile, closer to zero and the lower utility the car raises, thus ruling the attribute of comfort in the public bus transport.

Discussion or Conclusion: It is found that the perception of comfort on public bus transport is related to the choice of such modes. Regarding the car attribute, the indicator presented shows that

the lower the generalized cost of car travel and the greater the cost of the bus, which generates a greater likelihood of choosing the first mode. The above, considered for cities such as that of the case study, in which the generalized cost of cars (regarding the above parameters) will be less than the generalized cost of public transportation, mainly due to total travel time.

Keywords: mode attribute, comfort, generalized cost, discrete choice models, public bus transport; mobility; car; probability; city; territory; transport; costs; users

Recibido en: 03-04-2020

Aceptado en: 05-06-2020

Introducción

La demanda de servicios de transporte tiene características que la diferencian claramente de la demanda de otros bienes y servicios (Ortúzar y Willumsen, 2008). No se demanda viajar *per se*, si no que se hace con el objetivo de realizar una actividad en un tiempo y espacio específicos. En este sentido, Ortúzar y Román (2003) y Espino *et al.* (2004) coinciden en que un sistema de transporte debe ser capaz de satisfacer la demanda a los usuarios. Sin embargo, para satisfacer la demanda se requiere la interacción de la infraestructura, los servicios y un sistema de gestión (Ortúzar y Román, 2003). Holmgren (2007) expone que es necesario buscar que los usuarios de vehículo privado prefieran el transporte público (TP), y para lograrlo, algunas políticas tales como la mejora en la calidad podrían motivar a los usuarios del automóvil a ser usuarios de TP. Lo anterior, induciría efectos positivos en mitigar la congestión, contaminación atmosférica y ruido (Tennøy, 2010).

En Redman *et al.* (2013) se sostiene que existen atributos de calidad al transporte público que, siendo mejorados, atraerían a los usuarios del vehículo privado, por ejemplo, la información, la seguridad y la comodidad, son mencionados en Castellanos y Fruett (2013), resaltando que el parámetro con mayor desafío en su medición es la comodidad, debido a que depende de la percepción humana.

Strandemar (2005) expone que evaluar con objetividad la comodidad permite su repetitividad, y así, es posible contrastar y definir escalas; aunque el realizar dichas estadísticas para Lin *et al.* (2010) es una tarea costosa en términos de recursos humanos, recursos económicos y tiempo. Por lo anterior, es necesario desarrollar métodos y procedimientos que faciliten dicha tarea, debido a que medir la comodidad percibida por los pasajeros del TP es fundamental para la mejora continua del servicio. De acuerdo a lo reportado en Eboli y Mazzulla (2011) la percepción resulta heterogénea en términos de sus comportamientos, edad, género, características económicas, entre otras, y definir un viaje a partir de la comodidad es un proceso mental donde participan las actitudes del usuario, estado psicológico, preferencias y nivel socioeconómico (Batarce *et al.*, 2015).

En Espino *et al.* (2004) mencionan que la demanda del TP está directamente ligada con la necesidad de ofertar lo que los usuarios perciben como su mejor opción para que realicen su elección. De aquí surge la necesidad de que el TP sea capaz de competir con el vehículo privado, a través de mejoras en su calidad como lo es la comodidad, y ello conlleva a plantearse el proceso adecuado para medir los parámetros de comodidad percibidos por los usuarios (Eboli y Mazzulla, 2011), y en coincidencia con Barabino y Deiana (2013), es necesario incluir factores que no se han relacionado entre ellos en metodologías previas como: el tiempo de espera, los lugares disponibles, el tiempo de trayecto, la ergonomía en los asientos, los sentimientos de satisfacción/insatisfacción de los clientes, mediante preferencia declaradas, en coincidencia con lo reportado en Tyrinopoulos y Antoniou (2008) y Li y Hensher (2012).

Por lo anterior, la presente investigación considera la satisfacción/insatisfacción percibida en el TP en el atributo de la comodidad, con el objetivo de analizar la relación entre la percepción y las características socioeconómicas usuarios. Para ello, se define en el caso de estudio, qué parámetros son significativos en los modelos de elección discreta estimados, y mediante el desarrollo de una metodología que utiliza el Proceso de Jerarquía Analítica, se valoran los parámetros de calidad percibidos en el transporte público.

Marco teórico

Desplazarse es una de las necesidades primordiales como ser humano, y para ello es necesario un medio de transporte (Ortúzar y Willumsen, 2008). Zatti (2012) manifiesta que el TP es un servicio público diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios en una región, por lo tanto, Espino (2003) sostiene que se requiere una planificación a corto y largo plazo que tome en cuenta los distintos atributos que la demandan.

Fellessen y Friman (2008) exponen que existe una necesidad importante de evaluar lo que oferta la empresa de TP (producto y servicio ofrecido) y cómo reaccionar ante ello, y mediante indicadores de satisfacción, predecir cómo se comportarán los usuarios del TP y tomar decisiones que contribuyan a su mejora (Fornell, 1992). Andreassen (1995) afirma que la satisfacción del cliente en el TP depende de tres variables: el costo generalizado del viaje, las opciones de precios y el diseño de la estación, sin embargo, Foote (2004) realizó un estudio en Chicago con el objetivo de determinar qué medidas estratégicas mejoran el rendimiento y calidad del transporte público. Encontró parámetros para aumentar el nivel de satisfacción en la comodidad de los usuarios dentro y fuera del autobús. Dentro del autobús: la disponibilidad de asientos, limpieza, espacio libre de grafitis, seguridad y temperatura adecuada. Fuera del autobús: paradas de autobús limpias, con asientos, disponibilidad de refugio y el tiempo que de espera. Siguiendo esta línea, en el estudio de Fellessen y Firman (2008) analizan ocho ciudades europeas, en ellas confirmó la influencia de la comodidad en la satisfacción. Los parámetros más relevantes que los usuarios reportaron son: la forma moderna del TP, la limpieza, y el número de asientos. Wall y McDonald (2007) realizaron un estudio donde se midió la satisfacción percibida en Winchester, Inglaterra, al implementar medidas de calidad de la asociación en el autobús (*Quality Bus Pathership*, QBP). Sus resultados mostraron que las tres influencias más positivas son: la frecuencia, la comodidad del viaje y la información de los viajes.

Eboli y Mazzulla (2011) sostienen que el punto de vista de los pasajeros es primordial para evaluar la calidad del TP, a partir de indicadores subjetivos y objetivos se puede determinar la percepción en la satisfacción. En la misma línea, Tyrinopoulos y Antoniou (2008) emplean métodos estadísticos para analizar el nivel de satisfacción (incluida la comodidad). Por su parte Iseki y Taylor (2008) emplearon la escala de *Likert* de cuatro puntos y una escala verbal para calificar. A partir de las respuestas de los encuestados, clasificaron la importancia de cada atributo respecto al total de las respuestas válidas. Encontraron que los atributos más significativos para los

usuarios del TP son la comodidad y el nivel de satisfacción. Lin *et al.* (2010) propusieron un sistema de medición de comodidad llamado CMS, en él, calificaron sus experiencias diarias en el TP para medir el nivel de comodidad en cada trayecto.

La comodidad

La elección del medio de transporte por parte del usuario depende de factores tales como el tiempo de viaje y traslado, costo total, comodidad, confiabilidad y la experiencia total en el viaje (Imre *et al.*, 2017). Uno de los principales criterios que afectan la satisfacción de los clientes en el transporte público es la comodidad, demostrándose como uno de los factores más relevantes en la consideración de los usuarios (Andaleeb *et al.*, 2007; Disney, 1998; Eboli y Mazzulla 2011). Imre y Çelebi (2017) mencionan que la comodidad del viaje se define como la facilidad del uso de las instalaciones, forma de conducción por el operador, condiciones ambientales, instalaciones complementarias y ergonómicas.

Algunos autores relacionan la comodidad del transporte público con la dinámica. Por ejemplo, Castellanos y Fruett (2013) se centran en factores tales como el estilo de conducción y los efectos de la vibración y el movimiento, mientras que George *et al.* (2013) consideran los efectos de viajar de pie en el TP y la tasa de aceleración. En la **Tabla 1** se exponen diversas variables de comodidad analizadas y su objeto de estudio.

Tabla 1. Variables de comodidad reportadas.

Table 1. Reported comfort variables.

Autor	Variable de comodidad analizada	Objetivo de estudio
Redman <i>et al.</i> (2013)	Acceso a cinturón de seguridad, nivel de ruido, manejo del conductor y aire acondicionado.	Contribuir a comprender los aspectos de la calidad del TP que posiblemente atraerían a conductores de vehículos probados.

Castellanos y Fruertt (2013)	Aceleración y velocidad del autobús, índice de confort.	Desarrollar un sistema que evalúa los factores del movimiento dinámico que afectan la comodidad el TP.
Eboli y Mazzulla (2011)	Acumulación de personas dentro del autobús, aire acondicionado y limpieza.	Medir la calidad del servicio de TP.
Strandermar (2005)	Vibración y ruido del vehículo.	Desarrollar métodos sensitivos para evaluar la comodidad del viaje.
Batarce <i>et al.</i> (2015)	Congestionamiento en el TP, relajación durante el viaje, confianza en la hora de llegada, flexibilidad al elegir la hora de salida, facilidad de viajar con niños y maletas, seguridad, espacio disponible, asientos cómodos, accesibilidad a pasamanos, ventilación, temperatura, información de ruta e higiene y subida y bajada sin dificultad.	Analizar los atributos de comodidad en el sistema Bus Rapid Transit Systems (BTS).
Tyrinopoulos y Antoniou (2008)	Puntualidad, seguridad, distancia de viaje, limpieza, comportamiento del conductor y condiciones de espera.	Percepción del pasajero del en sistemas de TP.
Foote (2004)	Disponibilidad de asientos, limpieza, espacio libre de grafitis, seguridad y temperatura adecuada.	Mejorar el rendimiento del TP.
Wall y McDonald (2007)	Comodidad dentro del autobús en el viaje.	Mejorar la calidad del TP en Winchester.
Iseki y Taylor (2008)	Limpieza, suficiente espacio para sentarse, si el refugio de espera (parabús) protege de lluvia y sol, facilidad para conseguir ayuda, información de rutas, tiempo de espera, seguridad, iluminación.	Reducir la percepción negativa (cargas) fuera del vehículo.
Lin <i>et al.</i> (2010)	Vibraciones, comodidad dentro del autobús durante el viaje.	Medir la comodidad en el TP mediante dispositivos modernos.
Fellesson y Firman (2008)	Forma moderna del autobús, limpieza, y número de asientos disponibles.	Comparar la percepción de satisfacción del TP en ocho ciudades europeas.

Fuente: Elaboración propia.

Source: Own.

Modelos de elección discreta

Los modelos desagregados para estimación de la demanda consideran a los individuos o las familias, en lugar de las zonas geográficas como unidad de análisis (Fisher, 1993). Consideran que la demanda de transporte se genera en la toma de decisión individual maximizando las preferencias por parte de los usuarios del sistema (McFadden, 1997). Fischer (1993) y Ortúzar y Willumsen (2008) señalan que los modelos de elección discreta tienen las siguientes propiedades: I) Pretenden explicar el comportamiento individual relativo a la conducta del usuario; II) Se estiman utilizando datos individuales, minimizando errores por agregación, y III) Son probabilísticos, en el sentido de seleccionar cada alternativa. Así, el individuo selecciona entre varias alternativas posibles la que le genera mayor utilidad, siendo excluyentes las alternativas.

Ortúzar y Willumsen (2008) exponen que la elección discreta se refiere a la elección de la alternativa de transporte de los individuos frente a conjunto finito de posibilidades, considerando como marco de referencia la teoría de utilidad aleatoria. Así, la probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa está en función de sus características socioeconómicas, y que tan atractiva es esa alternativa. Si bien, las alternativas por si solas no producen utilidad, sino que la utilidad se deriva de las características de las alternativas y de las características de los individuos (Lancaster, 1966), es decir la utilidad de una alternativa puede variar entre cada individuo. Los tres elementos que son necesarios para estimar un modelo de elección discreta según Moreno (2011) son: I) Las opciones de transporte disponibles; II) Las variables que son influyentes en tomar la decisión de viajar (divididas en el atributo del medio y las características del individuo), y III) El modelo que representará las posibles opciones de elección. Según el número de alternativas se define el modelo, los modelos *Logit* son parte de los modelos de elección discreta, donde se representa la parte matemática mediante la función *Logit* (logística) para la estimación de la probabilidad, garantizando que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, tomando el valor de 1 la elección del usuario.

La teoría de utilidad aleatoria

La elección del medio de transporte entre un conjunto de opciones finitas se puede modelar mediante la Teoría de la Utilidad Aleatoria (TUA). La TUA es el fundamento teórico de los modelos de elección discreta (Ortúzar y Román, 2003), la cual establece los siguientes supuestos: I) Los individuos son seres racionales, y les permite elegir la mejor alternativa, poseen información completa de las posibles alternativas; II) El individuo actúa de manera determinística para formar el conjunto de alternativas disponibles para cada uno; y III) Los individuos deciden su alternativa generando una utilidad, que depende de una serie de elementos que conforman los atributos de cada alternativa, maximizando su utilidad para decidir la elegida. McFadden (1974) expresa la función de utilidad como la suma de la componente observable más la componente no observable de naturaleza aleatoria.

El Proceso de Jerarquía Analítica

El Proceso de Jerarquía Analítica (PJA) es descrito por Saaty (1980) como un método de análisis de decisiones multicriterio, que permite mediante criterios de alternativas, deducir cuál es la mejor y tomar una decisión óptima dentro de un conjunto de opciones. El método jerárquico asigna pesos a distintos niveles binarios de una jerarquía, a partir de la propuesta de expertos en el área. Dicho peso es el valor propio en una matriz de comparación por pares de factores. La comparación por pares de la importancia relativa da como resultado una matriz cuadrada con reciprocidad de valores entre pares, para después ordenarlos de manera prioritaria, sumando uno estas prioridades locales y obteniendo un índice de inconsistencia entre las evaluaciones menor a 0.1, para que finalmente se obtenga un peso para cada componente según las prioridades que fueron asignadas.

Metodología

El ámbito de estudio es la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), ubicada en el estado de Querétaro de Arteaga, México; conformada por los municipios centrales de Querétaro, Corregidora y El Marqués. Esta zona comprende los municipios que a través del crecimiento de la mancha urbana se han ido fusionando, formando una zona continua, en la **Fig. 1** se muestra su ubicación.

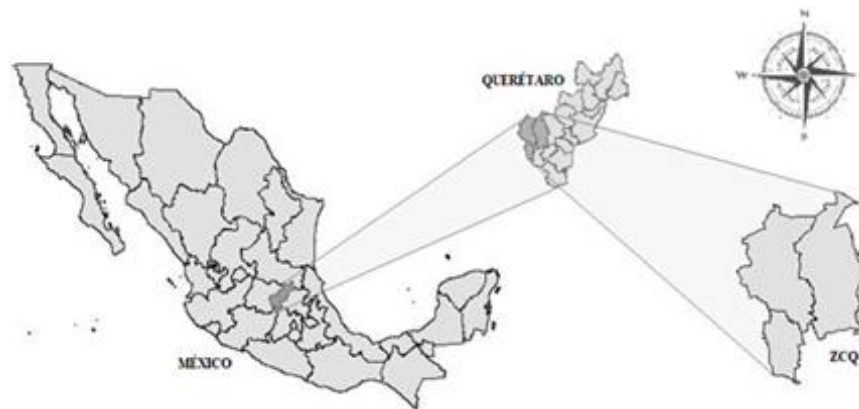


Fig. 1. Ámbito de estudio.

Fig. 1. Study area.

La muestra

Para determinar la muestra en la encuesta Origen Destino domiciliada, se emplea el problema de optimización propuesto por Ampt *et al.* (1998) y que es mencionado en Ortúzar y Willumsen (2008). Consiste en ordenar por clases sociodemográficas, es decir, a partir del nivel socioeconómico y seleccionar una muestra aleatoria para cada tipología socioeconómica, así seleccionando el mínimo para cada clase, hasta obtener un mínimo de 30 o 50 observaciones por clase. La Ecuación 1 muestra el modelo propuesto por Ampt *et al.* (1998).

$$\begin{aligned} & \text{Mín} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_j NH_{ij} \\ & \text{s. a} \\ & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_j NH_{ij} \geq \mu_i \quad \forall i \end{aligned} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$0 \leq \alpha_j \leq \delta$$

Donde: Datos, n : número de estratos socioeconómicos a considerar; m : número de zonas (conglomerados) en la región de estudio; NH_{ij} : número de hogares en el estrato i en la zona j . Variable, α_j : proporción de hogares a muestrear en la zona j . Parámetros, μ_i : número mínimo de unidades a muestrear en el estrato i (30 o 50); δ : proporción máxima a muestrear en la zona j (el 5%).

Se propone un mínimo de 50 encuestas por estrato en coincidencia a lo reportado en Richardson *et al.* (1995). Mediante el programa computacional *Lingo* se estima la muestra, obteniendo un valor óptimo de 2,434 encuestas en 26 estratos (**Tabla 2**) y distribuidas territorialmente en 99 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). Para no tener estratos con un número bajo de encuestas, se agruparon aquellos que tenían un número inferior al 50 % del mínimo deseado. La distribución territorial se muestra la **Fig. 2**.

Tabla 2. Tamaño de la muestra domiciliada.

Table 2. Sample size of home-based survey.

Ingreso smd*	Tamaño del hogar					Total
	1	2	3	4	5 o más	
0 a 2	60	41		24		129
2 a 4	103	191	154	67	56	536
4 a 6	59	165	179	79		513
6 a 8	27	119	121	76	52	395
8 a 10	24	99	92	59	31	288

> a 10	160	154	139	103	573
Total	273	775	718	426	2434

*smd = Salario mínimo diario.

*smd = Daily minimum wage.



Fig. 2. Distribución de las encuestas en las AGEB del ámbito de estudio.

Fig. 2. Territorial distribution of survey by AGEB.

Partiendo de la estimación de la encuesta Origen – Destino, se define el tamaño de la muestra final para la aplicación del cuestionario de percepción de la comodidad en transporte público. Para ello se realizó una segunda estimación empleando la Ecuación 2 para encuestas O-D de tipo de entrevista domiciliaria propuesta por Smith (1979), donde reporta el procedimiento de obtención del CV, así como algunos ya reportados. Supone una distribución normal, siendo ésta asumida en función al ajuste en la tendencia de los estratos, un nivel de confianza del 90%.

$$n = \frac{CV^2 Z_{\alpha}^2}{E^2}$$

Ecuación 2

Donde: n = tamaño de la muestra; CV = coeficiente de variación; E = nivel de exactitud; Z_{α} = variable Normal estandarizada para el nivel de confianza (α) requerido.

$$n = \frac{0.87^2 1.645^2}{0.05^2} = 819$$

Para obtener la distribución territorial de las 819 viviendas a encuestar, se distribuye dicho número en los 26 estratos que se muestran en la **Tabla 2**, incrementando un 15% (123 viviendas) la muestra por cualquier tipo de error, tal como no-respuesta, o algunos cometidos el personal de campo; obteniendo la distribución final del número de viviendas y que se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Tamaño de la muestra (estimación final).

Table 3. Final sample size.

Ingreso smd	Tamaño del hogar					Total
	1	2	3	4	5 o más	
0 a 2	23	16		16		55
2 a 4	40	74	60	24	22	219
4 a 6	23	64	69	31		187
6 a 8	10	46	47	29	18	151
8 a 10		38	36	20	11	115
> a 10	9	62	55	54	40	215
Total	106	301	284	160	91	942

Fuente: Elaboración propia.

Source: Own.

El cuestionario de comodidad

El cuestionario de percepción de la comodidad se diseña considerando las investigaciones reportadas en Ibeas *et al.* (2007), Stopka *et al.* (2015) y Nyongesa y Bwisa (2014). Se definen las

preguntas de satisfacción en la comodidad dentro del TP, y como respuesta cinco opciones formadas en escala de respuesta *Likert*. Lo anterior, en coincidencia al proceso reportado en Cañadas y Sánchez (1998), siendo estas: muy malo, malo, regular, bueno y excelente; lo que permite la opción de una respuesta neutra. El cuestionario se conforma de dos partes (**Tabla 4**) y las respuestas en escala *Likert*.

El Indicador para evaluar la comodidad en el transporte público

Horn (1993) y Mondragón (2002) coinciden en que un indicador refleja el estado de un aspecto en particular, clasificando y sintetizando la información de los parámetros y variables de lo que se está analizando, con el fin de determinar su impacto. Para obtener el indicador se emplea el Proceso de Jerarquía Analítica, mediante la herramienta computacional *Expert Choice*. Para determinar el peso relativo de cada una de las preguntas del cuestionario (su importancia frente al resto), el primer paso, fue la ponderación por pares de cada pregunta del cuestionario por cinco expertos en el área, cada uno, consideró la importancia relativa de cada pregunta (variable) a partir de una escala ordinal de nueve puntos, y posterior a ello, estimar el promedio de estos valores (exceptuando aquellas valoraciones con inconsistencia -Inc.- superior a 0.1), para obtener la valoración relativa de la importancia entre cada par de variables. El resultado de los pesos a cada pregunta del cuestionario se muestra en la **Tabla 4**. Las variables consideradas en el indicador influyen en el 65.3 % de los usuarios potenciales no empleen el TP en el ámbito de estudio, de acuerdo a lo reportado en Obregón y Betanzo (2015).

En la primera parte del indicador, se evalúa la satisfacción en la comodidad brindada por el operador del transporte público, obteniendo un peso de 0.667. Lo anterior indica que su importancia es del 66.7% del cuestionario total, en él se incluyen cinco preguntas a los usuarios sobre la comodidad que brinda el operador, cada una con su respectivo peso obtenido del PJA. La segunda parte, indica la satisfacción en la comodidad brindada por el tipo de unidad (autobús), obteniendo un peso de 0.333, que representa el 33.3% de importancia, en él se incluyen seis preguntas respecto a la comodidad que brinda el tipo de unidad valorados por medio del PJA.

Tabla 4. Pesos obtenidos por variable y pregunta de comodidad en el Transporte Público.

Table 4. Obtained weights by variable and question in Public Transport comfort.

V_i	Q_{ij}	W_i	P_{ij}	Inc.
1	Aspectos de comodidad brindado por el operador	0.667		0.06
	1 Limpieza		0.189	
	2 Temperatura		0.137	
	3 Olor		0.188	
	4 Forma de manejo del conductor		0.298	
	5 Trato del conductor		0.188	
2	Aspectos de comodidad brindados por el vehículo	0.333		0.08
	1 Accesibilidad (escalones)		0.167	
	2 Comodidad del asiento		0.226	
	3 Ruido		0.126	
	4 Iluminación		0.148	
	5 Agarre de manos		0.164	
	6 Suspensión		0.169	

Fuente: Elaboración propia.

Source: Own.

Para obtener el indicador del atributo de la comodidad en el transporte público es necesario realizar los siguientes cuatro pasos. El primero se centra en obtener el valor relativo de cada pregunta evaluada por el usuario k y para ello se emplea la Ecuación 3.

$$Q_{ijk} = P_{ij}r_{ijk} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde: P_{ij} es el peso obtenido del PJA para cada j pregunta de la i variable; y r_{ijk} es la respuesta dada por el usuario k para la j pregunta de la i variable, considerando la traducción numérica de la escala de *Likert*, el cual se expone en el apartado de resultados.

En el segundo paso, se estima la valoración dada de cada usuario a cada pregunta de la variable correspondiente. Así, la Ecuación 4 se emplea para obtener la valoración de la i variable del usuario k .

$$R_{ik} = \sum_{j=1}^n Q_{ijk} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde: Q_{ijk} es el peso relativo de cada pregunta j de la i variable evaluado por el usuario k ; R_{ik} es la sumatoria de la valoración relativa del usuario k a cada pregunta de la i variable.

En el paso tres, se emplea la Ecuación 5 para obtener el valor específico de la variable i de comodidad para el usuario k .

$$V_{ik} = W_i R_{ik} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde: W_i es el peso relativo obtenido del PJA para la variable i .

El cuarto paso se centra en obtener la valoración del atributo de la comodidad del usuario k para el autobús a partir de la Ecuación 6.

$$A_{bus k} = \sum_{i=1}^2 V_{ik} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde: $A_{bus k}$ es el atributo de la comodidad en el autobús para el usuario k .

El Costo Generalizado del Viaje (CG)

Ortúzar y Wullimsen (2008) definen que el costo generalizado del viaje CG representa una medida en la que se combinan los principales atributos asociados a la des-utilidad del viaje en términos monetarios, siendo una función lineal que se representa con la Ecuación 7.

$$CG_{ijm} = a_1 F_{ij} + \left(\frac{T_{ij}}{60} \right) (SHP) \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde: GC_{ijm} : costo generalizado del viaje del origen i al destino j en el medio m ; α_1 : ponderación asociada para expresar el costo generalizado en unidad monetaria igual a la unidad (1); F_{ij} : tarifa para ir de i a j (o el costo monetario de usar el automóvil); T_{Tij} : tiempo total de viaje; θ_0 : convertir minutos a horas; SHP : valor del tiempo de los pasajeros [\$/h].

Para calcular el tiempo total de viaje para el TP se empleó la Ecuación 8, reportada en Greene (2010).

$$T_{Tij} = T_{Term} + T_{Vij} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde: T_{Tij} : tiempo total de viaje [min]; T_{Term} : tiempo caminando a la parada del autobús más tiempo de espera para abordar el autobús [min]; T_{Vij} : tiempo de viaje de i a j en la unidad de transporte público [min].

El valor del tiempo

El valor del tiempo para la zona de estudio se estima empleando la metodología reportada en Torres *et al.* (2012), en cuyo cálculo considera el salario mínimo vigente, la población ocupada, la rama de actividad, el número de horas trabajadas por semana y el ingreso promedio. En su aplicación se considera el sector de actividad económica, en las tres grandes ramas, el sector primario, secundario y terciario. Siendo la expresión para calcular el valor del tiempo la Ecuación 9.

$$SHP = [(FIP)(SMGP)(7)]/HTP \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde: SHP : valor del tiempo de los pasajeros expresado [\$/h]; FIP : factor de ajuste del ingreso de la población ocupada (promedio ponderado del ingreso expresado en número de salarios mínimos diarios); $SMGP$: promedio del salario mínimo general [\$/día]; 7 : días/semana; HTP : tiempo promedio que labora por semana la población ocupada [h/semana].

Los valores empleados en la Ecuación 9 y el resultado del cálculo del valor del tiempo son mostrados en la **Tabla 5**, obteniendo que para el Sector de Actividad Económica (SAE) primario es de 32.88 MXP / h, para el SAE secundario de 48.01 MXP / h, para el SAE terciario de 44.60 MXP / h.

Tabla 5. Valor del tiempo.

Table 5. Economic time value.

SAE	FIP	SMGP	Días semana	HTP	SHP
Primario	2.04	88.36	7	38.37	32.88
Secundario	3.51	88.36	7	45.22	48.01
Terciario	3.04	88.36	7	42.16	44.6

Fuente: Elaboración propia, a partir de los valores reportados en Torres *et al.* (2012).

Source: Own elaboration, considering the economic value reported in Torres *et al.* (2012).

El costo del viaje en vehículo

Para el costo del viaje en TP se considera el costo económico del billete de viaje, el cual para el año de estudio (2017) fue de 8.50 MXP (0.45 USD). Para el caso del costo monetario del viaje al emplear el automóvil, las variables que se consideraron son: el costo del combustible, el rendimiento promedio del vehículo en zona urbana y la distancia recorrida en el viaje. Para lo anterior, se emplearon los valores de la **Tabla 6**.

Tabla 6. Costo de carburante y rendimiento urbano promedio por cilindrada de vehículo.

Table 6. Average cost fuel and urban performance per vehicle.

Costo gasolina (MXP)			Rendimiento vehículo (km / l)		
Magna: 87*	Premium: 93*	Diésel	4 cilindros	6 cilindros	8 cilindros

16.19	17.9	17.11	13	10	8
-------	------	-------	----	----	---

Nota: * Octanos.

Fuente: Elaboración propia.

Note: * Octanes.

Source: Own elaboration.

A partir de los datos expuestos en la **Tabla 6**, se empleó la Ecuación 10 propuesta en Ortúzar y Willumsen (2008) para estimar el costo monetario al utilizar un automóvil.

$$F_{ij} = C_l * l \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde: F_{ij} : costo monetario de usar el automóvil [MXP]; C_l : costo del litro de gasolina [MXP]; l : litros de gasolina consumidos por viaje [l]; se calcula dividiendo la distancia [km] entre el rendimiento del vehículo [km/l].

El atributo para el vehículo privado

El índice que se estima como atributo para el vehículo privado es un valor numérico, que expresa la relación entre el costo generalizado de viaje en el vehículo privado y el costo generalizado de viaje en TP. La relación se planteó en dicha forma debido a las características propias del ámbito de estudio, pues el costo generalizado de un viaje realizado en vehículo privado es menor al costo generalizado en autobús, debido principalmente, a que los tiempos totales de viaje son menores en automóvil (Obregón *et al.*, 2016; Obregón *et al.*, 2015 y Obregón y Betanzo, 2015).

Por lo anterior, y para contrastar con el indicador de comodidad del autobús (cuyo máximo valor es la unidad) se plantea emplear la relación mostrada en la Ecuación 11.

$$I_{ij \text{ Auto}} = 1 - \frac{CG_{ij \text{ Auto}}}{CG_{ij \text{ Bus}}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Resultados

En el presente apartado se expone un ejemplo del procedimiento para estimar, por un lado, el indicador de comodidad para el transporte público, y por el otro, el índice para el vehículo privado empleando las ecuaciones expuestas en el apartado anterior. A partir de ambos índices y empleando la encuesta origen – destino, se reportan dos modelos *logit* de elección discreta considerando como atributos del medio de transporte los índices expuestos.

El indicador de comodidad para el transporte público

A partir de los resultados de la **Tabla 4**, se estima el atributo de la comodidad en el TP con la valoración que cada usuario dio a dicho medio, a continuación, aplicando las Ecuaciones 3 a 6 se muestra un ejemplo de la estimación del indicador. Se considera la siguiente traducción numérica de las respuestas en escala *Likert*: muy malo 0.2; malo 0.4; regular 0.6; bueno 0.8 y excelente 1. Empleando la Ecuación 3, para el usuario en el folio k : 274 de la encuesta Origen Destino el cual reportó una evaluación buena (0.8) en la variable de ruido, el valor relativo de dicha variable para el usuario 274 será:

$$Q_{2.3\ 274} = P_{2.3} r_{2.3\ 274}$$

$$Q_{2.3\ 274} = 0.126 * 0.8$$

$$Q_{2.3\ 274} = 0.1008$$

El usuario k : 274 de acuerdo con su valoración de las seis preguntas en la variable dos, se obtiene la valoración relativa R_{ik} empleando la Ecuación 4.

$$R_{2\ 274} = \sum_{j=1}^6 Q_{ij274}$$

$$R_{2\ 274} = 0.1002 + 0.1808 + 0.1008 + 0.0888 + 0.0984 + 0.1014$$

$$R_{2\ 274} = 0.6704$$

Mediante la Ecuación 5, para el usuario k : 274 el valor de la variable 2 de comodidad es:

$$V_{2\ 274} = W_2 R_{2\ 274}$$

$$V_{2\ 274} = 0.333 * 0.6704$$

$$V_{2\ 274} = 0.2232$$

Aplicando la Ecuación 6 para el usuario k : 274 el valor obtenido en el atributo de comodidad es:

$$A_{bus\ 274} = 0.2019 + 0.2232$$

$$A_{bus\ 274} = 0.4251$$

El indicador para el vehículo privado (automóvil)

Para ejemplificar el atributo del medio de transporte privado (automóvil), siguiendo el procedimiento expuesto, en primer lugar, se estima el costo monetario de emplear el automóvil para un viaje con origen en la colonia i y destino en la colonia j empleando la Ecuación 10. Para la presente investigación se empleó la codificación del INEGI (2010) conforme los últimos cuatro dígitos correspondientes al Área Geoestadística Básica (AGEB), es decir, origen i el AGEB 2418, y destino j el AGEB 0375. El viaje se realiza en un vehículo de cuatro cilindros con un rendimiento de 13 kilómetros por litro de combustible, empleando el tipo de carburante gasolina con 87 octanos (Magna) a un costo de 16.19 MXP por litro (precio de diciembre de 2017), recorriendo el vehículo una longitud de 5 kilómetros para realizar el viaje.

$$F_{2418-0375} = (16.19) \left(\frac{5}{13} \right)$$

$$F_{2418-0375} = 6.23 \text{ MXP}$$

El valor del tiempo se estima considerando el sector de actividad que reportó el usuario. Empleando la Ecuación 9 a un usuario con actividad en el sector terciario, se aplican los valores de la **Tabla 5**. El factor de ajuste del ingreso de la población ocupada (*FIP*) de 3.04 salarios mínimos diarios, un promedio de salario mínimo (*SMGP*) de 88.36 MXP por día y el tiempo promedio de trabajo por semana la población ocupada (*HTP*) de 42.16 horas.

$$SHP = [(3.04)(88.36)(7)]/42.16$$

$$SHP = 44.60 \text{ MXP/h}$$

El tiempo para completar el viaje en automóvil entre el AGEB 2418 y el AGEB 0375 es de 30 minutos. Empleando la Ecuación 7 y aplicando los resultados obtenidos de las Ecuaciones 9 y 10, se obtiene el costo generalizado del viaje realizado en automóvil.

$$CG_{2418-0375 \text{ Auto}} = (1)(6.23) + \left(\frac{30}{60} \right) (44.60)$$

$$CG_{2418-0375 \text{ Auto}} = 28.53 \text{ MXP}$$

En caso de que el viaje se realizara en transporte público, se considera la tarifa para ir del origen *i* (AGEB 2418) al destino *j* (AGEB 0375) de 8.50 MXP. Para la obtención del tiempo total de viaje T_{Tij} se aplica la Ecuación 8, empleando los datos obtenidos en campo, siendo para dicho trayecto un tiempo de camino y de espera en la parada T_{Term} de 30 minutos y un tiempo de viaje en el vehículo T_{Vij} de 45 minutos.

$$T_{T2418-0375} = 30 + 45$$

$$T_{T2418-0375} = 75 \text{ min}$$

Al aplicarse en la Ecuación 7 para dicho trayecto en autobús se obtiene un $CG_{2418-0375 \text{ Bus}}$ de 64.25 MXP.

$$GC_{2418-0375 Bus} = (1)(8.50) + \left(\frac{75}{60}\right)(44.60)$$

$$GC_{2418-0375 Bus} = 64.25 MXP$$

Ya obtenidos ambos costos generalizados de viaje (en automóvil y en transporte público) se procede a aplicar la Ecuación 11, obteniendo así, el atributo para el medio de transporte privado. En este caso, en automóvil para el viaje entre el AGEB 2418 y el AGEB 0375.

$$I_{2418-0375 Auto} = 1 - \frac{28.53}{64.25}$$

$$I_{2418-0375 Auto} = 0.5559$$

Estimación de los modelos de elección discreta

De los datos obtenidos en las encuestas y con la estimación de los indicadores para el atributo del medio, se conformó la base de datos. En la **Tabla 7**, se describen las variables que se incluyen en la estimación de los modelos de elección discreta.

Tabla 7. Variables empleadas en la estimación de los modelos de elección discreta

Table 7. Selected variables to estimate the discrete choice models

Atributos del medio		
TTOT	Tiempo total de viaje	Es el tiempo total de viaje en el medio en minutos.
GC	Costo generalizado del viaje	Es el costo generalizado del viaje en MXP.
ATR	Indicador del atributo del medio	Es el indicador, para el caso del autobús el obtenido empleando la Ecuación 6 y en el de vehículo privado empleando la Ecuación 11.

Características Socioeconómicas del usuario		
EDAD	Edad	La edad de la persona, en formato numérico.
SEXO	Sexo	0: Masculino; y 1: Femenino.
GE	Grado de educación	Grado de educación del usuario, 1: Sin grado; 2: Primaria completa; 3: Secundaria completa; 4: Carrera comercial completa; 5: Bachillerato completo; 6: Superior completo; y 7: Postgrado completo.
EST	Estudiante	Si el usuario es estudiante, desde primer grado de primaria a universitario, 0: No; y 1: Sí.
SAE	Sector de actividad económica	El sector de actividad económica en el que trabaja el usuario, 1: Primario; 2: Secundario; y 3: Terciario.
SAL	Percibe salario o es dependiente	Si el usuario percibe salario o depende económicamente de alguien, 0: Dependiente; y 1: Percibe salario.
ING	Ingreso por hogar	Ingreso semanal del hogar, 1: \$0 a \$560; 2: \$561 a \$1,120; 3: de \$1,121 a \$2,241; 4: \$2,242 a \$3,361; 5: \$3,362 a \$4,482; 6: \$4,483 a \$5,602; 7: \$5,603 a \$11,205; y 8: > \$11,205 MXP.
LC	Cuenta con licencia de conducir	El usuario cuenta con licencia de conducir, 0: No; y 1: Sí.
LCA	Años con licencia de conducir	Antigüedad con licencia de conducir, en años.
VEH	Número de vehículos por hogar	El número de vehículos por hogar.
VEHAB	Número de vehículos por habitante	La relación entre el número de vehículos y el número de habitantes en el hogar.

Fuente: elaboración propia.

Source: Own.

Empleando la herramienta computacional *Nlogit 5* el cual estima y simula modelos de elección, a partir de la asignación de atributos del medio de transporte y características al usuario. En la **Tabla 8** se presentan los dos modelos obtenidos que muestran mayor significación en las variables empleadas, así como mayor predicción.

Tabla 8. Modelos de elección discreta estimados.

Table 8. Estimated discrete choice models.

Respuesta	Modelo 1			Modelo 2		
	1: Auto (evento); 0: Bus			1: Auto (evento); 0: Bus		
	β			β		
ATR	-2.3046	***	(-3.81)	-2.34347	***	(-4.15)
(Constante)	-6.32042	***	(-9.98)	-7.15526	***	(-5.88)
EDAD	0.02097	***	(2.88)	-		-
SEXO	-1.15	***	(-5.60)	-1.14096	***	(-5.98)
GE	0.27178	***	(3.93)	0.25744	***	(12.62)
LC	3.4427	***	(9.46)	4.30774	***	(4.05)
SAE	0.24893	***	(3.18)	-		-
VEH	1.71431	***	(8.13)	-		-
ING	-		-	0.39969	***	(2.59)
Mc Fadden	0.4996			0.4331		
Rho ²						

Nota: ***, **, * ==> Nivel de significación al 1 %, 5 % y 10 %

Fuente: elaboración propia.

Note: ***, **, * ==> Significance level at 1 %, 5 % and 10 %

Source: Own.

En ambos modelos el atributo del medio de transporte estimado bajo el procedimiento reportado refleja una menor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte, si se tiene un mayor nivel de comodidad en el transporte público. Además, considerando la relación intrínseca en el atributo del automóvil, entre más similar es el costo generalizado entre ambos, más cercano

a cero y menor utilidad plantea el automóvil, rigiendo así el atributo de la comodidad en el transporte público. Respecto a las características socioeconómicas del usuario, se observa que el género masculino tiene mayor probabilidad de empleo del vehículo privado, a la vez si el hogar cuenta con algún vehículo. La licencia de conducir es un parámetro estadísticamente relevante en la elección del automóvil como medio de transporte. Se observa que a mayor nivel de educación mayor es la probabilidad de empleo del automóvil, así como a mayor ingreso.

Conclusiones

Se comprueba que la percepción de comodidad en el transporte público está relacionada con la elección de dicho medio, considerando los dos modelos reportados para el caso de estudio, se determina que existe evidencia suficiente para sostenerlo. El indicador expuesto puede ser una herramienta guía para implementar políticas que impliquen a la comodidad, como factor determinante a considerar al realizar mejoras en los sistemas de transporte público. A la vez, puede ser empleado en estrategias para su medición y constante monitoreo, para los prestatarios del servicio.

El indicador presentado expone un parámetro de comparación útil como atributo, donde interviene la comodidad del transporte público y además pondera los costos generalizados en ambos medios. Dicha relación refleja que, entre más similar es el costo generalizado en transporte público y el del automóvil, más cercano es su valor a cero y menor utilidad plantea a el automóvil, rigiendo así el atributo de la comodidad en el transporte público. El procedimiento expuesto puede ser empleado para ciudades como la del caso de estudio, en las que el costo generalizado en automóvil (considerando los parámetros expuestos) será menor que el costo generalizado en transporte público, principalmente, por el tiempo total de viaje.

En los modelos estimados se observó que la elección del vehículo privado está relacionada principalmente al grado de educación y a la posesión de un auto propio, lo cual, a la vez, se relaciona con el nivel socioeconómico, como se observa con la variable del ingreso familiar. Una de las variables de consideración es el género, en el cual las mujeres muestran una mayor

probabilidad de empleo del transporte público. Por lo anterior, con la finalidad de que los usuarios que tienen tendencia a elegir el vehículo privado como medio de transporte, es decir, hombres, usuarios con mayor grado de educación y que cuentan con vehículo propio, se vean atraídos por el transporte público son necesarias mejoras en los parámetros de comodidad correspondientes al prestatario, así como en los tiempos totales de viaje en dicho medio.

Si bien en la presente investigación se muestran once parámetros evaluados por los usuarios, futuras investigaciones pueden incluir un mayor número de variables bajo el procedimiento aquí expuesto, así como un indicador de comodidad para el automóvil, relacionando ambos con sus respectivos costos generalizados, para con ello, contar con una herramienta de mayor precisión para el atributo del medio en la estimación de la elección entre ambos modos de transporte. En este sentido, para el caso de México y el particular, integrar en la estimación de los modelos las principales características y las necesidades prioritarias.

Agradecimientos

La presente investigación contó con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México a través del contrato CB-2015-257525-S.

Bibliografía

- Ampt, E. S., Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L. G. (1998). *Metropolitan origin-destination surveys: the state of the art*. 8th World Conference on Transport Research, Antwerp, Julio de 1998, Bélgica.
- Andaleeb, S.S., Haq, M. y Ahmed, R. I. (2007). Reforming Inncity Bus Transportation in a Developing Country: A Passenger-Driven Model. *Journal of Public Transportation*, 10, 1-25.
- Andreassen, T.W. (1995). Customer (Dis) satisfaction with public service: The case of public transportation. *Journal of services marketing*, 9(5), 30-41.
- Barabino, B. y Deiana, E. (2013). On the attributes and influencing factors of end-users quality perceptions in urban transport: An exploratory analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 87, 18-30.

- Batarce, M., Muñoz, J.C., Ortúzar, J.D., Raveau, S., Mojica, C. y Ríos, R.A. (2015). *Evaluation of Passenger Comfort in Bus Rapid Transit Systems*. Inter-American Development Bank, Infrastructure and Environment Sector, Transport Division, No. IDB-TN-770.
- Cañadas, I. y Sánchez, A., (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo Likert, Universidad de La Laguna. *Psicothema*, 10(3), 623-631.
- Castellanos, J.C. y Fruett, F. (2013). Embedded system to evaluate the passenger comfort in public transportation based on dynamical vehicle behavior with user's feedback. *Measurement*, 47, 442-451.
- Disney, J. (1998). Competing through quality in transport services. *Managing Service Quality*, 8, 112-118.
- Eboli, L. y Mazzulla, G. (2011). A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. *Transport Policy*, 18, 172-181.
- Espino, R. (2003). *Análisis y Predicción de la Demanda de Transporte de Pasajeros. Una Aplicación a Dos Corredores de Transporte en Gran Canarias*. Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Espino, R., Ortúzar, J.D. y Román, C. (2004). Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de viajes. *Estudios de Economía Aplicada*, 22(3), 759-793.
- Fellessen, M. y Friman, M. (2008). Perceived Satisfaction with Public Transport Service in Nine European Cities. *Journal of the Transportation Research Forum*, 47(3), 93-103.
- Fischer, M. M. (1993). Travel demand (6-32). En J. Polak y A. Heertje (Eds.). *European transport economics*.
- Foote, P.J. (2004). Making buses better in Chicago: strategic implementation of customer-derived performance measures from 1995–2001. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1884, 18-26.
- Fornell, C. (1992). A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience. *Journal of Marketing*, 56(1), 6-21.
- George, T. K., Gadhia, H. M., Sukumar, R. S. y Cabibihan, J.-J. (2013). Sensing discomfort of standing passengers in public rail transportation systems using a smart phone. *10th IEEE International Conference on Control and Automation*, 1509-1513.
- Greene, W. H. (2010). *Econometric Analysis*. Pearson editor. ISBN-10: 0131395386.

- Holmgren, J. (2007). Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A*, 41, 1021-1035.
- Horn, R. (1993). *Statistical indicators for the economic and social sciences*. Cambridge, University Press, Hong Kong.
- Ibeas, Á., González, F., Dell Olio, L. y Moura, J. (2007). *Manual de encuestas de movilidad (preferencias reveladas)*. Santander, España: Editorial Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.
- İmre, S. y Çelebi, D., (2017). Measuring Comfort in Public Transport: A case study for İstanbul. *Transportation Research Procedia*, 25C, 2445–2453.
- INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y manzana urbana*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/iter_ageb_manzana_2010.aspx. Mayo de 2018.
- Iseki, H. y Taylor, B.D., (2008). Style versus service? An analysis of user perceptions of transit stops and stations. *Journal of Public Transportation*, 13(3), 23-48.
- Lancaster, K.J. (1966): A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 14, 132-157.
- Li, Z. y Hensher, D.A., (2012). Congestion charging and car use are view of stated preference and opinion studies and market monitoring evidence. *Transport Policy*, 20, 47-61.
- Lin, C.Y., Chen, L.J., Chen, Y.Y. y Lee, W.C., (2010). A comfort measuring system for public transportation systems using participatory phone sensing, In: *Proceedings of Phone Sense*. Zurich, Switzerland.
- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior (105-142). In *Frontiers in Econometrics*, Zarembka, P (Ed.) New York: Academic Press.
- McFadden, D. L. (1997). The theory and practice of disaggregate demand forecasting for various modes of urban transportation, 1978 (51-79). In Hoon Oum, T. *et al.* (Eds.). *Transport Economics: Selected readings*.
- Mondragón, A. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Revista de información y análisis*, no. 19, INEGI. 52 – 58.
- Moreno, E. (2011). *Métodos de elección discreta en la estimación de la demanda de transporte*. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 335, Sanfandila, Qro.

- Nyongesa, D. y Bwisa, H. (2014). Service Quality and Customer Satisfaction in Public Transport Sector of Kenya: A survey of Shuttle Travelers in Kitale Terminus. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 4(9).
- Obregón, S.A. y Betanzo, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía sociedad y territorio*, 15(47), 61-98. DOI: <https://doi.org/10.22136/est002015554>.
- Obregón, S.A., Romero, J.A. y Betanzo, E. (2015). La movilidad en una zona metropolitana mexicana, caso de estudio: Querétaro, México. *Revista Transporte y Territorio*, 12, 167-197.
- Obregón, S.A., Romero, J.A., Mendoza, J.F. y Betanzo, E. (2016). Impact of Mobility Induced by Urban Sprawl: Case Study of the Querétaro Metropolitan Area. *Journal of Urban Planning and Development* DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000295.
- Ortúzar, J.D. y Román, C. (2003). El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. *Eure*, 29(88), 149-171. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- Ortúzar, J.D. y Willumsen, L.G. (2008). *Modelos de Transporte*. Universidad de Cantabria.
- Redman, L., Friman, M., Gärling, T. y Hartig, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 25, 119-127.
- Richardson, A.J., Ampt, E.S. y Meyburg, A.H. (1995). *Survey Methods for Transport Planning*. 75-145.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Smith, M. E. (1979). Design of small sample home interview travel surveys. *Transportation Research Record*, 701, 29-35
- Stopka, O., Simková, I., Konecný, V. (2015). The Quality of Service in the Public Transport and Shipping Industry. *International Journal of Maritime Science and Technology*, 62, (3).
- Strandemar, K. (2005). *On Objective Measures for Ride Comfort Evaluation*, Department of Signals, Sensors and Systems. Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44 Stockholm, Sweden.
- Tennøy, A. (2010). Why we fail to reduce urban road traffic volumes: does it matter how planners frame the problem. *Transport Policy*, 17, 216-223.

- Torres G., Hernández S. y Ruvalcaba, J. I. (2012). *Actualización de la metodología para estimar el valor del tiempo de los usuarios de la red carretera nacional*. Publicación Técnica No. 381, Sanfandila, Qro.
- Tyrinopoulos, Y. y Antonious, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. *Transport Policy*, 15, 260-272.
- Wall, G. y McDonald, M. (2007). Improving bus service quality and information in Winchester. *Transport Policy*, 14, 165-179.
- Zatti, A. (2012). New organizational models in European local public transport: from myth to reality. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 83, (4), 553-559.