

Elección del tipo de transporte en la clase trabajadora de Colombia: un análisis por regiones

Choosing the type of transport in the working class in Colombia: An analysis by region

A escolha do meio de transporte da classe trabalhadora colombiana: uma análise por regiões

Orlando Joaqui-Barandica

Escuela de Estadística, Universidad del Valle, Cali - Colombia.
orlando.joaqui@correounivalle.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-8190-0518>

David Rodríguez-Barco

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Cali - Colombia
david.rodriguez@javerianacali.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-5020-5934>

Resumen

En el presente trabajo se analizó la variable tipo de transporte que utilizan los trabajadores en diferentes regiones de Colombia. Esta variable, respecto a la teoría se consolidó en tres grandes categorías: Privado No Motorizado, Privado Motorizado y Público Motorizado, se tuvieron en cuenta factores como la edad, sexo, ingresos, entre otras y se recurrió a la teoría de los modelos de elección múltiple no ordenados con el fin de conocer el comportamiento de cada una de las variables explicativas por tipo de transporte. Se encontró que la región central tiene un 10% más de probabilidad de utilizar transportes privados no motorizados respecto a la región del Caribe. El transporte público motorizado tiene mayor probabilidad de elección en la región de Bogotá en comparación con la región Caribe, al igual que la región de Antioquia. Mientras tanto las regiones Central y Pacífica disminuyen su probabilidad de elección. Estudios de demanda del transporte futuros deberían comenzar a trabajar más a fondo la accesibilidad a ciertas zonas de la ciudad, entendida como la capacidad o facilidad de acceder al sitio, en los distintos modos de transporte.

F.R. 12/05/2019 F.A. 25/06/2019

Cómo citar: Joaqui-Barandica, O., Rodríguez-Barco, D. (2019). Elección del tipo de transporte en la clase trabajadora de Colombia: Un análisis por regiones. Revista Libre Empresa, 16(2), 65-79 <https://doi.org/10.18041/1657-2815/libreempresa.2019v16n2.6608>
Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras clave

Regresión multinomial; logit; probit; transporte

Abstract

In this paper we analyzed the variable type of transport used by workers in different regions of Colombia. This variable, with respect to the theory, was consolidated into 3 large categories: Non-Motorized Private, Motorized Private and Motorized Public. Factors such as age, sex, income, among others, were taken into account and the theory of non-ordered multiple choice models was used in order to know the behavior of each of the explanatory variables by type of transport. It was found that the central region is 10% more likely to use private non-motorized transport than the Caribbean region. Motorized public transport is more likely to be chosen in the Bogotá region compared to the Caribbean region, as is the Antioquia region. Meanwhile, the Central and Pacific regions decrease their probability of choice. Future transport demand studies should begin to look more closely at the accessibility of certain areas of the city, understood as the capacity or ease of access to the site, in the different modes of transport.

Keywords

Multinomial regression; logit; probit; transport

Resumo

No presente trabalho, foi analisada a variável tipo de transporte utilizado por trabalhadores em diferentes regiões da Colômbia. Essa variável, no que diz respeito à teoria, foi consolidada em 3 grandes categorias: Privado Não Motorizado, Privado Motorizado e Público Motorizado, foram considerados fatores como idade, sexo, renda, entre outros, recorreu-se à teoria de modelos de escolha múltipla não ordenados para conhecer o comportamento de cada uma das variáveis explicativas por tipo de transporte. Constatou-se que a região central tem 10% mais chances de usar transporte privado não motorizado em comparação com a região do Caribe. O transporte público motorizado tem maior probabilidade de escolha na região de Bogotá em comparação com a região do Caribe, bem como a região de Antioquia. Enquanto isso, as regiões Central e Pacífico diminuem sua probabilidade de eleição. Futuros estudos de demanda de transporte devem começar a trabalhar a acessibilidade a determinadas áreas da cidade, entendida como a capacidade ou facilidade de acesso ao local, nos diferentes modais de transporte.

Palavras-chave

Regressão multinomial; logit; probit; transporte

Introducción

El transporte es una de las actividades fundamentales de los individuos en un territorio. Movilizarse de un punto de origen a uno de destino puede estar ligado a razones laborales, académicas, de trámites, compras, entre otras relacionadas a las actividades cotidianas. Se reconoce que dentro del sistema económico el transporte se convierte en una pieza principal, dado que permite la movilización de los factores de producción. Al centrarse en el caso del

individuo, se evidencia que éste se enfrenta a diario a la elección del modo en que se transportará según las necesidades y restricciones que lo envuelvan (McFadden, 1974). Para satisfacer la necesidad de desplazamiento existen distintos modos de transporte con características específicas, como el tiempo de desplazamiento que ofrece, el costo monetario y la accesibilidad que brinda respecto al destino final del viaje. Los viajes diarios pueden ser realizados a pie, en bicicleta, en automóvil, en motocicleta, en taxi o en transporte público principalmente, cada uno con ventajas y desventajas que el individuo tendrá en cuenta en el momento de elección.

Durante algunas décadas anteriores, el automóvil particular se convirtió en el modo preferido de transporte para las personas que cumplieran con las condiciones económicas para adquirirlo. La ventaja del automóvil se basaba en el tiempo de desplazamiento que ofrecía. En ese entonces, las ciudades, que comenzaban a experimentar el crecimiento poblacional, diseñaron sus políticas de desarrollo y expansión urbana otorgando gran cantidad de espacio para la construcción de vías que facilitarían el desplazamiento en vehículos motorizados (Hutton, 2013), beneficiando de manera importante a los conductores de automóviles y afectando a personas que se movilizan a pie, debido a las grandes distancias que se han creado (Obregón-Biosca y Betanzo-Quezada, 2015). Sin embargo, este tipo de desarrollo de las ciudades se convierte en insostenible dado el alto crecimiento poblacional, la fuerte expansión de la compra de vehículos particulares y la restricción en cuanto a espacio dentro de una ciudad que implica mayores tiempos y costos de desplazamiento para sus habitantes.

Adicionalmente a los problemas de congestión que genera el uso masivo de vehículos particulares, Gössling (2020) plantea que también es una forma inequitativa de distribuir el espacio para los distintos actores viales, además de generar externalidades negativas en materia de sostenibilidad, salud y productividad. En Colombia, por ejemplo, alrededor de un 40% de la población realiza sus viajes en vehículos particulares motorizados, incluyendo al automóvil y la motocicleta (DANE, 2018). Es decir que se está priorizando el uso del espacio de la vía para menos de la mitad de los usuarios. Amariles (2016) explica que factores como el crecimiento de la población, la disminución del tamaño familiar, el crecimiento en el número de habitantes, de la capacidad adquisitiva, entre otras variables, explican el aumento en la movilidad dentro de las ciudades y sus niveles de motorización, priorizando la utilización del vehículo automotor particular. Para ella, la clave está en una planificación urbana eficiente para el desarrollo de las formas de moverse en la ciudad.

Así, en las últimas décadas, no solamente en megaciudades, sino en ciudades intermedias, se comenzó a evidenciar el fenómeno de la congestión en el tráfico. Es así, como el automóvil se catalogó como una de las causas principales y se convirtió en objeto de restricciones en cuanto a su movilización dentro de las vías de la ciudad. Tarifas de congestión, peajes urbanos, medidas de pico y placa a vehículos motorizados, entre otras, pretendieron inducir a que los individuos eligieran otros modos de transporte como el transporte público o no motorizado. Sin embargo, en la actualidad pareciera que medidas que pretendan desincentivar el uso de vehículos automotores privados no han sido efectivas a largo plazo, dado a que la adquisición de estos modos de transporte sigue en incremento. Cantillo y De Dios Ortúzar (2014) presentan cómo algunas de restricción de movilidad de vehículos motorizados, como el pico y placa o las tarifas de congestión pueden funcionar, pero dentro del muy corto plazo, dado que los individuos tienden a comprar otro vehículo con el cual alternar el uso y desviar el efecto de la medida.

En Colombia, las principales ciudades han logrado alcanzar un nivel de poder adquisitivo dentro de su población (Acevedo, 2009), así como el aumento de la financiación a través de créditos para la compra ha aumentado (BBVA, 2017), que han generado un incremento significativo en el número de autos en las vías. Esto demanda que se planteen a nivel de política, soluciones alternas a la movilidad de las personas buscando evitar el uso del automóvil particular. La variedad de transporte que ofrezca la ciudad a sus habitantes para realizar sus desplazamientos influye en la productividad y el crecimiento económico de sus territorios (Obregón-Biosca, 2010), es por eso que en el país, a través del Programa Nacional de Transporte Urbano (MinTransporte, 2004), se fomentó la construcción y adecuación de infraestructura adecuada para el desplazamiento de cada uno de los actores viales y la implementación de sistemas de transporte masivo en algunas ciudades. Ejemplos de este tipo de transporte, que utilizó el modelo BRT (*Bus Rapid Transit*), son Transmilenio en Bogotá y el Masivo Integrado de Occidente (MIO) en Cali, que buscan facilitar el acceso de los ciudadanos a sus lugares de trabajo, estudio o destino final.

Es así, como este artículo se concentrará en primera instancia en analizar las características individuales que influyen en la probabilidad de elegir el medio de transporte para el respectivo viaje. Soltanzadeh y Masumi (2014) realizan una extensa revisión de la literatura en la cual identifican dentro de las características individuales que influyen en la elección del modo de transporte, variables socioeconómicas a nivel de hogares e individuo, además de otros factores como la forma de la ciudad y características culturales. En su revisión se evidencia la fuerte relación entre el ingreso y la elección de modo de transporte. Otras características individuales que se relacionan son la edad, la percepción de seguridad, la educación y el sexo del individuo. Bhat (1997) aplica un modelo logit multinomial en la elección de medio de transporte para dirigirse a trabajar, clasificado en tres categorías: uso individual del auto, uso compartido del auto o uso de transporte público. Dentro del modelo incluye factores individuales como la edad, el ingreso, estado civil y algunas características del hogar como el número de niños en casa.

Obregón-Biosca y Betanzo-Quezada (2015) analizan la relación de algunas características de los habitantes de Santiago de Querétaro en México, y confirman la marcada relación del ingreso con la elección de un medio de transporte. Evidencian que personas con un nivel de ingresos medio y alto, hombres, jefes de familia y con estudios avanzados son más propensos a utilizar el automóvil particular, mientras que personas de bajos ingresos económicos y con niveles medios o bajos de educación tienen una mayor probabilidad de usar el transporte público. Para este medio de transporte los autores identifican una relación negativa y significativa entre el nivel educativo y su elección. Las características de los usuarios que se desplazan a pie son en su mayoría mujeres, individuos en edad entre 10 y 30 años, con nivel de ingresos y educación bajos. Por último, es más probable que hombres, entre 20 y 30 años, de bajo ingreso que estén estudiando y no hayan culminado estudios universitarios, utilicen la bicicleta para movilizarse.

Amariles (2016) analiza los determinantes de la elección del medio de transporte para asistir al trabajo en Medellín, con datos de la encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2014 aplicando un modelo logit multinomial. En su documento menciona cómo Racca y Ratledge (2004) enfocan el análisis sobre factores como el tiempo de duración del viaje, los costos asociados a cada alternativa y dentro de factores individuales incluyen el ingreso personal, el cual en Train & McFadden (1978) es estudiado para elegir las distintas formas de introducir la variable en el modelo basado en una utilidad modelada bajo la función Cobb-Douglas. Adicionalmente, plantea que la eficiencia económica del mercado del transporte se basa en la maximización de los beneficios del usuario, controlando por costos de provisión y funcionamiento, desde las palabras de Monzon (2005).

Uno de los artículos más reconocidos en el campo es el de McFadden (1974), en el cual se planteó una aproximación al comportamiento de los usuarios del sistema de transporte, en cuanto a la elección del modo para realizar su viaje a través de un modelo logit multinomial. En este se trabaja bajo el supuesto de que la demanda de transporte urbano es resultado de la agregación de las decisiones de cada individuo, lo que se conoce como modelos desagregados.

Koppelman y Bhat (2006) explican las distintas formas de aproximarse al entendimiento de la valoración de grupos de personas ante una serie de alternativas de elección. La primera es a través del análisis agregado, que plantea que las decisiones de un grupo son influenciadas por los atributos que presenta. La otra aproximación a la toma de decisiones plantea que el comportamiento agregado es resultado de cada una de las decisiones individuales en función de las características de los individuos. Este proceso es conocido como enfoque desagregado, muy utilizado en estudios sobre elección de los individuos para maximizar su utilidad. Los autores también mencionan que estos modelos de demanda de transporte se han concentrado en el análisis de viajes al trabajo, no tanto en los viajes distintos a razones laborales y que no se había considerado en gran parte de las investigaciones modos no motorizados de transporte como la caminata o la bicicleta. Siguiendo esa línea, Ortúzar y Román (2003) presentan las distintas metodologías que consideran diferentes modelos desagregados, las ventajas y las condiciones que se deben cumplir para emplearlos en la modelización de la elección en transporte.

Por otro lado, De Jong *et al.*, (2003) propusieron un nuevo modelo de elección conjunta entre el modo y la hora en la cual transportarse el individuo. El trabajo aplica un modelo logit de componentes de error. Y entre otras formas de abarcar el problema, Ma, Yu, & Liu (2020) presentan un modelo logit anidado para analizar más profundamente el comportamiento del individuo en la elección del tipo de viaje a realizar en China, caracterizada por sus megaciudades. En este modelo el individuo se enfrenta a la elección conjunta entre el tiempo y el modo en que realizará el viaje. Los autores plantean dos estructuras para la elección, una en el que el individuo elija primero el tiempo que y posteriormente los modos que le permiten obtener ese tiempo. Una segunda estructura plantea la situación contraria.

Como se explicó con anterioridad, este artículo se centra especialmente en las características de los trabajadores que intervienen en la decisión de elegir un medio de transporte en específico para realizar su viaje, aplicando el método más utilizado dentro de la literatura y buscando algunos puntos clave que permitan caracterizar al usuario promedio de transporte colombiano y las características que influyen en sus preferencias de movilidad.

Método

Datos

Se hace uso de la encuesta de Calidad de Vida del año 2018 disponible en su última versión en el DANE¹. La variable por modelar responde a la pregunta: “El medio de transporte que usted utiliza principalmente para ir a su sitio de trabajo es:”, dicha variable presenta alrededor de 13 categorías de respuesta. En primera instancia se hace necesario agrupar la información

¹ DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/607/study-description>

que se proporciona en las 13 categorías debido a similitudes en su contexto. Bajo el marco presentado anteriormente se realiza la siguiente agrupación:

- Transporte privado no motorizado: a pie, bicicleta, caballo, otro.
- Transporte privado motorizado: automóvil de uso particular, motocicleta, transporte de la empresa.
- Transporte público motorizado: bus intermunicipal, bus urbano, transporte articulado, taxi.

Para el análisis de dicha información se realizaron varios filtros en la población objeto de estudio. Los filtros corresponden en principio a identificar la población de personas entre las edades de los 18 a los 65 años y que en la última semana hubiese dedicado la mayor parte del tiempo a trabajar. Los factores socioeconómicos utilizados para describir el comportamiento de la clase trabajadora colombiana respecto a su decisión de medio de transporte utilizar se enfocan en: Sexo, estrato socioeconómico, reconocimiento étnico, máximo nivel educativo alcanzado, ubicación geográfica, edad e ingresos laborales. De esta manera, bajo este contexto se tiene una data final de 31.526 datos para Colombia.

Modelo de elección múltiple no ordenada

En esta sección se realizará la estimación del modelo multinomial para analizar la elección de los trabajadores sobre el medio de transporte utilizado para sus desplazamientos a su sitio de trabajo en Colombia. Se plantea el modelo de regresión de respuesta no ordenada en términos de la utilidad aleatoria como:

$$U_i^j = X_i' \beta_j + \epsilon_{ij}$$

En dónde la variable U_i representa la utilidad la elección del medio de transporte por parte del trabajador. La matriz X viene dada por el conjunto de variables independientes: sexo, estrato socioeconómico, reconocimiento étnico, máximo nivel educativo alcanzado, ubicación geográfica, edad e ingresos laborales. Además de incluir en el modelo una componente de error ϵ_{ij} .

Es importante destacar que en estos modelos no se busca predecir el comportamiento medio de la variable, sino estudiar los determinantes de la probabilidad respecto a que un trabajador elija un medio de transporte dentro de un conjunto finito (mayor a dos) de posibilidades. Dada la naturaleza de la variable dependiente se determina que el modelo es de tipo no ordenado. Las categorías de la variable explicada no son propicias para ordenarse o jerarquizarse y mucho menos de condicionarse. Al igual que en la construcción del modelo binario se debe decidir si la función de distribución a trabajar es logística (logit) ó normal estándar (probit).

Para decidir cuál de las dos funciones de distribución es la más adecuada para el modelo, se utiliza el test de Hausman y Smhsiao de alternativas irrelevantes, este supuesto hace referencia a la condición en la cual las razones de ocurrencia de cada par de variables dependientes no se pueden ver afectadas por el resto de las alternativas, en ese sentido, el añadir o eliminar una categoría no debe afectar los coeficientes. Es necesario entonces que las alternativas estén diferenciadas y sean valoradas de forma independiente por el que toma la decisión. En este caso, la variable dependiente cuenta con tres alternativas: medio de

transporte privado no motorizado, privado motorizado y público motorizado. A pesar de la aparente diferenciación entre cada una de las posibles alternativas y que por lo tanto los individuos las valoran de forma independiente a la hora de tomar la decisión, es necesario llevar a cabo una prueba que ratifique la percepción y poder comprobar que se cumple con el supuesto de las alternativas irrelevantes.

Resultados

Estadísticas descriptivas

Se presentan los resultados obtenidos en el análisis descriptivo para todas las variables que fueron usadas en la modelación de la elección del tipo de transporte. Se tiene que el 36.8% de la población se desplaza a sus sitios de trabajo en transporte privado no motorizado, mientras que el 39.2% lo hace en transporte privado motorizado y tan solo un 23.9% lo hace en transporte público motorizado.

La Tabla 1 presenta los porcentajes por fila asociados a las categorías de las variables explicativas. Se observa que un 42.5% de los hombres se moviliza a sus lugares de trabajo en transporte privado motorizado seguido de un 39.2% que lo hace en un medio privado no motorizado. Las mujeres por su lado presentan una distribución más equitativa respecto al uso del medio de transporte. El 63.6% de las personas de estrato alto utilizan medios de transporte privados motorizados. Las personas de raza indígena presentan en un 52.3% un uso de medios de transporte no motorizados. El nivel educativo presenta una distribución inversamente proporcional en la cual a medida que el nivel educativo máximo alcanzado aumenta las personas dejan de utilizar los medios no motorizados a utilizar en mayor proporción los medios privados motorizados.

Respecto al análisis regional se observa que en la región del Valle del Cauca existe una mayor proporción de la clase trabajadora que se moviliza a sus puestos de trabajo en un medio privado motorizado. Por otro lado, el distrito de Bogotá es la región que presenta mayor movilidad en medio de transporte público motorizado. En cuanto a la movilización en medios no motorizados se encuentran las regiones Central y Pacífica con mayor proporción de participación.

Tabla 1.
Estadísticas descriptivas

	Frecuencia Total (%)	Tipo de transporte			Valor p ^a
		Privado no motorizado (%)	Privado motorizado (%)	Público motorizado (%)	
Sexo					<0.000
Hombre	61.0	39.2	42.5	18.2	
Mujer	39.0	32.9	34.0	32.9	
Estrato socioeconómico					<0.000
Bajo	76.4	40.8	37.5	21.5	
Medio	20.0	24.6	41.2	34.1	
Alto	3.5	17.7	63.6	18.6	
Reconocimiento étnico					<0.000
Indígena	3.0	52.3	38.0	9.6	
Afrodescendiente	8.2	34.5	43.2	22.2	
Ninguno	88.8	36.4	38.8	24.6	

Máximo nivel educativo alcanzado					<0.000
Ninguno	2.7	77.4	16.1	6.4	
Primaria	19.8	60.9	25.8	13.1	
Secundaria	41.7	37.3	36.9	25.6	
Técnica / Tecnológica	15.0	21.7	45.9	32.2	
Universitaria	20.5	17.8	54.8	27.2	
Ubicación geográfica					<0.000
Caribe	24.9	32.8	46.3	20.7	
Oriental	23.7	37.5	35.1	27.3	
Central	27.1	43.5	38.5	17.9	
Pacífica	8.3	40.3	40.5	19.0	
Bogotá	4.1	16.3	21.5	62.0	
Antioquia	6.2	35.2	29.5	35.2	
Valle del Cauca	5.5	30.0	49.9	20.0	

Nota: ^aPrueba chi cuadrado para el tipo de transporte y las variables explicativas

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la Tabla 2 muestra las estadísticas para las variables edad y salario respecto a la elección del tipo de transporte, se identifican diferencias estadísticamente significativas tanto para los promedios de edades y el salario respecto a la elección del tipo de transporte para movilizarse al puesto de trabajo. Las personas que eligen un transporte privado motorizado presentan mayor ingreso, en contraste, las personas de menores ingresos se movilizan en transportes privados no motorizados.

Tabla 2.

Estadísticas de edad e ingreso por tipo de transporte

Tipo de transporte	Edad		Ingreso	
	Media*	Des. Est.	Media*	Des. Est.
Privado no motorizado	39,3	12,5	\$ 812.826	\$ 895.375
Privado motorizado	37,7	11,2	\$ 1.486.894	\$ 1.852.506
Público motorizado	37,8	11,8	\$ 1.156.673	\$ 1.077.852
Total	38,3	11,8	\$ 1.159.629	\$ 1.416.217

Nota: *Se encuentran diferencias estadísticamente significativas (valor p <0.000)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de elección múltiple no ordenada

En principio, la elección de la función de distribución más adecuada para la estimación del modelo se realiza de acuerdo con el resultado de la prueba de alternativas irrelevantes. Se observa en la Tabla 3, que la evidencia no es suficiente para rechazar la hipótesis, por lo tanto, se cumple con el supuesto de alternativas irrelevantes, lo que quiere decir que las alternativas son valoradas de manera independiente por parte de los individuos respecto a los medios no motorizados y los medios motorizados, por tanto, es recomendable utilizar el modelo multinomial logit. Este aspecto se corrobora con los criterios de AIC y BIC², se observa según estos que el mejor modelo para la estimación de odds ratio y efectos marginales de la elección del tipo de medio de transporte es mediante un logit multinomial.

Tabla 3.

Prueba de alternativas irrelevantes

	lnL(full)	lnL(omit)	chi2	df	P>chi2
Privado no motorizado	-5973.029	-5962.086	21.886	18	0.237
Privado motorizado	-5610.634	-5592.068	37.132	18	0.005
Público motorizado	-7396.159	-7380.052	32.216	18	0.021

Fuente: Elaboración propia

² Se realizaron estimaciones previas entre modelos de elección discreta no ordenada tipo logit y probit.

La Tabla 4 presenta los efectos marginales asociados a las categorías de elección. Se evidencia que la variable edad presenta significancia estadística en todas las categorías de elección, se resalta que por cada año adicional del trabajador la probabilidad de hacer uso de un medio privado motorizado disminuye en 1%, mientras que para las otras categorías aumenta en un 1%. Los ingresos presentan un efecto significativo en el cual por cada unidad de ingreso el trabajador disminuye su probabilidad en 1% de elegir movilizarse en medios no motorizados, en contraste, aumenta su probabilidad de usar medios privados motorizados. Si el trabajador es mujer tiene 14% menos de probabilidad de elegir un transporte privado motorizado respecto a los hombres, mientras que elige con mayor probabilidad el transporte público motorizado. Estar en estrato alto aumenta la probabilidad un 6% para que el trabajador elija un medio privado motorizado respecto a las personas de estrato bajo, mientras que estar en estrato medio aumenta la probabilidad de utilizar transportes públicos motorizados. Respecto a la raza, un trabajador afrodescendiente tiene mayor probabilidad de utilizar el transporte público motorizado respecto a trabajadores de raza indígena.

En cuanto al máximo nivel de educación alcanzado se observa como a medida que aumenta el nivel educativo en comparación con no tener ningún nivel de educación, la probabilidad de utilizar transporte privado motorizado disminuye de un 17% en primaria hasta un 37% en un nivel universitario. El comportamiento es diferente para la elección de un transporte privado motorizado en el cual a medida que aumenta el nivel educativo la probabilidad de elegir este medio aumenta desde un 9% en primaria hasta un 24% en un nivel universitario comparándolo con la población base que no presenta un nivel de educación.

Analizando los efectos marginales por región se observa que la región central tiene un 10% más de probabilidad de utilizar transportes privados no motorizados respecto a la región del Caribe. En cuanto al uso de transportes privados motorizados en comparación con la región Caribe, si un trabajador es del Valle del Cauca la probabilidad de elegir un transporte motorizado para ir a trabajar aumenta un 3%, mientras que en el resto de las regiones disminuye. El transporte público motorizado tiene mayor probabilidad de elección en la región de Bogotá en comparación con la región Caribe, al igual que la región de Antioquia. Mientras tanto las regiones Central y Pacífica disminuyen su probabilidad de elección respecto a medios públicos motorizados en comparación a la región Caribe.

Tabla 4.
Estimación efectos marginales sobre elección del medio de transporte

Variable	Privado no motorizado		Privado motorizado		Público motorizado	
	dy/dx	P> z	dy/dx	P> z	dy/dx	P> z
edad	0,01	***	-0,01	***	0,01	***
salario	-0,01	***	0,01	***	-0,00	
Mujer	0,01	*	-0,14	***	0,13	***
Estrato Medio	-0,03	***	-0,03	***	0,06	***
Estrato Alto	0,00		0,06	***	-0,06	***
Afrodescendiente	-0,12	***	-0,05	*	0,16	***
Ninguno	-0,10	***	-0,01		0,11	***
Primaria	-0,17	***	0,09	***	0,08	**
Secundaria	-0,34	***	0,15	***	0,19	***
Técnica / Tecnológica	-0,36	***	0,18	***	0,18	***
Universitaria	-0,37	***	0,24	***	0,13	***
Oriental	0,05	***	-0,11	***	0,06	***
Central	0,10	***	-0,07	***	-0,03	***

Pacífica	0,09	***	-0,06	***	-0,04	***
Bogotá	-0,08	***	-0,31	***	0,39	***
Antioquia	0,01		-0,16	***	0,15	***
Valle del Cauca	-0,02		0,03	*	-0,01	

Significancia: '****' < 0.00; '***' < 0.01; '**' < 0.05; '.' < 0.10

Fuente: Elaboración propia

Sendas de comportamiento

La Figura 1 muestra la interacción entre el ingreso y la región respecto a la elección de un transporte privado no motorizado, no se observan diferencias específicas en el comportamiento de para las regiones. Solo se identifica de manera general que a medida que aumenta el ingreso de los trabajadores la probabilidad de elegir este medio de transporte disminuye en todas las regiones del país.

En la Figura 2 se muestra la interacción entre ingreso y región. Se evidencia la elección de un medio de transporte privado motorizado. Se resalta que a medida que los ingresos aumentan la región que tiene mayor probabilidad de elegir este medio de transporte es la región Caribe. Para el Valle del Cauca se observa que es la región con menos probabilidad de elegir este medio de transporte a medida que aumentan los ingresos de sus trabajadores. De manera general se identifica en todas las regiones que un aumento en los ingresos aumenta la probabilidad de uso de un medio privado motorizado de transporte.

En la Figura 3 se muestran las probabilidades de elección del medio de transporte público. A medida que aumentan los ingresos la probabilidad de elección disminuye, dicha disminución no es directa o lineal, se presenta una curvatura máxima para todas las regiones alrededor de un salario promedio de \$ 1'000.000, lo cual se da por la fuerza laboral que se concentra en este rango de salarios. El Valle del Cauca seguido de Antioquia y Bogotá encabezan este comportamiento, el cual se tiene por la gran cantidad de personas que trabajan en estas ciudades, además de sus sistemas integrados de transporte público.

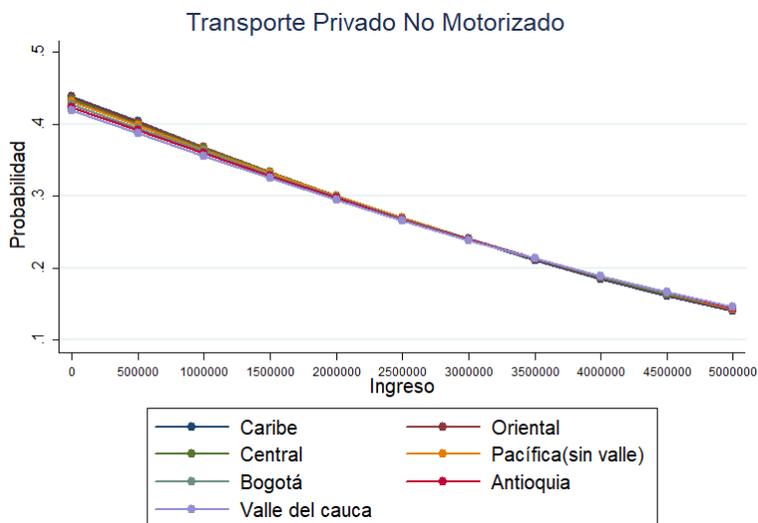


Figura 1. Senda de comportamiento para el medio de transporte privado no motorizado según la interacción entre ingreso y región.

Fuente: Elaboración propia

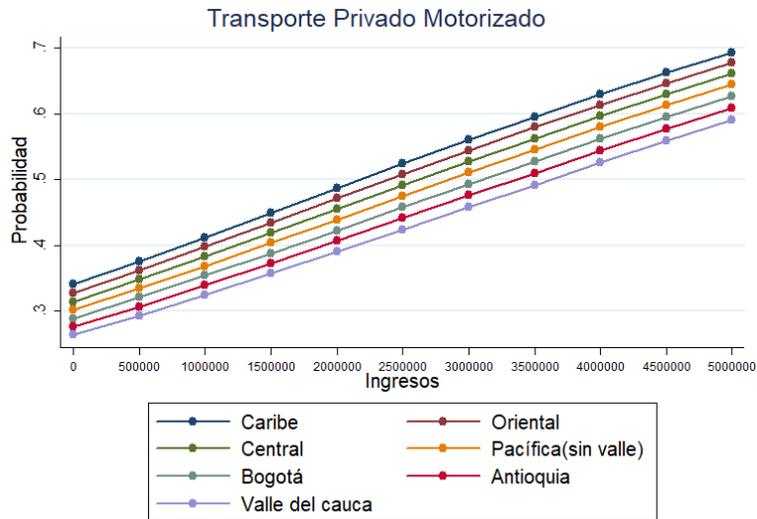


Figura 2. Senda de comportamiento para el medio de transporte privado motorizado según la interacción entre ingreso y región.

Fuente: Elaboración propia

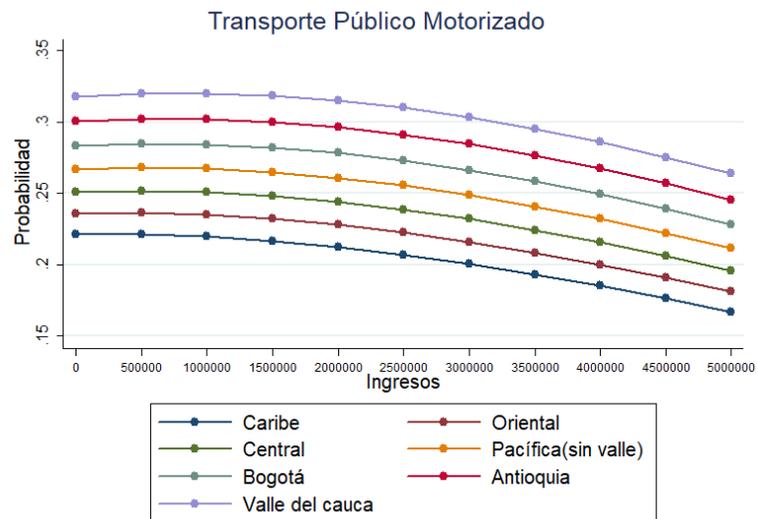


Figura 3. Senda de comportamiento para el medio de transporte público motorizado según la interacción entre ingreso y región.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los resultados obtenidos muestran una clara preferencia por el uso de transporte privado motorizado en las ciudades colombianas, que como Acevedo (2009) manifestó, han logrado alcanzar a un nivel de ingreso que permite la adquisición de vehículos particulares. Esta tendencia se ha manifestado en las últimas décadas en las ciudades del mundo. Entre mayor es su crecimiento a nivel poblacional, de ingresos y de extensión mayores serán sus desplazamientos, distancias, tiempos y costos de viaje (García Palomares, 2008).

Schafer & Victor (2000) pronostican los niveles de movilidad para la primera mitad del siglo XXI tomando en cuenta las restricciones presupuestarias de tiempo y dinero de los individuos. Suponiendo que el costo del transporte tiene un crecimiento proporcional al del ingreso, el individuo al enfrentarse cada vez a mayores distancias y queriendo recorrerlas con la misma restricción de tiempo, buscará migrar a modos más eficientes de transporte. Así, explican que en un futuro modos más veloces. Muestran la relación negativa, entre el volumen de tráfico por persona y el uso de transporte público motorizado. Si las ciudades continúan con esta senda de mayor uso de vehículos particulares, las condiciones dan como resultado un modelo insostenible de transporte y de desarrollo urbano. Dado que estos medios de transporte dependen en el crecimiento en infraestructura, cuyo costo espacial y económico es muy alto y crece lentamente a comparación de la tasa de crecimiento de la compra de automotores privados anualmente. En este sentido, Bocarejo (2009) analizó dos escenarios para Bogotá respecto a la movilidad, en los cuales compara un modelo de elección de modo de transporte en donde se prefiere el uso del automóvil particular y las catastróficas consecuencias para la ciudad y la calidad de vida de los habitantes, frente a otro modelo en el cual se incluyen intervenciones en materia de desarrollo urbano y política de transporte que incluyen el fomento y mejoramiento del servicio de transporte público, el desincentivo al uso del automóvil particular, así como la opción de brindar nuevas centralidades para sacar el máximo provecho de la densificación de la ciudad. Esto lograría mantener un porcentaje de viajes en transporte público constante, no decreciente en el tiempo, además de beneficios en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia en el transporte.

En el caso colombiano, parece que se confirma lo planteado por Gössling (2020), en el cual el carro se convierte en un objeto simbólico, cuyo valor no solamente estará compuesto por su utilidad si no por su capacidad de comunicar estatus social. Los resultados evidencian cómo entre más alto sea el estrato socioeconómico del trabajador, mayor será su propensión para adquirir y utilizar transporte privado motorizado.

Es así como este es un momento en el que se puede comenzar a aplicar medidas que busquen la mitigación del uso masivo de transporte privado motorizado dadas las nefastas consecuencias para el desarrollo urbano, la calidad de vida de los habitantes y las tendencias en el tráfico y el transporte. En este sentido, se debe priorizar el uso de transporte público o de transporte activo, definido por Simons *et al.*, (2013) como la caminata o la bicicleta, que además de ser medios no contaminantes, generan un efecto positivo en la salud y los costos de transporte de los ciudadanos. Ma, Yu, y Liu (2020) plantean que la reducción del uso del vehículo privado contribuye en la solución efectiva del problema de tráfico que experimentan las ciudades en China.

El fomento de estos medios alternativos de transporte debe trabajarse desde distintos frentes. Uno principal es la provisión de infraestructura adecuada para su movilización. Calzadas que prioricen el transporte público o carriles exclusivos, bicicarriles, andenes en buen estado para los peatones, entre otros. Adicionalmente, generar una buena prestación del servicio de transporte público, con el fin de mejorar la percepción y atraer más usuarios. En el caso de Cali, por ejemplo, Abad-Mosquera, Rosa, y Rodríguez, (2019) identifican el nivel de Menor Riesgo de Exclusión Social (MRES) aplicado en el sistema de transporte masivo de la ciudad, MIO, y conjuntamente evaluando la percepción de los usuarios frente al mismo. Esta metodología permitió analizar la percepción de calidad del servicio, el valor percibido, la satisfacción que le generó al usuario y la intención de volver a usar el sistema. En su análisis

encontraron una relación positiva entre la percepción de calidad y en el menor riesgo de exclusión social del transporte. Su estudio confirma que una mejor calidad en el servicio prestado en distintas dimensiones permite el aumento en el uso de este tipo de transporte. Sería ideal que se lograra un estado de servicio tan alto que las personas migraran del uso de auto al uso de transporte público. Adicionalmente, en su estudio mencionan que algunos gobiernos ya tienen alguna presión para la mejora en cuanto a la prestación del servicio de transporte público (Hensher, Ho, & Mulley, 2015), dado el análisis previamente mencionado, con el fin de evitar el colapso del sistema de movilidad de la ciudad con altas tasas de congestión.

El porcentaje de usuarios de vehículo particular motorizado en una muy alta proporción no muestran interés en el transporte público (Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015). Es muy complejo hacer que una persona migre del automóvil particular al transporte público, a pesar de las condiciones actuales que implican mayor tiempo en el tráfico por la congestión, medidas de restricción de movilidad o el efecto ambiental que generan este tipo de vehículos. Es posible que el efecto del estatus genere un mayor beneficio respecto a los costos en términos de tiempo y dinero que el automóvil implica en la ciudad.

Otra medida es el incentivo al transporte en bicicleta, Suero (2010) menciona cómo el uso de este medio de transporte ha ido creciendo a lo largo de los años en conjunto con políticas de seguridad e infraestructura, siendo estas unas de las principales restricciones del uso de este medio. Se concuerda con la proposición de Heinen, Maat, y van Wee (2013), quienes plantean que no solamente los gobiernos deben brindar estos incentivos a movilizarse en bicicleta, sino que debe ser un trabajo en conjunto con los empleadores, dado que factores característicos de los ambientes de la empresa pueden afectar la decisión de elegir la bicicleta como medio de transporte. Por ejemplo, la actitud de colegas y empleados frente al uso de la bicicleta o incentivos monetarios o no monetarios que ofrezca la empresa puede influir en la decisión de usarla. Como se veía previamente, en Colombia al parecer el estatus que genera el automóvil, influye en que las personas prefieran utilizarlo.

Una última medida que se ha visto propuesta es la del fomento al teletrabajo (García Palomares, 2008), el cual disminuye sustancialmente el número de desplazamientos por parte de los ciudadanos, lo que implica menos usuarios de las vías y menos congestión en todos los medios de transporte. Esta medida también genera beneficios a los trabajadores en cuanto al costo de transporte en el que incurren a diario. Se pueden esperar unos efectos en ambos sentidos frente a la productividad de los trabajadores; positivos en cuanto a menos tiempo destinado al transporte y aún inciertos en cuanto al trabajo en un sitio como la casa. Un análisis que se ve cubierto desde otras áreas, distintas al objetivo de este manuscrito.

Por último, se considera que en los estudios de demanda del transporte futuros se debería comenzar a trabajar más a fondo la accesibilidad a ciertas zonas de la ciudad, entendida como la capacidad o facilidad de acceder al sitio, en los distintos modos de transporte. Oviedo-Hernandez & Bocarejo (2011) proponen una metodología para estimar el importante concepto de la accesibilidad que tienen las distintas zonas y territorios, que permitiría controlar por este aspecto dentro de la función de utilidad del individuo, además de principalmente facilitar la evaluación de políticas de transporte.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Acevedo, J. (2009). Book review: The transport as development support of Colombia. A vision to 2040. *Revista de Ingeniería*, (29), 156–162. <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n29/n29a19.pdf>
2. Amariles, P. (2016). Determinantes de la elección del medio de transporte para asistir al sitio de trabajo principal: evidencia para Medellín (Colombia) 2014 (Universidad EAFIT). <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11663>
3. BBVA. (2017). Situación Automotriz. 106 Unidad de Colombia. Bbva Research, 2–5.
4. Bhat, C. R. (1997). Work travel mode choice and number of non-work commute stops. *Transportation Research Part B: Methodological*, 31(1), 41–54. [https://doi.org/10.1016/S0191-2615\(96\)00016-1](https://doi.org/10.1016/S0191-2615(96)00016-1)
5. Cantillo, V., y De Dios Ortúzar, J. (2014). Restricting the use of cars by license plate numbers: A misguided urban transport policy. *Dyna*, 81(188), 75–82. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n188.40081>
6. DANE. (2018). Encuesta de Calidad de Vida 2018. <http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/607/study-description>
7. De Jong, G., Daly, A., Pieters, M., Vellay, C., Bradley, M., y Hofman, F. (2003). A model for time of day and mode choice using error components logit. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(3), 245–268. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(02\)00037-6](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(02)00037-6)
8. García Palomares, J. C. (2008). Incidencia en la movilidad de los principales factores de un modelo metropolitano cambiante. *Eure*, 34(101), 5–23. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612008000100001>
9. Gössling, S. (2020). Why cities need to take road space from cars - and how this could be done. *Journal of Urban Design*, 25(4), 443–448. <https://doi.org/10.1080/13574809.2020.1727318>
10. Heinen, E., Maat, K., & van Wee, B. (2013). The effect of work-related factors on the bicycle commute mode choice in the Netherlands. *Transportation*, 40(1), 23–43. <https://doi.org/10.1007/s11116-012-9399-4>
11. Hensher, D. A., Ho, C., & Mulley, C. (2015). Identifying preferences for public transport investments under a constrained budget. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 72, 27–46. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.12.002>
12. Hutton, B. (2013). *Planning Sustainable Transport*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203436066>
13. Koppelman, F. S., & Bhat, C. (2006). A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models by with technical support from Table of Contents. In U.S. Department of Transportation (Vol. 28). http://www.ce.utexas.edu/prof/bhat/COURSES/LM_Draft_060131Final-060630.pdf
14. Ma, S., Yu, Z., & Liu, C. (2020). Nested Logit Joint Model of Travel Mode and Travel Time Choice for Urban Commuting Trips in Xi'an, China. *Journal of Urban Planning and Development*, 146(2). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000574](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000574)

15. McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics*, 3(4), 303–328. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(74\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0047-2727(74)90003-6)
16. Min Transporte. (2004). Proyecto Nacional de Transporte Urbano.
17. Monzon, A. (2005). Gestión del transporte metropolitano. Capítulo 7.
18. Obregón-Biosca, S. A. (2010). Estudio comparativo del impacto en el desarrollo socioeconómico en dos carreteras: Eix Transversal de Catalunya, España, y MEX120, México Economía, sociedad y territorio. 10(32), 1–47. <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/151/155>
19. Obregón-Biosca, S. y Betanzo-Quezada, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía Sociedad y Territorio*, 61. <https://doi.org/10.22136/est002015554>
20. Racca, D. P., y Ratledge, E. C. (2004). Factors That Affect and / or Can Alter Mode Choice. In *Public Policy*. <http://udspace.udel.edu/handle/19716/1101>
21. Simons, D., Clarys, P., De Bourdeaudhuij, I., De Geus, B., Vandelanotte, C., & Deforche, B. (2013). Factors influencing mode of transport in older adolescents: A qualitative study. *BMC Public Health*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-323>
22. Soltanzadeh, H., & Masumi, H. E. (2014). The Determinants of Transportation Mode Choice in the Middle Eastern Cities: the Kerman Case, Iran. *TEMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*. 7(2) 199–222. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/2518>
23. Suero, D. F. (2010). Factibilidad del uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Bogotá. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 1(12) 54-62 <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/2675/2102>
24. Train, K. y McFadden, D. (1978). The goods/leisure tradeoff and disaggregate work trip mode choice models. *Transportation Research*, 12(5), 349–353. [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(78\)90011-4](https://doi.org/10.1016/0041-1647(78)90011-4)