

García, Gustavo et al.

**Working Paper**

## Impacto del programa de subsidios en el transporte escolar en Medellín (Colombia) como herramientas para reducir la exclusión social

IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-1179

**Provided in Cooperation with:**

Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC

*Suggested Citation:* García, Gustavo et al. (2022) : Impacto del programa de subsidios en el transporte escolar en Medellín (Colombia) como herramientas para reducir la exclusión social, IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-1179, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC,  
<https://doi.org/10.18235/0004063>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/290064>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>

DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BID N° IDB-WP-1179

# Impacto del programa de subsidios en el transporte escolar en Medellín (Colombia) como herramientas para reducir la exclusión social

## Autores:

Gustavo A. García  
Andrés Ramírez-Hassan  
Estefanía Saravia  
Raquel Vargas  
Juan Fernando Duque  
Daniel Londoño

## Editores:

Daniel Pérez  
Laureen Montes Calero  
René Cortés

# Impacto del programa de subsidios en el transporte escolar en Medellín (Colombia) como herramientas para reducir la exclusión social

## Autores:

Gustavo A. García  
Andrés Ramírez-Hassan  
Estefanía Saravia  
Raquel Vargas  
Juan Fernando Duque  
Daniel Londoño

## Editores:

Daniel Pérez  
Laureen Montes Calero  
René Cortés

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo

Impacto del programa de subsidios en el transporte escolar en Medellín (Colombia) como herramientas para reducir la exclusión social / Gustavo A. García, Andrés Ramírez-Hassan, Estefanía Saravia, Raquel Vargas, Juan Fernando Duque, Daniel Londoño; editores: Laureen Montes Calero, Daniel Pérez, René Cortés.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1179)

Incluye referencias bibliográficas.

1. School children-Transportation-Colombia-Finance. 2. Subsidies-Colombia. 3. Urban transportation-Colombia-Finance. 4. Local transit-Colombia-Finance. I. García, Gustavo A. II. Ramírez-Hassan, Andrés. III. Saravia, Estefanía. IV. Vargas, Raquel. V. Duque, Juan Fernando. VI. Londoño, Daniel. VII. Montes Calero, Laureen, editora. VIII. Pérez, Daniel, editor. IX. Cortés, René, editor. X. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. XI. Serie.

IDB-WP-1179

Palabras clave: Subsidios, transporte escolar, niñas y niños, inclusión social, evaluación de impacto, datos administrativos

Códigos JEL: H23, R48, B23, C5

Foto en portada: Mariana Gil Vía Flickr-EMABRQ Brasil

Diseño y diagramación: Valeria Bernal Carvajal

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), una versión revisada de esta obra puede reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas indizadas en EconLit de la Asociación Americana de Economía, siempre y cuando se reconozca la autoría del Banco y el autor o autores del documento no hayan percibido remuneración alguna derivada de la publicación. Por lo tanto, la restricción para recibir ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor(s) de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier incompatibilidad entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Atribución-No comercial - NoDerivatives y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





UNIVERSIDAD  
**EAFIT**<sup>®</sup>



# IMPACTO DEL PROGRAMA DE SUBSIDIOS EN EL TRANSPORTE ESCOLAR EN MEDELLÍN (COLOMBIA)

## COMO HERRAMIENTA PARA REDUCIR LA EXCLUSIÓN SOCIAL

Gustavo A. García, Andrés Ramírez-Hassan, Estefanía Saravia, Raquel Vargas, Juan Fernando Duque y Daniel Londoño  
Editores: Laureen Montes Calero, Daniel Pérez, René Cortés



# CONTENIDO

Agradecimientos.....	4
Resumen ejecutivo .....	5
1. Medellín y su sistema Metro .....	7
2. Efectos de las intervenciones en acceso al transporte público: programa de subsidios en transporte escolar en Medellín .....	11
2.1 Introducción .....	11
2.2 Programa de subsidios de transporte escolar en Medellín .....	15
2.3 Metodología .....	17
2.3.1 Modelo probit ordenado con regresor endógeno binario .....	20
2.4 Datos y estadísticas descriptivas.....	23
2.4.1 Datos.....	24
2.4.2 Estadísticas descriptivas.....	25
2.4.3 Pruebas de diferencia de medias.....	32
2.5 Cálculo de variables instrumentales .....	33
2.6 Resultados.....	37
2.6.1 Resultados de los modelos lineales .....	37
2.6.2 Resultados de los modelos no lineales.....	40
2.6.3 Efectos heterogéneos .....	42
2.7 Conclusiones .....	44
Referencias.....	45
Anexos .....	52

## Agradecimientos

Agradecemos a la **Secretaría de Educación de Medellín** (Colombia) por el acceso a los datos y la valiosa retroalimentación recibida durante el desarrollo del proyecto. Los comentarios recibidos por la Secretaria de Educación Alexandra Agudelo y su equipo conformado por Alejandra Márquez, Zully Gallardo, Silvio Fernando López y Andrea Vásquez fueron de gran valor. También agradecemos al **Metro de Medellín** (Colombia) por las discusiones de los resultados en previas versiones del documento y su participación en el proyecto. Gracias al **evaluador anónimo** por los comentarios realizados, lo cuales fueron muy útiles para mejorar el documento. Por último, agradecemos a **Roberto Rodríguez**, Consultor de la División de Transporte del BID por la revisión de forma realizada.

## Resumen ejecutivo

Medellín es la segunda ciudad más poblada de Colombia y la segunda capital económica del país. Esta ciudad también se distingue a nivel internacional por su sistema de transporte público, el cual integra líneas de metro, tranvías, teleféricos (Metrocable), buses articulados de tránsito rápido, buses alimentadores del Sistema Integrado de Transporte (SIT) y un sistema de bicicletas públicas (EnCicla). Además de la diversidad de modos de transporte, Medellín ha implementado diferentes subsidios a la demanda al transporte público.

Este documento presenta los resultados de una evaluación de impacto del programa de subsidios de transporte escolar implementado por la Secretaría de Educación de la ciudad de Medellín: subsidio del 50% en rutas de buses urbanos, subsidio del 50% en el tiquete para el sistema Metro (Metro, Metroplús, Metrocable y Tranvía), y 100% en transporte escolar contratado. Para ello, se utilizan dos modelos econométricos que permiten estimar el impacto de dichos subsidios sobre la elección en la calidad de la institución educativa (educación primaria y secundaria) seleccionada por el hogar beneficiario. La primera propuesta metodológica evalúa el efecto de cada uno de estos esquemas de subsidios sobre un índice de calidad del colegio seleccionada por los hogares a través de un modelo de mínimos cuadrados en dos etapas.

Este modelo usa como instrumentos, funciones de la suma de la distancia entre: la ubicación de la vivienda y el paradero (estación) de recogida, y el paradero (estación) de desembarque y el colegio, condicionados a una elección óptima (no observada, estimada) de la ruta de desplazamiento en transporte público del estudiante. Igualmente, se controla por características del estudiante, familiares y del colegio. Los resultados indican que los subsidios parciales tienen un efecto causal positivo sobre la calidad del colegio seleccionado por los estudiantes, es decir, los estudiantes cubiertos por el subsidio eligen colegios de mejor calidad. Mientras que pareciera ser que los efectos asociados al subsidio total potencialmente generan efectos negativos en dicha elección. La segunda propuesta metodológica se fundamenta en modelos de elección discreta ordenados con regresor endógeno, basados en la categorización oficial sobre calidad de los colegios. Esto permite la identificación de efectos causales heterogéneos, los cuales confirman los anteriores hallazgos: efectos causales positivos sobre la probabilidad de elegir un colegio de mayor calidad por los subsidios parciales, pero una disminución en la probabilidad de elegir un colegio con mejor calidad por el subsidio total. Finalmente, cuando se analizan los efectos distinguiendo entre mujeres y hombres, se encuentra que los subsidios parciales de transporte incrementan en mayor grado la probabilidad de elegir colegios de calidad alta para el caso de las mujeres.

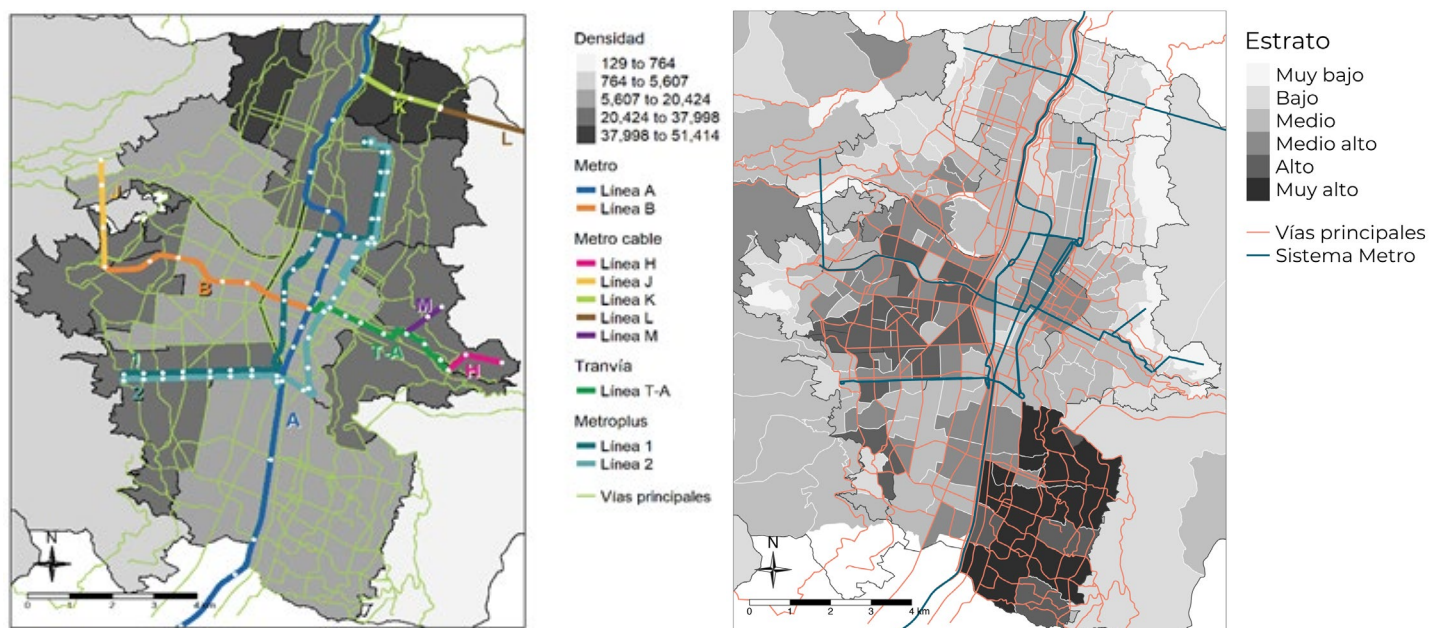


Los resultados de este estudio contribuyen a la agenda de conocimiento impulsada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), generando evidencia empírica sobre las políticas de transporte que contribuyen a objetivos de inclusión social y económica. Los hallazgos se alinean además con las prioridades establecidas en la Visión 2025 del BID: Reinvertir en las Américas, en cuanto contribuyen a avanzar hacia la implementación de sistemas de movilidad asequibles, eficientes y sostenibles, que mejoren el acceso de la población de bajos ingresos a servicios de educación.

# 1. Medellín y su sistema Metro

Medellín tiene una población de 2.372.330, de acuerdo con el último censo del 2018 (DANE, 2019). La ciudad tiene una extensión de 380,2 km<sup>2</sup> (el área urbana representa 105.02 km<sup>2</sup>) lo cual implica una densidad poblacional de 6239,7 habitantes por km<sup>2</sup>. Administrativamente, Medellín se encuentra dividida en 16 comunas y 275 barrios que se encuentran en la parte urbana, y cinco corregimientos ubicados en la zona rural de la ciudad. Las áreas más densamente pobladas de la ciudad están en el norte y suroccidente de la ciudad (ver Gráfico 1.1). En el norte se encuentra predominantemente población de ingresos bajos y medios, y tienen una infraestructura de transporte relativamente bien equipada, en términos del acceso al metro. Por el contrario, en las áreas de más altos ingresos ubicadas en el sur, el sistema Metro no presenta tanta incidencia.

**Gráfico 1.1.** Área de estudio (a) densidad poblacional y (b) distribución de las categorías de ingresos



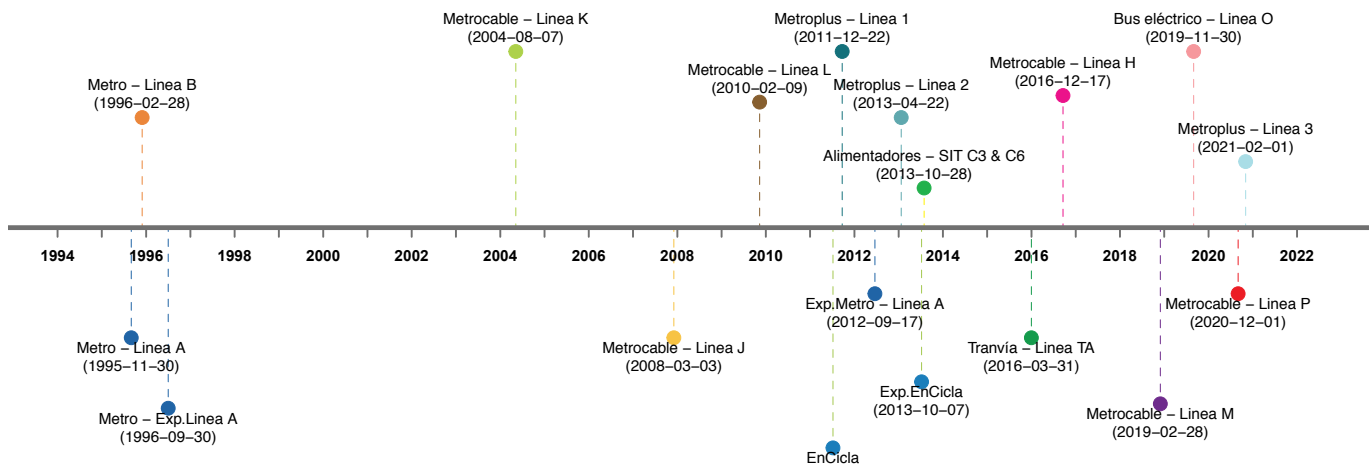
Fuente: Elaboración propia

Nota: La densidad poblacional (población/km<sup>2</sup>) se calcula a nivel de comuna (Alcaldía de Medellín, 2019a). El nivel de ingreso se base en la estratificación socioeconómica de seis categorías definidas en Colombia (1 = muy bajo a 6 = muy alto) y se calcula a nivel de barrio (Alcaldía de Medellín, 2019).

Una característica que distingue a Medellín, de otras ciudades en Colombia y en Latinoamérica, es su sistema de transporte público: el sistema Metro. Este sistema ha incrementado notablemente la accesibilidad de la ciudad, en particular en las zonas más apartadas y con bajos ingresos. En noviembre de 1995 se inauguró la primera línea del tren elevado que cruza la ciudad de sur a norte. Este primer tramo del metro (Línea A), incluyó el trayecto entre las estaciones de Poblado y Niquía con otras 15 estaciones. Luego en febrero de 1996 se inauguró la segunda línea (Línea B), que une el centro de la ciudad con el occidente e incluye siete estaciones entre San Antonio y San Javier. En septiembre del mismo año se amplía el tramo sur del metro para unir otras ciudades del área metropolitana del Valle de Aburrá<sup>1</sup> hasta la estación de Itagüí, añadiendo cuatro estaciones nuevas a la Línea A. Finalmente, en septiembre de 2012 se completa el sistema de metro elevado en el tramo sur con las estaciones Sabaneta y la Estrella.

Adicionalmente, el metro elevado ha sido integrado con otros medios públicos de transporte, tales como tranvías, teleféricos (Metrocable), buses articulados de tránsito rápido (Metroplús), buses alimentadores del Sistema Integrado de Transporte (SIT) y un sistema de bicicletas públicas (EnCicla). En el Gráfico 1.2 se puede observar la línea de tiempo de inauguración de los diferentes medios de transporte que conforman el sistema Metro.

**Gráfico 1.2.** Línea de tiempo del Sistema Metro de Medellín



Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> El área metropolitana del Valle de Aburrá incluye las siguientes ciudades: Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas.

En la actualidad, el sistema Metro incluye dos líneas de metro que atraviesan la ciudad de sur a norte (Línea A) y de centro a occidente (Línea B) con 27 estaciones en total; cinco líneas de Metrocable (Líneas K, J, L, H y M) integradas al metro hacia las montañas de la ciudad, con un total de 15 estaciones; tres líneas de buses, dos de las cuales son buses articulados que viajan por sus propios carriles con 28 estaciones (Líneas 1 y 2) y una ruta de buses eléctricos (Línea O), recientemente inaugurada en noviembre de 2019, que hace un recorrido por las calles de la ciudad entre la estación del Metroplús La Palma y la estación de metro Integración Caribe, con 14 estaciones; y una línea de tranvía que une el centro de Medellín con la zona oriental de la ciudad con 9 estaciones (Línea T-A). Adicionalmente, desde la administración del sistema Metro se tienen programas la ampliación de la red de transporte. Por ejemplo, para el 2024 se espera abrir la Línea 3 de Metroplús en el corredor sur de la ciudad, uniendo las ciudades de Medellín, Envigado e Itagüí. Todo el sistema Metro se muestra en el Gráfico 1.3.

El sistema Metro de Medellín tiene como medio de pago una tarjeta de contacto a la entrada del viaje llamada “Cívica”, la cual en la mayoría de los usuarios se encuentra personalizada y puede ser recargada en estaciones o mediante una aplicación móvil o vía web. Una vez los usuarios entran al sistema Metro pueden viajar por él a través de los diferentes modos (Metro, Metroplús, Metrocable y Tranvía) por el costo de un sólo pasaje. El sistema completo de transporte público de Medellín incluye, además del sistema Metro, rutas de buses integradas y rutas alimentadoras que transportan pasajeros hacia el sistema Metro. Estas rutas pertenecen a empresas privadas y aunque el modo de pago es con la “Cívica” y físicamente se integran al sistema Metro, la tarifa del pasaje que pagan los usuarios se encuentra parcialmente integrada. Esto último implica que los usuarios deben pagar un pasaje cuando se suben a estos buses alimentadores y una vez lleguen a alguna estación del sistema Metro deben pagar medio pasaje más.

Gráfico 1.3. Mapa del sistema Metro de Medellín



Fuente: Metro de Medellín.

## 2. Efectos de las intervenciones en acceso al transporte público: programa de subsidios en transporte escolar en Medellín

### 2.1 Introducción

Existe innumerable evidencia de que la calidad en educación, particularmente en países en desarrollo, es un factor clave para el crecimiento económico y el bienestar (Kremer, 2003; Glewwe y Kremer, 2006; Banerjee et al., 2007; Hanushek y Wößmann, 2007; Carneiro et al., 2011; Fotros y Torkamani, 2012; Hanushek, 2013). Si bien, la habilidad innata de los estudiantes y los antecedentes de los padres<sup>2</sup> explican una gran parte de los logros académicos, la calidad de la institución educativa es uno de los principales determinantes en los resultados de largo plazo, tanto generales como individuales (Chetty et al., 2011; Dearden et al., 2002; Kramarz et al., 2008; Dustan, 2018). Dicha evidencia ha generado un debate con el objetivo de determinar cuáles son los mecanismos e instrumentos más eficientes para mejorar la calidad de la educación, dentro de esta búsqueda surge toda la literatura acerca la elección de colegio.

A pesar de la importancia generalizada que tiene la educación de alta calidad para mejorar las condiciones individuales y de la sociedad, un porcentaje muy alto de estudiantes asisten a colegios de baja calidad, especialmente aquellos de menores ingresos. En torno a este tema, la discusión sobre segregación espacial identifica como determinante principal la ubicación residencial de los estudiantes. El estrato socioeconómico de las residencias está, por ejemplo, significativamente correlacionado con la calidad de los colegios cercanos a ellas, lo que implica que las familias con limitaciones económicas serán segregadas en barrios separados de las mejores instituciones educativas; esto incluso cuando se toma en cuenta solo las instituciones públicas. (Rothstein, 2006; Fack y Grenet, 2010; Machin y Salvanes, 2010; Gibbons et al., 2013). Los altos costos de viajar a un colegio lejano implican que los estudiantes de bajos ingresos, residentes en barrios con oferta educativa de baja calidad, no podrán tener acceso a las mejores instituciones.

Por tal motivo, ha surgido una amplia literatura en torno a la elección de colegio, que

<sup>2</sup> Las elecciones de los estudiantes y sus resultados escolares se ven fuertemente impactados por las características de sus padres y hermanos (Ball y Vincent, 1998; Hoxby y Avery, 2012; Ceja, 2006; Goodman et al., 2019; Dustan, 2018).

identifica la localización como uno de los factores más influyentes en las decisiones de elección de los padres (Petronio, 1995; Glazerman, 1998; Nechyba y Strauss, 1998; Brasington, 1999; Barrow, 2002; Downes y Zabel, 2002; Rothstein, 2006; Burgess et al., 2008). De la evidencia encontrada se han desprendido una serie de políticas encaminadas a romper el fuerte vínculo entre el estrato socioeconómico de las zonas residenciales (o los costos de la propiedad) y la calidad, para lograr una mayor equidad en la educación pública. Sin embargo, la situación no ha mejorado significativamente (Echenique et al, 2006). Así pues, los determinantes de la elección de colegio han sido objeto de un profundo interés en el ámbito político y académico, tanto en países en vías de desarrollo como desarrollados; particularmente, cuando los estudiantes y las familias se enfrentan a un entorno con pocas alternativas viables e información incompleta (Dustan, 2018).

De todo lo anterior, la pregunta natural es si ampliar el conjunto de opciones, disminuyendo los costos de asistencia a las instituciones más alejadas, puede generar que el estudiante asista a una institución educativa de mejor calidad. Esta línea de investigación es particularmente relevante tanto desde el punto de vista teórico como de política, ya que permite conocer cómo se asignarían en equilibrio los estudiantes a las instituciones y, por lo tanto, informar sobre los posibles efectos de la implementación de dichas políticas. No obstante, hay poca evidencia causal al respecto.

Usando datos administrativos del universo de estudiantes de instituciones públicas en Medellín, e incluyendo información sobre características socioeconómicas y ubicación geográfica de estudiantes y colegios, en esta investigación se estudia el efecto de una disminución total o parcial en los costos de transporte sobre la elección de colegios de mejor calidad. Para ello se emplean dos metodologías: primero, se estiman modelos lineales con efectos fijos corregidos por endogeneidad; y segundo, para calcular efectos heterogéneos, se estiman modelos probit ordenados con regresor endógeno binario. Nuestra muestra cubre el periodo 2016-2019 con un promedio de 110,000 estudiantes por año que asisten a un total de 386 colegios públicos en Medellín. Nuestros resultados principales evidencian que una disminución parcial del costo en el transporte genera una elección de colegios de mayor calidad. No obstante, dicho efecto positivo no se mantiene para el caso del subsidio total.

Esta investigación contribuye a tres tipos de literatura: elección de colegio, segregación y subsidios de transporte. Con respecto a la literatura de elección de colegio, hay mucha evidencia que muestra consistentemente que los estudiantes valoran la cercanía y que el transporte es un determinante importante dentro de la elección del colegio, principalmente cuando los estudiantes están eligiendo entre colegios públicos (Ajayi, 2011; Hastings et al., 2005). En Estados Unidos, Hastings et al. (2005) encuentran que las familias son más propensas a elegir colegios dentro de una zona que tenga transporte escolar. Asimismo, se ha encontrado que la existencia de transporte público

es particularmente importante en la elección de colegios, ya que es una proporción grande del gasto de los hogares (Lin y Chang, 2010; Müller et al., 2008; Van Ristell et al., 2013). Por ejemplo, en Chile, las familias son más propensas a elegir colegios que están más cerca de las estaciones de metro (Gallego y Hernando, 2010).

La literatura sobre segregación muestra cómo los alumnos de familias de menores ingresos se clasifican desproporcionadamente en instituciones de bajo rendimiento (Taylor et al., 2003; Burgess et al., 2004; Allen y Vignoles, 2006; Allen, 2007; Gibbons y Telhaj, 2007, Burgess et al, 2008; Burgess et al., 2011). Adicionalmente, se explora el efecto de las políticas enfocadas en balancear la composición a través de los colegios, mediante la asignación de estudiantes pertenecientes a minorías a colegios por fuera de su barrio. Dichas políticas se han relacionado con una serie de resultados positivos, tales como logros académicos y mejora en habilidades no cognitivas (Guryan, 2004; Reber, 2010; Billings y Rockoff, 2014).

Dada la importancia de los resultados positivos en los logros académicos y la mejora de habilidades en poblaciones segregadas, es importante mencionar la contribución de este documento en términos de brechas de género. Una amplia literatura sobre brechas de género ha intentado encontrar posibles causas que expliquen dichas diferencias que persisten, incluso a pesar de grandes esfuerzos realizados en términos de política, no obstante, el debate continúa vigente. La mayoría de la literatura se ha enfocado en causas como el matrimonio y las decisiones de fertilidad (Niederle y Vesterlund, 2007; Jensen, 2012), las diferencias de competitividad entre géneros (Card et al., 2016; Bowles et al., 2005; Babcock et al., 2017), sesgos de ambientes profesionales (Zeltzer, 2020), la composición de la fuerza laboral (Mulligan y Rubinstein, 2008) y los sesgos de contratación (Goldin y Rouse, 2000). Las mujeres siguen estando subrepresentadas en profesiones como finanzas y posiciones administrativas (Bertrand y Hallock, 2001; Bertrand et al., 2010), derecho (Azmat y Ferrer, 2017), academia (Card et al., 2020; Ceci et al., 2014) y medicina (Zeltzer, 2020). En ese sentido, la contribución a dichas desigualdades desde la elección de colegio puede contribuir significativamente a reducir las brechas profesionales.

Finalmente, poco se ha ligado la anterior literatura sobre elección de colegio y segregación con subsidios de transporte escolar. Esto puede explicarse por la poca existencia de subsidios estudiantiles de transporte o la ausencia de datos administrativos de tales subsidios. En este campo radica la mayor contribución de este estudio. Al respecto, un estudio para Inglaterra de Masi (2018), encuentra que la disminución en el costo de viajar afecta negativamente la calidad de la escuela a la que asiste el estudiante. Este efecto, opuesto a lo esperado, se explica porque los estudiantes están dispuestos a intercambiar calidad por ahorro en costos de transporte, y este mecanismo se ve reforzado por la sobreinscripción escolar en colegios de alta calidad, lo que limita la elección a familias que viven más alejadas.



&lt;&lt;&lt;

El documento se encuentra organizado de la siguiente forma. Después de esta introducción, en la sección 2.2 se describe el programa de subsidios al transporte escolar en Medellín. En la sección 2.3 se presenta la metodología utilizada. La sección 2.4 describe los datos utilizados, se muestran algunas estadísticas descriptivas de las variables de interés y se presentan las pruebas de diferencia de medias en las variables de control entre los estudiantes tratados y no tratados, con el fin de determinar que el supuesto de soporte común se mantenga. En la sección 2.5 se describe el cálculo de las variables instrumentales para la corrección de endogeneidad en los modelos de regresión. La sección 2.6 muestra los resultados de las estimaciones y en la sección 2.7 se concluye.



©Mariana Gil Vía Flickr-EMABRQ Brasil

&lt;&lt;&lt;

## 2.2 Programa de subsidios de transporte escolar en Medellín

El objetivo general de la estrategia de transporte escolar en Medellín es apoyar a los estudiantes de las Instituciones de Educación (IE) de primaria y secundaria, e Instituciones de Educación Superior (IES) que presentan dificultades para el desplazamiento entre su residencia y el establecimiento educativo en el cual se encuentran matriculados. El programa brinda apoyo de transporte escolar según las modalidades que integran la estrategia, priorizando aquellos que se localicen en ruralidad o en sectores donde no se cuenta con la suficiente oferta educativa. El programa se financia con recursos propios y a través de convenios con particulares (empresas de transporte) y es administrado por la Oficina de Planeación de la Secretaría de Educación de Medellín. La Secretaría de Educación de Medellín tiene registros específicos de los beneficiarios de este programa desde el año 2016 a la fecha.

A continuación, se describen las tres modalidades de subsidios de transporte escolar que tiene el programa:

### 1. Transporte contratado (subsidio del 100%)

El servicio lo contrata la Secretaría de Educación de Medellín con el objetivo de facilitar la movilidad de los estudiantes desde su residencia hacia la institución educativa y viceversa, en aquellos sectores donde no se logra atender la necesidad mediante transporte público masivo, en especial en zonas rurales. Una vez contratado el servicio y dependiendo de las necesidades y contexto de cada IE, se definen las rutas de desplazamiento desde un punto de origen cerca al lugar de residencia de los alumnos a la IE, así como el retorno de los estudiantes al punto de origen una vez se termine la jornada. A inicios de 2018, se contaba con 94 rutas de transporte para 54 instituciones educativas y al final del mismo año, el número de rutas ascendió a 104 y las IE beneficiadas a 55.

### 2. Tiquete bus (subsidio del 50%)

Esta modalidad de subsidio se implementa con los aportes de algunas empresas de transporte público de Medellín y el Municipio de Bello que como parte de su responsabilidad social empresarial deciden vincularse y apoyar a los estudiantes de Medellín, ofreciendo una tarifa diferencial que subsidia el 50% del valor de la tarifa vigente en el transporte público colectivo o buses de la ciudad (no incluye el sistema Metro). Los estudiantes reciben una tiquetera para usar durante días hábiles en un mes. Es importante tener en cuenta que estas rutas de buses son operadas por empresas privadas.

### 3. Tiquete metro (subsidio del 50%)

A través de esta modalidad se asigna una tarifa diferencial al estudiante dentro del sistema Metro (Metro, Metroplus, Metrocable y Tranvía), sin restricción de horarios y fechas (no incluye las rutas de buses operadas por empresas privadas). El beneficio es personal e intransferible. Esta tarifa es la más económica del metro y es aproximadamente el 50% de la tarifa normal. Los estudiantes reciben el subsidio para 60 viajes por mes. Ambas entidades, Metro de Medellín y Secretaría de Educación, hacen el control mes a mes a nivel de estudiante sobre el uso del subsidio y asistencia escolar. El subsidio se da a través de la compra de tiquetes con la Tarjeta Cívica (tarjeta de contacto para entrar al sistema metro).

La asignación de los subsidios anteriormente enunciados se realiza por medio de los siguientes criterios:

- Estudiantes residentes en los municipios del Valle de Aburra y en las localidades adyacentes a la jurisdicción metropolitana.
- Estar matriculado en instituciones educativas pública de los municipios del Valle de Aburra (para este ejercicio matriculado en las IE en Medellín).
- Pertenecer a los niveles de SISBEN I y II<sup>3</sup> o quienes no estén clasificados en el SISBEN, pero residan en viviendas de estratos 1, 2 y 3.
- Tener entre 10 y hasta 24 años de edad, en el momento de la inscripción<sup>4</sup>.
- Requerir el transporte público para trasladarse a más de 1000 metros o sea más de 12,5 cuadras, entre su residencia y su lugar de estudio.

Estos criterios de asignación son los mismos para todos los subsidios, no hay específicos, y los estudiantes pueden simultáneamente tener tiquete bus y metro, aunque en los datos disponibles no había estudiantes con ambos beneficios. En cuanto al subsidio de transporte contratado, los estudiantes sólo pueden tener este beneficio y no lo pueden combinar con los otros dos.

<sup>3</sup> El Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN) es una herramienta nacional de evaluación de la pobreza en Colombia para asignar beneficios estatales, es también conocida como la encuesta censal de los pobres. Hay un puntaje SISBEN que va de 0 a 100 y las familias son clasificadas en tres niveles de acuerdo a su nivel de pobreza. Un puntaje bajo en el SISBEN indica un alto nivel de necesidad. A nivel urbano, los puntajes en cada nivel son: nivel I: 0 a 44,79, nivel II: 44,80 a 51,57, y nivel III: mayor a 51,57.

<sup>4</sup> Para la modalidad de transporte contratado es a partir de los cinco años.

## 2.3 Metodología

En esta sección se presenta la metodología utilizada para estimar el efecto de los subsidios en transporte escolar sobre la elección del colegio. La variable de interés sobre la que se va a medir el efecto es la calidad del colegio, la cual puede ser tanto una variable continua como discreta. El modelo índice a estimar tiene la siguiente estructura:

$$CC_{ijt} = G(\beta \text{Subsidio}_{it} + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{Q}'_{jt}\boldsymbol{\gamma} + \alpha_i + \delta_j + \omega_t) \quad (2.1)$$

donde,  $CC_{ijt}$  es la calidad del colegio  $j$  en el que el estudiante  $i$  se encuentra asistiendo en el año  $t$ ;  $\text{Subsidio}_{it}$  es una variable binaria igual a 1 si el estudiante  $i$  recibe subsidio de transporte para desplazarse de su casa al colegio en cada uno de los años  $t$ , y 0 en otro caso;  $\mathbf{x}'_{it}$  es un vector de variables de control que tiene en cuenta características individuales y familiares, mientras que el vector  $\mathbf{Q}'_{jt}$  contiene variables asociadas a características de la institución educativa;  $\beta$  es el parámetro de interés a estimar que mide el efecto del subsidio en transporte escolar sobre la calidad del colegio elegido;  $\boldsymbol{\theta}$  y  $\boldsymbol{\gamma}$  son vectores de parámetros a estimar;  $\alpha_i$ ,  $\delta_j$  y  $\omega_t$  son efectos fijos de individuo, colegio y año, respectivamente;  $G(\cdot)$  es la función índice que establece la forma funcional a estimar. Más adelante se especifica esta función.

Existen dos aspectos metodológicos a tener en cuenta en la estimación de la anterior ecuación. Por un lado, la variable dependiente de calidad del colegio puede tomarse en forma continua o discreta. El ICFES calcula un índice que va de 0 a 1, que sería la variable en forma continua, y también a partir de este índice clasifica a los colegios en cinco categorías que van de calidad muy baja a muy alta, que sería la variable discreta. Esto implica que, en el caso de la variable continua, se estima un modelo lineal, mientras que al tomar la variable en forma discreta el modelo sería no lineal. En este último caso, al ser una variable discreta que mide la calidad del colegio en forma ordinal, la estimación se centraría en modelos no lineales (o de probabilidad) con variable dependiente ordenada.

El otro aspecto a tener en cuenta en la estimación es el sesgo de endogeneidad. El ejercicio empírico consiste en aislar el impacto del subsidio en transporte que reciben los estudiantes en la probabilidad de asistir a instituciones de educación de mayor calidad. Estimar este impacto no es fácil, ya que los estudiantes pueden autoseleccionarse entre los subsidios o existir variables no observadas que afectan tanto la adjudicación del subsidio como la calidad de los colegios. Esto probablemente

implique endogeneidad, lo cual debe ser tenida en cuenta en la estimación del efecto de los subsidios de transporte sobre la calidad del colegio seleccionado. Nuestra estrategia de identificación, entonces, consiste en dos enfoques: inclusión de efectos fijos de individuo y colegio, y la estimación por variables instrumentales.

Se estiman dos modelos de efectos fijos. Primero, se incluyen efectos fijos de individuo, capturando una parte sustancial de la variación en características no observables de los estudiantes. Segundo, el modelo es expandido incluyendo efectos fijos para cada uno de los colegios de la muestra, lo cual controla por factores no medibles relacionados con la calidad de la institución, además de factores geográficos.

En el segundo enfoque se hace una estimación por variables instrumentales. En esta estimación se requiere al menos una variable que afecte la probabilidad de acceder a un subsidio de transporte, pero que no tengan relación con la probabilidad de asistir a una institución de educación de mayor calidad, condicional a la inclusión de las variables de control. Se utiliza, entonces, como variable instrumental la distancia euclidiana (en metros) de la casa del estudiante a la estación de bus o del sistema Metro más cercana (Metro, Metroplus, Metrocable y Tranvía) y el cuadrado de esta distancia, para tener en cuenta efectos no lineales. El argumento aquí es aquellos estudiantes más cercanos de las estaciones del sistema metro, son más propensos a tomar el subsidio de transporte para desplazarse al colegio, pero esta cercanía a las estaciones no afecta la calidad del colegio ya que la localización de los colegios es exógena a la localización de dichas estaciones. En otras palabras, la calidad del colegio elegido no se encuentra determinado por la cercanía de las estaciones del sistema metro (restricción de exclusión), y esta última variable sólo afectará la calidad de las instituciones a través del potencial efecto sobre los subsidios (relevancia del instrumento).

Los modelos de variables instrumentales permiten identificar una relación causal por medio de un instrumento que tiene efecto sobre la variable independiente pero no es la causa directa de la variable resultado (excepto a través de su efecto en la variable independiente); un instrumento juega un rol análogo al de un experimento de asignación aleatoria (Angrist y Pischke, 2008). Específicamente, permite estimar el Efecto Local Promedio del Efecto (LATE, por sus siglas en inglés) del subsidio sobre la calidad de la institución elegida. El efecto LATE es la medida en que un cambio en la variable independiente causa un cambio en la variable dependiente para el subconjunto de casos cuyo valor de la variable independiente está influenciado por el instrumento. En nuestro caso que utilizamos la distancia a la estación del bus o metro más cercana como un instrumento para ser beneficiario de cada tipo de subsidio, el modelo de variables instrumentales correspondiente, estimará el cambio en la calidad del colegio causado por el subsidio, solo entre aquellos estudiantes beneficiarios que son influenciados por la distancia a la estación del bus o metro más cercana.

Nuestros resultados empíricos incluyen varias pruebas importantes para corroborar la validez de los instrumentos utilizados para corregir el problema de endogeneidad. La primera prueba es la prueba J de Sargan/Hansen que chequea la coherencia de los instrumentos (Deaton, 2010), y potencialmente la condición suficiente para la exogeneidad de los instrumentos bajo el supuesto de efectos heterogéneos (Parente y Silva, 2012). Adicionalmente, se calcula un estadístico F para la significancia conjunta de los instrumentos en la primera etapa de cada modelo (Baum et al, 2007). Esta prueba establece si las variables usadas como instrumentos para las endógenas en la segunda etapa son capaces de predecir conjuntamente la variable endógena. La regla propuesta por Staiger y Stock (1997) es que este F-estadístico sea igual o mayor a 10, para asegurar estimaciones consistentes. Reportamos dos versiones de esta prueba: el estadístico Cragg-Donald propuesto por Stock y Yogo (2005) que asumen errores Independientes e Idénticamente Distribuidas (i.i.d) y el estadístico Kleibergen-Paap (Kleibergen y Paap, 2006) propuesto por Baum et al. (2007) que permite errores no i.i.d.

Adicionalmente, se calcula el test de Hausman, el cual es usado para corroborar si es más adecuado estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) o por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), es decir que nos dice si los subsidios de transporte escolar son o no endógenos. Finalmente, para relacionar las estimaciones por MC2E a un efecto LATE, como se mencionó en el anterior párrafo, es necesario que se cumpla la condición de monotonicidad, esto es, que los instrumentos estén monotónicamente relacionados con la variable de interés. Para probar esta condición se sigue el enfoque propuesto por Angrist e Imbens (1995), quienes sugieren analizar las distribuciones de probabilidad acumulada para la variable de interés cuando la variable instrumental, que ellos asumen binaria, toma los valores de 0 y 1. Si el supuesto de monotonicidad se mantiene dichas funciones no deberían cruzarse. Ya que nuestras variables instrumentales son continuas, se analizan las distribuciones de probabilidad acumulada del índice de calidad de los colegios entre observaciones que están por debajo y por encima de la mediana de los instrumentos (Esarey and Schwindt-Bayer, 2019).

En resumen, se van a estimar dos conjuntos de modelos. Unos primeros modelos lineales con efectos fijos de estudiante, colegio y año, estimados por MCO y al corregir por endogeneidad se realizan estimaciones por MC2E. Y otro conjunto de modelos no lineales, de probabilidad, con variable dependiente ordenada y efectos fijos, corregidos por endogeneidad, estimados por máxima verosimilitud. El primer conjunto de modelos es bastante estándar en la literatura y nos van a permitir hacer una primera aproximación sobre el efecto de los subsidios de transporte escolar sobre la elección del colegio. Además, en estos modelos se han desarrollado diferentes test para corroborar las condiciones de relevancia y exogeneidad que debe cumplir

el instrumento, lo cual nos dará indicios que nuestros instrumentos son válidos. Sin embargo, una limitación de los modelos lineales es que ofrecen un cálculo promedio del impacto de los subsidios sobre la calidad del colegio, no permitiendo dar cuenta de efectos heterogéneos.

En cuanto a los modelos no lineales con regresores endógenos, tienen un desarrollo teórico y matemático varias décadas atrás (ver, por ejemplo, Maddala y Lee [1976] y Maddala [1983]), pero sus aplicaciones son más reducidas, ya que su estimación es bastante demandante en términos computacionales. En estos modelos hay pocos desarrollos en la implementación de los test de relevancia y exogeneidad del instrumento<sup>5</sup>, sin embargo, su especificación en términos de probabilidad puede ser bastante informativo sobre los efectos heterogéneos que se pueden calcular en el impacto de los subsidios al transporte sobre la calidad del colegio en el que terminan los estudiantes. Para una mayor claridad de la estructura y estimaciones de estos modelos no lineales con regresores exógenos, a continuación, se hace una explicación más detallada.

### 2.3.1 Modelo probit ordenado con regresor endógeno binario

Un modelo probit ordenado con regresor endógeno binario puede representarse por el siguiente sistema recursivo de dos ecuaciones (Maddala y Lee, 1976; Maddala, 1983; Rivers y Vuong, 1988; Roodman, 2011)<sup>6</sup>:

$$y_1^* = \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{z}'\boldsymbol{\pi} + \epsilon_1 \quad (2.2)$$

$$y_2^* = \delta y_1 + \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2 + \epsilon_2 \quad (2.3)$$

donde  $\mathbf{x}' = (1, x_1, \dots, x_k)'$  es un vector de variables de control y  $\mathbf{z}'$  representa el vector de variables instrumentales. Para el análisis particular llevado a cabo aquí, la ecuación (2.2) representa la probabilidad de acceder a un subsidio de transporte escolar, mientras que la ecuación (2.3) indica la probabilidad de elegir un colegio teniendo en cuenta diferentes calidades.

<sup>5</sup> Wooldridge (2010) resalta el procedimiento simple en dos etapas propuesto por Rivers y Vuong (1988) para probar endogeneidad en el caso de modelos binarios y con regresor endógeno tanto continuo como binario. Sin embargo, en modelos no lineales que impliquen el cálculo de distribuciones multivariantes, no se han desarrollado test para probar endogeneidad, ni la validez de los instrumentos.

<sup>6</sup> Se omite el subíndice  $i$  del individuo y la especificación se hace en corte transversal por simplicidad en la presentación, pero es fácilmente generalizable al caso de datos panel (ver, por ejemplo, Wooldridge [2010]).

Como es habitual en los modelos de variable latente (Wooldridge, 2010),  $y_1^*$  no se observa y en su lugar se observa una variable binaria  $y_1$  con la siguiente regla:

$$y_1 = \begin{cases} 0 & \text{si } y_1^* \leq 0 \\ 1 & \text{si } y_1^* > 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

La probabilidad condicional, asumiendo una función de distribución acumulada normal estándar en los errores( $\Phi(\cdot)$ ), está dada por:

$$\Pr[y_1 = 1 | \mathbf{x}, \mathbf{z}] = \Phi(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{z}'\boldsymbol{\pi}) \quad (2.5)$$

Igualmente  $y_{2i}^*$  no se observa, pero se tiene una variable discreta ordenada, tal que, para un conjunto de umbrales (a ser estimados)  $c_0 = -\infty < c_1 < c_2 \dots < c_j = +\infty$ , se tiene que:

$$y_2 = \begin{cases} 1 & \text{si } c_0 < y_2^* \leq c_1 \\ \vdots & \\ j & \text{si } c_{j-1} < y_2^* \leq c_j \end{cases} \quad (2.6)$$

La probabilidad en cada una de las categorías está determinada por (Cameron y Trivedi, 2005):

$$\begin{aligned} \Pr[y_2 = j] &= \Pr[c_{j-1} < y_2^* \leq c_j] \\ &= \Pr[c_{j-1} < \delta y_1 + \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2 + \epsilon_2 \leq c_j] \\ &= \Pr[c_{j-1} - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2 < \epsilon_2 \leq c_j - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2] \\ &= \Phi(c_j - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2) - \Phi(c_{j-1} - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2) \end{aligned} \quad (2.7)$$

En este caso entonces la función índice  $G(\cdot)$  definida en la ecuación (2.1) toma la forma de una distribución estándar  $\Phi(\cdot)$ .



&lt;&lt;&lt;

En este caso entonces la función índice definida en la ecuación (2.1) toma la forma de una distribución estándar.

El sistema puede resumirse en:

$$\mathbf{y} = (1\{y_1^* > 0\}, j\{c_{j-1} < y_2^* \leq c_j\})'$$

$$\boldsymbol{\epsilon} = (\epsilon_1, \epsilon_2)' \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma})$$

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix}$$

donde  $\rho = \text{corr}(\epsilon_1, \epsilon_2)$  mide la endogeneidad de  $y_1$  en la ecuación de  $y_2^*$ . Si  $\rho \neq 0$  entonces  $y_1$  estará correlacionado con  $\epsilon_2$  a través de la heterogeneidad inobservable del término  $\epsilon_1$ . Por lo tanto, ante este problema de endogenidad la estimación estándar de un probit ordenado de la ecuación (3.3) llevará a estimadores inconsistentes de  $\delta$  y  $\beta_2$ .

Una alternativa para estimar consistente y eficientemente el anterior sistema recursivo de ecuaciones, es por máxima verosimilitud. Nótese que, dada la estructura de un sistema multiecuacional en el cual los errores comparten una distribución normal multivariante, la función de verosimilitud para la observación  $i$  tendrá la siguiente estructura (Maddala y Lee, 1976; Rivers y Vuong, 1988; Roodman, 2011):

$$L_i(\boldsymbol{\beta}_1, \boldsymbol{\beta}_2, \delta, \boldsymbol{\pi}, \rho; \mathbf{y}_i | \mathbf{x}_i) = \Phi \left\{ (q(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_1 + \boldsymbol{\pi}z), c_j - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2)' ; \boldsymbol{\Sigma} \right\} \\ - \Phi \left\{ (q(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_1 + \boldsymbol{\pi}z), c_{j-1} - \delta y_1 - \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}_2)' ; \boldsymbol{\Sigma} \right\} \quad (2.8)$$

donde  $q = 2y_{1i} - 1$ , esto es  $q = 1$  cuando  $y_{1i} = 1$  y  $q = -1$  cuando  $y_{1i} = 0$ .

&lt;&lt;&lt;

Se observa que la anterior función de verosimilitud tiene una distribución condicional de la distribución normal multivariante, lo cual no puede ser evaluada directamente ya que no tiene una solución analítica para la integral que surge. En otras palabras, cuando la función de verosimilitud no tiene una expresión de forma cerrada, los métodos computacionales estándar no permiten calcular un estimador por la existencia de integrales sobre la distribución de probabilidad con soluciones complejas. La literatura, entonces, ha sugerido los métodos de estimación basados en simulaciones para estimar este tipo de funciones de verosimilitud con integrales complejas (Cameron y Trivedi, 2005). En particular, en este documento se simula la función de verosimilitud para la estimación del sistema recursivo. El procedimiento básicamente consiste en simular probabilidades utilizando métodos de Monte Carlo para estimar distribuciones acumuladas de altas dimensiones, insertarlas en el logaritmo de la función de verosimilitud y maximizar esta función de la misma forma como si se tuvieran las probabilidades exactas (Train, 2003; Cameron y Trivedi, 2005; Jeliazkov y Lloro, 2011). Gourieroux y Monfort (1993), Lee (1992, 1995), y Hajivassiliou y Ruud (1994) muestran que las estimaciones por máxima verosimilitud simulada son consistentes, asintóticamente normales y eficientes, incluso más eficientes que las estimaciones por los tradicionales enfoques de estimación por etapas (Amemiya, 1974; Heckman, 1976; Smith y Blundell, 1986). Adicionalmente, dado el desarrollo computacional, los procedimientos de simulación de probabilidad por métodos de Monte Carlo facilitan el cálculo de integrales de distribuciones normales multivariadas de altas dimensiones, con lo cual la estimación por máxima verosimilitud simulada es cada vez más utilizada (Train, 2003; Cameron y Trivedi, 2005; Jeliazkov y Lloro, 2011; Roodman, 2011).

## 2.4 Datos y estadísticas descriptivas

Para el caso de Medellín, se busca probar si existe alguna incidencia significativa de los subsidios educativos parciales (bus y metro, del 50%) o totales (transporte contratado, del 100% para rutas específicas) en la elección de colegio. Particularmente, se analiza si ser beneficiario del programa de subsidios permite a los estudiantes asistir a colegios de mayor calidad, que podrían ser inaccesibles en ausencia del subsidio. Pues bien, si la elección del colegio está restringida por condiciones socioeconómicas y la distancia entre la residencia de los estudiantes y el centro educativo, se esperaría que los subsidios mejoren el acceso a colegios de mayor calidad que estén más lejanos a los estudiantes (cuyos elegibles son justamente aquellos con mayores desventajas socioeconómicas). A continuación, describimos las bases de datos que se utilizaron para tales propósitos, y se presentan algunas estadísticas descriptivas.

## 2.4.1 Datos

Los datos utilizados en esta evaluación provienen de cuatro fuentes administrativas:

- Sistema Integrado de Matrícula (SIMAT)
- Base de beneficiarios de estrategias de transporte
- Clasificación sobre calidad de los colegios del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES)
- Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN)

El SIMAT reúne toda la información relacionada con el proceso de matrícula en las instituciones educativas, incluyendo información de alumnos nuevos, repitentes, actualización de datos del estudiante, traslado a otra institución, entre otras. Además, cuenta con la dirección de residencia y la condición socioeconómica del estudiante. La base de datos de beneficiarios de estrategias de transporte incluye información sobre los estudiantes que han estado utilizando alguno de los tipos de subsidio (transporte contratado, tiquete bus y tiquete metro) a través del tiempo. Del ICFES se obtiene el Índice General de Resultados y la clasificación de las instituciones educativas, que mide el desempeño del colegio según los resultados de sus estudiantes en las pruebas SABER 11. Finalmente, el SISBEN contiene información socioeconómica de la familia (ingresos, nivel del SISBEN), edad del jefe de hogar y nivel educativo de los padres. El periodo de tiempo disponible para estos datos, comprende entre 2016 a 2019.

Adicionalmente, las bases contienen identificadores de individuos y dirección de residencia (recuperada del SIMAT), lo que permite consolidar un panel no balanceado de estudiantes y georreferenciar la mayoría de observaciones (445.877 de 446.286), en promedio 111.469 estudiantes por año distribuidos en los colegios públicos de la ciudad.

En cuanto a los colegios, son en promedio 350 por año, los cuales están todos georreferenciados. De este modo, es posible analizar su distribución geográfica en términos de la calidad académica y de acuerdo con las condiciones socioeconómicas de cada barrio. A continuación, se presentan las estadísticas descriptivas de los datos utilizados. En la tabla A1 del anexo se presenta la descripción de las variables utilizadas en el análisis.

## 2.4.2 Estadísticas descriptivas

Teniendo en cuenta el puntaje de los estudiantes en las pruebas SABER 11 de cada colegio tres años atrás, el ICFES calcula el Índice General de Resultados<sup>7</sup> de las instituciones educativas, que sirve como escala de clasificación para la calidad de los colegios. Esta variable se encuentra estandarizada entre 0 y 1 (entre más alto mejor calidad), y con ella se construyen los intervalos de calidad para la calificación discreta. La Tabla 2.1 muestra las estadísticas descriptivas de la variable continua de calidad para los colegios públicos de Medellín para el año 2019. La Tabla 2.2 muestra para el mismo año la participación porcentual de colegios y estudiantes en la categorización de la variable continua, construida por el ICFES como muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. En esta última tabla se observa que el 56% de los colegios en 2019 se encuentran en una categoría de calidad media y sólo el 18% de los colegios están en calidad alto o muy alto.

**Tabla 2.1.** Índice de calidad de los colegios públicos de Medellín, 2019

Variable	#Colegios	Media	SD	Min	p25	Mediana	p75	Max
Índice de calidad	352	0,692	0,038	0,569	0,67	0,688	0,715	0,826

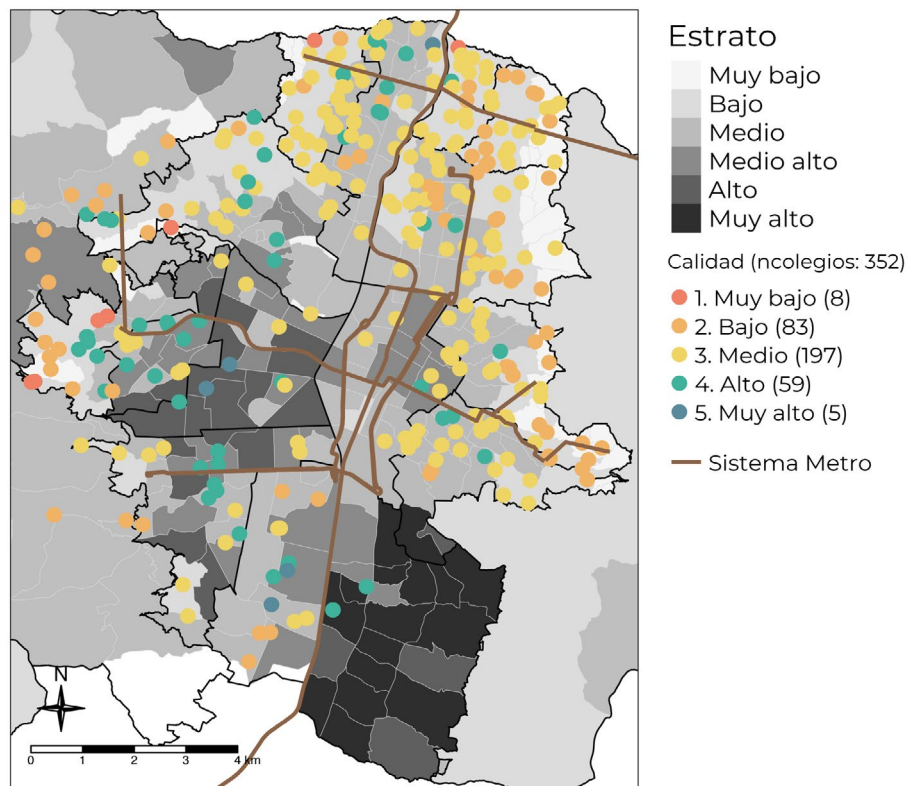
**Tabla 2.2.** Clasificación calidad de los colegios públicos de Medellín, 2019

Clasificación calidad	Rango	Colegios		Estudiantes			
		N	Participación porcentual	Mujeres	Hombres	Total	Participación porcentual
1. Muy bajo	0,5690-0,6172	8	2,3%	1.203	1.294	2497	2,3%
2. Bajo	0,6201 - 0,6691	83	23,6%	11.367	12.669	24.036	22,1%
3. Medio	0,6701 - 0,7199	197	56,0%	28.143	29.431	57.574	52,9%
4. Alto	0,7222 - 0,7660	59	16,8%	12.915	10.420	23.335	21,5%
5. Muy alto	0,7784 - 0,8262	5	1,4%	960	354	1314	1,2%
	Total	352	100%	54.588	54.168	108.756	100%

<sup>7</sup> Para más información sobre la metodología empleada por el ICFES: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193495/Presentacion+clasificacion+de+establecimientos+y+sedes.pdf/6112c38b-f494-784f-bf67-7a1638b3d0e2>.

La distribución geográfica de los colegios públicos en Medellín, acorde a la clasificación de calidad, se puede observar en el Gráfico 2.1. Además, podemos distinguir los barrios según su nivel socioeconómico, medido por el estrato socioeconómico. Al respecto, la literatura ha sugerido que los colegios de menor calidad tienden a ubicarse en barrios de bajos estratos (Drakeford, 2015). Para el año 2019, los colegios de menor calidad se ubican en las zonas periféricas de la ciudad. Asimismo, en las zonas centro-oriental y nororiental, en los estratos más bajos, se observan colegios de baja calidad. Por su parte, la mayoría de los colegios de calidad alta se encuentran ubicados en la parte sur-occidental y norte de la ciudad.

**Gráfico 2.1.** Distribución espacial de los colegios públicos, distinguiendo por la calidad del colegio, 2019



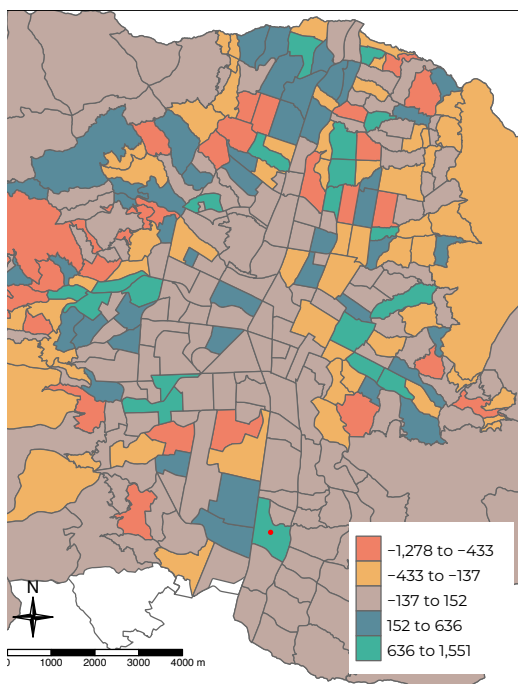
Fuente: Elaboración propia

Nota: La capa de estrato por barrio se obtuvo de los datos oficiales disponibles en Geomedellín (<https://www.medellin.gov.co/geomedellin>), el cual contiene el estrato socioeconómico de cada manzana (Alcaldía de Medellín, 2019). El estrato por barrio se obtiene de un promedio ponderado por el área de cada estrato dentro del barrio (agrupando previamente las manzanas por estrato).

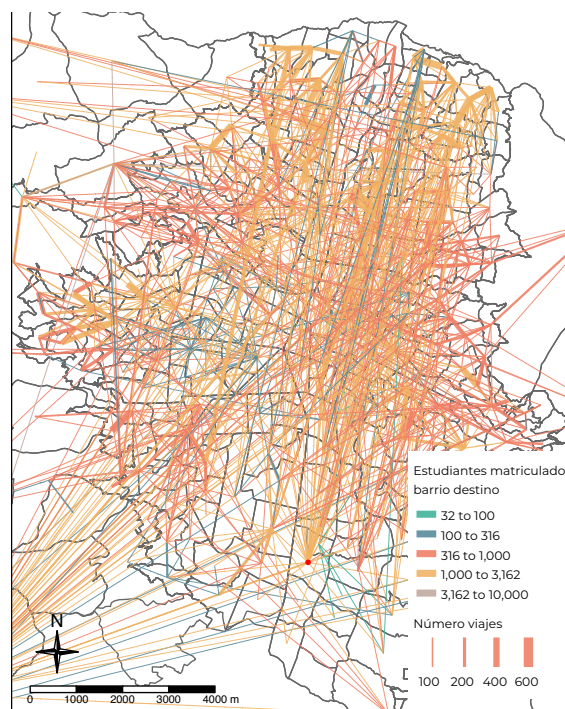
El Gráfico 2.2 muestra el flujo de estudiantes desde su barrio de residencia hasta los barrios de destino (donde se encuentran los colegios) para 2019. En el panel A es posible observar los barrios que reciben más estudiantes desde otros barrios y, por tanto, es posible ver el exceso (valores positivos) o déficit (valores negativos) de la oferta educativa por barrio. El panel B muestra desde dónde los estudiantes están viajando hacia sus colegios y el número de viajes que se realizan. Por ejemplo, el barrio de color verde oscuro ubicado en el suroriente de la ciudad se encuentra el colegio INEM José Félix de Restrepo (el colegio más grande de la ciudad con 3.729 estudiantes en 2019), el cual se ha representado por un punto rojo en los mapas. Se observa en el panel A que el barrio donde se encuentra ubicado este colegio tiene un exceso de oferta educativa, con lo cual muchos de sus estudiantes provienen de diferentes barrios de la ciudad. Esto último es confirmado en el panel B, en donde se observa que este barrio recibe entre 1.000 y 3.162 estudiantes de otros barrios diferentes al que está ubicado el colegio (representado por las líneas de color naranja), con una importante cantidad de viajes que van de 100 a 200 (representado por el grosor de las líneas) desde diferentes localizaciones.

### Gráfico 2.2. Flujo de estudiantes barrio de origen y destino, 2019

A. Exceso/deficit de la oferta educativa por barrio



B. Viajes origen-destino de los estudiantes

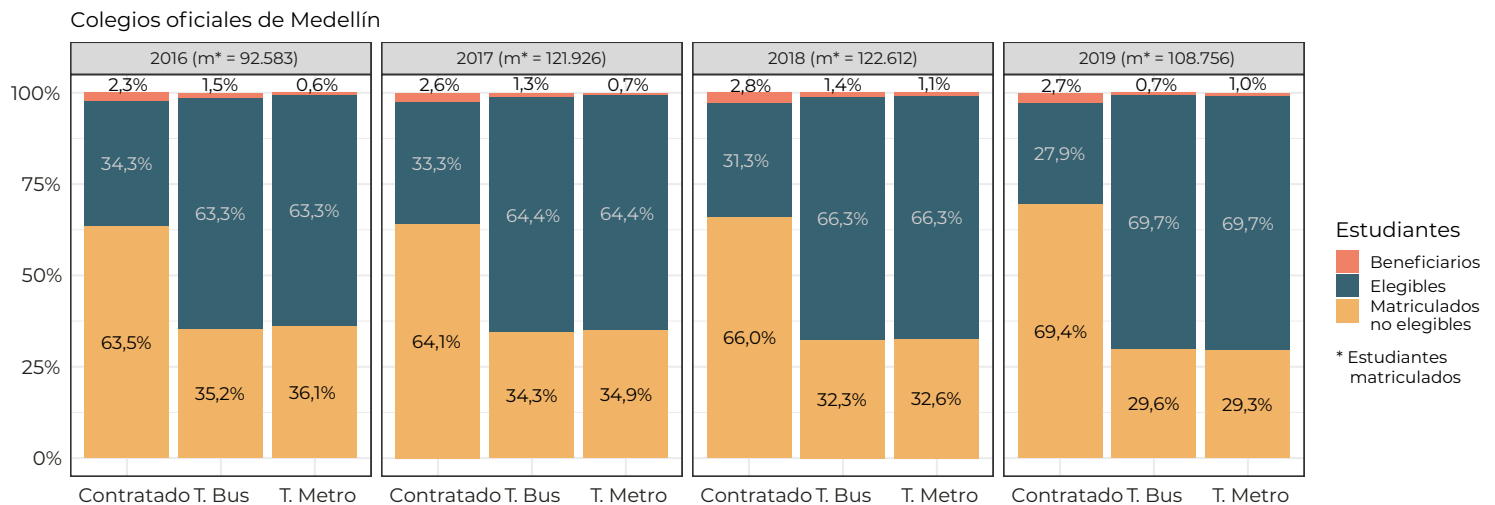


Nota: En el panel B para la representación del número de viajes sólo se tomaron el 70% de estos, los cuales fueron ordenados de mayor a menor. Con esta restricción se estarían descartando las líneas menores a 100 viajes, esto con el fin de poder hacer la visualización. El número de estudiantes al barrio de destino se hace con el 100% de los estudiantes.

&lt;&lt;&lt;

Si tomamos la población estudiantil matriculada en estos colegios, podemos dividirla en dos grupos: elegibles y no elegibles, según cada modalidad de subsidio. El Gráfico 2.3 presenta, del total de matriculados, el porcentaje de elegibles para cada modalidad: transporte contratado, tiquete bus y tiquete metro; así como el porcentaje de estudiantes beneficiarios. A lo largo de los años disponibles, la proporción de elegibles y beneficiarios para las diferentes modalidades tienen poca variación. Si bien el promedio de elegibles para transporte contratado es 31,7% y para tiquete (bus y metro) es el 66%, los estudiantes beneficiarios, como porcentaje de los elegibles, tan solo representan el 7,6% de los elegibles para contratado, 1,8% para tiquete bus y 1,3% para tiquete metro, en promedio para todos los periodos.

**Gráfico 2.3.** Distribución de la población estudiantil en los colegios públicos de Medellín



Fuente: Elaboración propia

El anterior gráfico muestra que existe un exceso de oferta de subsidios de transporte escolar<sup>8</sup>, especialmente en el caso del subsidio para tiquete metro. Este exceso de oferta puede ocurrir porque no siempre una ruta integrada del sistema Metro implica para el estudiante una ventaja en su desplazamiento desde su barrio de residencia hacia el colegio. Además, hay que tener en cuenta que, del total de beneficiarios del subsidio para tiquete de metro, el 70% son beneficiarios de educación superior, los cuales no contemplamos en esta investigación; y solo el 30% son para estudiantes de educación primaria y secundaria, que es nuestra población de interés.

<sup>8</sup> En 2016 se ofrecieron 12.515 cupos para tiquete de bus, de los cuales se usaron solo 8.371, en 2017 se ofrecieron 12.910 y se usaron 8.096, en 2018 se ofrecieron 12.910 y se usaron 8.158 y en 2019 se ofrecieron 10.410 y se usaron 5.570. Es decir, el uso está entre 52% y 66% de la oferta. En el caso de tiquete metro, en 2016, 2017 y 2018 se ofrecieron 12.500 cupos para los estudiantes de instituciones educativas de primaria, secundaria y educación superior, en 2019 esos cupos aumentaron a 37.500. El uso del subsidio tiquete metro ha sido de 2.203 en 2016, 4.158 en 2017, 6.731 en 2018 y 2.659 en 2019, lo que corresponde aproximadamente a un 28% de utilización en promedio. Uno de los problemas del subsidio transporte contratado es que tiene una probabilidad alta de riesgo moral debido a la no existencia de penalidades por el no uso del beneficio por parte de las familias que tienen este subsidio.

&lt;&lt;&lt;

El caso de transporte contratado es más complejo porque requiere que la institución educativa realice una petición especial a la Secretaría de Educación. Sin embargo, en términos generales si un niño cumple con las características en términos de edad y condiciones socioeconómicas, puede aplicar al tiquete bus o metro. La divulgación del programa de subsidios se hace a través de la prensa, la radio local, las instituciones y los líderes comunitarios.

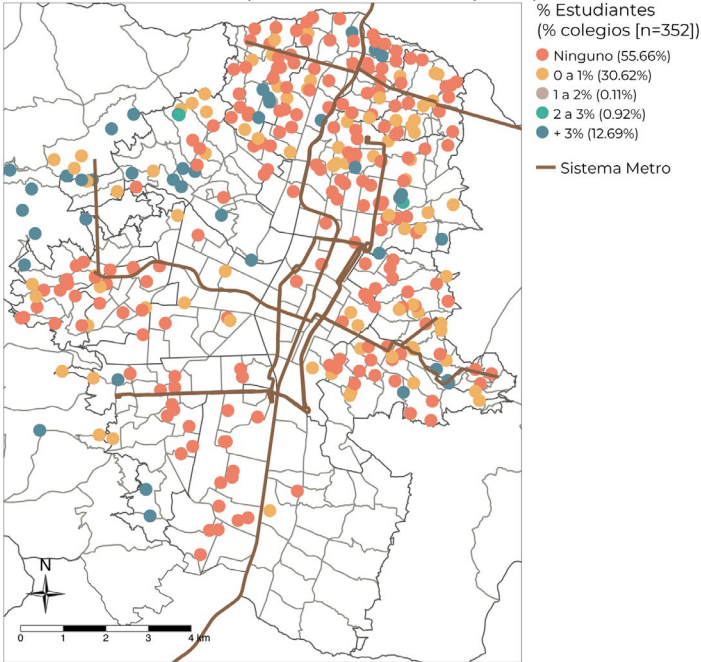
Se tiene, entonces, que este exceso de oferta sobre demanda en los subsidios de transporte escolar no se debe a la falta de potenciales beneficiarios, pero si puede estar explicado por la falta de información de este tipo de subsidios en los hogares. Adicionalmente, puede suceder que los beneficios del subsidio no coincidan necesariamente con las necesidades de los estudiantes, en término de presupuesto monetario (el 50% de descuento no es suficiente) y/o el tiempo de desplazamiento debido a la ubicación y disponibilidad de transporte público.

Ahora, para ver la distribución de estos subsidios en la ciudad de Medellín, el Gráfico 2.4 presenta la distribución espacial de los beneficiarios, tanto de transporte contratado, como de tiquete bus y tiquete metro, para el año 2019. En los tres mapas se presenta el porcentaje de estudiantes beneficiarios en cada colegio como porcentaje sus elegibles, y el porcentaje de colegios que pertenece a cada una de cinco categorías: colegios sin beneficiarios (ninguno), colegios con menos del 1% de beneficiarios entre los elegibles, colegios con estudiantes beneficiarios entre el 1 y 2%, entre el 2 y 3%, y colegios con más de 3% de estudiantes beneficiarios de los elegibles.

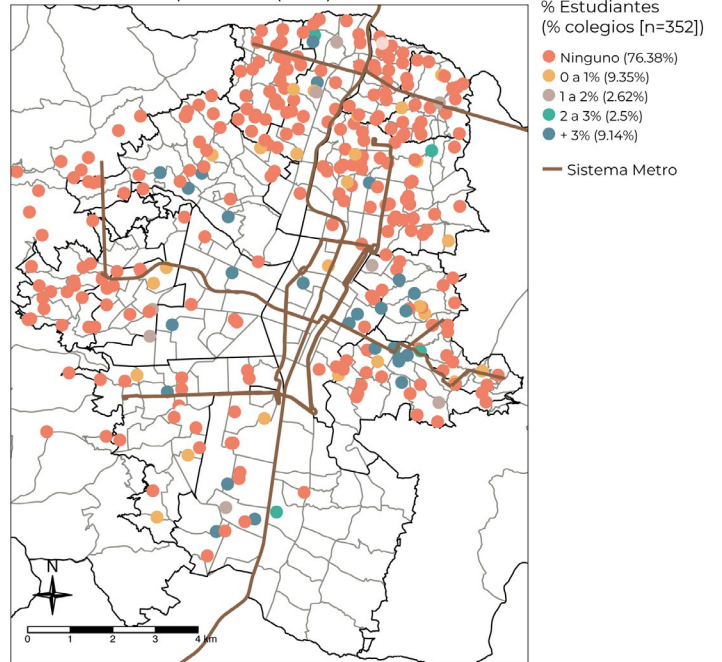
Para el caso de transporte contratado (Gráfico 2.4A), el 12,7% de los colegios con mayor porcentaje de beneficiarios (más del 3% de los elegibles), están ubicados en las zonas periféricas de la ciudad; mientras que el 55,6% de los colegios no tiene ningún estudiante beneficiario de esta modalidad. Esto es consistente con el objetivo de este subsidio, que es transportar estudiantes que se encuentren en la parte rural, con lo cual muchos de ellos encuentran que el colegio más cercano está en la frontera de la ciudad. Del subsidio de tiquete bus (Gráfico 2.4B), solo el 23,6% de los colegios tienen al menos un estudiante beneficiario, y buena parte de ellos se concentra en el centro-oriente de la ciudad. Para el caso de tiquete metro (Gráfico 2.4C), se observa que la mayoría de colegios que tienen al menos un estudiante beneficiario, se ubican relativamente cerca del sistema Metro. No obstante, el 61,2% de los colegios analizados no tiene ningún estudiante beneficiario de esta modalidad de subsidio.



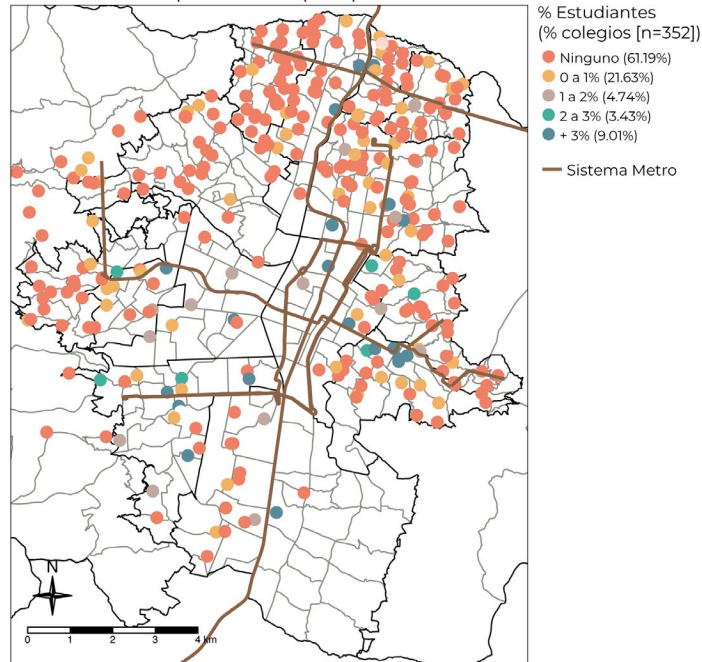
Beneficiarios transporte contratado (2019)



Beneficiarios tickete bus (2019)



Beneficiarios tickete metro (2019)



Fuente: Elaboración propia

Con relación a las variables de control, estas pueden dividirse en tres categorías: individuales, familiares y del colegio en la que se encuentra matriculado el estudiante. La Tabla 2.3 muestran las principales estadísticas descriptivas de estas variables.

**Tabla 2.3.** Estadísticas descriptivas de las variables de control

Variable	Transporte contratado		Tiquete bus		Tiquete metro		Total beneficiarios		Total no beneficiarios	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD
<b>Individuales</b>										
Edad	12.110	3.000	14.450	1.900	15.000	1.700	13.110	2.900	11.790	3.800
Hombre	0,520	0,500	0,410	0,500	0,430	0,500	0,480	0,500	0,500	0,500
Afrodescendiente	0,020	0,200	0,020	0,100	0,010	0,100	0,020	0,100	0,020	0,100
N	2.930 (63%)		719 (16%)		1042 (22%)		4.691(100%)		104.065	
<b>Familiares</b>										
Puntaje SISBEN	38,60	15,10	40,90	14,00	40,80	13,50	39,40	14,60	38,70	14,10
Ingresos familiares	645.664	481.407	730.390	518.436	733.726	545.329	678.211	503.640	688.984	529.769
Edad jefe de hogar	46.400	12,800	48.400	12.600	49.300	12.700	47.400	12.800	47.500	13.300
Hombre jefe	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500
Hombre cónyuge	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500
Jefe secundaria	0,700	0,400	0,800	0,400	0,800	0,400	0,800	0,400	0,700	0,400
Cónyuge secundaria	0,700	0,500	0,700	0,400	0,700	0,500	0,700	0,500	0,700	0,500
N	2.930 (63%)		719 (16%)		1.042 (22%)		4.691(100%)		104.065	
<b>Colegio</b>										
Docentes por estudiante	0,37	0,32	0,45	0,34	0,46	0,33	0,40	0,33	0,35	0,32
Índice de seguridad	1,33	0,66	1,14	0,54	1,32	0,61	1,31	0,63	1,35	0,61
Acceso a internet	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,99	0,09
Presencia equipos de cómputo	0,99	0,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,99	0,07	0,99	0,09
N	105		57		82		179		351	

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3 Pruebas de diferencia de medias

Mediante pruebas de diferencias de medias se busca comprobar que no existan diferencias estadísticamente significativas entre las variables de control entre los estudiantes tratados y no tratados. Dado que el programa de subsidios está focalizado para todos los estudiantes que cumplen con las características socioeconómicas e individuales para acceder al subsidio, se deben comparar los tratados respecto a la población elegible. No obstante, y de acuerdo a nuestra especificación metodológica, esta aproximación sería incorrecta puesto que en las estimaciones consideramos el resto de estudiantes (elegibles o no) como no tratados, a su vez que se controla por múltiples características individuales que evitan algún sesgo de tipo muestral.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la heterogeneidad de los colegios a la hora de contrastar estas poblaciones. Tal como se infiere de la literatura de segregación espacial (Billings et al, 2014), al comparar poblaciones de colegios, a lo largo de todos los barrios, se estarían confrontando poblaciones estudiantiles de condiciones socioeconómicas sustancialmente diferentes. Con esto en mente, las pruebas de diferencias de medias se realizan a nivel de colegio.

La hipótesis nula de la prueba de diferencia de medias sugiere que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de una variable de interés para dos poblaciones que comparamos. En nuestro caso, tenemos 350 colegios en promedio para el periodo 2016-2019, de los cuales 264 tienen al menos un beneficiario para alguna modalidad del subsidio. En la Tabla 2.4 se presenta el porcentaje de colegios que no pasan la prueba de diferencia de medias. En general, se observa que para más del 86% de los colegios no existen diferencias significativas en promedio para todas las variables y todas las modalidades de subsidios. No obstante, para la variable de edad del estudiante, pueden existir diferencias significativas entre los tratados y no tratados para cerca del 50% de los colegios. Estos resultados son consistentes con la focalización del subsidio, puesto que uno de los requisitos es cumplir con el rango de edad entre 10 y 24 años. Sin embargo, el modelo estimado se controla por esta situación al incluir las variables edad y edad al cuadrado.

Los resultados de estas pruebas de medias permiten concluir que, condicionando por el colegio, los estudiantes beneficiarios del programa de subsidio de transporte escolar y los no beneficiarios poseen características individuales y familiares similares, en la mayoría de los casos. Salvo la variable de edad, que, por focalización del subsidio, sí puede presentar diferencias entre las poblaciones de tratados y no tratados, para casi la mitad de los colegios analizados.

**Tabla 2.4.** Proporción de pruebas de diferencia de medias rechazadas

Tipo	Variable	Prueba diferencia de medias (% colegios)			
		Beneficiarios	Transporte contratado	Tiquete bus	Tiquete metro
Binaria	Afrodescendiente	9,5%	8,3%	11,3%	4,2%
Binaria	Cónyuge secundaria	7,6%	10,3%	5,7%	7,6%
Binaria	Hombre	12,1%	5,5%	12,1%	9,3%
Binaria	Hombre cónyuge	8,0%	6,2%	9,2%	5,1%
Binaria	Hombre jefe	5,3%	4,1%	2,8%	5,9%
Binaria	Jefe secundaria	5,7%	5,5%	5,0%	9,3%
Continua	Edad	49,2%	26,2%	56,7%	43,2%
Continua	Edad jefe	7,2%	5,5%	9,9%	9,3%
Continua	Log ingresos	8,0%	9,0%	7,1%	10,2%
Continua	Puntaje SISBEN	6,1%	4,8%	8,5%	9,3%
	Promedio	13,6%	10,7%	13,8%	11,8%

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la columna de beneficiarios se hizo la prueba de diferencia de medias considerando tratados los que tenían algún tipo de subsidio (contratado o tiquete).

## 2.5 Cálculo de variables instrumentales

La distancia de la institución educativa al lugar de residencia ha sido uno de los instrumentos utilizados ampliamente en la literatura desde el trabajo de David Card en 1995 (Carneiro, Heckman y Vytlacil, 2011). En nuestro caso, empleamos la distancia euclidiana a la ruta de transporte más cercana (óptima para el desplazamiento), considerando que ésta puede influir en la decisión del estudiante de aplicar o no a los programas de subsidios, y la modalidad que elige (tiquete bus, tiquete metro o transporte contratado). Además, incluimos el cuadrado de estas distancias, para tener en cuenta efectos no lineales.

Con estos instrumentos, se pretende capturar la propensión del estudiante a usar un tipo de subsidio u otro. Aquellos estudiantes más cercanos a las estaciones del sistema Metro, optarán por tomar el subsidio metro, mientras que los más cercanos a una ruta de bus les favorece la modalidad de tiquete bus para desplazarse al colegio. Finalmente, los estudiantes alejados de las rutas públicas de transporte preferirán aplicar a la modalidad de transporte contratado.

Un argumento en contra de nuestros instrumentos es que la localización de la residencia de los estudiantes puede estar determinada por la correspondencia entre la disponibilidad de los subsidios de transporte y la localización del colegio. Sin embargo, se podría argumentar, primero, que existe un exceso de oferta de subsidios de tiquetes de metro y bus, por lo que la disponibilidad de subsidios no se ajusta a las necesidades de la mayoría de los estudiantes. Esto sugiere que no hay una ubicación óptima de los hogares dada la disponibilidad de subsidios. Un segundo argumento, es que nuestros instrumentos están relacionados con la distancia entre la residencia del estudiante y la escuela, la cual, como se mencionó, ha sido ampliamente utilizada en la literatura (Card, 1995; Kane y Rouse, 1995; Kling, 2001; Currie y Moretti, 2003; Cameron y Taber, 2004; Carneiro et al., 2011). Tercero, los hogares que acceden a los subsidios son de muy bajos ingresos, lo cual restringe la ubicación óptima de las residencias en función de los colegios y la disponibilidad de subsidios. Finalmente, en el análisis econométrico se muestra que nuestros instrumentos parecen satisfacer la hipótesis de restricción de exclusión, y son también instrumentos fuertes que cumplen la condición de monotonicidad.

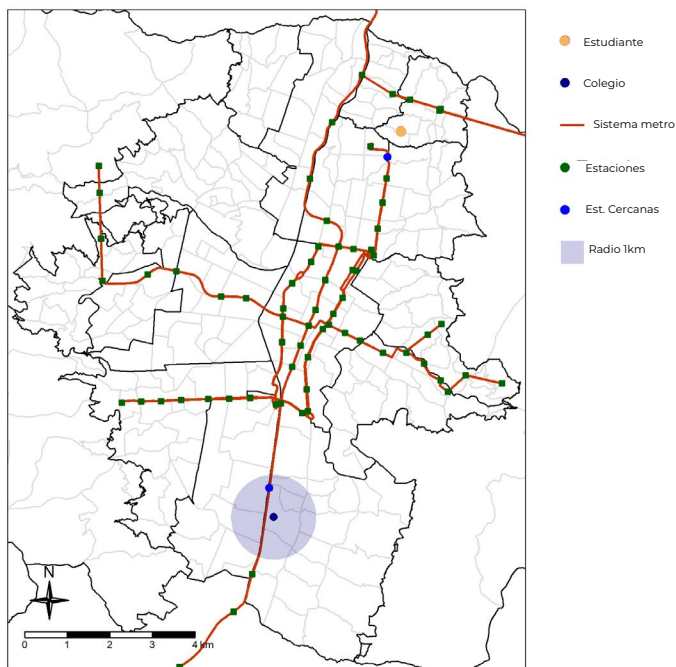
Para el cálculo de los instrumentos, partimos de las observaciones georreferenciadas de los estudiantes (residencia) y los colegios, e identificamos las rutas de transporte público cercanas al estudiante que lo llevan más próximo al colegio (punto de destino). Por un lado, para tiquete metro, se emplea como instrumento la distancia a la estación del sistema Metro más cercana. Aquí es importante aclarar que las rutas de buses integrados y rutas alimentadoras que transportan pasajeros al sistema Metro, pertenecen a empresas privadas y no participan en el programa de subsidios. Esta sería una de las razones por la cual la oferta de cupos es subutilizada, pues sería ineficiente para el estudiante tomar primero la ruta integrada (sin subsidio y pagar una tarifa completa) y luego pagar otro 50% de pasaje en el sistema Metro.

Por otro lado, para tiquete bus se emplea la distancia a la ruta de bus más cercana que lo deja más cerca al colegio (por lo menos a un radio de 1km). Se emplea este radio teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad para los subsidios, particularmente el requerimiento de que el estudiante debe estar a más de 1.000 metros (12,5 cuadras), entre su residencia y su lugar de estudio. En el caso del subsidio transporte contratado se utilizan los dos instrumentos definidos para tiquete bus y metro. Debemos tener en cuenta que para el subsidio de transporte contratado los instrumentos propuestos pueden no ser los adecuados, ya que al ser un subsidio de transporte más inclinado a la parte rural las distancias a estaciones más cercanas de bus o del sistema Metro pueden no ser relevantes.

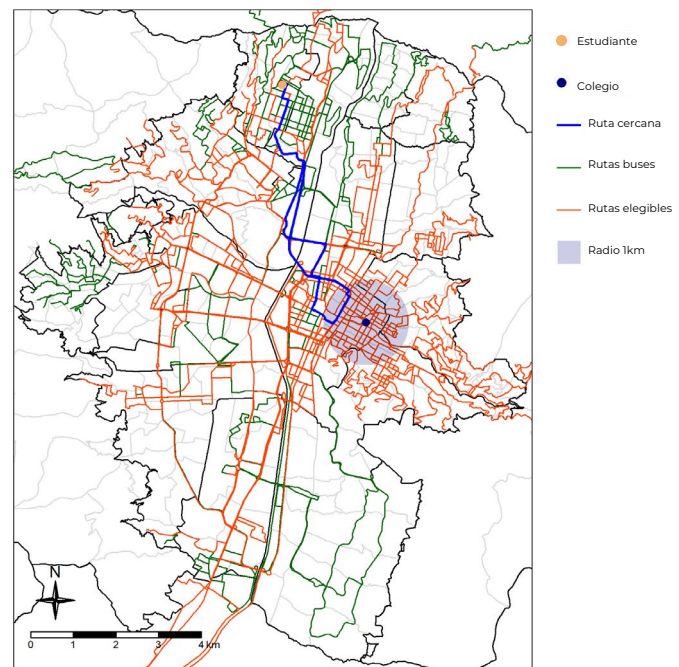
Para ilustrar los cálculos realizados en la construcción de los instrumentos, tengamos en cuenta el Gráfico 2.5. En primer lugar, el Gráfico 2.5A muestra el sistema Metro de la ciudad, el cual se caracteriza por ser un sistema de transporte multimodal (Metro, Metroplus, Metrocable y Tranvía), en el que es posible viajar por el costo de un solo pasaje haciendo los transbordos necesarios para llegar al punto de destino. Con esto en mente, el estudiante ingresará al sistema Metro en la estación más cercana a su casa, hará los transbordos necesarios para acercarse lo máximo posible de su punto de destino. El Gráfico 2.5A muestra tanto el punto de origen (residencia) como el punto de destino (colegio) de un estudiante, así como las estaciones del sistema. Además, se puede identificar la estación del sistema Metro más cercana a la residencia del estudiante y la más próxima al colegio. El instrumento, para los subsidios transporte contratado y tiquete metro, sería entonces la distancia euclidiana en metros a la estación más cercana al lugar de residencia del estudiante.

### Gráfico 2.5. Construcción de instrumentos

A. Estación de metro más cercana a la residencia del estudiante



B. Ruta de bus más cercana a la residencia del estudiante



Fuente: Elaboración propia

&lt;&lt;&lt;

En segundo lugar, para el caso de tiquete bus y también para transporte contratado, se identifican todas las rutas de buses pertenecientes a las empresas que ofrecen el subsidio de tiquete para los estudiantes de la ciudad. El gráfico 2.5B muestra el punto de residencia y el colegio de un estudiante con este tipo de subsidios, así como todas las rutas de bus disponibles para elección del estudiante. De todas estas rutas disponibles, sólo un número determinado de ellas pasan cerca al colegio (por lo menos a un radio de 1km), las cuales llamamos rutas elegibles (líneas de color naranja). De estas, la ruta que seleccionará el estudiante será la que más cerca esté a su casa, la cual se resalta en color azul. Así, el instrumento para los subsidios tiquete bus y transporte contratado será la distancia desde el lugar de residencia del estudiante hasta la ruta más cercana que lo lleva al colegio.



&lt;&lt;&lt;

## 2.6 Resultados

### 2.6.1 Resultados de los modelos lineales

En esta subsección se presentan los resultados de los modelos lineales donde se evalúa el efecto de los subsidios de transporte escolar sobre la calidad del colegio medido a través de índice continuo de calidad asignado a cada colegio. En las Tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se muestran los resultados para cada uno de los tres subsidios de transportes, respectivamente, los cuales han sido estimados por MCO y MC2E. En la Tabla A2 de los anexos se muestran las estimaciones para todas las variables explicativas incluidas, tanto para la primera y segunda etapa incluyendo todos los efectos fijos.

Los resultados de las pruebas de validez de los instrumentos en las estimaciones por MC2E se reportan en la parte baja de las tablas. Se observa que para los tres tipos de subsidios de transporte, el test de Sargan/Hansen cuando se incluyen todos los efectos fijos, la hipótesis nula de exogeneidad no es rechazada, sugiriendo que los instrumentos son exógenos. Con respecto a la relevancia de los instrumentos, los tests F de la primera etapa están por encima del valor de referencia de 10 recomendado por Staiger y Stock (1997), indicando la relevancia de los instrumentos utilizados. Por su parte, el test de Hausman, que prueba la hipótesis que las estimaciones por MCO y MC2E no son sistemáticamente diferentes, muestra que dicha hipótesis es rechazada, lo cual sugiere que los subsidios de transporte escolar son endógenos. Finalmente, se prueba la condición de monotonicidad. En el gráfico A1 de los anexos se muestra para cada uno de los subsidios las funciones de distribución acumulada para el índice de calidad de los colegios cuando el instrumento se encuentra por debajo y encima de su mediana. Se observa que no existe un solapamiento considerable entre las distribuciones, sólo en la parte baja de las distribuciones. Estos resultados sugieren que los instrumentos son monótonicamente relacionados a la variable de interés, con lo cual es posible interpretar el efecto de los subsidios de transporte escolar sobre la calidad de los colegios como un efecto LATE (Angrist e Imbens, 1995).



**Tabla 2.5.** Efectos del subsidio de transporte metro sobre el índice de calidad del colegio

	Y = índice de calidad del colegio					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tiquete metro	0,0239 (0,0005)***	0,0108 (0,0005)***	-0,0002 (0,0002)	0,2662 (0,017)***	0,2026 (0,016)***	0,0530 (0,0209)**
Efectos fijos						
Estudiante	No	Si	Si	No	Si	Si
Año	No	Si	Si	No	Si	Si
Colegio	No	No	Si	No	No	Si
Estimador	MCO	MCO	MCO	MC2E	MC2E	MC2E
Observaciones		370.616			369.778	
Estudiantes		124.687			124.831	
Colegios		371			365	
Test Sargan/Hansen				0,991	0,997	0,998
Sargan/Hansen P-valor				0,319	0,320	0,318
1ra etapa F-stat (Cragg-Donald)				716,86	12,272	14,441
1ra etapa F-stat (Kleibergen-Paap)				451,72	273,726	143,212
Test Hausman				1111,27	1006,4	4065,17
Hausman P-valor				0,000	0,000	0,000

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis.

\* p &lt; 0,05, \*\* p &lt; 0,01, \*\*\* p &lt; 0,001

**Tabla 2.6.** Efectos del subsidio de transporte bus sobre el índice de calidad del colegio

	Y = índice de calidad del colegio					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tiquete bus	0.0129 (0.0005)***	0.0037 (0.0004)***	0.00007 (0.0001)	0.721 (0.185)***	0.702 (0.162)***	0.0404 (0.0188)**
Efectos fijos						
Estudiante	No	Si	Si	No	Si	Si
Año	No	Si	Si	No	Si	Si
Colegio	No	No	Si	No	No	Si
Estimador	MCO	MCO	MCO	MC2E	MC2E	MC2E
Observaciones	372,390			370,020		
Estudiantes	125,018			124,656		
Colegios	371			365		
Test Sargan/Hansen				42.46	10.36	0.100
Sargan/Hansen P-valor				0.000	0.001	0.751
1ra etapa F-stat (Cragg-Donald)				15.75	11.185	13.365
1ra etapa F-stat (Kleibergen-Paap)				9.52	19.93	12.542
Test Hausman				117.2	135.22	10355.83
Hausman P-valor				0.000	0.000	0.000

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis.

\* p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01, \*\*\* p &lt; 0.0

**Tabla 2.7.** Efectos del subsidio de transporte contratado sobre el índice de calidad del colegio

	Y = índice de calidad del colegio					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Transporte contratado	-0.010 (0.0005)***	0.0003 (0.0004)	-0.001 (0.0002)	-0.161 (0.009)***	-0.415 (0.085)***	0.0039 (0.0061)
Efectos fijos						
Estudiante	No	Si	Si	No	Si	Si
Año	No	Si	Si	No	Si	Si
Colegio	No	No	Si	No	No	Si
Estimador	MCO	MCO	MCO	MC2E	MC2E	MC2E
Observaciones		379,166			376,258	
Estudiantes		127,230			126,649	
Colegios		371			365	
Test Sargan/Hansen				300.746	15.113	0.913
Sargan/Hansen P-valor				0.000	0.002	0.339
Tra etapa F-stat (Cragg-Donald)				451.09	19.398	22.876
Tra etapa F-stat (Kleibergen-Paap)				148.3	16.85	11.12
Test Hausman				1597.1	1483.15	1567.33
Hausman P-valor				0.000	0.000	0.000

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis.

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

Fuente: Elaboración propia

Pasando ahora a analizar los resultados de las estimaciones, se observa que existe un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la calidad del colegio en los subsidios de transporte metro y bus para ambos estimadores incluyendo diferentes tipos de efectos fijos. En el caso de las estimaciones por MC2E, se nota que el efecto positivo de los subsidios es robusto a la inclusión de los efectos fijos, lo cual sugiere que la variación proveniente de los estudiantes que cambian su ubicación de residencia ayuda a identificar el efecto causal en diferentes subpoblaciones, así como también lo hace las variaciones asociadas a los cambios de colegio. Las estimaciones MC2E incluyendo todos los efectos fijos muestra que los subsidios metro y bus incrementan la calidad del colegio en 0,05 y 0,04. Estos efectos implican que el incremento en la calidad del colegio debido a los subsidios de transporte es aproximadamente de 7% y 6% para los subsidios metro y bus, respectivamente.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Estos porcentajes son calculados respecto a la media del índice de calidad de los colegios reportado en la Tabla 2.1 (0,69 puntos).

En el caso del subsidio transporte contratado, se observa que los resultados son mixtos ante la inclusión de diferentes efectos fijos. El efecto de este tipo de subsidio de transporte pasa de ser negativo y estadísticamente significativo cuando no se incluyen efectos fijos y cuando se incluye efectos fijos de estudiante y año, a positivo, pero no significativo cuando se adicionan todos los efectos fijos. Estos resultados pueden sugerir cierta precaución en el análisis del efecto del transporte contratado sobre la calidad del colegio. En particular, debe tenerse en cuenta que este tipo de subsidio se inclina más a incrementar el acceso a los colegios de aquellos estudiantes que se encuentran en las zonas rurales, con lo cual el objetivo de las familias al acceder al subsidio de transporte contratado es que los niños y niñas puedan vincularse a un colegio y estudien, más que la selección de la calidad del colegio.

### 2.6.2 Resultados de los modelos no lineales

En esta subsección se muestran los resultados del modelo no lineal al tomar la variable dependiente de calidad del colegio en forma categórica ordinal. Los resultados detallados de las estimaciones se presentan en la Tabla A3 del anexo. En general y consistente con lo observado en los modelos lineales de la sección anterior, existe un efecto positivo de los subsidios de tiquete metro y bus, y un efecto negativo del transporte contratado sobre la calidad del colegio al que asiste el estudiante.

Dado que los subsidios tiquete metro y bus solo se ven reflejados cuando se paga el 50% del tiquete, no existe el incentivo para simplemente ahorrar ese costo del transporte, porque se requiere del uso para acceder al beneficio. Los resultados para tiquete metro y bus sugieren que las familias valoran positivamente la flexibilidad del subsidio parcial. También el rendimiento académico parece ser una característica importante en la elección de colegio, tal y como sugiere la literatura (Burgess et al., 2009; Gibbons y Silva, 2011; Hastings, Kane, y Staiger, 2005).

La Tabla 2.8 reporta los efectos marginales para cada uno de los subsidios de transporte y niveles de calidad del colegio para el agente representativo. De acuerdo con las estadísticas descriptivas, el estudiante representativo es hombre con una edad de 13 años, no afrodescendiente, con acceso a internet en su institución educativa, con jefe de hogar mujer de aproximadamente 47 años, con un puntaje de SISBEN de 38 puntos y unos ingresos de aproximadamente 580.179 pesos.

**Tabla 2.8.** Efectos marginales de los subsidios de transporte escolar sobre la elección de la calidad del colegio para el estudiante representativo

	Pr(Categorías de la calidad del colegio)				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Tiquete metro	-2.03% (0.0002)***	-25.23% (0.0046)***	-13.31% (0.0131)***	31.89% (0.0136)***	8.70% (0.004)***
Tiquete bus	-1.10% (0.0004)***	-14.56% (0.010)***	0.96% (0.0039)**	13.98% (0.013)***	0.72% (0.0010)***
Transporte contratado	3.53% (0.002)***	17.81% (0.0061)***	-12.16% (0.0058)***	-8.96% (0.0023)***	-0.23% (0.00007)***

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis. \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados del subsidio tiquete metro, se observa que los estudiantes beneficiarios respecto a los no beneficiarios tienen 2% menos de probabilidad de elegir una institución de muy baja calidad y 25% menos de elegir una institución de baja calidad. En el otro extremo, los estudiantes beneficiados con subsidio tiquete metro tienen una probabilidad de 9% y 32% de escoger colegios de muy alta y alta calidad, respectivamente, en comparación a aquellos estudiantes no beneficiados.

En el caso de los efectos marginales para el subsidio tiquete bus, los resultados muestran que los estudiantes que se benefician con el subsidio de tiquete bus tienen un 14% menos de probabilidad de elegir instituciones de baja calidad, respecto aquellos estudiantes no beneficiados. También se observa que existe un diferencial positivo de alrededor de 14% que un estudiante beneficiado por el subsidio elija una institución de alta calidad, comparado con un estudiante que no recibe el beneficio. En términos comparativos, con los efectos marginales del subsidio tiquete metro, se observa que la incidencia del subsidio tiquete bus es menor a la incidencia del subsidio tiquete metro en cuanto a la elección de instituciones de mayor calidad.

Finalmente, los efectos marginales para el transporte contratado muestran que los estudiantes beneficiados por este tipo de subsidios tienen una probabilidad de 17% más de elegir una institución de baja calidad respecto a los estudiantes que no reciben el beneficio en transporte. En términos de la elección de colegios de alta calidad, los resultados muestran que aquellos estudiantes beneficiados con subsidios en transporte contratado son menos propensos a ubicarse en este tipo de colegios, comparados con estudiantes no beneficiarios. Se tiene que un estudiante con este tipo de subsidios tiene 9% menos de probabilidad de seleccionar un colegio de alta calidad.

### 2.6.3 Efectos heterogéneos

La Tabla 2.9 muestra los efectos marginales sobre la calidad del colegio distinguiendo por hombres y mujeres para cada uno de los subsidios. Para los estudiantes hombres se observa que aquellos que han sido beneficiados por subsidio metro tienen un 24% menos de probabilidad de elegir una institución de baja calidad, respecto a los no beneficiarios. En el caso de la elección de las mujeres de este mismo tipo de colegios, se tiene que aquellas beneficiarias del subsidio metro tienen un 22% menos de probabilidad de elegir un colegio de baja calidad, respecto a aquellas estudiantes que no tienen el subsidio. Para el caso de colegios de alta calidad, no se distinguen diferencias importantes por género. Se tiene que los estudiantes hombre o mujeres que reciben el subsidio metro tienen alrededor de un 29% más de probabilidad de elegir un colegio de alta calidad, comparado con aquellos estudiantes hombres o mujeres que no tienen el subsidio.

Cuando analizamos el subsidio de transporte tiquete bus, los efectos marginales muestran que los estudiantes hombres beneficiados son ligeramente menos propensos que las mujeres en ubicarse en colegios de baja calidad. Para los primeros existe un 13,5% menos de probabilidad de elegir un colegio de baja calidad cuando reciben el subsidio, respecto a los estudiantes hombres que no lo reciben. Para las mujeres se tiene que, las beneficiarias respecto a las no beneficiarias tienen 12,8% menos de probabilidad de elegir un colegio de baja calidad. En el caso de la elección de colegios de alta calidad, las mujeres que reciben el subsidio tiquete se ubican con mayor probabilidad que los hombres en este tipo de colegios, cuando se comparan con los no beneficiados. Mientras que las mujeres con subsidio de transporte tiquete tiene 13,4% más de probabilidad de ubicarse en un colegio de alta calidad, en los hombres existe un 12,4% más de probabilidad en esta elección.

Finalmente, el análisis de los efectos marginales para subsidio transporte contratado distinguiendo por género, muestra que con este tipo de subsidio los estudiantes hombres y mujeres tienen similares propensiones a ubicarse en colegios de baja calidad. Tanto para hombres como mujeres, existe alrededor de un 15% más de probabilidad en estar en colegio de baja calidad, respecto a aquellos estudiantes hombres o mujeres que no tienen el subsidio. Para la elección del colegio de alta calidad, se observa que las beneficiarias mujeres con subsidio contratado tienen 10% menos de probabilidad de elegir este tipo de colegios, mientras que en los hombres existe cerca de 9% menos probabilidad de estar en estos colegios, cuando se compara con aquellos estudiantes que no reciben el subsidio.

**Tabla 2.9.** Efectos marginales de los subsidios de transporte escolar sobre la elección de la calidad del colegio distinguiendo por género

		Pr(Categorías de la calidad del colegio)				
		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	Tiquete metro	-2.63% (0.0054)***	-24.25% (0.0003)***	-5.99% (0.0057)***	28.82% (0.0104)***	4.05% (0.0118)***
Hombres	Tiquete bus	-2.49% (0.0009)***	-13.48% (0.0099)**	1.98% (0.0021)***	12.42% (0.0115)***	1.02% (0.0013)***
	Transporte contratado	4.91% (0.0026)***	14.65% (0.0047)***	-10.57% (0.0049)***	-8.59% (0.0049)***	-0.41% (0.0024)***
	Tiquete metro	-1.95% (0.0003)***	-22.25% (0.004)***	-10.58% (0.011)***	29.61% (0.0105)***	2.15% (0.064)***
Mujeres	Tiquete bus	-1.45% (0.0007)***	-12.78% (0.009)***	-0.51% (0.004)	13.39% (0.012)***	1.36% (0.0017)***
	Transporte contratado	3.97% (0.0022)***	15.23% (0.0053)***	-8.80% (0.0045)***	-9.85% (0.0028)***	-0.56% (0.0001)***

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis.

\* p <0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Fuente: Elaboración propia

## 2.7 Conclusiones

Usando datos administrativos del universo de estudiantes de instituciones públicas en Medellín, e incluyendo información sobre características socioeconómicas y ubicación geográfica de estudiantes y colegios, en esta investigación se estudia el efecto de una disminución total o parcial en los costos de transporte sobre la elección de colegios de mejor calidad. Para ello se emplean dos metodologías. Primero, se estiman modelos lineales con efectos fijos corregidos por endogeneidad, y segundo, para calcular efectos heterogéneos, se estiman modelos probit ordenados con regresor endógeno binario. Nuestra muestra cubre el periodo 2016-2019 con un promedio de 110.000 estudiantes por año que asisten a un total de 386 colegios públicos en Medellín.

Los resultados principales muestran que los subsidios de transporte del 50% asociados a bus y el sistema Metro tienen efectos positivos sobre la elección de colegios de mayor calidad. Esto sugiere que la reducción en los costos de transporte escolar está incidiendo positivamente sobre un mayor acceso a oportunidades educativas de las familias, lo cual permite que los estudiantes pueden acceder a una educación de mejor calidad.

En el caso de subsidio de transporte contratado que ofrece un descuento del 100%, en los modelos lineales no se encontró efectos significativos sobre la calidad del colegio. En los modelos no lineales, por su parte, se observó que este tipo de subsidio no presenta efectos positivos en la elección de colegios de buena calidad. No obstante, este resultado debe ser interpretado con precaución ya que, como se mencionó, este subsidio se encuentra más dirigido a estudiantes que residen en las zonas rurales de Medellín. Esto implica una menor flexibilidad en el desplazamiento de las familias, con lo cual en muchos casos la decisión termina siendo si inscribe o no al niño o la niña a la institución educativa más cercana, más que consideraciones sobre la calidad de la misma. Existe, por tanto, esta limitación asociado al análisis del subsidio de transporte contratado, pero también al mismo tiempo una oportunidad para estudiar más a fondo aquellas políticas de reducción de costos de transporte en zonas rurales, la cuales presentan características muy diferentes a las zonas urbanas. En este caso, futuras investigaciones para este tipo de subsidios podrían estar inclinadas a analizar otras variables de resultado, tales como accesos a la educación, retención y deserción estudiantil.

Finalmente, cuando se distingue por género, los resultados muestran que existen importantes diferencias en los efectos de los subsidios. En particular se encuentra que los subsidios de transporte bus y metro incrementan en mayor grado la probabilidad de elegir colegios de calidad alta para el caso de las mujeres, aunque en los hombres con este tipo de subsidio los ubica con mayor probabilidad en colegios de muy alta calidad. Este resultado en las estudiantes mujeres indica como políticas que generen mayor accesibilidad pueden ayudar a mitigar procesos de exclusión social sobre poblaciones vulnerables, dando la oportunidad de acceder a más y mejores servicios y *amenities* de las ciudades.

## Referencias

- Ajayi, L. (2011). "How ESL teachers' sociocultural identities mediate their teacher role identities in a diverse urban school setting". *The Urban Review*, 43(5), 654-680.
- Alcaldía de Medellín (2019). Portal Geográfico del Municipio de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/geomedellin/>. Visitado 19 octubre 2019.
- Allen, R. (2007). "Allocating pupils to their nearest secondary school: The consequences for social and ability stratification". *Urban Studies*, 44(4), 751-770.
- Allen, R., y Vignoles, A. (2006). *A critique of research on measuring social segregation in schools 1989 to 2004*. Working paper, February 2006 (London, Institute of Education).
- Amemiya, T. (1974). "Multivariate regression and simultaneous equation models when the dependent variables are truncated normal", *Econometrica*, 42(6): 999-1012.
- Angrist, J. D., y Imbens, G. W. (1995). "Two-stage least squares estimation of average causal effects in models with variable treatment intensity". *Journal of the American statistical Association*, 90(430), 431-442.
- Angrist, J. D., y Pischke, J. S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- Azmat, G., y Ferrer, R. (2017). "Gender gaps in performance: Evidence from young lawyers". *Journal of Political Economy*, 125(5), 1306-1355.
- Babcock, L., Recalde, M. P., Vesterlund, L., y Weingart, L. (2017). "Gender differences in accepting and receiving requests for tasks with low promotability". *American Economic Review*, 107(3), 714-47.
- Ball, S. J., y Vincent, C. (1998). "'I Heard It on the Grapevine': 'hot' knowledge and school choice". *British journal of Sociology of Education*, 19(3), 377-400.
- Barrow, L. (2002). "School choice through relocation: evidence from the Washington, DC area". *Journal of Public Economics*, 86(2), 155-189.
- Baum, C. F., Schaffer, M. E., y Stillman, S. (2007). "Enhanced routines for instrumental variables/generalized method of moments estimation and testing". *The Stata Journal*, 7(4), 465-506.
- Banerjee, A. V., Cole, S., Duflo, E., y Linden, L. (2007). Remediating education: Evidence from two randomized experiments in India. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235-1264.



- Billings, S. B., Deming, D. J., y Rockoff, J. (2014). "School segregation, educational attainment, and crime: Evidence from the end of busing in Charlotte-Mecklenburg". *The Quarterly Journal of Economics*, 129(1), 435-476.
- Bertrand, M., Goldin, C., y Katz, L. F. (2010). "Dynamics of the gender gap for young professionals in the financial and corporate sectors". *American economic journal: applied economics*, 2(3), 228-55.
- Bertrand, M., y Hallock, K. F. (2001). "The gender gap in top corporate jobs". *ILR Review*, 55(1), 3-21.
- Bowles, H. R., Babcock, L., y McGinn, K. L. (2005). "Constraints and triggers: Situational mechanics of gender in negotiation". *Journal of personality and social psychology*, 89(6), 951-965.
- Brasington, D. M. (1999). "Joint provision of public goods: the consolidation of school districts". *Journal of Public Economics*, 73(3), 373-393.
- Burgess, S., Johnston, R., Key, T., Propper, C., y Wilson, D. (2008). "The transition of pupils from primary to secondary school in England". *Transactions of the Institute of British Geographers*, 33(3), 388-403.
- Burgess, S., McConnell, B., Propper, C., y Wilson, D. (2004). "Sorting and choice in English secondary schools". *Centre for Market and Public Organisation Working Paper*, 4, 111.
- Burgess, S., Greaves, E., Vignoles, A., y Wilson, D. (2011). "Parental choice of primary school in England: what types of school do different types of family really have available to them?". *Policy Studies*, 32(5), 531-547.
- Burgess, S., Greaves, E., Vignoles, A., y Wilson, D. (2015). "What parents want: School preferences and school choice". *The Economic Journal*, 125(587), 1262-1289.
- Cameron, S. V., y Taber, C. (2004). "Estimation of educational borrowing constraints using returns to schooling". *Journal of Political Economy*, 112(1), 132-182.
- Cameron, C. y Trivedi, K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Card, D. (1995). "Using geographic variation in college proximity to estimate the return to schooling". *Aspects of Labour Market Behaviour: Essays in Honor of John Vanderkamp*, 201-222.
- Card, D., Cardoso, A. R., y Kline, P. (2016). Bargaining, sorting, and the gender wage gap: Quantifying the impact of firms on the relative pay of women. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 633-686.

- Card, D., DellaVigna, S., Funk, P., y Iriberry, N. (2020). Are Referees and Editors in Economics Gender Neutral? *The Quarterly Journal of Economics*, 135(1), 269-327.
- Carneiro, P., Heckman, J. J., y Vytlacil, E. J. (2011). "Estimating marginal returns to education". *American Economic Review*, 101(6), 2754-81.
- Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S., y Williams, W. M. (2014). "Women in academic science: A changing landscape". *Psychological Science in the Public Interest*, 15(3), 75-141.
- Chetty, R., Friedman, J., Hilger, N., Saez, E., Schanzenbach, D., y Yagan, D. (2011). "How does your kindergarten classroom affect your earnings? Evidence from Project STAR". *The Quarterly journal of economics*, 126(4), 1593-1660.
- Currie, J., y Moretti, E. (2003). "Mother's education and the intergenerational transmission of human capital: Evidence from college openings". *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1495-1532.
- DANE (2019). Portal Departamento Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>. Visitado 19 octubre 2019.
- Dearden, L., Ferri, J., y Meghir, C. (2002). "The effect of school quality on educational attainment and wages". *Review of Economics and Statistics*, 84(1), 1-20.
- Deaton, A. (2010). "Instruments, randomization, and learning about development". *Journal of Economic Literature*, 48(2), 424-55.
- Downes, T. y Zabel, J. (2002). "The impact of school characteristics on house prices: Chicago 1987-1991". *Journal of urban economics*, 52(1), 1-25.
- Drakeford, L. D. (2015). *The Race Controversy in American Education*. ABC-CLIO.
- Dustan, (2018). "Family Networks and School Choice". *Journal of Development Economics*, 134(C): 372-391.
- Echenique, F., Fryer Jr. y Kaufman, A. (2006). "Is school segregation good or bad?". *American Economic Review*, 96(2), 265-269.
- Esarey, J., y Schwindt-Bayer, L. A. (2019). "Estimating causal relationships between women's representation in government and corruption". *Comparative Political Studies*, 52(11), 1713-1741.
- Fack, G., y Grenet, J. (2010). "When do better schools raise housing prices? Evidence from Paris public and private schools". *Journal of public Economics*, 94(1-2), 59-77.
- Fotros, M. H., y Torkamani, E. (2012). Modified human development and sustainability of economic growth: a comparative study of selected developed and developing countries. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development*, 2(7), 59-92.

- Gallego, F. A., y Hernando, A. (2010). "School choice in Chile: Looking at the demand side". *Pontificia Universidad Catolica de Chile Documento de Trabajo*, (356).
- Gibbons, S. y Silva, O. (2011). "School quality, child wellbeing and parents' satisfaction". *Economics of Education Review*, 30(2), 312-331.
- Gibbons, S., y Telhaj, S. (2007). "Are schools drifting apart? Intake stratification in English secondary schools". *Urban Studies*, 44(7), 1281-1305.
- Gibbons, S., Machin, S., y Silva, O. (2013). "Valuing school quality using boundary discontinuities". *Journal of Urban Economics*, 75, 15-28.
- Glazerman, S. M. (1998). "School Quality and Social Stratification: The Determinants and Consequences of Parental School Choice". *ERIC # ED425520*.
- Glewwe, P., y Kremer, M. (2006). Schools, teachers, and education outcomes in developing countries. *Handbook of the Economics of Education*, 2, 945-1017.
- Goldin, C., y Rouse, C. (2000). "Orchestrating impartiality: The impact of "blind" auditions on female musicians". *American economic review*, 90(4), 715-741.
- Goodman, J., Hurwitz, M., Mulhern, C., y Smith, J. (2019). "O brother, where start thou? Sibling spillovers in college enrollment" (No. w26502). National Bureau of Economic Research.
- Gourieroux, C. y Monfort, A. (1993). "Simulation-based inference: A survey with special reference to panel data models", *Journal of Econometrics*, 59(1-2), 5-33.
- Guryan, J. (2004). "Desegregation and black dropout rates". *American Economic Review*, 94(4), 919-943.
- Hajivassiliou, V. y Ruud, P. (1994). "Classical estimation methods for ldv models using simulation", En Engle R. y McFadden D. (eds) *Handbook of Econometrics*, North-Holland, Amsterdam, pp. 2383-441.
- Hanushek, E. A. (2013). Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*, 37, 204-212.
- Hanushek, E. A., y Wößmann, L. (2007). The role of education quality for economic growth. *The World Bank*.
- Hastings, J. S., Kane, T. J., y Staiger, D. O. (2005). *Parental preferences and school competition: Evidence from a public school choice program* (No. w11805). National Bureau of Economic Research.

- Heckman, J. (1976). "The common structure of statistical models of truncation, sample selection, and limited dependent variables and a simple estimator for such models", *Annals of Economic and Social Measurement*, 5/4: 475–492.
- Hoxby, C. M., y Avery, C. (2012). "The missing" one-offs": The hidden supply of high-achieving, low income students" (No. w18586). National Bureau of Economic Research.
- Jeliazkov I. y Lloro A. (2011). "Maximum simulated likelihood estimation: techniques and applications in economics. En: Koziel S., Yang XS. (eds) *Computational Optimization, Methods and Algorithms. Studies in Computational Intelligence*, vol 356. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jensen, R. (2012). "Do labor market opportunities affect young women's work and family decisions? Experimental evidence from India". *The Quarterly Journal of Economics*, 127(2), 753-792.
- Kane, T. J., y Rouse, C. E. (1995). "Labor-market returns to two-and four-year college". *American Economic Review*, 85(3), 600-614.
- Kleibergen, F., y Paap, R. (2006). "Generalized reduced rank tests using the singular value decomposition". *Journal of Econometrics*, 133(1), 97-126.
- Kling, J. R. (2001). "Interpreting instrumental variables estimates of the returns to schooling". *Journal of Business & Economic Statistics*, 19(3), 358-364.
- Kramarz, F., Machin, S. J., y Ouazad, A. (2008). "What makes a test score? The respective contributions of pupils, schools, and peers in achievement in English primary education". *IZA Discussion Papers 3866*, Institute of Labor Economics (IZA).
- Kremer, M. (2003). "Randomized evaluations of educational programs in developing countries: Some lessons". *American Economic Review*, 93(2), 102-106.
- Lee, L. (1992). "On the efficiency of methods of simulated moments and simulated likelihood estimation of discrete choice models", *Econometric Theory*, 8(4): 518–552.
- Lee, L. (1995). "Asymptotic bias in simulated maximum likelihood estimation of discrete choice models", *Econometric Theory*, 11(3): 437–483.
- Lin, J. J., y Chang, H. T. (2010). "Built environment effects on children's school travel in Taipei: independence and travel mode". *Urban studies*, 47(4), 867-889.
- Machin, S. y Salvanes, K. (2016). "Valuing school quality via a school choice reform". *The Scandinavian Journal of Economics*, 118(1): 3-24.
- Maddala, G. (1983). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Maddala, G. y Lee, L.-F. (1976). "Recursive models with qualitative endogenous variables", *Annals of Economic and Social Measurement*, 5/4: 525–545.
- Masi, B. (2018). "A ticket to ride: The unintended consequences of school transport subsidies". *Economics of Education Review*, 63, 100-115.
- Müller, S. Tscharaktschiew, S. y Haase, K. (2008). "Travel-to-school mode choice modelling and patterns of school choice in urban areas". *Journal of Transport Geography*, 16(5), 342-357.
- Mulligan, C. y Rubinstein, Y. (2008). "Selection, investment, and women's relative wages over time". *The Quarterly Journal of Economics*, 123(3), 1061-1110.
- Nechyba, T. y Strauss, R. (1998). "Community choice and local public services: A discrete choice approach". *Regional Science and Urban Economics*, 28(1), 51-73.
- Niederle, M., y Vesterlund, L. (2007). Do women shy away from competition? Do men compete too much?. *The quarterly journal of economics*, 122(3), 1067-1101.
- Parente, P. M., y Silva, J. S. (2012). "A cautionary note on tests of overidentifying restrictions". *Economics Letters*, 115(2), 314-317.
- Petronio, M. A. (1995). *Kindergarten shopping: parents' response to a controlled school choice plan (Doctoral dissertation, Harvard Graduate School of Education)*.
- Reber, S. (2010). "School desegregation and educational attainment for blacks". *Journal of Human resources*, 45(4), 893-914.
- Rivers, D. y Vuong, Q. (1988). "Limited information estimators and exogeneity tests for simultaneous probit models", *Journal of Econometrics*, 39(3): 347–366.
- Roodman, D. (2011). "Fitting fully observed recursive mixed-process models with cmp", *Stata Journal*, 11(2): 159-206.
- Rothstein, J. (2006). "Good principals or good peers? Parental valuation of school characteristics, Tiebout equilibrium, and the incentive effects of competition among jurisdictions". *American Economic Review*, 96(4), 1333-1350.
- Smith, R. y Blundell, R. (1986). "An exogeneity test for a simultaneous equation Tobit model with an application to labor supply", *Econometrica*, 54(3): 679–685.
- Staiger, D., Stock, J. y Watson, M. W. (1997). How precise are estimates of the natural rate of unemployment? En *Reducing inflation: Motivation and strategy* (pp. 195-246). University of Chicago Press.

- Stock, J. y Yogo, M. (2005). Asymptotic distributions of instrumental variables statistics with many instruments. *Identification and inference for econometric models: Essays in honor of Thomas Rothenberg*, 109-120.
- Taylor, C., Gorard, S. y Fitz, J. (2003). "The modifiable areal unit problem: segregation between schools and levels of analysis". *International Journal of Social Research Methodology*, 6(1), 41-60.
- Train, K. (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Ristell, J., Quddus, M., Enoch, M., Wang, C., y Hardy, P. (2013). "Quantifying the transport-related impacts of parental school choice in England". *Transportation*, 40(1), 69-90.
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Zeltzer, D. (2020). "Gender homophily in referral networks: Consequences for the medicare physician earnings gap". *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(2), 169-97.

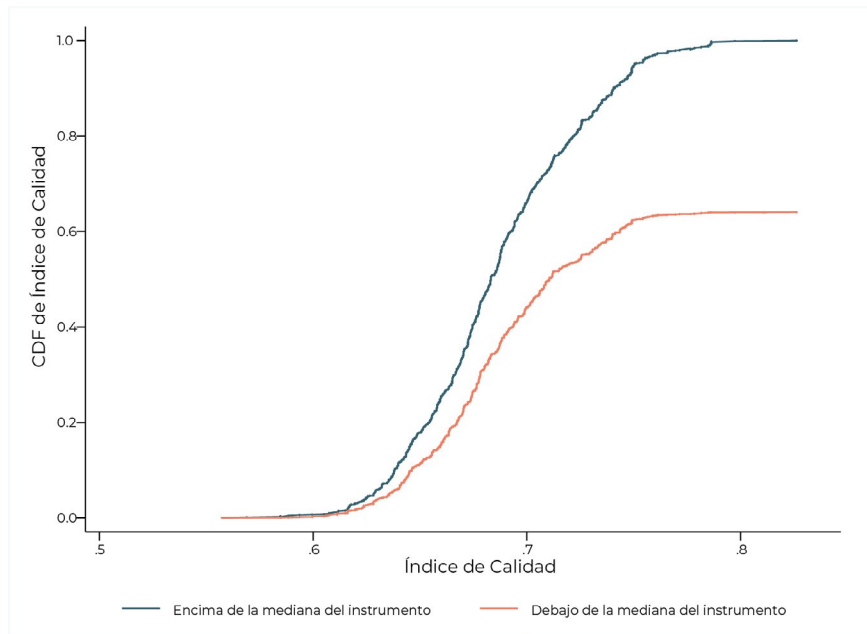
# Anexos

**Tabla A1.** Descripción de las variables

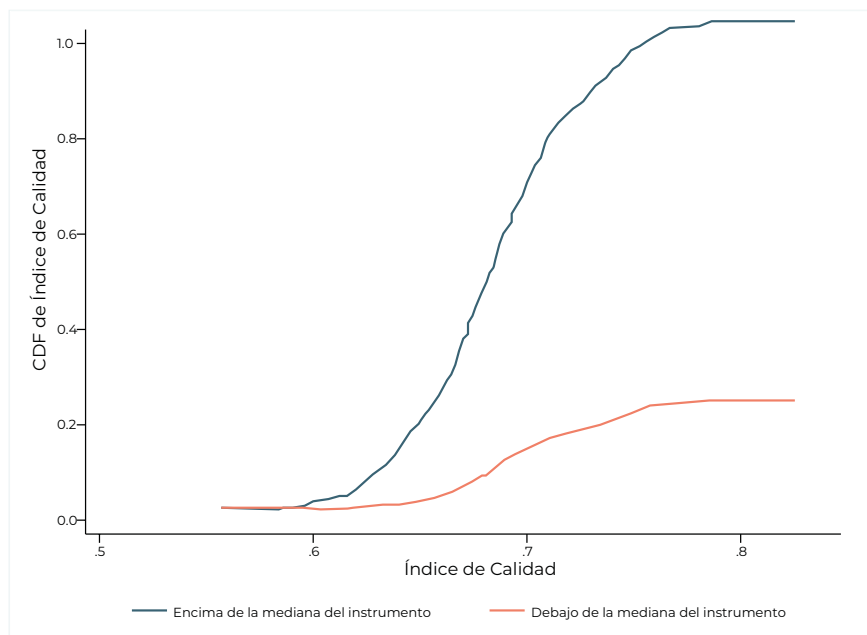
<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>		
Índice de calidad del colegio	Continua	Índice de calidad calculado por el ICFES teniendo en cuenta los resultados de las pruebas SABER 11 de los últimos tres años
Clasificación calidad	Categorica	1: Muy baja, 2: Baja, 3: Media, 4: Alta, 5: Muy alta
<b>VARIABLES EXPLICATIVAS</b>		
<b>Individuales del estudiante</b>		
Transporte contratado	Binaria	1 si el estudiante es beneficiario del subsidio de transporte contratado
Tiquete bus	Binaria	1 si el estudiante es beneficiario del subsidio de tiquete bus
Tiquete metro	Binaria	1 si el estudiante es beneficiario del subsidio de tiquete metro
Edad	Continua	Edad del estudiante
Hombre	Binaria	1 si el estudiante es hombre
Afrodescendiente	Binaria	1 si el estudiante es afrodescendiente o de negritudes
<b>Familiares</b>		
Puntaje SISBEN	Continua	El SISBEN es el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales que, a través de un puntaje, clasifica a la población de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas. Toma valores entre 0 y 100, valores más bajos indican mayores niveles de pobreza
Ingresos familiares	Continua	Ingreso mensual declarado del hogar
Edad jefe de hogar	Continua	Edad del jefe del hogar
Hombre jefe	Binaria	1 si el jefe del hogar es hombre
Hombre cónyuge	Binaria	1 si el cónyuge es hombre
Jefe secundaria	Binaria	1 si el jefe del hogar tiene educación secundaria
Cónyuge secundaria	Binaria	1 si el cónyuge tiene educación secundaria
<b>Colegio</b>		
Docentes por estudiante	Continua	Número de docentes por estudiantes en cada colegio
Índice de seguridad	Continua	Medida de seguridad del área aledaña al colegio. El índice de seguridad fue calculado mediante análisis de componentes principales empleando las variables de homicidios, hurtos, violencia intrafamiliar y violencia sexual en una grilla de 500 metros alrededor de cada colegio. Valores más altos del índice, indican un mayor nivel de victimización en el sector aledaño al colegio
Acceso a internet	Binaria	1 si el colegio tiene conexión a internet
Equipos de cómputo	Binaria	1 si el colegio tiene computadores, tabletas, laptops, etc.

**Gráfico A1.** Prueba de monotonicidad del instrumento

## Tiquete de metro



## Tiquete de bus



Fuente: Elaboración propia



Tabla A2. Primera y segunda etapa de la estimación por MC2E

	Primera etapa (1)	Segunda etapa (2)	Primera etapa (3)	etapa (4)	etapa (5)	etapa (6)
Distancia a la estación de metro más cercana	-1,22e-05*** (4,07e-07)				1,89e-05*** (7,35e-07)	
Distancia a la estación de metro más cercana al cuadrado	1,60e-09*** (7,89e-11)				-3,76e-09*** (1,84e-10)	
Tiquete metro		0,053** (0,0209)				
Distancia a la estación de bus más cercana			0,00598*** (0,000152)		0,00813*** (0,000257)	
Distancia a la estación de bus más cercana al cuadrado			-0,000346*** (9,21e-06)		-0,000341*** (1,86e-05)	
Tiquete bus				0,0404** (0,0188)		
Transporte contratado						0,0039 (0,0061)
Estudiante es hombre	-0,00229*** (0,000262)	-0,00421*** (0,000111)	-0,00147*** (0,000314)	-0,00398*** (0,000119)	0,00139*** (0,000451)	-0,00423*** (0,000115)
Estudiante es afrodescendiente	-0,00249** (0,00102)	-0,0172*** (0,000422)	-0,00164 (0,00129)	-0,0169*** (0,000459)	0,0158** (0,00238)	-0,0186*** (0,000471)
Estudiante tiene alguna discapacidad	-0,00181** (0,000746)	-0,00164*** (0,000326)	-0,00241*** (0,000854)	-0,00122*** (0,000349)	0,0251*** (0,00182)	-0,00411*** (0,000377)
Hay conexión de internet en la IE	-0,00189*** (0,000210)	0,0123*** (0,000292)	-0,00240*** (0,000314)	0,0126*** (0,000291)	0,0100*** (0,000701)	0,0111*** (0,000308)
Número de equipos en la IE	0,0119*** (0,000265)	0,00969*** (0,000393)	0,0145*** (0,000489)	0,00820*** (0,000385)	0,0180*** (0,000797)	0,00831*** (0,000377)
Índice de seguridad	-0,0131*** (0,000318)	-0,0147*** (0,000138)	-0,00980*** (0,000249)	-0,0130*** (0,000152)	-0,0120*** (0,000409)	-0,0128*** (0,000139)
Edad del estudiante	0,00259*** (0,000126)	0,000526*** (8,88e-05)	0,00688*** (0,000154)	-0,000486*** (0,000108)	0,00928*** (0,000265)	-0,000205** (9,83e-05)
Edad del estudiante al cuadrado	-3,29e-05*** (5,76e-06)	-3,03e-05*** (3,67e-06)	-0,000210*** (6,74e-06)	7,42e-07 (4,17e-06)	-0,000399*** (1,11e-05)	1,16e-06 (4,18e-06)
Edad del jefe del hogar	0,000120** (5,91e-05)	0,000348*** (2,48e-05)	0,000154** (7,17e-05)	0,000322*** (2,70e-05)	-6,94e-05 (0,000101)	0,000354*** (2,64e-05)
Edad del jefe del hogar al cuadrado	-6,26e-07 (5,87e-07)	-1,51e-06*** (2,36e-07)	-1,08e-06 (7,06e-07)	-1,30e-06*** (2,58e-07)	-1,01e-06 (9,56e-07)	-1,37e-06*** (2,52e-07)
Jefe del hogar tiene secundaria	0,000575* (0,000299)	0,00256*** (0,000126)	0,000155 (0,000363)	0,00257*** (0,000137)	-0,00251*** (0,000536)	0,00278*** (0,000135)
Jefe del hogar es hombre	0,000147 (0,000272)	0,00101*** (0,000112)	0,000776** (0,000327)	0,000933*** (0,000122)	-0,000897* (0,000463)	0,00110*** (0,000119)
Puntaje del Sisben	5,91e-05*** (9,64e-06)	0,000430*** (4,20e-06)	3,31e-05*** (1,13e-05)	0,000427*** (4,49e-06)	-0,000166*** (1,80e-05)	0,000444*** (4,52e-06)
Log(ingresos del hogar)	6,85e-05 (0,000167)	0,00244*** (7,19e-05)	0,000686*** (0,000207)	0,00234*** (7,83e-05)	-0,00226*** (0,000304)	0,00272*** (7,76e-05)
Observaciones		369,778	370,020			376,258

&gt;&gt;

&gt;&gt;

**Tabla A3.** Estimaciones de los modelos probit ordenados con regresor endógeno binario

Y(categorías de la calidad del colegio) = muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto	(1)	(2)	(3)
Tiquete metro	1,154*** (0,0492)		
Tiquete bus		0,510*** (0,0420)	
Transporte contratado			-0,548*** (0,0213)
Estudiantes es hombre	-0,109*** (0,00437)	-0,121*** (0,00466)	-0,117*** (0,00463)
Estudiante es afrodescendiente	-0,490*** (0,0158)	-0,496*** (0,0170)	-0,483*** (0,0167)
Hay conexión de internet en la IE	0,896*** (0,0178)	1,334*** (0,0246)	1,336*** (0,0245)
Número de equipos en la IE	0,758*** (0,0185)	-1,040*** (0,0228)	-1,022*** (0,0222)
Índice de seguridad	-0,349*** (0,00376)	-0,529*** (0,00410)	-0,519*** (0,00403)
Edad del estudiante	-0,00154 (0,000967)	0,000194*** (2,77e-06)	0,000195*** (2,81e-06)
Edad del estudiante al cuadrado	-0,000155*** (2,31e-05)	0,0150*** (0,000998)	0,0152*** (0,000979)
Edad del jefe del hogar	0,00787*** (0,000954)	-0,000294*** (2,19e-05)	-0,000300*** (2,18e-05)
Edad del jefe del hogar al cuadrado	-3,08e-05*** (9,09e-06)	0,00830*** (0,00102)	0,00830*** (0,00101)
Jefe del hogar tiene secundaria	0,0672*** (0,00483)	-3,11e-05*** (9,74e-06)	-3,16e-05*** (9,69e-06)
Jefe del hogar es hombre	-0,0104** (0,00517)	0,0785*** (0,00514)	0,0754*** (0,00510)
Puntaje de SISBEN	0,0126*** (0,000162)	0,0103*** (0,000170)	0,0102*** (0,000168)
Log(Ingresos del hogar)	0,0689*** (0,00279)	0,0771*** (0,00299)	0,0785*** (0,00296)
Efecto fijo de año	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos de estudiante	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos de colegio	Sí	Sí	Sí
Observaciones	624,168	553,578	564,818

Nota: Errores estándar tipo cluster a nivel de colegio en paréntesis, \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

<<<

<<<

---

