



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Zonas verdes y desempeño estudiantil: relación entre la vegetación y los resultados académicos en Bogotá**

**Camilo Andrés Martínez Burgos**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

2021

# **Zonas verdes y desempeño estudiantil: relación entre la vegetación y los resultados académicos en Bogotá**

**Camilo Andrés Martínez Burgos**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Ciencias Económicas**

Director:

Hernando Bayona Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá, Colombia

2021

## Resumen

### **Zonas verdes y desempeño estudiantil: relación entre la vegetación y los resultados académicos en Bogotá**

Una rama reciente de la literatura ha explorado la asociación entre la exposición de los estudiantes a zonas verdes y sus resultados académicos, como una posible herramienta de política pública. Se identificaron algunos mecanismos como atención, salud mental, tiempo al aire libre y salud física que podrían explicar dicha asociación. Usando información de un conjunto de colegios ubicados en los sectores catastrales urbanos de Bogotá, este trabajo realiza una estimación de un modelo lineal con efectos fijos para encontrar la relación entre los resultados en las pruebas Saber 11 y el número de parques alrededor de los colegios. Se encuentra que hay una relación negativa entre esta medida de espacios verdes y los resultados académicos en el puntaje total de la prueba Saber. Sin embargo, esto no sucede para todas las asignaturas. En particular, se encuentra una relación significativa para sociales y ciencias naturales.

**Palabras clave:** Educación; Desempeño académico; Zonas verdes; Vegetación.

## **Abstract**

### **Green areas and student performance: relationship between vegetation and academic results in Bogotá**

A recent branch of the literature has explored the association between students' exposure to green spaces and their academic results, as a possible public policy tool. Some mechanisms that could explain this association were identified: attention, mental health, time outdoors and physical health. Using information from a set of schools located in the urban cadastral sectors of Bogotá, this work performs an estimation of a linear model with fixed effects to find the relationship between the results in the Saber 11 tests and the area of the urban park around the schools. It is found that there is a negative relationship between this measure of green spaces and the academic results in the total score of the Saber test. However, this does not happen for all subjects. In particular, a significant relationship is found for social studies and natural sciences.

**Keywords:** Education; Academic performance; Green areas; Vegetation.

## 1. Introducción

De acuerdo con información de las pruebas del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes - PISA- realizadas en 2018, el desempeño académico de los estudiantes de Colombia es menor al promedio de la OCDE en las 3 dimensiones estudiadas: lectura, matemáticas y ciencias (OECD, 2018). En materia de lectura, tan sólo el 50% de los estudiantes colombianos tuvieron éxito en reconocer la idea principal de un texto de longitud moderada y encontrar información con base en criterios explícitos, comparado con un 77% de la OCDE. En relación con las habilidades matemáticas, sólo el 35% de los estudiantes colombianos tenían la capacidad de interpretar y reconocer una situación de la vida cotidiana de manera matemática, frente a un 76% de la OCDE. Finalmente, en lo que concierne a las ciencias, el 50% de los estudiantes puede reconocer la explicación correcta de fenómenos científicos cotidianos en comparación con un 78% de la OCDE.

Frente a este panorama, y otros desafíos no superados relacionados con cobertura y universalización de la educación, las propuestas evaluadas por el Gobierno colombiano tienen que ver con estrategias como la reestructuración del sistema de formación de maestros, la creación de nuevos contenidos educativos y otras propuestas complementarias que involucran incentivos para promover la educación, como becas para estudiantes con puntajes altos de Saber 11, la promoción de estudios doctorales y la apropiación de la transformación digital en las aulas (Misión de Sabios, 2019).

Al respecto, un cuerpo reciente de trabajos ha estudiado la relación del entorno en el que se desenvuelven los estudiantes con sus resultados académicos, haciendo énfasis en la exposición a ambientes naturales. Lo anterior abre la puerta para el entendimiento de intervenciones urbanísticas y el ordenamiento del territorio como herramientas adicionales para impactar el desempeño de la educación y cerrar la brecha descrita con anterioridad.

En particular, esta rama de la literatura busca estudiar la relación entre espacios verdes y variables como la deserción, el nivel de preparación con respecto a estudios superiores y en general, resultados académicos en pruebas estandarizadas. Algunos de los mecanismos identificados que permiten establecer el vínculo entre las variables mencionadas son la relajación profunda, la mejora en el sueño y en el desempeño del sistema inmune (Kuo, 2015), así como el fortalecimiento de la atención, la salud mental y la actividad física a través del tiempo al aire libre (Browning & Rigolon, 2019; Markevych et al., 2019).

Sin embargo, los resultados de estos trabajos no apuntan a una única dirección. A partir de un metaanálisis de la literatura se identificó que de los 122 hallazgos reportados por 13 estudios seleccionados según la metodología PRISMA, el 64% no son significativos, el 8% negativos y el 28% positivos. Adicionalmente, es importante mencionar que los trabajos que se han realizado analizan casi exclusivamente casos en Europa y América del Norte, por lo que los resultados encontrados no necesariamente son generalizables al *sur global* (Browning & Rigolon, 2019).

Este trabajo busca contribuir a este conjunto de estudios aprovechando la disponibilidad de datos correspondientes a resultados académicos en las pruebas estandarizadas Saber 11 y la presencia de zonas verdes en las inmediaciones de los colegios ubicados en zonas urbanas en la ciudad de Bogotá para el periodo entre 2016 y 2019. La medida de espacio verde que se usa en este trabajo es el número de parques en las inmediaciones de los colegios, con una medida alternativa de área de parques que se emplea como ejercicio de robustez. De manera similar a los trabajos revisados en esta rama de la literatura, es relevante revisar los indicadores anteriores con distintas medidas de cercanía a los colegios. Por lo tanto, se calculan las variables de parques para radios de cercanía de 250m, 500m y 1000m; siendo estas últimas dos medidas de robustez. Por último, como un elemento novedoso de este trabajo se incluyen variables asociadas a la presencia de crimen en la ciudad, en el entendido que es uno de los elementos que pueden caracterizar la exposición de los estudiantes a los parques y que pueden complementar la lectura de los resultados.

La metodología empleada busca aprovechar la variación geográfica de la ubicación de parques en las inmediaciones de los planteles educativos y consiste en la estimación de un conjunto de modelos lineales con efectos fijos de barrio, colegio y tiempo. Los efectos fijos de barrio se incluyen para controlar la posibilidad de autocorrelación espacial por la distribución de los colegios en el territorio de la ciudad. Los efectos fijos de colegio para controlar por diferencias inobservables en las características de los colegios que son constantes en el tiempo. Para el desarrollo de las estimaciones mencionadas, se controla por variables características de los estudiantes, sus hogares y los colegios en los que estaban matriculados, como género y etnia, estrato de la vivienda, acceso a computador e internet, nivel educativo de los padres, así como naturaleza y calendario del colegio. Adicionalmente, se incluyen medidas de los delitos contra la vida – homicidio – y delitos contra la propiedad – hurto a personas – que se cometieron en la zona en la que se ubica cada sede educativa.

Que la medida de zonas verdes empleada sea el número de parques implica varias limitaciones para identificar la relación entre espacio verde y resultados académicos, y motiva el desarrollo de estudios posteriores con mayor disponibilidad de información. Si bien se cuenta con información sobre los parques que se encuentran en la proximidad de las sedes educativas, no se tienen datos para caracterizar la exposición de los estudiantes a dichos espacios. A modo de ejemplo, con los datos encontrados no es posible diferenciar si los estudiantes están expuestos al espacio verde porque lo pueden ver desde el aula de clase, porque los ocupan en sus tiempos de descanso, alguna combinación de ellas o alguna explicación alternativa, con sus respectivas implicaciones de acuerdo con los mecanismos descritos con anterioridad. Sin embargo, hay que resaltar que esto no es una dificultad única del presente trabajo. Solamente Benfield et al. (2015) logra una identificar un tipo de exposición específica, al realizar un experimento que asigna a algunos estudiantes un salón con vista a un espacio verde y otro a una pared gris.

Además de la discusión de si la mera cercanía de los colegios a las zonas verdes implica una exposición efectiva de los estudiantes a estos espacios o no, es importante mencionar que la información disponible de los estudiantes que presentaron las pruebas Saber 11 no incluye el lugar de su vivienda, por lo que no es posible

inferir el número de parques que se ubican en las inmediaciones de sus hogares, tal como se hizo con los colegios. Al no tener en cuenta este hecho, los resultados de las estimaciones deben ser interpretados con cautela.

Por último, hasta el momento se ha hablado de las zonas verdes como un objeto homogéneo. Sin embargo, pueden existir diferencias en cuanto a la complejidad del paisaje que se encuentra en los parques, en especial en lo que concierne a los tipos de vegetación (Browning et al., 2018; Kweon et al., 2017; Matsuoka, 2010). Al respecto, la caracterización identificada de los parques no contiene una descripción del tipo de vegetación que se allí se ubica -pasto, arbustos, árboles, etc.-, ni una asociación de este con el tiempo.

A pesar de las limitaciones descritas, el desarrollo del presente trabajo es relevante dado que presenta una primera aproximación al cálculo de la relación entre los resultados académicos y la presencia de parques en la ciudad de Bogotá, lo que permite a su vez la definición de una línea base y la identificación de los elementos que deben ser tenidos en cuenta para profundizar en este campo y afinar los hallazgos.

Para avanzar en este propósito, el documento se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta una revisión breve de los mecanismos que describen la relación entre la exposición a zonas verdes con el desempeño académico, lo que constituye el marco teórico de la investigación. En la sección 3 se hace un recuento de los trabajos que buscan responder preguntas similares a la planteada, las metodologías empleadas por estas y los resultados encontrados en cada caso. En la sección 4 se enumeran las fuentes de información que se emplean para el análisis, su procesamiento para obtener algunas variables útiles que permiten abordar el objetivo del trabajo y algunas estadísticas descriptivas asociadas. En la sección 5 se describen las ecuaciones a estimar como desarrollo de la investigación, así como algunas consideraciones frente a su elección. En la sección 6 se explican los resultados de estas estimaciones y se enuncian algunas intuiciones para la interpretación de los resultados. En la sección 7 se desarrollan los ejercicios de robustez asociados al cambio de métrica de presencia de parques y a la desagregación de los puntajes por asignatura. En la sección 8 se discuten las limitaciones que matizan la lectura de los hallazgos previos. Finalmente, en la sección 9 se explican las principales conclusiones del trabajo a la luz de todo lo anterior.

Este trabajo encuentra una relación negativa entre la presencia de parques en las inmediaciones de las instituciones educativas con el desempeño académico de los estudiantes medido a través de las pruebas SABER 11, aunque este efecto se diluye a medida que se utilizan mayores radios de proximidad alrededor del colegio. Sin embargo, al desagregar por asignatura se evidencia un efecto similar únicamente para sociales, pero ningún efecto significativo para lectura crítica, inglés, matemáticas y ciencias naturales. Adicionalmente, variables características de los estudiantes, sus hogares y los colegios tienen mayor poder explicativo que las zonas verdes. En cuanto al crimen, se evidenció una relación negativa con los resultados académicos para el hurto a personas, pero no para el homicidio. Cuando se cambia la especificación de la variable de zonas verdes al área de parque en metros cuadrados, la mayoría de los coeficientes son estadísticamente iguales a 0. Esto parece indicar que, a

la hora de caracterizar esta relación, lo más importante es la presencia del parque en primer lugar y no su extensión en área.

## 2. Marco Teórico

La literatura revisada identifica numerosos mecanismos -asociados a asuntos fisiológicos y psicológicos- por los cuales la vegetación o las zonas verdes aledañas a los colegios podrían impactar en los resultados académicos de los estudiantes. Kuo (2015) identifica numerosos efectos positivos en la salud por el tiempo que las personas pasan alrededor de la naturaleza como la relajación profunda, mejora en el sueño, mejora en el desempeño del sistema inmune acompañados de efectos psicológicos como la sensación de asombro, mayor vitalidad y la restauración de la atención. A su vez, el trabajo de Browning & Rigolon resalta la mejora en la atención, salud mental, tiempo al aire libre, actividad y salud física (2019) como factores clave. Lo anterior apunta a que una mejora en estos elementos está asociado a un mejor desempeño académico, relación que se aborda en más detalle a continuación.

Respecto a la atención, el mecanismo consiste en que las actividades de aprendizaje implican una fatiga mental, que se reduce a partir de la exposición a un ambiente natural (Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan et al., 1998). Varios trabajos parecen confirmar esta teoría, al evidenciar que como resultado de la exposición a la naturaleza los estudiantes mostraron una percepción de restauración (Akpınar, 2016), tuvieron mayor involucramiento en las clases (Kuo, Browning, & Penner, 2018) y observaron mejores resultados en pruebas que medían atención directamente (Li & Sullivan, 2016; Taylor et al., 2002).

Frente a la salud mental, Ulrich et al. (1991) parte de que el estrés reduce el desempeño cognitivo de las personas, efecto que se atenúa dada una predisposición evolutiva de los seres humanos a responder positivamente y de manera involuntaria a ambientes naturales. Evidencia de lo anterior es que el mismo estudio encuentra que la exposición a sonido e imágenes de ambientes naturales mejora el estado emocional percibido por las personas y reduce niveles de estrés. En esta línea, el trabajo de Chawla et al. (2014) encuentra que el uso de ambientes naturales en estudiantes de primaria y secundaria ayudan a la reducción de estrés. Por su parte, Galindo & Rodríguez (2000) y Bastami et al. (2016) evidencian una relación positiva entre la exposición el ambiente natural y el estado de ánimo de las personas.

En relación con el tiempo al aire libre, Becker et al. (2017) encuentran que los programas de educación al aire libre pueden ayudar a “avanzar los estudiantes en las dimensiones física, psicológica, de aprendizaje y social”. Asimismo, Skinner et al. (2012), Lavie et al. (2015) y Lekies et al. (2015) identifican que la enseñanza en ambientes naturales o agrícolas puede mejorar la comprensión y la retención de conocimientos. Finalmente, para el caso de la actividad y salud física, se evidencia que la presencia de zonas verdes puede aumentar las interacciones sociales (James et al., 2015), incrementar la percepción de salud general (Dadvand et al., 2016) y afectar los patrones de comportamiento sedentarios en los niños (Veitch et al., 2011).



### 3. Revisión de Literatura

Sin entrar en detalle sobre los mecanismos específicos que intervienen en cada caso de estudio, los trabajos de investigación relevantes para el desarrollo de la presente investigación parten de alguna medida de espacio verde como árboles, pasto, *greenness*<sup>1</sup>, zonas verdes o parques y utilizan como variable de resultado los puntajes en pruebas estandarizadas, desagregando por asignaturas para identificar efectos heterogéneos (Browning & Rigolon, 2019). A continuación, un resumen y discusión de dichos trabajos.

Beere & Kingham (2017) utilizan información de una muestra de colegios urbanos hasta grado sexto en Nueva Zelanda y de múltiples fuentes gubernamentales sobre cobertura terrestre para construir indicadores de espacio verde privado y público en los colegios. Utilizando una regresión lineal, encuentran que en todo caso el nivel socioeconómico es el mejor predictor de los resultados académicos y encuentran una correlación negativa con el espacio verde. La explicación propuesta por los autores es una interacción entre estas dos variables, dado que en Nueva Zelanda las zonas de menor nivel socioeconómico suelen tener mejor acceso a espacios verdes, dada una menor densidad poblacional y valor de la tierra en estas zonas.

Por su parte, Tueng Veronica Leung et al. (2019) construyen una medida de zonas verdes a partir del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada – NDVI – para estimar la exposición a zonas verdes de 27.493 estudiantes de entre tercero y décimo en el estado de Massachussets. Controlando por variables socioeconómicas, género, etnicidad, razón de estudiantes y profesores, entre otras, encuentran una asociación positiva entre el porcentaje de zonas verdes en proximidad a los colegios y el desempeño de los estudiantes en pruebas estandarizadas.

Markevych et al (2019) analizan la relación entre la presencia de espacios verdes usando el NDVI alrededor de los colegios y de los lugares de vivienda para dos poblaciones de adolescentes en Alemania: 1351 estudiantes en Múnich y 1078 estudiantes en Wessel. Como resultado, los autores no encuentran una relación significativa de ninguna de las medidas de zona verde con los resultados académicos de los estudiantes. Sin embargo, los autores hacen la salvedad de que las fuentes de información empleadas probablemente subrepresentan familias de migrantes y personas de bajos ingresos.

Wu et al. (2014) también emplean información satelital para calcular una medida de zonas verdes alrededor de los colegios y encuentran que para una muestra de estudiantes de tercero en 905 colegios públicos de Massachussets existe una asociación positiva de esta variable con pruebas de inglés y matemáticas, después de controlar por factores socioeconómicos. Sin embargo, señalan que no tuvieron acceso a información de puntaje

---

<sup>1</sup> Esta palabra aparece en los trabajos que usan el Índice de vegetación de diferencia normalizada – NDVI – y se refiere a una estimación del área verde en los cuadrados de una grilla obtenida a partir de imágenes satelitales.

desagregada por estudiante o de comportamientos específicos de los estudiantes como tiempo de estudio, actividades extracurriculares o responsabilidades familiares.

Browning et al. (2018) replican la metodología empleada por Wu et al. (2014) en 404 colegios públicos de Chicago y encuentran resultados negativos entre desempeño académico y zonas verdes. Los autores explican la diferencia en las conclusiones en comparación con el trabajo original por la presencia de zonas cubiertas de pasto en lugares con mayores condiciones de vulnerabilidad, algo similar a Beere & Kingham (2017).

Kuo, Browning, Sachdeva, Lee & Westphal (2018) limitan el campo de análisis a una muestra de 395 colegios en una zona de bajos ingresos y compuesta mayoritariamente por minorías en Chicago. Usando información de los polígonos de los colegios y la cobertura de árboles alrededor de ellos, encuentran una relación estadísticamente significativa de la vegetación y los resultados en matemáticas, con efectos más débiles en español. Este estudio incluye dos dimensiones de análisis adicionales. Primero, al desagregar por el tipo de vegetación -árboles, pasto o arbustos- encontraron que solamente los árboles lograban predecir los resultados. Segundo, al desagregar por los árboles dependiendo si se ubican directamente en el área del colegio o en el barrio, encuentran que sólo los primeros logran explicar los resultados académicos.

Matsuoka (2010) toma un conjunto de 101 escuelas de secundaria públicas en Michigan y encuentran una relación positiva entre la exposición a la naturaleza y el desempeño de los estudiantes en general, pero que depende del tipo de vegetación o paisaje. En particular, describen que la vista desde los salones de clases o cafeterías a ambientes con árboles o arbustos tienen un efecto positivo en resultados académicos, tasas de graduación y menor incidencia de comportamientos criminales. Al mismo tiempo, la vista a espacios como campos atléticos están negativamente correlacionados con dichos resultados.

En esta línea, Kweon et al. (2017) estudia 219 colegios en el Distrito de Columbia en Estados Unidos y encuentra que los colegios con más árboles son más propensos a tener mayores porcentajes de estudiantes con alto desempeño en matemáticas y lectura. Sin embargo, como Matsuoka (2010), encuentran que campos atléticos y otros paisajes sin rasgos distintivos *-featureless-* tienen efectos negativos sobre las mismas variables.

Es importante mencionar el trabajo de Benfield et al. (2015), que es el único de carácter experimental y que se acerca a una explicación causal. En este trabajo los autores realizan un experimento para 567 estudiantes de la Universidad de Pennsylvania en Estados Unidos, en los que se evalúa la exposición a una “vista verde” y una vista a un muro de concreto desde los salones de clase. Como resultado, se encuentra que los estudiantes expuestos a la vista de la naturaleza tendieron a evaluar las clases de manera más positiva y presentaron mejores calificaciones al final del semestre, aunque no había diferencias significativas en la asistencia.

Ahora bien, para cuantificar la relación entre la presencia de zonas verdes y los resultados académicos, la mayoría de los trabajos anteriores parten del supuesto de que dicha presencia implica un grado de exposición por parte de los estudiantes, aunque reconocen que la primera no es garantía absoluta de la segunda. Sin embargo, no

ahondan en los factores que pueden explicar que los estudiantes quieran estar en esos espacios, más allá de lo interesante que pueda resultar el paisaje (Browning et al., 2018; Kweon et al., 2017; Matsuoka, 2010).

Si bien el objeto de este documento no es hacer una lista exhaustiva de todos estos factores, se considera relevante incluir un elemento que no aparece de manera explícita en los trabajos revisados: el crimen. De acuerdo con Ceccato et al. (2020); las zonas verdes pueden ser lugares riesgosos al ser *generadores, habilitadores y radiadores* de crimen, dependiendo del contexto espacial y temporal, así como su diseño. A su turno, la percepción de vulnerabilidad frente al crimen trae consigo cambios en el comportamiento como la reducción del contacto y el desarrollo de actividades en las zonas identificadas como peligrosas (Ceccato et al., 2021; Jackson & Gouseti, 2014). Aplicado a la pregunta de investigación planteada, esto puede tener efectos sobre la exposición de los estudiantes a los espacios verdes, con implicaciones sobre su relación con los resultados académicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo busca aportar a esta rama de la literatura en varios aspectos. Primero, propone el uso de polígonos de parques de fuentes administrativas como medida alternativa a la información proveniente de sensores remotos y la cobertura de árboles. Segundo, amplía el universo de casos estudiados al incluir a Bogotá, siendo una de las ciudades más grandes en Latinoamérica y que puede ampliar la ilustración en este asunto más allá del *norte global*. Tercero, incluye la naturaleza del colegio y su calendario, así como el acceso de los estudiantes a internet y computadores como características adicionales de las unidades de observación. Finalmente, involucra el componente de crimen como posible determinante de la exposición de los estudiantes a los parques, dado que podría atenuar los mecanismos descritos con anterioridad.

## 4. Datos

### A. Fuentes de Información

La revisión de las fuentes de información se realizó en función de los cuatro elementos necesarios para responder a la pregunta de investigación propuesta: resultados académicos, colegios, zonas verdes y criminalidad.

Para los resultados académicos se usó la información del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior – ICFES –, institución que realiza las pruebas estandarizadas SABER 11 en Colombia. Luego de la limpieza y el filtrado de la base se tienen los puntajes globales y desagregados por asignatura para 246.705 estudiantes que presentaron esta prueba entre 2016 y 2019, así como información que los caracteriza (género y etnia), a sus familias (estrato de la vivienda, si tiene computador e internet, nivel educativo del padre y de la madre), e información sobre la sede educativa a la que estaban matriculados al momento de presentar la prueba (si es oficial y su calendario).

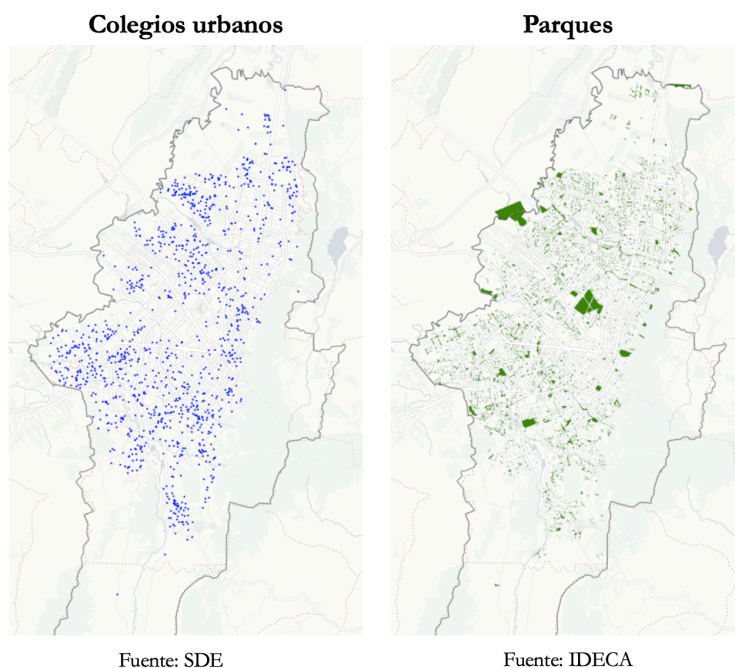
Con relación a los colegios, la Secretaría Distrital de Educación de Bogotá publica el Directorio Único de Establecimientos Educativos, que contiene la información georreferenciada de las sedes educativas de la ciudad.

Usando de la información con corte a 2019, se filtró esta base de datos de tal manera que quedaran únicamente las sedes que están ubicadas en los sectores catastrales<sup>2</sup> urbanos de la ciudad y que registraran estudiantes que presentaron las pruebas SABER 11 en el periodo de análisis. Como resultado, quedó una base de datos con 1.195 sedes.

En lo que concierne a los parques de la ciudad, la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA-, adscrita a la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, publica los datos georreferenciados del Sistema Distrital de Parques y Escenarios Públicos Deportivos de la ciudad. De esta fuente de información se extraen únicamente los 5.286 parques catalogados en las escalas de bolsillo, vecinal, zonal regional y metropolitano, que se encuentran en la zona urbana de la ciudad. Además de la ubicación, esta fuente incluye una variable asociada a la fecha de incorporación del parque a este Sistema, cuyo uso en el modelo se describe más adelante.

Frente al asunto de la criminalidad, se usó la información publicada por la Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia en Bogotá, que desagrega el registro de delitos y comportamientos incívicos al nivel de UPZ<sup>3</sup>. En particular, se seleccionó la tasa de homicidio y de hurto a personas para cada UPZ en cada periodo de interés, como medida de la incidencia de delitos contra la vida y delitos contra la propiedad.

**Figura 1. Mapa de colegios urbanos y parques de Bogotá**



<sup>2</sup> El Sector Catastral está definido por el IDECA como el espacio geográfico en el que se divide el Distrito Capital, de acuerdo a las características de la clase de suelo, que comprende los barrios en el área urbana, las veredas en el área rural, y mixtos en las áreas rurales con características urbanas (IDECA, s. f.-a).

<sup>3</sup> La Unidad de Planeamiento Zonal es otra división del suelo urbano de la ciudad, con el propósito de definir y precisar el planeamiento del suelo, más pequeña que las localidades pero más grande que los sectores catastrales (IDECA, s. f.-b).

## B. Tratamiento de datos

Como se mencionó anteriormente, las tres fuentes de información descritas fueron filtradas con base en los siguientes criterios. Para los resultados académicos, se extrajeron aquellos asociados a las pruebas SABER 11 presentadas entre el primer semestre de 2016 y el segundo semestre de 2019, por estudiantes matriculados en colegios urbanos de Bogotá. Para los colegios, se extrajeron las sedes educativas ubicadas en los sectores catastrales urbanos de la ciudad y que registraran al menos un estudiante matriculado que presentara las pruebas en el periodo de análisis. Por último, para los parques se dejaron únicamente aquellos ubicados en la zona urbana de la ciudad.

Adicionalmente, para facilitar la comparación entre los periodos de presentación de la prueba y evitar problemas de escala al comparar los resultados entre los puntajes globales y de las asignaturas individuales<sup>4</sup>, se normalizaron los puntajes asociados a la prueba SABER 11 usando el Z-score, de conformidad con la siguiente ecuación:

$$Z_{i,j} = \frac{x_{i,j} - \mu_j}{\sigma_j} \quad (1)$$

Donde:

- $x_{i,j}$  representa el puntaje obtenido por el estudiante  $i$  en el periodo  $j$
- $\mu_j$  la media del puntaje de todos los estudiantes que presentaron la prueba en el periodo  $j$
- $\sigma_j$  la desviación estándar de los puntajes obtenidos por los estudiantes en el periodo  $j$
- $Z_{i,j}$  es el puntaje normalizado del estudiante  $i$  en el periodo  $j$ .

Esto significa que para la normalización de los puntajes, cada estudiante se comparó con su cohorte y no con la totalidad de los estudiantes de la muestra.

Por otro lado, con el fin de construir las medidas de parques a incluir en el modelo, se construyeron círculos con radios de 250, 500 y 1000 metros alrededor de los colegios de la muestra. Usando estas geometrías, se contó el número de parques que intersectan con cada uno de los círculos descritos, de tal manera que se tiene una cuenta de cuántos parques se ubican en las inmediaciones de los colegios a cada medida de distancia. Esta variable se incluye en las regresiones principales del trabajo. Asimismo, usando también las intersecciones descritas, se

---

<sup>4</sup> El puntaje global de las pruebas SABER 11 está en un rango de 0 a 500, mientras que los puntajes de las asignaturas individuales van de 0 a 100. Vale la pena anotar que el puntaje global no se obtiene como un promedio simple de los puntajes de las asignaturas individuales, sino a partir de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje Global} = ((3*LC+3*MA+3*SC+3*CN+1*IN))/13$$

Donde LC es el puntaje obtenido en Lectura Crítica, MA el puntaje obtenido en matemáticas, SC el puntaje obtenido en Sociales y Ciudadanas e IN el puntaje obtenido en inglés (ICFES, 2017).

calculó el área de los parques que intersectan con el área de cada círculo con los radios datos, para construir una medida alternativa al número de parques. Esta última se usa en los ejercicios de robustez.

Al respecto, vale la pena mencionar que el cálculo de estas métricas se realiza teniendo en cuenta los parques que estaban incluidos en el Sistema Distrital de Parques y Escenarios Deportivos al momento de aplicación de la prueba, de tal manera que se evita la inclusión de aquellos a los que el estudiante no pudo estar expuesto. A modo de ejemplo, si un estudiante realizó la prueba en el segundo semestre de 2017, primero se extraen aquellos parques que se incluyeron antes de diciembre de ese año, y con base en ellos se calcula el número y el área de parque asociada a cada sede educativa.

### **C. Selección de covariables**

Como se mencionó anteriormente, la base de datos del ICFES relacionada con las pruebas SABER 11 no contiene únicamente los resultados en la prueba, sino también una serie de características de los estudiantes, de sus hogares y de los colegios a los que estaban matriculados.

Con respecto al primer grupo, se incluyó la variable género teniendo en cuenta asuntos como la diferencia en la percepción de desempeño, la gestión de situaciones de retroalimentación y angustia por cumplir expectativas, entre otros (Pomerantz et al., 2002). Asimismo, la pertenencia a un grupo étnico dadas las diferencias de contexto, experiencias y recursos con las que se desenvuelven los estudiantes (Glick & Hohmann-Marriott, 2007).

Frente a las características de los hogares, se tiene en cuenta el estrato de la vivienda en la que habitan como una proxy del nivel de ingresos del hogar, dada su relación con algunos factores que permiten sacar mayor provecho de la educación, tanto cognitivos como comportamentales (Ferguson et al., 2007; García & Skrita, 2019). Asimismo, el nivel educativo de los padres, dado que el nivel de preparación de los padres tiene un impacto significativo en las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (García & Skrita, 2019).

Por otra parte, la presencia de computadores en los hogares, dado que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC – permiten un mejor y mayor acceso a la información, además de reducir el costo de oportunidades de aprendizaje (Alderete & Formichella, 2017), aunque estos efectos pueden estar moderados por el modo de uso (Carter et al., 2017). Algo similar sucede para la conectividad a internet en los hogares (Shahibi & Rusli, 2017), que también se incluye como covariable.

En relación con las variables características de los colegios, se utiliza la naturaleza del colegio, dadas las diferencias observadas en cuanto a las capacidades de negociación colectiva y reasignación de recursos dependiendo de si es oficial o no, así como en la capacidad de seleccionar los estudiantes que allí se matriculan (Rong'uno, 2017; Steiner et al., 2002). Por otro lado, se incluye el calendario al que pertenecen, teniendo en cuenta que aquellas que presentan las pruebas en calendario B son un número más reducido, en general

matriculan estudiantes con mayor nivel socioeconómico y tienen mayores expectativas al salir del colegio (Gamboa & Rodríguez-Lesmes, 2018).

Por último, se incluyen además las variables de tasa de homicidio y tasa de hurto a personas en las inmediaciones de los colegios, a través de los registros de estos delitos en las UPZ, teniendo en cuenta los cambios en el comportamiento que implica la percepción de vulnerabilidad frente al crimen (Ceccato et al., 2021; Jackson & Gouseti, 2014), y sus implicaciones correspondientes en la exposición a las zonas verdes.

#### D. Estadísticas descriptivas

La Tabla 1 presenta un resumen de las estadísticas descriptivas asociadas a las variables que se incluirán en las estimaciones. Para las variables categóricas se incluyen estadísticos de frecuencia y porcentajes dentro del total de la muestra y para las numéricas la media y la desviación estándar.

Como se evidencia en la tabla, cuenta con información para 288.314 estudiantes que presentaron la prueba Saber 11 entre el primer semestre de 2016 y el segundo semestre de 2019 en los colegios ubicados en zonas urbanas de la ciudad. Asimismo, el puntaje promedio en la prueba total fue de 274,7 y los puntajes promedios en las asignaturas están relativamente cerca entre si y sobre los 50 puntos.

La distribución por género de la muestra es balanceada, teniendo 48% de hombres y 52% de mujeres que presentaron las pruebas Saber. En relación con el grupo étnico, se tiene que menos del 1% manifestaron pertenecer a alguno. En términos del estrato de la vivienda en que habitan, la mayor proporción de los estudiantes (45%) registraron estrato 2, seguido de estrato 3 (33%) y estrato 1 (11%). Los estratos 4, 5 y 6 representan en su conjunto alrededor del 11% de la muestra. Los resultados de acceso a internet y acceso a computadores se ubican ambos por encima del 84% de la muestra y son similares, aunque en todo caso hay más estudiantes cuyo hogar cuenta con acceso a internet que los que tienen computadores.

**Tabla 1. Estadísticas descriptivas**

Variable	Variables categóricas		Variables numéricas	
	Frecuencia	Porporción	Media	Desviación estándar
<b>A. Desempeño académico (N = 246705)</b>				
Puntaje global pruebas SABER 11			274,81	47,79
Puntaje lectura crítica			56,22	9,45
Puntaje matemáticas			55,03	11,36
Puntaje ciencias naturales			54,76	9,77
Puntaje sociales y ciudadanas			53,50	11,32
Puntaje inglés			55,95	12,79
<b>B. Características del estudiante (N = 246705)</b>				
Género				
Hombre	117573	0,48		
Mujer	129132	0,52		
Grupo étnico				
Si	2947	0,01		
No	243758	0,99		
<b>C. Características del hogar (N = 246705)</b>				
Estrato de la vivienda				
Estrato 1	27416	0,11		
Estrato 2	111831	0,45		
Estrato 3	80741	0,33		
Estrato 4	17542	0,07		

Estrato 5	5401	0,02		
Estrato 6	3774	0,02		
Hay computador				
Si	206006	0,84		
No	40699	0,16		
Hay internet				
Si	212720	0,86		
No	33985	0,14		
Nivel educativo del padre				
Ninguno	5901	0,02		
Primaria incompleta	31341	0,13		
Primaria completa	24877	0,10		
Secundaria incompleta	39957	0,16		
Secundaria completa	67578	0,27		
Técnica o tecnológica incompleta	7657	0,03		
Técnica o tecnológica completa	20180	0,08		
Educación profesional incompleta	7122	0,03		
Educación profesional completa	30991	0,14		
Postgrado	11101	0,05		
Nivel educativo de la madre				
Ninguno	2436	0,01		
Primaria incompleta	22810	0,09		
Primaria completa	22090	0,09		
Secundaria incompleta	38720	0,16		
Secundaria completa	69695	0,28		
Técnica o tecnológica incompleta	10068	0,04		
Técnica o tecnológica completa	27445	0,11		
Educación profesional incompleta	8080	0,03		
Educación profesional completa	34367	0,14		
Postgrado	10994	0,04		
<b>D. Características del colegio (N = 1194)</b>				
Colegio Oficial				
Si	384	0,32		
No	810	0,68		
Calendario del colegio				
A	1126	0,94		
B	42	0,04		
Otro	26	0,02		
<b>E. Criminalidad en las UPZ (N = 1194)</b>				
Tasa de homicidio x 100.000 habitantes			15,8	19,9
Tasa de hurto a personas x 100.000 habitantes			1355,9	2783,59

En cuanto al nivel educativo, tanto para el padre como la madre el máximo nivel alcanzado es la secundaria completa, con una proporción cercana al 28%. Sin embargo, hay que resaltar que para la muestra seleccionada hay una mayor proporción de madres con algún nivel de educación terciaria en comparación con los padres. La proporción de madres con educación técnica, profesional o posgrado es del 36%, mientras que para los padres es del 33%.

En lo que se refiere a colegios, la mayoría de las instituciones educativas no son oficiales (68%). No obstante, en cuanto a matrículas los números son similares: 135.661 estudiantes estaban matriculados en colegios oficiales y 111.044 en colegios no oficiales. Adicionalmente, la mayoría de los colegios en la muestra (94%) están clasificados en el calendario A y un porcentaje muy pequeño en calendario B u otro.

Por último, las cifras de criminalidad en UPZ indican que el promedio de la tasa de homicidio por 100.000 habitantes es casi de 16 y la tasa de hurto se ubicó en 1355. La diferencia en magnitud entre estas dos variables



obedece a la diferencia correspondiente en el número de delitos que se registran en las bases de datos administrativas, dadas las características propias de cada delito.

## 5. Estrategia empírica

La variación que se explota en este trabajo es la distribución espacial de los parques en las inmediaciones de los colegios, a través de la estimación de un modelo de regresión lineal que se describe en la siguiente ecuación.

$$PuntajeGlobal_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

La variable de resultado (o dependiente) es el puntaje global normalizado que obtuvieron los estudiantes en las pruebas Saber 11 durante el periodo  $i$ . Por su parte, la variable de interés es el número de parques que se encuentran a 250m de los colegios en el periodo correspondiente de presentación de la prueba. El número de parques a 500 y 1000m se dejan para el ejercicio de robustez más adelante.

En cuanto a las covariables que aparecen en el vector de *Controles* $_{i,j,t}$ , se incluye el género y la pertenencia a algún grupo étnico de los estudiantes, el estrato de la vivienda en la que habitan y el nivel educativo de los padres, la presencia de computador y la conectividad a internet en el hogar, la naturaleza y calendario del colegio, además de la tasa de homicidios y de hurto a personas en las UPZ donde se ubica el colegio.

Ahora bien, una especificación basada en una regresión lineal simple puede tener problemas de endogeneidad por cuenta de la ubicación espacial de colegios y parques, dado que estas infraestructuras no necesariamente se ubican de manera aleatoria sobre el territorio y pueden obedecer a presiones de población, gobernanza, cercanía a corredores de movilidad, nivel de ingresos de los habitantes del barrio, entre otras. Con el fin de controlar por este efecto, se incluye un efecto fijo de barrio descrito por el término  $\gamma_j$ , de conformidad con el inventario de sectores catastrales de la Secretaría Distrital de Planeación. Por otra parte, pueden existir diferencias inobservables en la cultura del colegio, la motivación de los profesores, los programas que siguen, entre otras, motivo por el cual se incluye un efecto fijo de sede educativa representado en la ecuación anterior con  $\delta_k$ .

Considerando que trabajos como el de Wu et al. (2014) y Kweon et al. (2017) encontraron resultados heterogéneos al desagregar los puntajes por asignatura, en este trabajo se harán algunas regresiones complementarias tomando como variable dependiente los puntajes normalizados de las asignaturas individuales, como se describe en siguientes ecuaciones:

$$PuntajeLectura_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j,t} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

$$PuntajeMatematicas_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j,t} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

$$PuntajeCiencias_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j,t} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

$$PuntajeSociales_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j,t} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

$$PuntajeIngles_i = \beta_o + \beta_1 CuentaParques250m_i + \beta_2 Controles_{i,j,t} + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_i$$

Los resultados de la estimación de las ecuaciones anteriores se describen en la siguiente sección.

## 6. Resultados

Este trabajo encuentra una relación negativa entre el número de parques a 250m de los colegios y los resultados académicos en las pruebas Saber 11, aunque esto no sucede para todas las asignaturas. La Tabla 2 presenta los resultados de las estimaciones de la ecuación anterior, donde las columnas contienen la información de interés de las regresiones realizadas para cada una de las asignaturas evaluadas en la prueba.

**Tabla 2. Estimaciones usando el número de parques a 250m sobre los resultados de las pruebas SABER 11**

Variable Dependiente	(1) Puntaje Global	(2) Puntaje Lectura Crítica	(3) Puntaje Matemáticas	(4) Puntaje Ciencias Naturales	(5) Puntaje Sociales y Ciudadanas	(6) Puntaje Inglés
<b>Medida de parques</b>						
Número de parques a 250m	-0.009** (0.004)	-0.0004 (0.005)	-0.009* (0.005)	-0.008* (0.004)	-0.017*** (0.004)	-0.002 (0.005)
<b>Características del estudiante</b>						
Género: Mujer	-0.196*** (0.005)	-0.065*** (0.005)	-0.295*** (0.005)	-0.200*** (0.005)	-0.153*** (0.005)	-0.105*** (0.005)
Etnia: Si	-0.104*** (0.016)	-0.075*** (0.017)	-0.129*** (0.017)	-0.102*** (0.015)	-0.072*** (0.017)	-0.074*** (0.015)
<b>Características del hogar</b>						
Estrato						
1	0.011 (0.012)	-0.009 (0.011)	0.032*** (0.011)	0.033*** (0.011)	0.009 (0.012)	-0.068*** (0.011)
2	0.056*** (0.008)	0.039*** (0.007)	0.064*** (0.007)	0.064*** (0.007)	0.052*** (0.007)	-0.006 (0.007)
4	-0.081*** (0.012)	-0.068*** (0.011)	-0.077*** (0.012)	-0.098*** (0.012)	-0.081*** (0.011)	0.018 (0.013)
5	-0.161*** (0.017)	-0.132*** (0.015)	-0.152*** (0.016)	-0.196*** (0.018)	-0.143*** (0.019)	-0.026 (0.019)
6	-0.191*** (0.019)	-0.176*** (0.020)	-0.176*** (0.019)	-0.229*** (0.022)	-0.169*** (0.020)	-0.024 (0.022)
Tiene computador: Si	0.087*** (0.006)	0.065*** (0.006)	0.075*** (0.006)	0.087*** (0.006)	0.076*** (0.006)	0.110*** (0.006)
Tiene Internet: Si	0.046*** (0.006)	0.051*** (0.007)	0.029*** (0.006)	0.037*** (0.006)	0.040*** (0.007)	0.070*** (0.005)
<b>Nivel educativo del padre</b>						
Ninguno	-0.203*** (0.013)	-0.170*** (0.013)	-0.194*** (0.013)	-0.205*** (0.013)	-0.156*** (0.013)	-0.199*** (0.013)
Primaria incompleta	-0.083*** (0.006)	-0.079*** (0.006)	-0.069*** (0.006)	-0.071*** (0.006)	-0.068*** (0.006)	-0.109*** (0.006)
Primaria completa	-0.067*** (0.006)	-0.076*** (0.007)	-0.044*** (0.006)	-0.057*** (0.006)	-0.058*** (0.007)	-0.085*** (0.006)
Secundaria incompleta	-0.028*** (0.005)	-0.025*** (0.005)	-0.008 (0.005)	-0.023*** (0.005)	-0.040*** (0.005)	-0.041*** (0.005)
Técnica o tecnológica incompleta	0.060*** (0.009)	0.072*** (0.010)	0.049*** (0.009)	0.035*** (0.010)	0.061*** (0.010)	0.058*** (0.009)
Técnica o tecnológica completa	0.146*** (0.007)	0.126*** (0.007)	0.119*** (0.007)	0.137*** (0.007)	0.138*** (0.007)	0.147*** (0.007)
Educación profesional incompleta	0.219*** (0.010)	0.206*** (0.010)	0.172*** (0.010)	0.189*** (0.010)	0.223*** (0.011)	0.200*** (0.011)
Educación profesional completa	0.131*** (0.007)	0.118*** (0.007)	0.097*** (0.007)	0.113*** (0.007)	0.129*** (0.007)	0.162*** (0.008)
Postgrado	0.284*** (0.011)	0.245*** (0.011)	0.227*** (0.011)	0.256*** (0.011)	0.286*** (0.012)	0.285*** (0.014)

Nivel educativo de la madre						
Ninguno	-0.263*** (0.023)	-0.242*** (0.023)	-0.294*** (0.024)	-0.256*** (0.022)	-0.152*** (0.023)	-0.241*** (0.021)
Primaria incompleta	-0.129*** (0.007)	-0.116*** (0.008)	-0.136*** (0.007)	-0.119*** (0.007)	-0.086*** (0.008)	-0.130*** (0.007)
Primaria completa	-0.087*** (0.007)	-0.087*** (0.007)	-0.082*** (0.007)	-0.076*** (0.007)	-0.059*** (0.007)	-0.103*** (0.007)
Secundaria incompleta	-0.044*** (0.004)	-0.042*** (0.005)	-0.042*** (0.005)	-0.040*** (0.005)	-0.031*** (0.005)	-0.047*** (0.005)
Técnica o tecnológica incompleta	0.060*** (0.008)	0.065*** (0.009)	0.050*** (0.008)	0.043*** (0.008)	0.061*** (0.009)	0.047*** (0.008)
Técnica o tecnológica completa	0.155*** (0.006)	0.141*** (0.006)	0.126*** (0.006)	0.140*** (0.006)	0.155*** (0.006)	0.124*** (0.006)
Educación profesional incompleta	0.163*** (0.010)	0.152*** (0.010)	0.119*** (0.010)	0.135*** (0.010)	0.175*** (0.011)	0.160*** (0.011)
Educación profesional completa	0.132*** (0.007)	0.122*** (0.007)	0.102*** (0.007)	0.115*** (0.007)	0.123*** (0.007)	0.156*** (0.008)
Postgrado	0.284*** (0.011)	0.245*** (0.011)	0.227*** (0.011)	0.256*** (0.011)	0.286*** (0.012)	0.285*** (0.014)
<b>Características del colegio</b>						
Naturaleza: Oficial	-0.032*** (0.004)	-0.056*** (0.004)	-0.054*** (0.004)	0.061*** (0.004)	-0.036*** (0.005)	-0.006 (0.004)
Calendario: B	-0.046*** (0.014)	0.040*** (0.012)	-0.184*** (0.014)	-0.028** (0.014)	0.008 (0.021)	0.003 (0.018)
<b>Criminalidad</b>						
Tasa de homicidio	-0.0002 (0.0002)	-0.0005* (0.0002)	-0.0003 (0.0002)	0.00008 (0.0002)	-0.0003 (0.0003)	-0.00002 (0.0003)
Tasa de hurto a personas	-0.000005*** (0.000001)	-0.000003** (0.000001)	-0.000004*** (0.000001)	-0.000005*** (0.000001)	-0.000007*** (0.000002)	-0.000005** (0.000002)
EF de Sector Catastral	Si	Si	Si	Si	Si	Si
EF de colegio	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Observaciones	246,705	246,705	246,705	246,705	246,705	246,705
R2	0.37462	0.25842	0.33221	0.31843	0.27600	0.42593
R2 Ajustado	0.37074	0.25382	0.32807	0.31420	0.27151	0.42237

Nota: (a) \*\*\* es significativo al 99%, \*\* al 95% y \* al 90%, (b) entre paréntesis se encuentran los errores estándar, (c) los puntajes con los que se calculó la regresión están normalizados en términos de desviaciones estándar.

Como se puede ver en las columnas (1), (3), (4) y (5), se encuentra una relación negativa entre la presencia de parques en las inmediaciones de los colegios y el puntaje total en las pruebas saber, así como para las asignaturas de matemáticas, ciencias naturales y sociales. Para las demás asignaturas se encuentra que los coeficientes asociados no son estadísticamente distintos de cero.

En lo que concierne a la mayoría de covariables, los resultados de las regresiones están alineados con los signos esperados de acuerdo con la revisión de la literatura. Frente a las características de los estudiantes, se evidencian resultados más bajos para las mujeres y las personas que señalan pertenecer a grupos étnicos. Por su parte, el incremento en el nivel educativo de los padres está asociado con mejores resultados en la prueba SABER. Adicionalmente, la presencia de computadores y la conexión a internet evidencian coeficientes positivos, especialmente marcados para la asignatura de inglés.

Frente a la naturaleza del colegio, mientras que el hecho de que el colegio sea público está asociado con peores resultados en la prueba global, lenguaje, matemáticas y sociales, se encuentra una relación positiva con la

asignatura de ciencias y un coeficiente no significativo para inglés. Algo similar sucede con el calendario del colegio: para el puntaje global se tiene un coeficiente negativo, pero para lectura un coeficiente positivo. No obstante, hay que tener cuidado en la lectura de este último coeficiente, dada la menor disponibilidad de colegios con este cronograma de actividades frente al calendario A.

Por último, se encuentra que la tasa de hurto en la zona donde se ubica el colegio está relacionada negativamente con el puntaje en las pruebas SABER, a diferencia de la tasa de homicidio, que no registra indicadores significativos. En este caso, no hay que perder de vista que el universo de análisis está en las zonas urbanas de la ciudad y que el presente trabajo se centra en la relación de las zonas verdes con los resultados académicos. Entonces, ahondar en la relación de la seguridad con la educación escapa del alcance de este documento.

## **7. Ejercicios de robustez**

A continuación, se realizan dos ejercicios complementarios para estudiar la robustez de los resultados de las estimaciones anteriores. Primero, puede suceder que la dirección y magnitud del efecto dependa de la distancia a la que los parques se ubican de los colegios. Para verificar esta hipótesis, se calcula la regresión principal para cada uno de los puntajes añadiendo el número de parques a 500m y 1000m como variables de interés. En caso de que esta hipótesis se cumpliera, se esperaría que los coeficientes asociados a la medida de parques se reduzcan a medida que se aumenta la distancia, por una menor exposición a las zonas verdes más alejadas.

Segundo, por la manera como se construyó la variable de parques empleada hasta el momento, se está estudiando únicamente la presencia de los parques y no necesariamente otro tipo de características, como su tamaño. Teniendo en cuenta que la fuente de información del IDECA permite extraer el área en metros cuadrados de los parques, en este segundo ejercicio se realizará la misma regresión principal, cambiando la medida del número de parques al área de parque en los radios correspondientes de 250m, 500m y 1000m. De manera similar al caso anterior, si el área de parque tiene una relación distinta que el número de parques, se esperaría que la magnitud de los coeficientes cambie y algunos de ellos que no eran significativos pasen a serlo o viceversa.

La Tabla 3 resume los resultados de los dos escenarios descritos. Para facilitar la lectura, en vez de incluir los coeficientes de todos los controles analizados, la tabla contiene únicamente aquellos relacionados con las variables de parques.

**Tabla 3. Resumen de las estimaciones usando más varias distancias alrededor de los colegios y una medida alternativa de exposición a parques sobre los resultados en las pruebas SABER 11**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Variable Dependiente	Puntaje Global	Puntaje Lectura Crítica	Puntaje Matemáticas	Puntaje Ciencias Naturales	Puntaje Sociales y Ciudadanas	Puntaje Inglés
<b>Panel A. Más radios alrededor de colegios</b>						
Número de parques a 250m	-0.009** (0.004)	-0.0004 (0.005)	-0.009* (0.005)	-0.008* (0.004)	-0.017*** (0.004)	-0.002 (0.005)
Número de parques a 500m	-0.003** (0.001)	-0.00002 (0.002)	-0.002 (0.001)	-0.003** (0.002)	-0.007*** (0.002)	0.0002 (0.002)
Número de parques a 1000m	-0.001** (0.0005)	0.0003 (0.0006)	-0.0007 (0.0006)	-0.001* (0.0006)	-0.003*** (0.0006)	0.0002 (0.0006)
<b>Panel B. Área de parques como variable independiente</b>						
Área de parque a 250m	-0.000003 (0.000002)	0.000003 (0.000003)	-0.000004* (0.000002)	-0.000001 (0.000003)	-0.000005* (0.000003)	0.000004 (0.000003)
Área de parque a 500m	-0.0000007 (0.0000009)	0.0000005 (0.0000009)	-0.0000009 (0.0000009)	-0.0000006 (0.0000008)	-0.000002 (0.000001)	0.0000007 (0.0000007)
Área de parque a 1000m	-0.0000002 (0.0000002)	0.0000003 (0.0000002)	-0.0000001 (0.0000002)	-0.0000001 (0.0000002)	-0.0000009*** (0.0000003)	0.0000004 (0.0000003)

Nota: (a) \*\*\* es significativo al 99%, \*\* al 95% y \* al 90%, (b) entre paréntesis se encuentran los errores estándar, (c) los puntajes con los que se calculó la regresión están normalizados en términos de desviaciones estándar.

Como se puede ver, la dirección de la relación se mantiene – sigue siendo negativa – al ampliar las distancias analizadas a 500m y 1000m. En las columnas (1), (4) y (5) se evidencia que la relación es negativa y que el coeficiente se va acercando a 0 a medida que la distancia del colegio es mayor. Las asignaturas de lectura crítica, matemáticas e inglés siguen registrando coeficientes no significativos sin importar los radios. Frente a la medida de área de parque, la tabla muestra que la mayoría de los coeficientes son estadísticamente iguales a 0. Sólo en el caso del puntaje de sociales – columna (5) – aparece una relación significativa para las distancias más grandes.

El resultado de los dos ejercicios anteriores refuerza los hallazgos de las regresiones principales. Por un lado, se confirman las direcciones de los coeficientes asociados al número de parques, y muestran que a medida que se aumentan las distancias de las instituciones educativas, la magnitud del efecto disminuye. Esto configura una suerte de medida de exposición de los estudiantes a las zonas verdes, y en la medida que los espacios están más lejos, la relación es menor. Además, persiste el hecho que no se encuentran resultados significativos para las asignaturas relacionadas con lenguajes – lectura crítica e inglés –, ciencias naturales y matemáticas. Por otro lado, al incluir el tamaño de las zonas verdes estudiadas, no se encuentran efectos significativos para la mayoría de las asignaturas, lo que apunta a que el tamaño no es el factor determinante de la relación descrita.

## 8. Discusión y limitaciones

Como se evidenció en las regresiones, la presencia de zonas verdes está asociada a peores resultados académicos. Es necesario matizar este resultado, pues sólo se encuentran coeficientes significativos al tomar como medida

el número de parques en las inmediaciones de los colegios y en los puntajes global, de ciencias naturales y de sociales. Sin embargo, no es evidente por qué esto sucede únicamente para estas asignaturas, lo que permite identificar un elemento de interés para análisis futuros.

Adicionalmente, se evidencia que esta relación negativa se diluye a medida que se amplía el radio de los círculos alrededor de los colegios, lo que podría estar soportado en una mayor exposición a las zonas verdes en tanto están más cerca de las instituciones educativas. Por otra parte, el ejercicio de robustez da algunas luces sobre la manera en que se da esa exposición a las zonas verdes: la diferencia en los resultados de acuerdo con la medida empleada puede significar que a la hora de caracterizar la relación entre las zonas verdes y los resultados académicos lo más importante es la presencia de los parques en primer lugar, más que su extensión.

En todo caso, las demás variables incluidas en el modelo muestran un mayor poder de predicción de los resultados en las pruebas SABER. En particular, la estimación de los coeficientes asociados se alinea con lo que se esperaría de acuerdo con la literatura: diferencias de acuerdo con el género de los estudiantes, mejores resultados en la medida que se tiene acceso a computadores y conectividad a internet, así como el nivel de preparación de los padres. Frente a la naturaleza del colegio, llaman la atención las diferencias en la dirección del coeficiente según la asignatura que se analice – negativa para lenguaje, matemáticas y sociales; positiva para ciencias e indistinta de 0 para inglés –.

Finalmente, en lo que concierne a la criminalidad en el entorno de los colegios, se encuentra que el homicidio no tiene efectos significativos sobre los resultados de las pruebas, a diferencia del hurto a personas, que tiene un impacto negativo para el puntaje global y el puntaje de las asignaturas individuales. Al respecto, pueden estar operando los mecanismos descritos por Ceccato et al. (2020) frente a las zonas verdes como espacios de riesgo. A pesar de controlar por estas variables, los coeficientes asociados a los parques para el puntaje global y sociales siguen siendo negativos. La interpretación de este hecho está enmarcada en una serie de limitaciones asociadas a la disponibilidad de información sobre las unidades de análisis,

Como se vio en la sección de datos, la información obtenida sobre la presencia de zonas verdes se basa en la intersección de las geometrías de los colegios urbanos y los parques inscritos en los sistemas de la alcaldía de Bogotá. En este sentido, la falta de información sobre lugar de vivienda de los estudiantes implica que puede haber efectos de la exposición a la vegetación fuera de los entornos escolares que no se tienen en cuenta dentro de las variables observadas en el modelo, lo que podría sesgar los hallazgos. Wu et al. (2014) señalan una restricción similar en su estudio de caso para Massachusetts. Frente a esto, un estudio de carácter experimental podría complementar el análisis.

Por otra parte, un supuesto implícito a lo largo del trabajo es que la presencia de parques se desarrolla al margen de sus características físicas. Volviendo a los trabajos de Kweon et al. (2017) y Matsuoka (2010), temas como el tipo de vegetación presente en estos espacios puede incidir en la dirección del efecto sobre los resultados académicos. En todo caso, los resultados encontrados pueden ser un punto de partida para el fortalecimiento

de las fuentes de información disponibles y el desarrollo de trabajos posteriores que logren involucrar estos elementos.

En cualquier escenario, la aproximación realizada en el presente trabajo lleva a una conclusión preliminar, en la que los mecanismos identificados de mejora en la atención, salud mental, actividad física, entre otros, no son los predominantes en la relación entre los resultados académicos y la presencia de zonas verdes, y asuntos como la calidad de los espacios o la caracterización detallada de la exposición de los estudiantes pueden estar jugando un rol relevante. Este trabajo podría servir como una línea base para la profundización en estos asuntos y la aplicación de metodologías más ambiciosas que aprovechen la generación de información más robusta en la ciudad.

## 9. Conclusiones

Incorporar la información de la cobertura de parques en la ciudad de Bogotá en los análisis sobre el desempeño de los estudiantes en las pruebas SABER es un elemento útil y relativamente poco estudiado para informar a las discusiones de política pública sobre educación y e intervenciones urbanas en la ciudad.

Este trabajo encontró una relación negativa entre la presencia de parques y los resultados en las pruebas estandarizadas en Colombia, en particular en lo relacionado con sociales y ciencias naturales. Sin embargo, la razón por la que opera especialmente en estas asignaturas no es completamente claro. Dado lo anterior, sumado a las limitaciones encontradas para la interpretación de los resultados, se sugiere la profundización en este asunto en estudios posteriores.

Algunos elementos para su desarrollo son la aplicación metodologías similares en otras ciudades del país, la utilización de medidas distintas como el NDVI, la generación de bases de datos que contemplen de la caracterización de la vegetación o medidas de utilización efectiva del espacio verde, así como el diseño y desarrollo de estudios experimentales en la línea de (Benfield et al., 2015).

## 10. Referencias

- Akpınar, A. (2016). How is high school greenness related to students' restoration and health? *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.01.007>
- Alderete, M. V., & Formichella, M. M. (2017). The effect of ICTs on academic achievement: The conectar igualdad programme in Argentina. *CEPAL Review*, 2016(119), 83-100. <https://doi.org/10.18356/f23c6662-en>
- Bastami, M. A., Bay, M. H., & Seddighi, A. (2016). Relation of nature and environment with pleasant emotions of humans in daily life. *Subjective Happiness Scale*, 3(1), 7.

- Becker, C., Lauterbach, G., Spengler, S., Dettweiler, U., & Mess, F. (2017). Effects of Regular Classes in Outdoor Education Settings: A Systematic Review on Students' Learning, Social and Health Dimensions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5), 485. <https://doi.org/10.3390/ijerph14050485>
- Beere, P., & Kingham, S. (2017). Assessing the relationship between greenspace and academic achievement in urban New Zealand primary schools: Greenspace and academic achievement. *New Zealand Geographer*, 73(3), 155-165. <https://doi.org/10.1111/nzg.12155>
- Benfield, J. A., Rainbolt, G. N., Bell, P. A., & Donovan, G. H. (2015). Classrooms With Nature Views: Evidence of Differing Student Perceptions and Behaviors. *Environment and Behavior*, 47(2), 140-157. <https://doi.org/10.1177/0013916513499583>
- Browning, M. H. E. M., Kuo, M., Sachdeva, S., Lee, K., & Westphal, L. (2018). Greenness and school-wide test scores are not always positively associated – A replication of “linking student performance in Massachusetts elementary schools with the ‘greenness’ of school surroundings using remote sensing”. *Landscape and Urban Planning*, 4.
- Browning, M. H. E. M., & Rigolon, A. (2019). School Green Space and Its Impact on Academic Performance: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 429. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030429>
- Carter, S. P., Greenberg, K., & Walker, M. S. (2017). The impact of computer usage on academic performance: Evidence from a randomized trial at the United States Military Academy. *Economics of Education Review*, 56, 118-132. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.12.005>
- Ceccato, V., Ana, C., & Vazquez, L. (2020). Do green areas affect crime and safety? En V. Ceccato & M. Nalla (Eds.), *Crime and fear in public places: Towards safe, inclusive and sustainable cities*. Routledge.
- Ceccato, V., Langefors, L., & Näsman, P. (2021). The impact of fear on young people's mobility. *European Journal of Criminology*, 21. <https://doi.org/10.1177/14773708211013299>
- Chawla, L., Keena, K., Pevac, I., & Stanley, E. (2014). Green schoolyards as havens from stress and resources for resilience in childhood and adolescence. *Health & Place*, 28, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.03.001>
- Dadvand, P., Bartoll, X., Basagaña, X., Dalmau-Bueno, A., Martinez, D., Ambros, A., Cirach, M., Triguero-Mas, M., Gascon, M., Borrell, C., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Green spaces and General Health: Roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environment International*, 91, 161-167. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.029>
- Ferguson, H., Bovaird, S., & Mueller, M. (2007). The impact of poverty on educational outcomes for children. *Paediatrics & Child Health*, 12(8), 701-706.
- Galindo, M. P. G., & Rodríguez, J. A. C. (2000). Environmental aesthetics and psychological wellbeing: Relationships between preference judgements for urban landscapes and other relevant affective responses. *Psychology in Spain*, 4(1), 13-27.



- Gamboa, L. F., & Rodríguez-Lesmes, P. A. (2018). Subjective Earnings and Academic Expectations of Tertiary Education in Colombia. *Ensayos Sobre Política Económica*, 36(86), 1-19. <https://doi.org/10.32468/espe.8601>
- García, J. D., & Skrita, A. (2019). Predicting Academic Performance Based On Students' Family Environment: Evidence For Colombia Using Classification Trees. *Psychology, Society & Education*, 11(3), 299. <https://doi.org/10.25115/psye.v11i3.2056>
- Glick, J. E., & Hohmann-Marriott, B. (2007). Academic Performance of Young Children in Immigrant Families: The Significance of Race, Ethnicity, and National Origins. *International Migration Review*, 41(2), 371-402. <https://doi.org/10.1111/j.1747-7379.2007.00072.x>
- ICFES. (2017). *Guía de interpretación y uso de resultados del examen Saber 11*. <http://www.icfes.gov.co/documents/20143/193560/Guia%20interpretacion%20uso%20resultados%20saber%2011%20entidades%20territoriales%202017.pdf>
- IDECA. (s. f.-a). *Sector Catastral. Bogotá D.C.* Recuperado 16 de febrero de 2022, de <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/sector-catastral-bogota-dc>
- IDECA. (s. f.-b). *Unidad de Planeamiento Zonal. Bogotá D.C.* Recuperado 16 de febrero de 2022, de <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/unidad-de-planeamiento-zonal-bogota-dc>
- Jackson, J., & Gouseti, I. (2014). Fear of Crime. En J. M. Miller (Ed.), *The Encyclopedia of Theoretical Criminology* (pp. 1-5). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118517390.wbetc130>
- James, P., Banay, R. F., Hart, J. E., & Laden, F. (2015). A Review of the Health Benefits of Greenness. *Current Epidemiology Reports*, 2(2), 131-142. <https://doi.org/10.1007/s40471-015-0043-7>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. New York: Cambridge.
- Kaplan, R., Kaplan, S., & Ryan, R. L. (1998). *With People in Mind: Design and Management of Everyday Nature*. Island Press.
- Kuo, M. (2015). How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01093>
- Kuo, M., Browning, M. H. E. M., & Penner, M. L. (2018). Do Lessons in Nature Boost Subsequent Classroom Engagement? Refueling Students in Flight. *Frontiers in Psychology*, 8, 2253. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02253>
- Kuo, M., Browning, M. H. E. M., Sachdeva, S., Lee, K., & Westphal, L. (2018). Might School Performance Grow on Trees? Examining the Link Between “Greenness” and Academic Achievement in Urban, High-Poverty Schools. *Frontiers in Psychology*, 9, 1669. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01669>
- Kweon, B.-S., Ellis, C. D., Lee, J., & Jacobs, K. (2017). The link between school environments and student academic performance. *Urban Forestry & Urban Greening*, 23, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.002>
- Lavie Alon, N., & Tal, T. (2015). Student Self-Reported Learning Outcomes of Field Trips: The pedagogical impact. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1279-1298. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1034797>

- Lekies, K. S., Yost, G., & Rode, J. (2015). Urban youth's experiences of nature: Implications for outdoor adventure recreation. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2015.03.002>
- Li, D., & Sullivan, W. C. (2016). Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. *Landscape and Urban Planning*, 148, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.015>
- Markevych, I., Feng, X., Astell-Burt, T., Standl, M., Sugiri, D., Schikowski, T., Koletzko, S., Herberth, G., Bauer, C.-P., von Berg, A., Berdel, D., & Heinrich, J. (2019). Residential and school greenspace and academic performance: Evidence from the GINIplus and LISA longitudinal studies of German adolescents. *Environmental Pollution*, 245, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.053>
- Matsuoka, R. H. (2010). Student performance and high school landscapes: Examining the links. *Landscape and Urban Planning*, 97(4), 273-282. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.06.011>
- Mision de Sabios. (2019). Colombia hacia una sociedad del conocimiento reflexiones y propuestas. En *Misión de Sabios—Colombia—2019*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ebook-\\_colombia\\_hacia\\_una\\_sociedad\\_del\\_conocimiento.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ebook-_colombia_hacia_una_sociedad_del_conocimiento.pdf)
- OECD. (2018). *Programme For International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2018 Country Note Colombia*.
- Pomerantz, E. M., Altermatt, E. R., & Saxon, J. L. (2002). Making the grade but feeling distressed: Gender differences in academic performance and internal distress. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 396-404. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.396>
- Rong'uno, S. K. (2017). *A COMPARISON OF ACADEMIC PERFORMANCE BETWEEN PUBLIC AND PRIVATE SECONDARY SCHOOLS IN WARENG DISTRICT, KENYA*. 10.
- Shahibi, M. S., & Rusli, K. N. K. K. (2017). The Influence of Internet Usage on Student's Academic Performance. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(8), Pages 873-887. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v7-i8/3301>
- Skinner, E. A., Chi, U., & The Learning-Gardens Educational As. (2012). Intrinsic Motivation and Engagement as “Active Ingredients” in Garden-Based Education: Examining Models and Measures Derived From Self-Determination Theory. *The Journal of Environmental Education*, 43(1), 16-36. <https://doi.org/10.1080/00958964.2011.596856>
- Steiner, R., Núñez, J., Cadena, X., & Pardo, R. (2002). ¿Cuáles colegios ofrecen mejor educación en Colombia? *Coyuntura Social*. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1057>
- Taylor, A. F., Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (2002). VIEWS OF NATURE AND SELF-DISCIPLINE: EVIDENCE FROM INNER CITY CHILDREN. *Journal of Environmental Psychology*, 22(1-2), 49-63. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0241>

- Tuen Veronica Leung, W., Yee Tiffany Tam, T., Pan, W.-C., Wu, C.-D., Candice Lung, S.-C., & Spengler, J. D. (2019). How is environmental greenness related to students' academic performance in English and Mathematics? *Landscape and Urban Planning*, *181*, 118-124. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.09.021>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, *11*(3), 201-230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- Veitch, J., Timperio, A., Crawford, D., Abbott, G., Giles-Corti, B., & Salmon, J. (2011). Is the Neighbourhood Environment Associated with Sedentary Behaviour Outside of School Hours Among Children? *Annals of Behavioral Medicine*, *41*(3), 333-341. <https://doi.org/10.1007/s12160-011-9260-6>
- Wu, C.-D., McNeely, E., Cedeño-Laurent, J. G., Pan, W.-C., Adamkiewicz, G., Dominici, F., Lung, S.-C. C., Su, H.-J., & Spengler, J. D. (2014). Linking Student Performance in Massachusetts Elementary Schools with the “Greenness” of School Surroundings Using Remote Sensing. *PLoS ONE*, *9*(10), e108548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108548>