



Brechas de género educativas en Bogotá y el derecho a la educación*

Recibido: 20/02/2023
Evaluado: 10/05/2024
Publicado: 01/04/2025

Jesús José Rodríguez de Luque[†]  

Resumen

Este estudio tiene tres propósitos. Primero, se investiga cuán grandes son las brechas de género en los resultados en matemáticas y ciencias naturales en las localidades y colegios de Bogotá. Segundo, se investigan las asociaciones entre las brechas de género en dichas áreas e indicadores de disponibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad del derecho a la educación en los colegios de la ciudad. Tercero, se investigan las asociaciones (independientes y heterogéneas de género) entre los resultados individuales en dichas áreas y los indicadores anteriormente mencionados del derecho a la educación. Para ello, se usaron las bases de datos del Índice del Derecho a la Educación del sector oficial de Bogotá y la base de datos del examen Saber 11 del año 2020. Asimismo, se realizaron análisis descriptivos, regresiones lineales y regresiones multinivel. Los resultados mostraron que las brechas de género en contra de las mujeres en las áreas analizadas son un fenómeno prevalente en casi todas las localidades y colegios de la ciudad de Bogotá. Asimismo, los resultados mostraron que las brechas de género en dichas áreas tienden a ser más favorables para las mujeres en los colegios con mejores condiciones de disponibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad. No obstante, los resultados de los modelos multinivel mostraron que los indicadores de aceptabilidad y disponibilidad predicen mejores resultados en los puntajes individuales de matemáticas y ciencias naturales, y que estas asociaciones no están moderadas por el género del estudiantado.

Palabras clave

diferencias de género; resultados en matemáticas; resultados en ciencias; exámenes de estado, derecho a la educación

* Este trabajo fue elaborado en el marco del contrato de prestación de servicios 50 de 2022, firmado por el autor y el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP).

† Doctor en Educación. Departamento de Economía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
jjrodrig@unal.edu.co

Educational Gender Gaps in Bogotá and the Right to Education

Abstract

This study has three objectives. First, it investigates the size of the gender gaps in mathematics and natural science outcomes across localities and schools in Bogotá. Second, it examines the associations between gender gaps in these areas and indicators of availability, acceptability, and adaptability of the right to education in the city's schools. Third, it explores the independent and gender-specific associations between individual outcomes in these areas and the aforementioned right-to-education indicators. To achieve this, data from the Right to Education Index for Bogotá's public sector and the 2020 Saber II exam database were used. Descriptive analyses, linear regressions, and multilevel regressions were performed. The results showed that gender gaps disadvantaging women in the analysed areas are prevalent in almost all localities and schools across Bogotá. Furthermore, the findings indicated that gender gaps in these areas tend to favour women in schools with better conditions of availability, acceptability, and adaptability. However, the multilevel model results demonstrated that the acceptability and availability indicators predict better individual scores in mathematics and natural sciences, and these associations are not moderated by student gender.

Keywords

achievement gaps; gender differences; mathematics achievement; science achievement; exit examinations; right to education

Desigualdades de gênero na educação em Bogotá e o direito à educação

Resumo

Este estudo tem três objetivos. Primeiro, investiga o tamanho das lacunas de gênero nos resultados de matemática e ciências naturais nas localidades e escolas de Bogotá. Segundo, investiga as associações entre as lacunas de gênero nessas áreas e os indicadores de disponibilidade, aceitabilidade e adaptabilidade do direito à educação nas escolas da cidade. Terceiro, examina as associações (independentes e heterogêneas de gênero) entre os resultados individuais nessas áreas e os indicadores mencionados do direito à educação. Para isso, foram utilizados os bancos de dados do Índice de Direito à Educação do setor público de Bogotá e a base de dados do exame Saber II do ano de 2020. Foram realizados também análises descritivas, regressões lineares e regressões multinível. Os resultados mostraram que as lacunas de gênero desfavoráveis às mulheres nas áreas analisadas são um fenômeno prevalente em quase todas as localidades e escolas da cidade de Bogotá. Além disso, os resultados indicaram que as lacunas de gênero nessas áreas tendem a ser mais favoráveis às mulheres nas escolas com melhores condições de disponibilidade, aceitabilidade e adaptabilidade. No entanto, os resultados dos modelos multiníveis mostraram que os indicadores de aceitabilidade e disponibilidade predizem melhores resultados nos escores individuais de matemática e ciências naturais, e que essas associações não são moderadas pelo gênero dos alunos.

Palavras-chave

diferenças de gênero; resultados em matemática; resultados em ciências; exames finais; direito à educação

Para citar este artículo:

Rodríguez, J. de. (2025). Brechas de género educativas en Bogotá y el derecho a la educación. *Revista Colombiana de Educación*, (95), e18793, <https://doi.org/10.17227/rce.num95-18793>

Introducción

Las brechas de género en los resultados académicos son un fenómeno prevalente en muchos países (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, 2021; Meinck y Brese, 2019; OECD, 2019). No obstante, estas brechas favorecen a los hombres o a las mujeres dependiendo del área de conocimiento, y la magnitud de ellas varía entre países y regiones (Borbón-Vásquez *et al.*, 2020; Contini *et al.*, 2017; Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, 2021; Meinck y Brese, 2019; OECD, 2019).

En Colombia, las brechas de género presentan características particulares. Según los resultados del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) de 2018, las mujeres tuvieron mejores resultados que los hombres en lectura en todos los países participantes, y esta diferencia fue, en promedio, de treinta puntos en los países miembros de la OECD (OECD, 2019). Nótese que Colombia estuvo entre los países donde esta brecha fue de las más bajas (OECD, 2019). Asimismo, los resultados de PISA 2018 mostraron que en matemáticas, en promedio, los hombres tuvieron mejores resultados que las mujeres, pero la diferencia promedio entre los países de la OECD fue de solo cinco puntos (OECD, 2019). En este caso, la brecha más grande en contra de las mujeres se presentó en Colombia, y su magnitud fue de veinte puntos (OECD, 2019). En lo relacionado con los resultados en ciencias en PISA 2018, en promedio en la OECD, las brechas de género favorecieron a las mujeres en solo dos puntos; no obstante, Colombia estuvo en el grupo de seis países en donde los hombres tuvieron resultados significativamente mayores que las mujeres; en Colombia esta brecha fue de trece puntos (OECD, 2019). En suma, estos resultados muestran que las brechas de género en contra de las mujeres en matemáticas y ciencias naturales son un fenómeno que tiene una prevalencia mayor en Colombia que en otras sociedades.

En cuanto a las brechas de género en las áreas de matemáticas y ciencias en Bogotá, la evidencia muestra que ellas tienen una tendencia parecida a la presentada a nivel nacional. Borbón-Vásquez *et al.* (2020) encontraron que las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales en Bogotá, en PISA 2018, fueron de veintitrés y veinte puntos, respectivamente, en contra de las mujeres.

Dada la prevalencia de las brechas de género en contra de las mujeres en las áreas de matemáticas y ciencias en Colombia y en Bogotá, es válido preguntarnos por qué son importantes estas brechas de género y por qué deberíamos invertir recursos públicos para reducirlas. Las brechas de género en las áreas de matemáticas y ciencias son importantes porque reflejan desigualdades en el desarrollo de conocimientos y habilidades entre hombres y mujeres. Las brechas de género importan porque son una consecuencia de los estereotipos tradicionales en los

modelos a seguir para hombres y mujeres que persisten hoy día (Meinck y Brese, 2019). Estos estereotipos de los modelos a seguir determinan las expectativas sobre hombres y mujeres y, a su vez, influyen en el autoconcepto, los resultados académicos y la elección de carreras por parte de hombres y mujeres (Meinck y Brese, 2019). Lo anterior puede explicar en parte por qué los hombres tienden a escoger más carreras relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) que las mujeres (Dulce-Salcedo *et al.*, 2022; Espinosa-Borda *et al.*, 2020; Gómez-Soler *et al.*, 2020; Meinck y Brese, 2019; OECD, 2019).

Las brechas de género también son importantes en términos económicos. La literatura internacional ha documentado que reducciones en las desigualdades de género educativas están asociadas positivamente con el crecimiento económico, porque aumentan la acumulación de capital humano (Klasen, 2002). No obstante, en este punto hay que señalar que los estudios que han investigado el papel de las desigualdades de género sobre el crecimiento económico, usando diseños de investigación transnacionales, no permiten identificar efectos causales sino correlaciones, porque ellos no permiten distinguir si los aumentos en la igualdad de género promueven el crecimiento económico o si es el crecimiento económico el que promueve la igualdad de género (Bandiera y Natraj, 2013). Además, dichos estudios no pueden descartar la existencia de variables omitidas que se correlacionen con las brechas de género analizadas (Bandiera y Natraj, 2013).

Por todo lo anterior, es importante investigar y entender qué factores explican o están asociados con las brechas académicas de género en matemáticas y ciencias. Estas investigaciones podrían ofrecer ideas para diseñar acciones que busquen reducir estas brechas y, así, contribuir a que las mujeres y los hombres desarrollen sus competencias en matemáticas y ciencias naturales. Asimismo, dichas acciones abrirán la puerta para la implementación de estudios experimentales o cuasiexperimentales que permitan determinar el efecto causal de acciones escolares sobre las brechas de género en matemáticas y ciencias.

¿Qué factores explican las brechas de género?

Esta es una pregunta que aún no ha respondido completamente la literatura académica nacional. Un estudio encontró que solo una pequeña parte de la brecha de género es explicada por características individuales, familiares y escolares, tales como la edad de los estudiantes, el nivel educativo y el estatus ocupacional de la madre y del padre, el estrato socioeconómico de la vivienda, el tipo de colegio (público o privado) y la jornada del establecimiento educativo (Abadía y Bernal, 2017). Este estudio sugirió, a partir de la revisión de la literatura internacional, que las brechas de género en el país pueden estar determinadas

por otros factores, como, por ejemplo, las actitudes de los estudiantes, aspectos culturales y sociales relacionados con la equidad de género, y los ambientes académicos en los establecimientos educativos (Abadía y Bernal, 2017).

Una de las posibles causas de las brechas de género puede encontrarse en las creencias que tengan los hombres y las mujeres sobre sí mismos y en las emociones que les generen actividades relacionadas con las matemáticas y las ciencias. En este sentido, la evidencia de PISA 2006 y 2012 mostró que las mujeres tienen menores niveles de autoeficacia en ciencias y matemáticas que los hombres (OECD, 2015). Asimismo, se encontró que la correlación entre la autoeficacia en ciencias y matemáticas y los puntajes en matemáticas y ciencias es de 49 puntos y 37 puntos, respectivamente (OECD, 2015). En este aspecto, vale la pena señalar que una investigación para Colombia encontró que la autoconfianza en la capacidad de aprendizaje en matemáticas es una de las características más fuertemente asociadas con las brechas en los desempeños en matemáticas entre hombres y mujeres en el examen TIMMS de 2007 (Correa-Fonnegra, 2016). Adicionalmente, se ha encontrado que las mujeres reportan niveles más altos que los hombres en ansiedad por las matemáticas (OECD, 2015). En este aspecto también se encontró que, en promedio, en los países de la OECD, los aumentos en los niveles de ansiedad por las matemáticas están asociados con disminuciones de 34 puntos en sus resultados en dicha área (OECD, 2015).

Otras posibles causas de las brechas de género pueden estar relacionadas con diferencias culturales y sociales. Investigaciones anteriores han encontrado que sociedades con mayores niveles de igualdad de género presentan menores diferencias entre hombres y mujeres en los resultados de matemáticas (González y Rica, 2016; Guiso *et al.*, 2008). Guiso *et al.* (2008) encontraron que sociedades que han realizado mayores avances en términos de equidad de género tuvieron menores brechas en los resultados académicos en matemáticas de PISA. González y Rica (2016) también analizaron el papel de los niveles de igualdad de género en las brechas de género en matemáticas. Sus resultados mostraron que las mejoras en los indicadores de igualdad de género estuvieron asociadas con menores brechas entre mujeres y hombres (González y Rica, 2016).

En lo relacionado con el papel de los ambientes académicos en las brechas de género, se han encontrado resultados variados para distintos países y características de dichos ambientes. Investigaciones anteriores han analizado el papel de estrategias de activación cognitiva, prácticas de evaluación, la coincidencia de género entre estudiantes y maestros, y la asistencia a un programa universitario en las brechas de género (Day *et al.*, 2018; Gómez-Soler *et al.*, 2020; OECD, 2015; Silva-Hernández, 2020). En lo relacionado con las estrategias de activación cognitiva por parte de los maestros, se ha encontrado que su uso está asociado con mejores resultados académicos en matemáticas (OECD, 2015). Asimismo, se ha encontrado que en

algunos países el uso de dichas estrategias está asociado con mejores desempeños en matemáticas en las niñas (OECD, 2015). En cuanto a las prácticas de evaluación, Day *et al.* (2018) encontraron que la evaluación continua (evaluar los aprendizajes con varios exámenes y no con un solo examen al final del semestre) estuvo asociada con reducciones de la brecha de género en una muestra no representativa de estudiantes universitarios. Asimismo, una investigación anterior encontró que la coincidencia de género no explica las brechas de género en doce países de América Latina, incluido Colombia (Silva-Hernández, 2020). Finalmente, un estudio encontró que en Colombia la asistencia a un programa universitario no reduce la brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres, y el aumento de la brecha es mayor en aquellas estudiantes que asistieron a un programa STEM (Gómez-Soler *et al.*, 2020).

Aunque los estudios citados anteriormente han contribuido a mejorar nuestra comprensión de los factores que explican las brechas de género, llama la atención que ningún estudio hasta la fecha haya analizado el papel que tiene la materialización del derecho a la educación en las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales. Asimismo, llama la atención la poca cantidad de estudios para Colombia que han investigado los factores asociados con las brechas de género. En Colombia, solo cinco estudios han investigado los factores asociados con las brechas de género en matemáticas (Abadía y Bernal, 2017; Correa-Fonnegra, 2016; Gómez-Soler *et al.*, 2020; OECD, 2015; Silva Hernández, 2020). Dado lo anterior, la presente investigación contribuye a la literatura estudiando las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales, y la materialización del derecho a la educación (en sus dimensiones de disponibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad) en Bogotá D. C., una de las ciudades más importantes de Sudamérica.

¿Qué es el derecho a la educación?

La normatividad colombiana establece que la educación es un derecho de la persona y un servicio público (Asamblea Nacional Constituyente, 1991; Ley 115 de 1994). Dicha normatividad señala que la importancia de la educación está, por ejemplo, en que ella es un medio para que las personas accedan al conocimiento, desarrollen su personalidad y adquieran la formación necesaria para facilitar su participación en la vida económica, política y cultural de la nación (Ley 115 de 1994). Aunque no hay duda sobre la importancia del derecho a la educación, definirlo no es fácil porque este derecho involucra múltiples dimensiones. En Colombia, el enfoque de las 4A de Tomasevski (2004) ha sido empleado por académicos y por la Corte Constitucional para definir el derecho a la educación (Bayona-Rodríguez y Silva, 2020; Bayona-Rodríguez *et al.*, 2018; Sentencia T-743-13; Sentencia C-376/10).

Desde el enfoque de las 4A de Tomasevski (2004), el derecho a la educación es definido como un constructo que tiene cuatro componentes: asequibilidad o disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y adaptabilidad. El componente de *accesibilidad* hace referencia al grado en que cualquier persona puede acceder en condiciones de igualdad al sistema educativo, a la eliminación de todas las formas de discriminación en el sistema y a la facilidad para acceder a la educación obligatoria de forma presencial o a través de las tecnologías modernas (Sentencia C-376/10). En este sentido, las brechas de género pueden ser consideradas como un indicador de la accesibilidad del derecho a la educación, porque ellas reflejan estereotipos tradicionales en los modelos a seguir para hombres y mujeres que persisten hoy día (Meinck y Brese, 2019). Estos estereotipos pueden determinar las expectativas académicas de los maestros sobre hombres y mujeres, y de esta manera generar tratos diferenciales para estos, lo cual puede ocasionar que los hombres y las mujeres obtengan resultados proporcionalmente distintos en las áreas de matemáticas y ciencias naturales.

El componente de *disponibilidad* implica la obligación del Estado de ofrecer una cantidad suficiente de instituciones educativas para satisfacer la demanda de aquellos que quieran ingresar al sistema educativo, abstenerse de limitar la capacidad de actores privados de fundar escuelas, e invertir en la infraestructura de las instituciones educativas (Sentencia C-376/10). El componente de *aceptabilidad* se refiere a la calidad de la educación, es decir, a los estándares de calidad que deben tener los procesos de enseñanza y aprendizaje, los ambientes escolares, la evaluación del proceso educativo y todos aquellos que hayan sido identificados y concertados en cada sociedad (Sentencia T-743-13; Sentencia C-376/10; Tomasevski, 2004). Finalmente, el componente de *adaptabilidad* se refiere a la capacidad del sistema educativo de adaptarse a las necesidades de los educandos (Sentencia C-376/10; Tomasevski, 2004).

¿Por qué las mejoras en la aceptabilidad, la adaptabilidad y la disponibilidad del derecho a la educación pueden reducir las brechas de género?

A partir de la perspectiva de las 4A, se hipotetiza que la aceptabilidad de la formación de los docentes es clave para eliminar todo tipo de discriminación, porque si los docentes cuentan con altos niveles de formación en educación, es probable que ellos sean conscientes de las consecuencias de los estereotipos de género sobre sus acciones, y el efecto de estas últimas sobre los aprendizajes de los estudiantes. Por tanto, ellos podrían evitar conscientemente que dichos estereotipos estén presentes en sus prácticas de enseñanza. Asimismo, se hipotetiza que la adaptabilidad en los procesos educativos es clave para eliminar las brechas de género, porque ella puede promover que los docentes adapten sus

prácticas de enseñanza a los intereses y necesidades de todos sus estudiantes. Esto puede generar disminuciones en las tasas de deserción, extraedad y reprobación, y como consecuencia, ayudar a los niños y niñas a aprender las competencias que se espera que ellos aprendan.

Finalmente, se hipotetiza que la disponibilidad de instituciones educativas es clave para eliminar las brechas de género, porque si los niños y niñas asisten a colegios que cuenten con los recursos necesarios para ofrecer una educación de buena calidad, ellos podrán interactuar con sus docentes y materiales de enseñanza, y así aprender las competencias que están presentes en los currículos de sus materias.

Propósito de esta investigación

Dado lo anterior, este estudio tiene como propósito responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los tamaños de las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales en el sistema de educación pública de la ciudad de Bogotá D. C. en 2020?
2. ¿Cuáles son las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales en el examen Saber 11 e indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación en el sistema de educación pública de Bogotá en 2020?
3. ¿Cuáles son las asociaciones (independientes y heterogéneas de género) entre los resultados de aprendizaje en matemáticas y ciencias naturales del examen Saber 11 de 2020 y los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación en el sistema de educación pública de Bogotá en 2020?

Datos y metodología

Fuentes de información

Esta investigación empleó dos fuentes de información. La primera fue la base de datos del Índice del Derecho a la Educación (IDE) del sector oficial de Bogotá, del IDEP, de 2020 (a partir de ahora, IDE 2020). El IDE 2020 tuvo como propósito medir el nivel de materialización del derecho a la educación en los Establecimientos Educativos (EE) distritales, los EE distritales con administración contratada y los EE oficiales con régimen especial (IDEP y Universidad de los Andes, 2021). Para ello, el IDE del sector oficial tomó como marco conceptual el modelo de las 4A de Tomasevski (2004). Asimismo, el IDE de Bogotá de 2020 empleó varias fuentes de información, entre las que se encuentran: la encuesta de Educación Formal

del Dane, el Directorio de Establecimientos Educativos y la información de matrícula en preescolar, básica primaria, básica secundaria y media del Ministerio de Educación Nacional (MEN) (IDEP y Universidad de los Andes, 2021).

La segunda fuente de información usada fue la base de datos del examen Saber 11. El examen Saber 11 es el examen de Estado de la educación media colombiana. El examen Saber 11 es realizado por el Instituto Colombiano de la Evaluación de la Educación (Icfes), y según la normatividad vigente, tiene varios propósitos, tales como:

- a) Comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por finalizar el grado undécimo de la educación media.
- b) Proporcionar elementos al estudiante para la realización de su autoevaluación y el desarrollo de su proyecto de vida.
- c) Proporcionar a las instituciones educativas información pertinente sobre las competencias de los aspirantes a ingresar a programas de educación superior, así como sobre las de quienes son admitidos, que sirva como base para el diseño de programas de nivelación académica y prevención de la deserción en este nivel.
- d) Monitorear la calidad de la educación de los establecimientos educativos del país con fundamento en los estándares básicos de competencias y los referentes de calidad emitidos por el Ministerio de Educación Nacional (Decreto 869 de 2010, p. 1).

El examen Saber 11 está compuesto por cinco pruebas: matemáticas, ciencias naturales, lectura crítica, sociales y ciudadanía, e inglés. Nótese que el Icfes, además de reportar el puntaje de los estudiantes en cada una de sus pruebas, también reporta su nivel de desempeño. Los estudiantes son clasificados en cuatro niveles de desempeño, los cuales tienen una complejidad creciente (donde 1 es el menor y 4 el mayor nivel de desempeño), y para ser clasificados en un nivel, se tuvo que haber superado los niveles anteriores (Icfes, 2019c, 2019b).

Población y muestra

Esta investigación analizó la población de EE oficiales de Bogotá y de los estudiantes de dichos EE que realizaron el examen Saber 11 en 2020. Según el DUE, con corte al 9/11/2021, la ciudad contó con 403 EE oficiales distribuidos así: 365 EE distritales, 35 EE distritales con administración contratada y 3 oficiales con régimen especial. Nótese que no todos estos EE ofrecen el grado 11. Por ello, la muestra de EE analizada fue de 370. Asimismo, se analizaron 39 216 estudiantes de dichos establecimientos educativos de los 43 629 originalmente disponibles en la base de datos del examen Saber 11 de 2020. Nótese que solo fueron

eliminados de la base de datos aquellos estudiantes para los cuales no se tuvo información para todas las variables usadas en los modelos estadísticos.

Medidas

Medidas de las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales

A nivel internacional, la mayoría de los estudios miden las brechas de género como las diferencias promedio en exámenes estandarizados entre hombres y mujeres, y algunos miden dichas brechas como las diferencias en niveles de desempeño entre hombres y mujeres (Meinck y Brese, 2019). Con el fin de entender de manera más robusta qué explica las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales a nivel de EE, aquí se emplean ambos tipos de medidas. Es decir, primero se analizan las diferencias promedio entre hombres y mujeres en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales del examen Saber 11 (Brecha en matemáticas #1 y Brecha en ciencias naturales #1). Asimismo, se analiza la razón en el porcentaje de mujeres y hombres que alcanzaron los niveles de desempeño 3 y 4 en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales en el examen Saber 11 (Brecha en matemáticas #2 y Brecha en ciencias naturales #2).

Medidas de los resultados de aprendizaje en matemáticas y ciencias naturales

Los resultados de aprendizaje en matemáticas y ciencias naturales son medidos a partir de los puntajes de los estudiantes en las pruebas de estas áreas en el examen Saber 11 de 2020. En cuanto a las pruebas de matemáticas y ciencias naturales del examen Saber 11, vale la pena resaltar que ellas tienen unos propósitos particulares. La prueba de matemáticas tiene como propósito evaluar tres competencias: interpretación y representación, formulación y ejecución, y argumentación (Icfes, 2019c). La prueba de ciencias naturales evalúa competencias de: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación (Icfes, 2019b). Con este fin, en el examen Saber 11 se plantean preguntas que permiten que los estudiantes evidencien estas competencias para las áreas de matemáticas y ciencias naturales.

Medidas del derecho a la educación

Los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación en el sistema de educación pública de Bogotá en 2020 fueron obtenidos de la base de datos del Índice del Derecho a la Educación (IDE) oficial del IDEP (IDEP y Universidad de los Andes, 2021). Nótese que todos los

indicadores que componen la base de datos del IDE oficial toman valores entre 0 % y 100 %; esta característica busca que el IDE, sus dimensiones e indicadores tengan una interpretación intuitiva, donde 0 % representa la ausencia total de la materialización del derecho a la educación y 100 % la total materialización del derecho a la educación (IDEP y Universidad de los Andes, 2021).

El indicador de disponibilidad fue calculado con base en variables que permitieran determinar qué tanto los establecimientos educativos cuentan con los recursos necesarios para ofrecer una educación de buena calidad. Las características usadas en el cálculo del indicador de disponibilidad fueron: el porcentaje de docentes con pregrado, la relación alumno-aula, el porcentaje de matrícula en jornada única o completa, la relación alumno-computador, el porcentaje de estudiantes que asiste a una sede bilingüe en cada establecimiento educativo y el porcentaje de sedes con conexión y acceso a internet de los establecimientos educativos (IDEP y Universidad de los Andes, 2021).

El indicador de adaptabilidad fue calculado a partir de variables que permitieran identificar qué tanto los colegios se adaptan a las necesidades de los estudiantes. Las características usadas para calcular el indicador de adaptabilidad fueron las tasas de reprobación, de extraedad y de deserción intraanual de los establecimientos educativos (IDEP y Universidad de los Andes, 2021). Finalmente, el indicador de aceptabilidad fue calculado con base en variables que permitieran dar cuenta de la aceptabilidad de los procesos educativos. Las características usadas en este estudio para construir este indicador de aceptabilidad fueron:³ el porcentaje de docentes con posgrado en educación, el porcentaje de docentes que aprueban la prueba de ingreso a la carrera docente y el porcentaje de docentes con vinculación temporal (IDEP).

Diseño de investigación y procedimientos de análisis de datos

Esta investigación empleó un diseño cuantitativo correlacional (Mertler, 2016) y se utilizaron bases de datos de corte transversal. Dado lo anterior, los resultados de los modelos de regresión deben entenderse como asociaciones o correlaciones, y no como efectos causales. Finalmente, se realizaron análisis descriptivos, regresiones lineales y regresiones multinivel con el software R (R Core Team, 2022).

En cuanto a los análisis descriptivos, se analizaron las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales a nivel de localidad y de EE. Asimismo, se estimaron modelos de regresión lineal para identificar las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales y los indicadores del derecho a la educación en los EE oficiales de Bogotá. En estos modelos, las variables dependientes fueron las medidas de brechas de género en matemáticas y ciencias naturales explicadas anteriormente, y los predictores fueron las medidas del derecho a la

educación presentadas en la sección anterior y el nivel socioeconómico del establecimiento educativo (NSE) (Icfes, 2019a). El NSE es una variable categórica que clasifica a los estudiantes en cuatro niveles: NSE 1, NSE 2, NSE 3 y NSE 4, donde los colegios más vulnerables forman parte del NSE 1 y los más privilegiados del NSE 4. La ecuación base usada para estimar las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales y los indicadores del derecho a la educación fue:

$$Brecha_i = \alpha_0 + IDE_i\beta + \alpha_1NSE + u_i \quad (1)$$

Donde $Brecha_i$ denota las brechas de género en el establecimiento educativo i α el intercepto de la ecuación, NSE_i y u_i es el término de error o perturbación y $u_i \sim Normal(0, \sigma^2)$. El vector IDE_i contiene indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación. Nótese que la ecuación (1) fue estimada separadamente para las cuatro medidas de brecha.

Con el fin de responder la tercera pregunta de investigación, se estimaron modelos de regresión lineal multinivel (Snijders y Bosker, 2012). Específicamente, se estimaron modelos de regresión lineal multinivel de los puntajes en matemáticas y ciencias naturales de los estudiantes en el examen Saber 11 (P_{ji}) como una función de las características del derecho a la educación (IDE_i), a nivel de establecimiento educativo, la variable $Femenino_{ji}$ (Femenino = 1, si el estudiante se identifica con el género femenino y Femenino = 0 si el estudiante se identifica con el género masculino), y las interacciones entre la variable Femenino y las características del derecho a la educación. Finalmente, se incluyeron las siguientes variables de control ($Control_{ji}$) disponibles en la base de datos del examen Saber 11: el índice de nivel socioeconómico del estudiante (Icfes, 2019a), el tiempo que el estudiante dedica a la lectura por entretenimiento, el tiempo que el estudiante dedica a navegar en internet, las horas que el estudiante trabaja semanalmente, el tipo de remuneración que tienen los estudiantes que trabajan, el nivel socioeconómico del establecimiento educativo y la ubicación del establecimiento educativo (Urbano y Rural). La ecuación base usada en los modelos multinivel fue:

$$P_{ji} = \gamma_{00} + \gamma_1 Femenino_{ji} + IDE_i\beta_1 + Femenino_{ji}IDE_i\beta_3 + Control_{ji}\beta_4 + U_{0j} + R_{ij} \quad (2)$$

Donde, U_{0j} es el vector del coeficiente de error del nivel 2, que se distribuye como una normal con media cero y una matriz de covarianza constante, y R_{ij} es el

componente error del nivel 1, que se distribuye como una normal con media cero y varianza constante.

Resultados

¿Cuáles son los tamaños de las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales?

Los resultados mostraron que en todas las localidades de la ciudad, las brechas de género #1 estuvieron en contra de las mujeres. Las brechas en matemáticas y ciencias naturales #1 oscilaron entre -0,85 y -6,76 puntos, y -1,09 y -5,73 puntos, respectivamente, en contra de las mujeres. Adicionalmente, se encontró que las brechas de género #2 en casi todos los casos estuvieron en contra de las mujeres. Las brechas en matemáticas #2 a nivel de localidad oscilaron entre 68,68 % y 87,10 %. En el caso de las brechas en ciencias naturales #2, solo en la localidad de Sumapaz esta brecha estuvo a favor de las mujeres. La brecha en ciencias #2 a nivel de localidad osciló entre 34,82 % y 246,15 %. Los cálculos de estas brechas se presentan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1.

Brechas en matemáticas y ciencias naturales # 1 en los EE oficiales de Bogotá, por localidad

Localidad	Promedio matemáticas mujeres	Promedio matemáticas hombres	Brecha en matemáticas # 1	Promedio ciencias naturales mujeres	Promedio ciencias naturales hombres	Brecha en ciencias naturales # 1
Antonio Nariño	54,43	58,22	-3,79	51,19	53,38	-2,19
Barrios Unidos	53,64	56,60	-2,96	50,05	52,27	-2,22
Bosa	50,22	53,83	-3,61	47,50	50,33	-2,83
Chapinero	45,20	50,14	-4,94	43,65	47,04	-3,39
Ciudad Bolívar	49,34	52,69	-3,35	46,43	48,67	-2,24
Engativá	52,38	56,27	-3,89	49,82	52,55	-2,73
Fontibón	51,91	55,60	-3,69	49,02	51,31	-2,29
Kennedy	51,77	55,50	-3,74	48,95	52,09	-3,14
La Candelaria	46,74	50,43	-3,68	45,28	48,17	-2,89
Los Mártires	53,43	60,19	-6,76	50,21	55,94	-5,73
Puente Aranda	54,15	56,78	-2,63	50,94	52,44	-1,50

Rafael Uribe Uribe	50,67	53,83	-3,16	48,20	49,63	-1,43
San Cristóbal	49,55	53,28	-3,73	46,96	49,56	-2,60
Santafé	48,61	52,87	-4,26	46,05	48,63	-2,58
Suba	50,73	53,78	-3,05	48,25	50,35	-2,10
Sumapaz	45,96	46,81	-0,85	44,85	45,94	-1,09
Teusaquillo	51,28	54,34	-3,06	48,76	51,49	-2,73
Tunjuelito	50,09	54,08	-4,00	47,38	50,19	-2,81
Usaquén	49,92	54,06	-4,14	47,44	50,82	-3,39
Usme	50,06	53,55	-3,50	47,18	49,41	-2,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.

Brechas en matemáticas y ciencias naturales # 2 en los EE oficiales de Bogotá, por localidad

Localidad	% de mujeres con niveles 3 y 4 en matemáticas (a)	% de hombres con niveles 3 y 4 en matemáticas (b)	Brecha en matemáticas # 2 $([a / b] * 100)$	% de mujeres con niveles 3 y 4 en ciencias naturales (c)	% de hombres con niveles 3 y 4 en ciencias naturales (d)	Brecha en ciencias naturales # 2 $([c / d] * 100)$
Antonio Nariño	68,50	79,67	85,97	32,95	40,65	81,05
Barrios Unidos	64,86	76,05	85,29	25,84	39,22	65,88
Bosa	49,12	64,21	76,49	18,30	28,93	63,25
Chapinero	30,53	44,44	68,68	8,42	11,11	75,79
Ciudad Bolívar	46,10	59,05	78,07	14,83	24,34	60,91
Engativá	58,68	73,83	79,48	27,34	39,49	69,23
Fontibón	56,87	68,86	82,58	25,45	37,13	68,55
Kennedy	57,08	72,62	78,60	22,70	36,77	61,72
La Candelaria	32,56	46,75	69,64	8,14	23,38	34,82
Los Mártires	60,64	84,43	71,83	33,66	51,21	65,73
Puente Aranda	64,79	74,38	87,10	30,36	39,57	76,72
Rafael Uribe Uribe	50,45	64,94	77,68	22,30	27,70	80,51
San Cristóbal	46,52	60,84	76,46	16,67	29,29	56,90
Santa Fe	43,75	61,64	70,97	15	22,83	65,70
Suba	51,40	63,90	80,44	20,18	30,32	66,54
Sumapaz	30,77	43,75	70,33	15,38	6,25	246,15
Teusaquillo	51,54	68,03	75,76	27,69	36,89	75,08

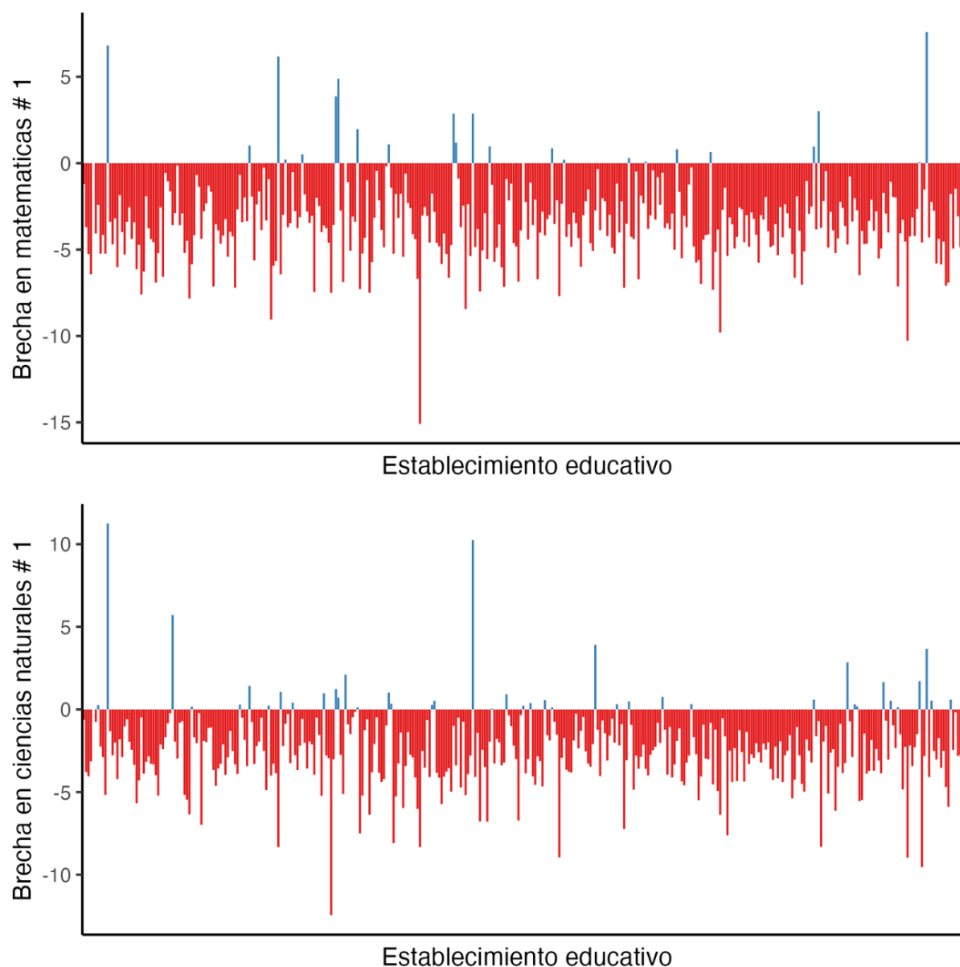
Tunjuelito	51,22	66,01	77,60	16,32	30,18	54,08
Usaquén	47,63	65,02	73,25	18,30	31,35	58,35
Usme	48,37	63,26	76,46	17,00	26,28	64,71

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las brechas de género a nivel de establecimientos educativos (EE), se encontró que en la mayoría de los EE, estas estuvieron en contra de las mujeres. Para el caso de la brecha en matemáticas #1, solo en 25 EE de los 370 EE analizados la brecha fue a favor de las mujeres. Asimismo, para la brecha en ciencias naturales #1, solo en 41 EE de los 370 EE la brecha favoreció a las mujeres. La figura 1 ilustra estas brechas; las barras de color rojo representan brechas en contra de las mujeres.

Figura 1.

Brechas en matemáticas y ciencias naturales #1 EE, del sector oficial de Bogotá

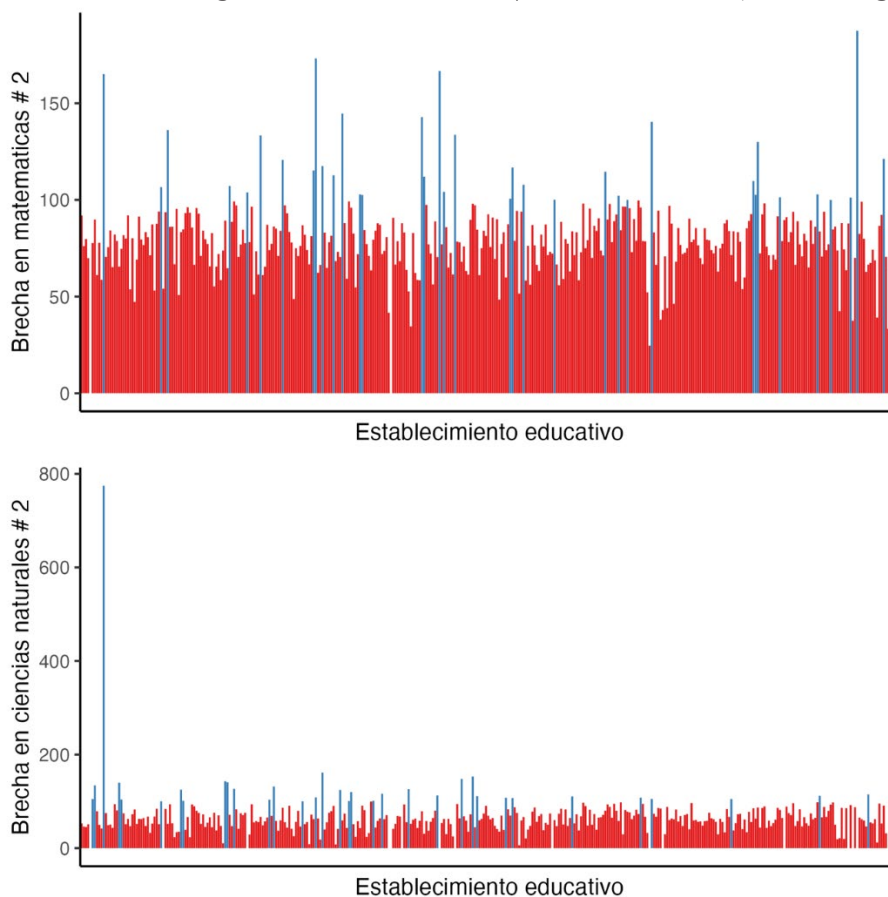


Fuente: elaboración propia.

Para la brecha en matemáticas #2, solo en 36 EE de los 370 EE la brecha fue a favor de las mujeres. Para la brecha en ciencias naturales #2, solo en 34 EE de los 370 EE con información del examen Saber 11 la brecha favoreció a las mujeres. La figura 2 ilustra estas brechas; las barras de color rojo representan brechas en contra de las mujeres.

Figura 2.

Brechas en matemáticas y ciencias naturales #2 por EE, del sector oficial de Bogotá



Fuente: elaboración propia.

¿Cuáles son las asociaciones entre las brechas de género e indicadores del derecho a la educación?

La tabla 3 presenta los resultados de las asociaciones entre las brechas de género y los indicadores del derecho a la educación a nivel de EE. En cuanto a las brechas en matemáticas, se encontró que estas estuvieron asociadas con los indicadores de disponibilidad y aceptabilidad. Específicamente, el Modelo 2 predijo que un aumento de 1 punto porcentual (pp) en el indicador de disponibilidad estuvo asociado con un aumento de 0,34 pp en la brecha de matemáticas #2 (valor $p =$

0,015), manteniendo constantes las demás variables incluidas en el modelo. Asimismo, el Modelo 2 predijo que un aumento de 1 pp en el indicador de aceptabilidad predijo un aumento de 0,18 pp en la brecha de matemáticas #2 (valor $p = 0,059$), manteniendo constantes las demás variables incluidas en el modelo.

En cuanto a las brechas en ciencias naturales, se encontró que estas estuvieron asociadas con los indicadores de adaptabilidad y aceptabilidad. Específicamente, el Modelo 3 predijo que un aumento de 1 pp en el indicador de adaptabilidad estuvo asociado con un aumento de 0,13 puntos en la brecha en ciencias naturales #1 (valor $p = 0,014$), manteniendo constantes las demás variables. Adicionalmente, el modelo 4 predijo que un aumento de 1 pp en el indicador de aceptabilidad estuvo asociado con un aumento de 0,52 pp en la brecha en ciencias naturales #2 (valor $p = 0,019$), manteniendo constantes las demás variables.

Tabla 3.

Modelos de regresión para las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales

	Variable dependiente:			
	Brecha en matemáticas # 1	Brecha en matemáticas # 2	Brecha en ciencias naturales # 1	Brecha en ciencias naturales # 2
	(1)	(2)	(3)	(4)
Disponibilidad	0,01 (0,02)	0,34** (0,14)	-0,01 (0,02)	0,05 (0,33)
Adaptabilidad	0,06 (0,06)	0,10 (0,47)	0,13** (0,05)	1,79 (1,09)
Aceptabilidad	0,01 (0,01)	0,18* (0,10)	0,02* (0,01)	0,52** (0,22)
NSE 3 o 4	-0,58* (0,32)	0,66 (2,71)	-0,65** (0,31)	0,30 (6,31)
Constante	-10,45** (5,29)	33,75 (45,05)	-15,45*** (5,18)	-142,14 (104,60)
Observaciones	338	338	338	332
R ²	0,02	0,03	0,04	0,03
R ² ajustado	0,003	0,02	0,03	0,02

Residual Std. Error	2,44 (gl = 333)	20,74 (gl = 333)	2,38 (gl = 333)	47,61 (gl = 327)
Estadístico F	1,29 (gl = 4; 333)	2,48** (gl = 4; 333)	3,27** (gl = 4; 333)	2,39* (gl = 4; 327)

Notas: errores estándares en paréntesis. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. gl: grados de libertad. NSE 2 es la categoría de referencia del NSE.

Fuente: elaboración propia.

¿Cuáles son las asociaciones (individuales y heterogéneas por género) entre los resultados de aprendizaje e indicadores del derecho a la educación?

En primer lugar, se estimaron los modelos multinivel simples; estos resultados se presentan en la tabla 4. Los resultados mostraron que los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad estuvieron asociados con los puntajes en matemáticas y ciencias naturales. Específicamente, los modelos estimados predijeron que un incremento de 1 pp en los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad estuvo asociado con un aumento de 0,11, 0,28 y 0,08 puntos en el examen de matemáticas; estos resultados fueron significativos al 1%. Asimismo, se mostró que un incremento de 1 pp en los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad estuvo asociado con un aumento de 0,10, 0,25 y 0,07 puntos en el examen de ciencias naturales; estos resultados también fueron significativos al 1%.

Tabla 4.
Modelos de regresión multinivel simples

	<i>Variable dependiente:</i>					
	Puntaje en matemáticas			Puntaje en ciencias naturales		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Disponibilidad	0,11*** (0,02)			0,10*** (0,02)		
Adaptabilidad		0,28*** (0,06)			0,25*** (0,06)	
Aceptabilidad			0,08*** (0,01)			0,07*** (0,01)
Intercepto aleatorio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Controles	No	No	No	No	No	No
Observaciones	43,629	43,629	40,889	43,629	43,629	40,889
$Var(U_{0j})$	9,11	9,65	7,00	7,38	7,71	5,62
$Var(R_{ij})$	90,68	90,67	91,03	75,68	75,67	75,56

Notas: Errores estándares en paréntesis. Códigos de significancia * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.
 Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, se estimaron los modelos multinivel múltiples. Para cada área, se estimaron tres modelos: los primeros (Modelos 1 y 4) fueron los modelos nulos. Los segundos modelos, para matemáticas y ciencias naturales (Modelos 2 y 5), incluyeron las variables *femenino*, *disponibilidad*, *adaptabilidad*, *aceptabilidad* y las variables de control. Los terceros (Modelos 3 y 6), además de las variables incluidas en los modelos 2 y 5, incluyeron las interacciones entre *femenino* y las características del derecho a la educación. Estos resultados se presentan en la tabla 6.

Los resultados de los Modelos 1 y 4 mostraron que los coeficientes de correlación intraclase (ICC, por sus siglas en inglés) fueron iguales a 0,10 y 0,097. Por ello, se concluyó que era apropiado usar modelos multinivel para responder la tercera pregunta. Asimismo, tanto para matemáticas como para ciencias naturales, los modelos con interacciones (3 y 6) no mejoraron el ajuste de los modelos sin interacciones (2 y 5). Estos resultados se presentan en la tabla 5. Además, con los Modelos 3 y 6 de la tabla 6, no se encontró evidencia de interacciones significativas entre los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad, y la variable *femenino*. En otras palabras, el género de los estudiantes no moderó las relaciones entre los puntajes en ciencias naturales y matemáticas, y los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad.

Tabla 5.

Comparación del ajuste de los modelos estimados para matemáticas y ciencias naturales

Prueba	Modelo	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chi2
Matemáticas	2	25	284.338,87	284.553,29	-142.144,43	284.288,87	
	3	28	284.344,66	284.584,81	-142.144,33	284.288,66	0,21
Ciencias naturales	5	25	276.039,21	276.253,63	-137.994,60	275.989,21	
	6	28	276.043,61	276.283,76	-137.993,80	275.987,61	1,60

Notas: npar: número de parámetros Loglik: logaritmo de la verosimilitud. Deviance: Estadístico de desviación. Chi2: Estadístico Chi cuadrado de la prueba de razón de verosimilitud. $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***)

Fuente: elaboración propia.

Dado lo anterior, a continuación se presentan los resultados de los Modelos 2 y 5 de la tabla 6. Estos modelos predijeron que un aumento de 1 pp en el indicador de disponibilidad estuvo asociado con aumentos de 0,06 y 0,05 puntos,

respectivamente, en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales; estos parámetros fueron significativos al nivel del 1 %. Los modelos también predijeron que un aumento de 1 pp en el indicador de aceptabilidad estuvo asociado con aumentos de 0,04 y 0,03 puntos, respectivamente, en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales; estos parámetros fueron significativos al nivel del 1 %. Finalmente, vale la pena resaltar que estos modelos predijeron que las estudiantes que se identificaron como mujeres tuvieron en promedio -3,54 y -2,63 puntos menos que los estudiantes que se identificaron como hombres en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales, respectivamente, manteniendo constantes las demás variables incluidas en los modelos; estas brechas fueron estadísticamente significativas al nivel del 1 %.

Tabla 6.
Modelos de regresión multinivel múltiples

	<i>Variable dependiente:</i>					
	Puntaje en matemáticas			Puntaje en ciencias naturales		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Femenino		-3,54*** (0,09)	-4,85 (3,91)		-2,63*** (0,09)	-5,07 (3,52)
Disponibilidad		0,06*** (0,01)	0,06*** (0,02)		0,05*** (0,01)	0,05*** (0,01)
Adaptabilidad		-0,005 (0,05)	-0,01 (0,05)		0,01 (0,04)	-0,01 (0,05)
Aceptabilidad		0,04*** (0,01)	0,04*** (0,01)		0,03*** (0,01)	0,03*** (0,01)
Femenino × Disponibilidad			-0,003 (0,01)			-0,01 (0,01)
Femenino × Adaptabilidad			0,02 (0,04)			0,03 (0,04)
Femenino × Aceptabilidad			0,0005 (0,01)			-0,001 (0,01)
Intercepto aleatorio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Controles	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	43,629	39,216	39,216	43,629	39,216	39,216

$Var(U_{0j})$	10,19	3,43	3,43	8,15	2,35	2,35
$Var(R_{ij})$	90,67	81,23	81,23	75,67	65,81	65,80

Notas: errores estándares en paréntesis. Códigos de significancia * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Este estudio tuvo tres propósitos. Primero, se analizó qué tan grandes fueron las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales en el sistema de educación pública de la ciudad de Bogotá D. C. en 2020. Segundo, se estimaron las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales en el examen Saber 11 e indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación. Tercero, se estimaron las asociaciones (individuales y heterogéneas por género) entre los resultados de aprendizaje en matemáticas y ciencias naturales del examen Saber 11 e indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación.

En primer lugar, los resultados mostraron que en casi todas las escuelas y localidades las brechas en matemáticas y ciencias naturales estuvieron en contra de las mujeres. Asimismo, los resultados de los modelos multinivel múltiples mostraron que el género del estudiantado no modera las asociaciones entre los puntajes de matemáticas y ciencias naturales ni los indicadores analizados del derecho a la educación.

En segundo lugar, los resultados mostraron que las brechas de género en ciencias naturales y matemáticas tienden a ser más favorables para las mujeres en los colegios que se adaptan mejor a las necesidades de sus estudiantes, que cuentan con una planta docente con una formación aceptable, que tiene una vinculación laboral permanente y que cuentan con los recursos para ofrecer una educación de calidad.

En tercer lugar, los modelos multinivel simples mostraron que los indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad estuvieron asociados individualmente con los puntajes en matemáticas y ciencias naturales. Adicionalmente, los modelos multinivel múltiples mostraron que las asociaciones entre los puntajes en matemáticas y ciencias naturales y los indicadores de disponibilidad y aceptabilidad fueron estadísticamente significativas. Finalmente, los resultados de los modelos multinivel múltiples no indicaron que el género del estudiantado moderara las asociaciones entre los puntajes de matemáticas y ciencias naturales y los indicadores analizados del derecho a la educación.

Estos resultados ofrecen información útil para los involucrados del sector educativo de la ciudad de Bogotá, porque describen detalladamente las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales a nivel de escuela, localidad y ciudad. Lo anterior, permite visibilizar la magnitud de este fenómeno en la ciudad.

Adicionalmente, es el primer estudio que ha analizado las asociaciones entre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales e indicadores de disponibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad del derecho a la educación. Por tanto, sus resultados son útiles para entender las posibles implicaciones de mejoras en dichas dimensiones del derecho a la educación sobre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales.

En cuanto a las fortalezas de este estudio, vale la pena resaltar que esta investigación empleó diversos indicadores para operacionalizar las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales y las dimensiones del derecho a la educación, por lo que se analizó detalladamente las asociaciones entre dichas variables. En segundo lugar, este estudio también empleó una muestra representativa de los estudiantes de 11.º del sistema de educación pública de la ciudad de Bogotá; por tanto, estos resultados pueden generalizarse a esta población.

No obstante, los resultados de este estudio deben interpretarse a la luz de algunas limitaciones. Primero, dado el diseño correlacional y las bases de datos de corte transversal usados, este estudio no analizó las relaciones temporales entre las brechas de género y las dimensiones del derecho a la educación. Segundo, debido al diseño de investigación empleado, los resultados deben interpretarse como asociaciones y no como efectos causales. Tercero, este estudio no empleó indicadores que visibilicen prácticas discriminatorias que puedan presentarse en los colegios, hogares y barrios, las cuales pueden determinar las brechas entre mujeres y hombres en los resultados en las pruebas de matemáticas y ciencias naturales.

A la luz de estas limitaciones, estudios futuros podrían investigar las relaciones *temporales* de las brechas de género e indicadores del derecho a la educación; de este modo, se podrían entender los efectos causales de cambios en estos indicadores sobre las brechas de género en matemáticas y ciencias naturales. Adicionalmente, futuras investigaciones podrían estudiar dichas relaciones tanto en el sistema de educación pública como en el privado, y en otras ciudades y regiones del país, para explorar posibles tendencias en dichas relaciones a nivel nacional.

Asimismo, futuros estudios podrían explorar la intersección entre las brechas de género y los estereotipos tradicionales en los modelos a seguir por hombres y mujeres, que se reproducen en hogares, barrios y colegios. Para ello, se podría partir de un proceso de identificación de los principales estereotipos en los modelos a seguir por hombres y mujeres. Posteriormente, se podrían implementar acciones que busquen cambiar las percepciones de los padres, madres, docentes, niños, niñas y adolescentes sobre estos estereotipos, y evaluar los efectos que dichos cambios podrían tener sobre los resultados en matemáticas y ciencias en pruebas estandarizadas, así como sobre la elección de programas de educación superior relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas por parte de los estudiantes.

Finalmente, futuras investigaciones podrían investigar las principales prácticas discriminatorias que enfrentan las mujeres en Colombia. A partir de dicha identificación, se podrían diseñar e implementar acciones que busquen modificar estos comportamientos y evaluar los efectos que los cambios en tales prácticas podrían tener sobre los resultados educativos en matemáticas y ciencias naturales de hombres y mujeres en el país.

Referencias

- Abadía, L. y Bernal, G. (2017). ¿Una brecha que se amplía? Un análisis de la brecha de género en las pruebas de salida del colegio en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 20(1), 5-31. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.6144>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- Bandiera, O. y Natraj, A. (2013). Does Gender Inequality Hinder Development and Economic Growth? Evidence and Policy Implications. *Policy Research Working Papers*, 6369, 1-28. <http://hdl.handle.net/10986/13170>
- Bayona-Rodríguez, H., Harker-Roa, A. y López-Guarín, C. (2018). Validación del Índice del Derecho a la Educación (IDE) para Colombia, empleando la metodología Delphi. *Revista Educación y Ciudad*, 34, 113-127. <https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n34.2018.1880>
- Bayona-Rodríguez, H. y Silva, M. (2020). El Índice del Derecho a la Educación (IDE) para Colombia, 2014-2017. *Documentos de trabajo (Facultad de Educación)*, 1, 4-54. <http://hdl.handle.net/1992/48001>
- Borbón-Vásquez, J., Corrales-Espinosa, A., Maya-Scarpetta, N., Olivar, R., Lorena, D. y Contreras, J. (2020). *Informe de resultados PISA 2018 (sobremuestra Bogotá)*. Ministerio de Educación Nacional.
- Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley 115 de 1994: por la cual se expide la ley general de Educación. DO: 41 214. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Contini, D., Tommaso, M. y Mendolia, S. (2017). The Gender Gap in Mathematics Achievement: Evidence from Italian Data. *Economics of Education Review*, 58, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.03.001>
- Correa-Fonnegra, J. (2016). Desempeño académico y diferencias de género en Colombia: un análisis con base en las pruebas TIMSS 2007. *Sociedad y Economía*, 30, 15-42. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i30.3899>

- Corte Constitucional de Colombia. (19 de mayo de 2010). Sentencia C-376/10: Educación básica primaria en establecimientos educativos estatales-obligatoria y gratuita [Luís Ernesto Vargas Silva, M. P]. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/c-376-10.htm>
- Corte Constitucional de Colombia. (23 de octubre de 2013). Sentencia T-743-13: Educación. Derecho y servicio público con función social. [Luís Ernesto Vargas Silva, M. P]. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2013/t-743-13.htm>
- Day, I., Blankenstein, F. van., Westenberg, P. y Admiraal, W. (2018). Explaining Individual Student Success Using Continuous Assessment Types and Student Characteristics. *Higher Education Research & Development*, 37(5), 937-951. <https://doi.org/10.1080/07294360.2018.1466868>
- Presidencia de la República de Colombia. (17 de marzo de 2010). Decreto 869 de 2010: Por el cual se reglamenta el Examen de Estado de la Educación Media, Icfes-Saber 11. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=39636
- Dulce-Salcedo, O., Maldonado, D. y Sánchez, F. (2022). Is the Proportion of Female STEM Teachers in Secondary Education Related to Women's Enrollment in Tertiary Education STEM Programs? *International Journal of Educational Development*, 91, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2022.102591>
- Espinosa-Borda, C., Bayona-Rodríguez, H. y Enríquez-Sierra, H. (2020). Efecto del género del docente sobre la elección de las carreras de las mujeres: evidencia para Colombia. *Documentos CEDE*, 12, 1-51. <http://hdl.handle.net/1992/41124>
- Gómez-Soler, S., Abadía-Alvarado, L. y Bernal-Nisperuza, G. (2020). Women in STEM: Does College Boost Their Performance? *Higher Education*, 79(5), 849-866. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00441-0>
- González, A. y Rica, S. de la. (2016). Gender Gaps in PISA Test Scores: The Impact of Social Norms and the Mother's Transmission of Role Attitudes. *Estudios de Economía Aplicada*, 34(1), 79-108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5313421>
- Guiso, L., Monte, F., Sapienza, P. y Zingales, L. (2008). Culture, Gender, and Math. *Science*, 320(5880), 1164-1165. <https://doi.org/10.1126/science.1154094>
- Icfes. (2019a). *¿Cómo se construye el índice de nivel socioeconómico (INSE) en el contexto de las pruebas Saber? (Saber al detalle)*. Autor.

- Icfes. (2019b). *Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11*. Autor.
- Icfes. (2019c). *Marco de referencia de la prueba de matemáticas Saber 11*. Autor.
- IDEP y Universidad de los Andes. (2021). *Producto 2: Informe IDE a nivel de instituciones educativas en Bogotá*. <https://repositorio.idep.edu.co/handle/001/2576>
- Klasen, S. (2002). Low Schooling for Girls, Slower Growth for All? Cross-Country Evidence on the Effect of Gender Inequality in Education on Economic Development. *The World Bank Economic Review*, 16(3), 345-373. <https://doi.org/10.1093/wber/lhf004>
- Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2021). *Presentación de resultados de logros de aprendizaje ERCE 2019*. <https://en.unesco.org/sites/default/files/ppt-carlos-henriquez-erce-2019-logros-de-aprendizaje.pdf.pdf>
- Meinck, S. y Brese, F. (2019). Trends in Gender Gaps: Using 20 Years of Evidence from TIMSS. *Large-scale Assessments in Education*, 7(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s40536-019-0076-3>
- Mertler, C. (2016). *Introduction to Educational Research*. Sage.
- OECD. (2015). *The ABC of Gender Equality in Education*. <https://doi.org/10.1787/9789264229945-en>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results Where all Students Can Succeed* (vol. 2). PISA & OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>
- R Core Team. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (4.2.2). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Silva-Hernández, M. (2020). *Género del profesor y calidad educativa en América Latina* (tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/1992/48550>
- Snijders, T. y Bosker, R. (2012). *Multilevel Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling*. Sage.
- Tomasevski, K. (2004). *Manual on Rights Based Education: Global Human Rights Requirements Made Simple*. Unesco. [https://www.right-to-education.org/sites/right-to-education.org/files/resource-attachments/Manual on Rights-based Education_Tomasevski_0.pdf](https://www.right-to-education.org/sites/right-to-education.org/files/resource-attachments/Manual_on_Rights-based_Education_Tomasevski_0.pdf)