

No. **60**

Enero 2019

ISSN 2215 – 7816 (En línea)

Documentos de Trabajo

Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

¿Influencian mujeres a otras mujeres?
El caso de las docentes en áreas STEM
en Bogotá

Olga Victoria Dulce Salcedo, Darío Maldonado y Fabio Sánchez

Serie Documentos de Trabajo 2019

Edición No. 60

ISSN 2215-7816 (En línea)

Edición digital

Enero de 2019

© 2019 Universidad de los Andes - Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

Carrera 1 No. 19 -27, Bloque AU

Bogotá, D.C., Colombia

Teléfonos: 3394949, ext. 2073

escueladegobierno@uniandes.edu.co

<http://egob.uniandes.edu.co>

Director Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

Eduardo Pizano de Narváez

Autores

Olga Victoria Dulce Salcedo, Darío Maldonado y Fabio Sánchez

Jefe de Mercadeo y Comunicaciones, Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

Camilo Andrés Torres Gutiérrez

Gestora Editorial, Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

Angélica María Cantor Ortiz

Gestor de Comunicaciones, Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo

Camilo Andrés Ayala Monje

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, alquiler, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital o en cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y solo serán lícitos en la medida en que cuente con la autorización previa y expresa por escrito del autor o titular. Las limitaciones y excepciones al Derecho de Autor solo serán aplicables en la medida en se den dentro de los denominados Usos Honrados (Fair Use); estén previa y expresamente establecidas; no causen un grave e injustificado perjuicio a los intereses legítimos del autor o titular; y no atenten contra la normal explotación de la obra.

¿Influencian mujeres a otras mujeres? El caso de las docentes en áreas STEM en Bogotá¹

Por: Olga Victoria Dulce Salcedo², Darío Maldonado³ y Fabio Sánchez⁴

Resumen

Tanto en Colombia como en otros países existe una subrepresentación evidente de mujeres en la escogencia de programas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Este hecho se relaciona con la existencia de brechas salariales diferenciadas por sexo que afecta negativamente a las mujeres. El objetivo de este documento es analizar la correlación entre la proporción de docentes mujeres en áreas de ciencias, tecnología y matemáticas en instituciones educativas oficiales y la matrícula en programas de educación superior en STEM en Bogotá durante el periodo 2008-2014. Se emplea un modelo de probabilidad lineal para estimar dicha correlación y se encuentra que, en promedio, tener docentes mujeres en áreas de ciencia, tecnología y matemáticas está asociado con incrementos en la probabilidad de matrícula en programas STEM para las estudiantes mujeres. Sin embargo, este efecto positivo no es suficiente para compensar la menor probabilidad que tienen las mujeres de impacto estudiar una carrera STEM.

Palabras clave: economía de educación, elección de programa postsecundario, diferencias de sexo, STEM.

Abstract

Both internationally and in Colombia, there is a salient underrepresentation of women majoring in science, technology, engineering and math (STEM). This fact is related to the differential gender pay gap that affects women. This paper analyses the correlation between the proportion of female teachers in STEM fields in high school and the enrollment in STEM majors in Bogotá during 2008-2014 by high school graduates in those schools. Using a linear probability model, the results suggest that on average, higher proportion of high school STEM female teachers is associated with a higher probability of enrollment in STEM majors. Nonetheless, this positive effect does not suffice to offset the lower probability of women's enrollment women in STEM

Key Words: Educational Economics, Career Choices, Gender Gap, STEM.

Clasificación JEL: I24, I25

¹ Agradecemos los comentarios de Luis Fernando Gamboa, Andrés Molano, Jorge Cuartas y Juan Camilo Crisanch. Así mismo a la Red Colombiana de Mujeres Científicas también le agradecemos su interés, comentarios y el espacio para socializar los resultados encontrados en esta investigación.

² Economista, Subdirección de Estadísticas, Icfes. Correo electrónico de contacto: ov.dulce86@uniandes.edu.co

³ Profesor asociado, Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo, Universidad de los Andes. Correo electrónico de contacto: dmaldonadoc@uniandes.edu.co

⁴ Profesor titular, Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Correo electrónico de contacto: fasanche@uniandes.edu.co

Tabla de contenido

1. Introducción.....	3
2. Educación STEM y sexo en Colombia.....	6
3. Datos.....	9
4. Estrategia empírica.....	16
4.1. <i>El efecto de la composición de la planta docente STEM por sexo sobre la matrícula en programas de educación superior STEM</i>	16
4.2. <i>El efecto heterogéneo según el puntaje en la prueba estandarizada en matemáticas de la composición de la planta docente STEM por sexo sobre la matrícula en programas de educación superior STEM</i>	17
4.3. <i>Endogeneidad</i>	18
5. Resultados.....	19
5.1. <i>La brecha de género en la matrícula en programas STEM y la composición por sexo de la planta docente en el bachillerato</i>	19
5.2. <i>La brecha de género en matrícula en programas STEM, la composición por sexo de la planta docente y los resultados en matemáticas de los estudiantes al finalizar el bachillerato</i>	21
6. Conclusiones.....	23
7. Anexos.....	25
Anexo 1. La decisión de escogencia de programa.....	25
Anexo 2. Descripción de los datos.....	25
Anexo 3. Gráficas de estudiantes de educación superior por sexo.....	27
Anexo 4. Estimaciones con modelo probit.....	28
Anexo 5. Estimaciones con modelo STEM sin ciencias biológicas.....	28
Anexo 6. Resultados del modelo de la sección 4.2 incluyendo el cuadro del puntaje en matemáticas.....	30
8. Referencias.....	32

1. Introducción

¿Por qué las mujeres no acceden a programas relacionados con ciencias, matemáticas y tecnología? Esta pregunta ha suscitado un gran debate económico con por lo menos dos ramificaciones. Por una parte, esta subrepresentación puede estar reflejando ausencia de oportunidades para desarrollar capacidades por parte de las mujeres. Además, en la medida en que tener un diploma en estos programas, usualmente, está asociado con mayor éxito económico esta subrepresentación puede estar contribuyendo a las distintas brechas que enfrentan las mujeres en el mercado laboral y en su propio bienestar. En un mundo globalizado y tecnológico, los programas relacionados con ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) son fundamentales para el desarrollo de conocimiento e innovación y de aumentos en productividad. Por otro lado, también puede estar asociado con un desaprovechamiento del potencial productivo femenino en investigación y desarrollo. Tercero, si esta subrepresentación está asociada con sesgos en las decisiones de las mujeres o en sesgos en su entorno podría estar implicando limitaciones a la capacidad de las mujeres de llevar a cabo lo que ellas mismas quieren hacer con sus vidas.

Desde la sociología, la psicología y la economía se han desarrollado teorías que explican la baja proporción de mujeres en áreas STEM. Se mencionan diferencias entre personas de distintos sexos en los procesos cognitivos para la resolución de problemas matemáticos y habilidades espaciales que interactúan con factores biológicos, psicológicos y ambientales (Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; Zhu, 2007), actitudes y confianza respecto a las matemáticas (Hyde, Fennema, Ryan, Frost, & Hopp, 1990), y asimetrías de información, redes sociales y modelos a seguir (Blickenstaff, 2005; Bleemer, 2016). Gran parte de la literatura explica este fenómeno desde la segunda visión, haciendo referencia a estereotipos negativos sobre la habilidad de las mujeres en matemáticas, falta de referentes femeninos en STEM y el desarrollo de roles de género sociales sobre decisiones de trayectoria profesional (Sadker & Sadker, 1994; Nixon & Robinson, 1999; Correll, 2001; Correll, 2004; Cimpian, Mu, & Erickson, 2012; Sax, Kanny, Riggers-Piehl, Whang, & Paulson, 2015; Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Valentino, 2015).

En esa línea, contar con referentes que sean modelos a seguir en STEM puede conllevar a decisiones de matrícula en programas en áreas afines. En este artículo analizamos el papel de *las docentes* de ciencia, tecnología y matemáticas en el nivel de secundaria en la decisión de matrícula de estudiantes en las áreas de STEM en educación superior. En particular, este es un grupo de docentes que fue exitoso en superar las creencias estereotípicas sobre las mujeres en matemáticas y ciencias, teniendo en cuenta que dentro de la docencia también existe división de ocupaciones por sexo (Thorton & Bicheno, 2009).

El objetivo de este documento es analizar la correlación entre la planta docente en áreas de ciencias, tecnología y matemáticas compuesta solo por mujeres y la matrícula en programas STEM de estudiantes graduados de instituciones educativas oficiales en Bogotá, Colombia, durante 2008-2014. La estrategia empírica es un modelo de probabilidad lineal que establece la relación entre la proporción de docentes mujeres en ciencias, tecnología y matemáticas de instituciones educativas oficiales en educación básica y media interactuada con el sexo del estudiante, para examinar la probabilidad de matrícula en un programa STEM.

El primer resultado es la cuantificación de la brecha entre bachilleres hombres y mujeres en la probabilidad de matricularse en programas STEM. Esta brecha es de 30 puntos porcentuales en contra de las mujeres. El segundo resultado, y el más importante, es que la composición por sexo de la planta docente STEM en la educación secundaria está correlacionado con esta brecha. Específicamente, esta disminuye a medida que la proporción de docentes mujeres en áreas STEM aumenta. Tener un incremento de dos desviaciones estándar en la proporción de docentes mujeres en STEM reduce el 10,8 % de la brecha en matrícula.

Luego de esto consideramos una hipótesis adicional: la brecha por sexo y su correlación con la composición del género de la planta docente varía con los resultados en matemáticas en pruebas estandarizadas que obtienen los estudiantes. El resultado es que, primero, la brecha en matrícula entre hombres y mujeres en STEM es mayor en la medida en que se obtienen puntajes más altos. Segundo, la correlación entre el puntaje en la prueba de matemáticas y la probabilidad de matrícula en STEM es diferente para hombres y mujeres. Tercero, no encontramos que la exposición a las docentes mujeres STEM cambie el comportamiento de la

brecha en matrícula STEM según el resultado en el componente de matemáticas de la prueba Saber 11, incluso cuando se considera una no linealidad en la relación.

En esta investigación reportamos resultados cuantitativos del análisis de la relación entre el sexo de los docentes en áreas STEM en el contexto de la educación media en Colombia. Nuestros resultados contribuyen a la literatura de varias formas. Primero, se ha encontrado que las creencias de sexo sesgadas a favor de los hombres en matemáticas pueden tergiversar las autoevaluaciones que hacen las mujeres de sus competencias en matemáticas y, por tanto, influir en las aspiraciones de estudio postsecundario (Zeldin & Pajares, 2000; Bandura, Barbaranelli, Caprara, & Pastorelli, 2001; Correll, 2001; Correll, 2004). Nuestro trabajo sugiere que la exposición de las estudiantes mujeres a profesoras mujeres en el área de STEM puede ser un factor relevante para acercar a las mujeres a la ciencia. Esto permite plantear la hipótesis de que la exposición a profesoras STEM en el bachillerato puede ayudar a cambiar percepciones erradas que pueden estar detrás de la subrepresentación de mujeres en programas STEM. En esta medida nuestra investigación añade a trabajos como los de Fennema & Peterson (1985), Canes & Rosen (1995), Correll (2001), o Allana, Asad, & Sherali (2010) que indican, en otros contextos, que las mujeres docentes de áreas STEM pueden generar un ambiente más cómodo en el aprendizaje en matemáticas y ciencias para las estudiantes, y con ello reducir la inconsistencia de identidad con el sexo femenino asociada al logro en matemáticas y la amenaza de estereotipo⁵ que se ha identificado en la literatura.

Segundo, los trabajos sobre el análisis del sexo del docente se han concentrado principalmente en el entorno universitario y sus resultados son mixtos (Canes & Rosen, 1995; Hoffman & Oreopoulos, 2009; Carrell, Page, & West, 2010). Los trabajos de este tipo en el entorno de educación media son más escasos y abordan el logro y la deserción. Por ejemplo, Winters, Haight, Swaim y Pieckerin (2013) encuentran un efecto positivo de tener una mayor proporción de docentes mujeres en el colegio sobre deserción en secundaria y media en las mujeres y logro escolar. Para el caso de Colombia, Londoño, Gamboa, Maldonado, y Sánchez (2017) encuentran que este logro escolar se traduce en efectos positivos para los estudiantes en puntajes de matemáticas y en la deserción. Finalmente, Nixon y Robinson

⁵ Las mujeres pueden internalizar los estereotipos como explicaciones de su comportamiento (Steele, 1997).

(1999) encuentran que una alta proporción de docentes mujeres en las instituciones educativas aumenta las probabilidades de graduación secundaria, ingreso y graduación de educación superior.

Tercero, las investigaciones sobre la subrepresentación de mujeres en STEM se han desarrollado principalmente en Estados Unidos y Europa, y han tenido un enfoque cualitativo. En nuestra revisión solo encontramos una investigación sobre el efecto del sexo del docente en instituciones educativas en la matrícula en programas STEM (Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Valentino, 2015), que se realizó con datos de Carolina del Norte, Estados Unidos, y encuentran un efecto positivo sobre la probabilidad de graduarse en programas como ciencias físicas, ingeniería o matemáticas (PSEM, por sus siglas en inglés).

La presente investigación brinda evidencia cuantitativa sobre estudios de género en STEM para el caso de Bogotá, Colombia, y se enmarca en la agenda de la calidad de la educación. Hasta donde se conoce, esta es la primera evidencia cuantitativa en países latinoamericanos sobre la correlación existente entre las docentes mujeres en áreas STEM y la matrícula en programas en áreas STEM de estudiantes mujeres.

El presente documento se divide en seis secciones, la primera es esta introducción. La segunda sección contextualiza el STEM en Colombia. La sección 3 presenta los datos y las estadísticas descriptivas. La sección 4 describe la metodología. La quinta analiza los resultados. Finalmente, la sección 6 concluye.

2. Educación STEM y sexo en Colombia

En Colombia, al igual que en los países de América Latina, existen brechas en contra de las mujeres en los resultados en las pruebas estandarizadas de matemáticas y ciencias. Según las pruebas PISA 2015, en Colombia las brechas –aunque cada vez menores– en matemáticas se están cerrando por del mejor desempeño que están teniendo las estudiantes, pero las brechas en ciencias se mantienen constantes (ICFES, 2016). Con respecto a la expectativa de programas relacionados con ciencias para las estudiantes, la proporción en Colombia corresponde al 42 %, superior a las cifras reportadas en Chile (39 %), Uruguay (32 %),

México (36 %), Perú (35 %) y el promedio de la OCDE (24 %), con un valor similar que en Brasil (OCDE, 2016).

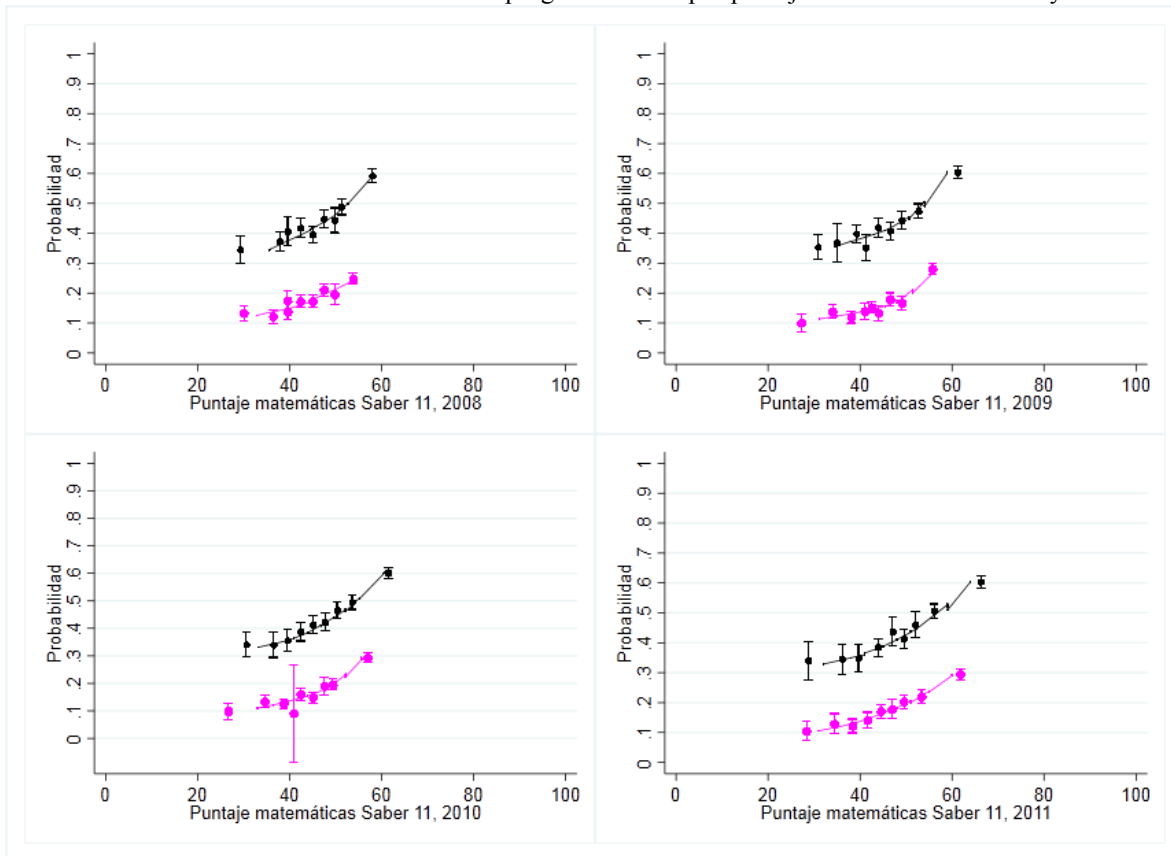
Junto a ello se identifica un problema de desigualdad de género en el mercado laboral. Este hecho se refleja en la existencia de una brecha salarial entre hombres y mujeres, que si bien ha disminuido no desaparece (American Association of University Women, 2016; Oficina Internacional del Trabajo, 2015). Para el caso colombiano, la brecha salarial diferenciada por género presenta una tendencia creciente: en 2012 se ubicó en 13 %, en 2013 aumentó a 14 % y en 2014 correspondió al 14,2 % (Ministerio de Educación Nacional, 2015). Esta brecha se relaciona con la decisión de escogencia de carrera diferencial entre hombres y mujeres. En particular, a la baja proporción de mujeres en carreras de ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) que son las mejor remuneradas en el mercado laboral (Weinberger, 1999; OECD, Closing the Gender Gap: Act Now, 2012; Observatorio Laboral para la Educación, 2015).

A la vez, son las estudiantes mujeres quienes representan la mayoría de graduados de educación media en el país (García, Maldonado, & Jaramillo, 2016), por lo cual tienen mayores probabilidades de hacer tránsito a educación superior. Sin embargo, obtienen puntajes más bajos en pruebas estandarizadas en matemáticas que los hombres. Una implicación negativa de esta brecha en resultados de pruebas estandarizadas en matemáticas es que una menor cantidad de mujeres opten por programas con alto énfasis en ciencias y matemáticas (Aguar, Gutiérrez, Barragán, & Villalpando, 2011; OECD, 2016). Según datos del Ministerio de Educación Nacional (2015), de las 2.642.709 titulaciones reportadas por las instituciones de educación superior en el país entre 2001 y 2013 tan solo 35 % de las mujeres participó en programas de ciencias básicas como matemáticas, estadística y afines; 23 % en el núcleo de física; y 54 % en el núcleo de química y afines. En contraste, 65 % de los hombres participó en programas de ingeniería, geología y afines, y 63 % en zootecnia.

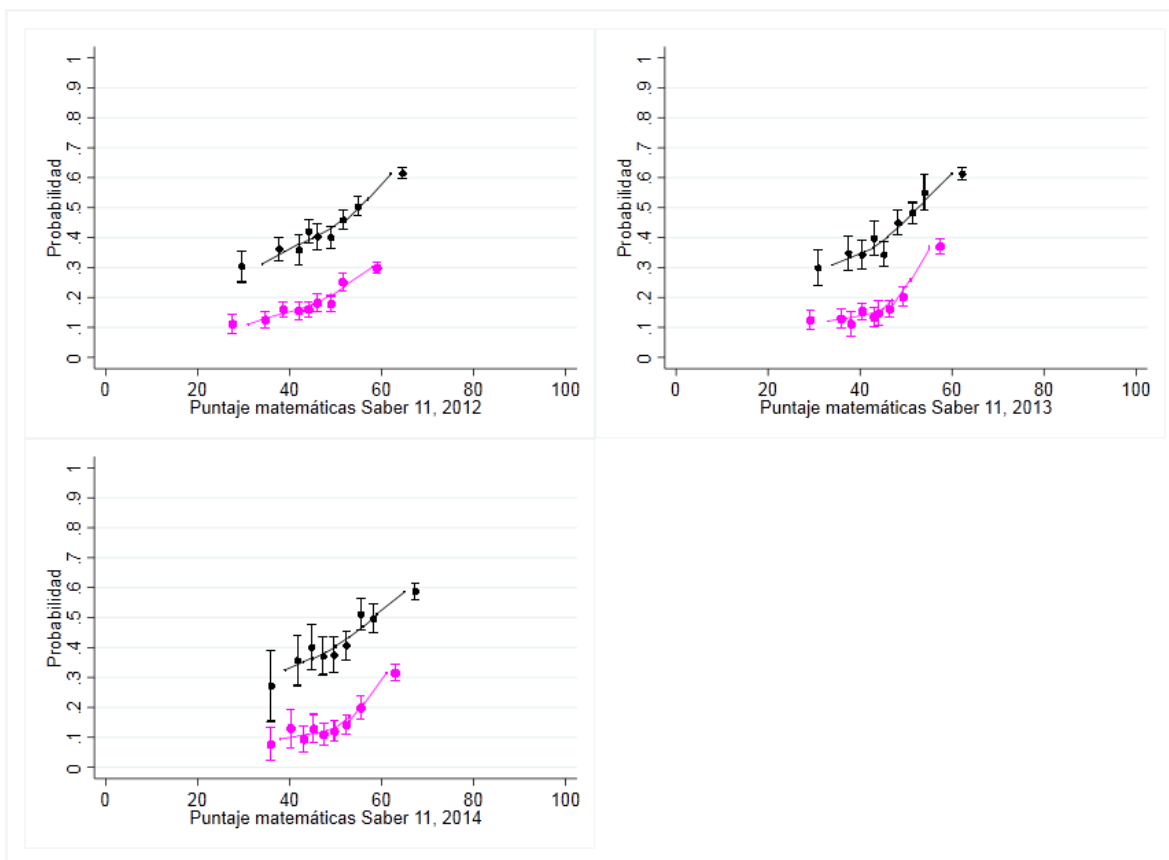
La brecha entre hombres y mujeres en la matrícula en programas STEM se mantiene a lo largo de toda la distribución de puntajes en pruebas estandarizadas en matemáticas. Al examinar la matrícula en programas STEM en Bogotá con respecto al puntaje obtenido en el componente

de matemáticas de la prueba nacional estandarizada Saber 11 se observa que existe una brecha por sexo que se mantiene a lo largo de la distribución del puntaje (ver gráfica 1). Así, en promedio, la brecha entre hombres y mujeres se mantiene a lo largo de toda la distribución de la prueba Saber 11, incluso en aquellos deciles más altos. Llama la atención que un estudiante hombre que se ubica en los deciles más bajos de la prueba tiene la misma probabilidad de entrar a programas STEM que una estudiante mujer que se ubica en el decil más alto de la prueba⁶.

Gráfica 1. Probabilidad de matrícula en programas STEM por puntaje matemáticas Saber11 y sexo



⁶ La vinculación de los estudiantes a áreas STEM ha sido reconocida por parte del Gobierno colombiano como uno de los retos de política (ver, por ejemplo, Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018). Sin ello la inversión en educación especializada como maestrías y doctorados en ciencias, tecnología e informática (CTI) y tecnologías de la información (IT)⁶ estaría siendo desperdiciada por cuestiones de demanda. En la misma línea, organizaciones como Red Colombiana de Mujeres Científicas, el programa Pequeños Científicos y la ONG Geek Girls Latam buscan acercar las ciencias y las matemáticas a los jóvenes y niños, y mejorar prácticas pedagógicas en la enseñanza de estas áreas, en particular haciendo hincapié en la participación de mujeres en STEM.



Fuente: cálculos de los autores con base en resultados de la prueba Saber 11 y SPADIES.

Nota: cada punto es la probabilidad condicional de elegir programas STEM para un decil de la prueba de matemáticas Saber 11 durante ese año. Los moños son intervalos de confianza al 95 %. No se incluyen controles. El color negro corresponde a estudiantes hombres y el rosado a estudiantes mujeres.

3. Datos

La base de datos consta de 103.092 observaciones y contiene características observables para el universo de estudiantes de instituciones educativas públicas en Bogotá que presentaron el examen de Estado Saber 11 y se inscribieron a algún programa académico en una institución de educación superior en el país entre 2008-2014. La base de datos permite conocer el colegio en el que cada estudiante finalizó la educación media, así como características del colegio, entre la que está la composición por sexo de la planta docente. También permite saber en qué programa de educación superior se matriculó la estudiante.

Para construir la base se emplean tres fuentes de datos administrativos nacionales del sector educativo colombiano⁷. La primera base contiene la información de todos los bachilleres que entraron a educación superior y permite saber el programa y la universidad en la que cada uno de ellos está. Con la información del nombre del programa al que se inscribió cada estudiante se construye la variable STEM usando la clasificación de la National Science Foundation Program (2011), en donde se incluye como STEM los programas que están dentro de las áreas de ingeniería, ciencias físicas, ciencias de la tierra, atmósfera y oceánicas, ciencias computacionales, matemáticas, ciencias biológicas y agricultura (Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Valentino, 2015).

La segunda, contiene la información de todos los estudiantes de educación secundaria del país y permite conocer el colegio en que están y algunas características de estos colegios; una de estas características es la composición por género de la planta docente del colegio. La tercera contiene los resultados de los graduados de educación secundaria en el examen estandarizado nacional: Saber 11; además, el resultado en la prueba permite conocer las características sociodemográficas de cada estudiante que la presenta. Estas tres bases se unieron usando los identificadores individuales.

En las tablas 1 y 2 se presentan estadísticas descriptivas de docentes agrupadas por establecimiento educativo y área de enseñanza. La tabla 1 muestra las diferencias entre los docentes por sexo de las áreas STEM con la población de docentes la tabla 2 muestra las diferencias entre los docentes de ciencias, matemáticas y tecnología. Se evidencia que la media de las proporciones en los distintos colegios por año de docentes mujeres es menor en áreas STEM respecto a la media de los docentes de áreas de lenguaje, ciencias sociales y artes, y de la media del total de docentes. La proporción de docentes mujeres en STEM corresponde a 52,2 %, mientras que para docentes de otras áreas⁸ es de 61,2 %. Dentro de las áreas STEM, la proporción de docentes mujeres en ciencias es de 59,9 %, y para matemáticas y tecnología

⁷ Las bases R166 anexo 3A y 5A SPADIES del Ministerio de Educación Nacional y Saber 11 del ICFES. El anexo 2 presenta una descripción ampliada de los datos empleados.

⁸ Siguiendo los lineamientos de las áreas obligatorias y fundamentales contempladas en la Ley 115 de 1994 se agrupan las áreas del conocimiento por núcleos básicos. Para los fines de esta investigación, se agrupan en área STEM las áreas de ciencias naturales, matemáticas y tecnología e informática, y se entienden por áreas no STEM ciencias sociales, educación artística y física, humanidades y lenguaje, ética y valores, religión y educación especial.

e informática es de 52,3 % y 59 %, respectivamente. En promedio, existe una diferencia significativa en años de experiencia entre las docentes mujeres en STEM (12 años) respecto a sus pares hombres en STEM (10 años). Adicionalmente, estas docentes tienen menor proporción de vinculación permanente⁹ en establecimientos educativos (88 %) respecto a los docentes hombres (90 %) y se rigen en menor proporción bajo el nuevo estatuto (47 %) respecto a los docentes hombres (57 %). Dentro de las áreas STEM se observa en el área de matemáticas que las docentes mujeres tienen una proporción promedio mayor de estudios de posgrado (17 %) que los docentes hombres (10 %).

Para los estudiantes se observa que la proporción de estudiantes que ingresan a educación superior condicional en haber presentado la prueba Saber 11 durante el periodo de análisis es igual entre sexos; sin embargo, una mayor proporción de mujeres presenta la prueba Saber 11 (ver anexo 4, gráficas 2 y 3). En cuanto a las características socioeconómicas se evidencia que los hombres y las mujeres que eligen programas STEM tienen características diferentes. Los estudiantes hombres tienen puntajes más altos en pruebas Saber 11 que las estudiantes, además es mayor la proporción de las estudiantes cuyos padres y madres tienen educación secundaria, y hay una mayor cantidad de estudiantes mujeres que pertenecen a familias de estrato 1 que hombres en este tipo de familias (tabla 3). Al interior de programas STEM sin incluir ciencias biológicas, hay la diferencia del resultado en la prueba Saber 11 en el componente de matemáticas entre mujeres y hombres es estadísticamente significativa y a favor de los hombres (tabla 4).

⁹ Se entiende vinculación permanente como tipo de vinculación con nombramiento en propiedad o nombramiento en periodo de prueba.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas docentes por área de enseñanza

Variables	Total docentes				Docentes STEM				Docentes Otros			
	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia
Docentes mujeres	57,6% (0,104)				52,2% (0,146)				61,2% (0,121)			
Experiencia	10,7 (5,507)	11,5 (6,020)	9,5 (5,235)	1,961***	11,0 (6,034)	12,0 (6,703)	9,8 (6,137)	2,197***	10,4 (5,396)	11,1 (5,949)	9,3 (5,210)	1,825***
Edad docente	43,7 (4,809)	44,0 (5,250)	43,2 (4,726)	0,842 ***	43,5 (5,284)	43,6 (5,950)	43,2 (5,621)	0,338***	43,7 (4,862)	44,2 (5,281)	43,0 (5,166)	1,195***
Vinculación permanente	87,8% (0,159)	87,0% (0,170)	88,9% (0,161)	-0,019***	88,9% (0,161)	88,0% (0,185)	89,8% (0,171)	-0,018***	87,1% (0,170)	86,5% (0,184)	88,0% (0,187)	-0,015***
Bachillerato	0,2% (0,008)	0,0% (0,010)	0,2% (0,015)	-0,002***	0,2% (0,013)	0,1% (0,012)	0,2% (0,016)	-0,001***	0,2% (0,010)	0,2% (0,010)	0,5% (0,046)	-0,003***
Normalista	0,3% (0,010)	0,0% (0,010)	0,4% (0,015)	-0,004***	0,3% (0,016)	0,4% (0,025)	0,3% (0,016)	0,001***	0,3% (0,013)	0,2% (0,014)	0,5% (0,024)	-0,003***
Técnico o tecnólogo	0,5% (0,016)	0,0% (0,020)	0,7% (0,027)	-0,007***	0,5% (0,021)	0,4% (0,026)	0,5% (0,032)	-0,001***	0,5% (0,018)	0,4% (0,022)	0,7% (0,034)	-0,003***
Licenciado	80,2% (0,100)	82,0% (0,120)	77,1% (0,134)	0,049***	75,9% (0,146)	78,6% (0,163)	73,0% (0,195)	0,056***	82,8% (0,112)	83,9% (0,136)	79,9% (0,168)	0,034***
Profesional no licenciado	9,3% (0,071)	7,0% (0,080)	12,3% (0,110)	-0,053***	12,1% (0,112)	9,2% (0,120)	14,8% (0,163)	-0,056***	7,5% (0,076)	6,1% (0,082)	10,4% (0,130)	-0,043***
Posgrado	9,6% (0,079)	10,0% (0,090)	9,3% (0,089)	0,007***	11,1% (0,105)	11,2% (0,123)	11,2% (0,137)	0,000	8,7% (0,087)	9,2% (0,112)	8,0% (0,103)	0,012***
Estatuto nuevo	51,2% (0,275)	47,0% (0,290)	56,7% (0,272)	-0,097***	51,1% (0,294)	46,6% (0,318)	56,8% (0,298)	-0,102***	51,4% (0,277)	48,3% (0,294)	56,1% (0,290)	-0,078***
Número docentes	101.949	58.686	43.263		41.372	21.321	20.051		60.577	37.365	56.841	

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Las estadísticas descriptivas corresponden a toda la base de datos de docentes en Bogotá, antes de pegarlos con la base de datos consolidada. Estos promedios se calculan con base en el anexo 5A de la resolución 166 del Ministerio de Educación Nacional durante el periodo 2008-2014. Los docentes STEM enseñan las áreas de ciencias naturales, matemáticas y tecnología e informática, y los docentes no STEM enseñan las áreas de ciencias sociales, educación artística y física, humanidades y lenguaje, ética y valores, religión y educación especial.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas docentes en STEM

Variables	Docentes ciencias				Docentes matemáticas				Docentes tecnología			
	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia	Total docentes	Docentes mujeres	Docentes hombres	Diferencia
Docentes mujeres	59,9% (0,187)				52,3% (0,221)				59,0% (0,270)			
Experiencia	11,6 (6,493)	12,4 (7,483)	10,4 (7,046)	2,011***	10,7 (7,293)	11,3 (8,483)	10,3 (7,989)	0,999***	10,1 (7,110)	13,1 (9,355)	8,0 (5,840)	5,062***
Edad docente	44,2 (5,866)	44,3 (6,600)	44,2 (6,930)	0,117	43,2 (6,751)	42,7 (7,639)	43,2 (7,846)	-0,507***	42,4 (6,512)	44,3 (8,231)	40,9 (5,810)	3,499***
Vinculación permanente	87,4% (0,196)	85,4% (0,241)	90,2% (0,191)	-0,048***	89,7% (0,191)	91,0% (0,910)	88,6% (0,224)	0,024**	92,7% (0,164)	90,6% (0,211)	95,0% (0,160)	-0,044***
Bachillerato	0,2% (0,016)	0,2% (0,019)	0,2% (0,018)	0,000	0,1% (0,020)	0,0% (0,000)	0,2% (0,027)	-0,002***	0,0% (0,000)	0,0% (0,000)	0,0% (0,000)	0,000
Normalista	0,1% (0,011)	0,2% (0,020)	0,1% (0,014)	0,001***	0,2% (0,021)	1,0% (0,088)	0,1% (0,010)	0,009***	0,6% (0,037)	0,9% (0,054)	1,0% (0,040)	-0,001
Técnico o tecnólogo	0,4% (0,030)	0,1% (0,020)	0,6% (0,074)	-0,005***	0,1% (0,014)	0,4% (0,033)	0,0% -	0,004***	0,5% (0,037)	0,0% (0,000)	1,0% (0,050)	-0,010***
Licenciado	79,4% (0,174)	79,1% (0,219)	77,3% (0,252)	0,018***	77,7% (0,227)	79,8% (0,256)	74,1% (0,297)	0,057***	64,3% (0,309)	63,0% (0,391)	63,0% (0,360)	0,000
Profesional no licenciado	8,8% (0,126)	8,2% (0,164)	10,7% (0,185)	-0,025***	11,9% (0,176)	25,6% (0,094)	15,8% (0,255)	0,098***	18,6% (0,237)	19,7% (0,327)	20,0% (0,310)	-0,003
Posgrado	11,2% (0,128)	10,0% (0,090)	11,0% (0,187)	-0,010***	9,8% (0,152)	18,6% (0,186)	9,7% (0,193)	0,089***	16,0% (0,244)	16,4% (0,288)	16,0% (0,260)	0,004
Estatuto nuevo	48,7% (0,313)	47,0% (0,290)	52,8% (0,339)	-0,058***	51,1% (0,343)	48,1% (0,396)	54,0% (0,358)	-0,059***	55,9% (0,376)	44,2% (0,432)	66,0% (0,370)	-0,218***
Número docentes	20.639	11.903	8.736		12.933	5.992	6.941		7.800	3.426	4.374	

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Las estadísticas descriptivas corresponden a toda la base de datos de docentes en Bogotá, antes de pegarlos con la base de datos consolidada. Estos promedios se calculan con base en el anexo 5A de la resolución 166 del Ministerio de Educación Nacional durante el periodo 2008-2015. Los docentes de ciencias enseñan las áreas de biología, física y química.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas estudiantes STEM

Variables	STEM			NO STEM		
	Hombres	Mujeres	Diferencia	Hombres	Mujeres	Diferencia
Puntaje total Saber 11 estandarizado	85,9% (0,824)	77,7% (0,836)	0.082***	59,1% (0,878)	39,9% (0,881)	0.191***
Puntaje matemáticas Saber 11 estandarizado	80,2% (1,039)	52,5% (0,968)	0.277***	41,9% (0,948)	13,0% (0,875)	0.289***
Trabaja estudiando	8,1% (0,272)	5,1% (0,220)	0.029***	9,3% (0,290)	5,5% (0,228)	0.038***
Primera generación en ir a la universidad	65,3% (0,476)	64,4% (0,479)	0.010	66,6% (0,472)	67,7% (0,467)	-0.012**
Número personas en el hogar	4,80 (1,816)	4,81 (1,753)	-0.013	4,79 (1,850)	4,85 (1,847)	-0.054***
Estrato 1	9,9% (0,298)	10,9% (0,311)	-0.010**	9,4% (0,291)	10,3% (0,304)	-0.010***
Estrato 2	51,9% (0,500)	52,5% (0,499)	-0.005	51,2% (0,500)	53,6% (0,499)	-0.024***
Estrato 3	36,7% (0,482)	35,3% (0,478)	0.015**	37,8% (0,485)	34,7% (0,476)	0.031***
Estrato 4	1,3% (0,112)	1,2% (0,110)	0.000	1,4% (0,119)	1,1% (0,106)	0.003***
Estrato 5	0,1% (0,034)	0,1% (0,033)	0.000	0,1% (0,037)	0,1% (0,038)	-0.000
Sisben 1	16,9% (0,375)	17,5% (0,380)	-0.006	15,8% (0,365)	17,1% (0,376)	-0.013***
Sisben 2	29,8% (0,457)	31,3% (0,464)	-0.015**	29,8% (0,458)	32,1% (0,467)	-0.022***
Sisben 3	9,4% (0,292)	9,4% (0,292)	-0.000	8,7% (0,282)	8,7% (0,282)	0.000
Sisben otro	1,2% (0,110)	1,0% (0,099)	0.002*	1,5% (0,123)	1,2% (0,110)	0.003***
Sisben no clasificado	42,7% (0,495)	40,8% (0,491)	0.019**	44,1% (0,496)	41,0% (0,492)	0.031***
Nivel educativo madre primaria	22,4% (0,417)	23,7% (0,426)	-0.013**	22,6% (0,418)	25,7% (0,437)	-0.031***
Nivel educativo madre secundaria	56,4% (0,496)	53,5% (0,499)	0.029***	56,3% (0,496)	53,8% (0,499)	0.025***
Nivel educativo madre técnico/tecnólogo	12,4% (0,329)	14,4% (0,351)	-0.020***	12,4% (0,329)	13,1% (0,337)	-0.007**
Nivel educativo madre superior o posgrado	8,5% (0,279)	8,2% (0,275)	0.003	8,4% (0,278)	7,1% (0,257)	0.013***
Nivel educativo madre primaria	27,1% (0,445)	29,8% (0,457)	-0.027***	27,8% (0,448)	31,6% (0,465)	-0.038***
Nivel educativo madre secundaria	51,4% (0,500)	49,2% (0,500)	0.022***	52,3% (0,499)	49,9% (0,500)	0.024***
Nivel educativo madre técnico/tecnólogo	11,0% (0,313)	11,1% (0,314)	-0.001	9,7% (0,296)	9,7% (0,296)	-0.000
Nivel educativo madre superior o posgrado	9,5% (0,294)	9,1% (0,287)	0.005	9,0% (0,287)	7,9% (0,270)	0.011***
Proporción mujeres en el colegio	48,4% (0,034)	48,9% (0,031)	-0.006***	48,5% (0,032)	49,0% (0,028)	-0.005***
Proporción deserción en grado 11	6,1% (0,027)	6,1% (0,027)	0.000	6,1% (0,027)	6,1% (0,026)	0.001**
Colegio con carácter académico	75,8% (0,428)	76,8% (0,422)	-0.010	78,0% (0,415)	79,2% (0,406)	-0.013***
Colegio con carácter académico-técnico	13,9% (0,346)	12,9% (0,335)	0.010**	13,0% (0,336)	11,6% (0,320)	0.014***
Colegio con carácter técnico	10,2% (0,303)	10,3% (0,304)	-0.001	9,0% (0,287)	9,2% (0,289)	-0.001
Jornada colegio completa	0,8% (0,091)	1,4% (0,115)	-0.005***	0,9% (0,095)	1,3% (0,114)	-0.004***
Jornada colegio mañana	58,3% (0,493)	58,7% (0,492)	-0.004	57,8% (0,494)	57,5% (0,494)	0.003
Jornada colegio tarde	40,9% (0,492)	40,0% (0,490)	0.009	41,3% (0,492)	41,2% (0,492)	0.001
Observaciones totales	23.704	10.404		26.361	42.623	

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Todas las estadísticas se calculan con la base de datos consolidada que corresponde a estudiantes inscritos en algún programa de educación superior, condicionado a haber presentado la prueba Saber 11 durante el periodo 2008-2014. Se consideran estudiantes STEM aquellos inscritos en programas de ingeniería, ciencias físicas, ciencias biológicas, agricultura, ciencias de la tierra, atmosférica y oceánicas, ciencias computacionales, matemáticas, y estudiantes no STEM aquellos inscritos en otros programas.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas estudiantes STEM

Variables	STEM sin ciencias biológicas			Ciencias biológicas		
	Hombres	Mujeres	Diferencia	Hombres	Mujeres	Diferencia
Puntaje total Saber 11 estandarizado	85,5% (0,825)	75,3% (0,843)	0.102***	103,3% (0,747)	104,5% (0,705)	-0.013
Puntaje matemáticas Saber 11 estandarizado	80,3% (1,041)	51,6% (0,978)	0.286***	76,4% (0,949)	62,3% (0,848)	0.142**
Trabaja estudiando	8,1% (0,272)	5,2% (0,222)	0.029***	8,8% (0,283)	4,4% (0,204)	0.044**
Primera generación en ir a la universidad	65,4% (0,476)	64,7% (0,478)	0.007	60,5% (0,489)	60,3% (0,490)	0.002
Número personas en el hogar	479,7% (1,814)	482,0% (1,749)	-0.023	492,5% (1,934)	473,0% (1,794)	0.194
Estrato 1	9,8% (0,297)	11,0% (0,313)	-0.012**	11,9% (0,324)	9,3% (0,291)	0.026
Estrato 2	52,1% (0,500)	52,5% (0,499)	-0.004	46,4% (0,499)	52,1% (0,500)	-0.057*
Estrato 3	36,7% (0,482)	35,1% (0,477)	0.016**	40,9% (0,492)	37,6% (0,485)	0.033
Estrato 4	1,3% (0,113)	1,3% (0,112)	0.000	0,6% (0,077)	0,8% (0,091)	-0.002
Estrato 5	0,1% (0,034)	0,1% (0,032)	0.000	0,2% (0,045)	0,1% (0,034)	0.001
Sisben 1	16,9% (0,375)	17,7% (0,381)	-0.008	18,1% (0,385)	15,2% (0,360)	0.028
Sisben 2	29,8% (0,457)	31,4% (0,464)	-0.016**	28,4% (0,451)	30,4% (0,460)	-0.020
Sisben 3	9,4% (0,291)	9,3% (0,291)	0.000	10,9% (0,312)	10,5% (0,307)	0.004
Sisben otro	1,3% (0,111)	0,9% (0,096)	0.003*	0,4% (0,063)	1,5% (0,123)	-0.011*
Sisben no clasificado	42,7% (0,495)	40,7% (0,491)	0.020***	42,3% (0,494)	42,3% (0,494)	-0.001
Nivel educativo madre primaria	22,5% (0,417)	24,1% (0,427)	-0.016**	21,9% (0,414)	20,3% (0,403)	0.016
Nivel educativo madre secundaria	56,5% (0,496)	53,6% (0,499)	0.029***	54,0% (0,499)	53,3% (0,499)	0.007
Nivel educativo madre técnico/tecnólogo	12,4% (0,329)	14,3% (0,350)	-0.019***	10,8% (0,310)	15,6% (0,363)	-0.048**
Nivel educativo madre superior o posgrado	8,4% (0,277)	8,0% (0,271)	0.004	12,9% (0,336)	10,7% (0,309)	0.022
Nivel educativo madre primaria	27,1% (0,445)	30,2% (0,459)	-0.030***	27,4% (0,447)	25,9% (0,438)	0.015
Nivel educativo madre secundaria	51,5% (0,500)	49,2% (0,500)	0.023***	47,1% (0,500)	49,9% (0,500)	-0.028
Nivel educativo madre técnico/tecnólogo	11,0% (0,313)	11,1% (0,314)	-0.001	12,1% (0,327)	11,7% (0,322)	0.004
Nivel educativo madre superior o posgrado	9,5% (0,293)	8,9% (0,285)	0.006	11,9% (0,324)	11,2% (0,315)	0.007
Proporción mujeres en el colegio	48,4% (0,034)	48,9% (0,031)	-0.005***	48,5% (0,032)	49,0% (0,029)	-0.005**
Proporción deserción en grado 11	6,1% (0,027)	6,1% (0,027)	0.000	6,2% (0,028)	6,4% (0,027)	-0.001
Colegio con carácter académico	75,9% (0,428)	77,1% (0,420)	-0.012*	75,0% (0,433)	74,1% (0,438)	0.009
Colegio con carácter académico-técnico	13,9% (0,346)	12,8% (0,334)	0.011**	16,1% (0,368)	13,8% (0,346)	0.022
Colegio con carácter técnico	10,2% (0,303)	10,1% (0,302)	0.001	8,9% (0,285)	12,1% (0,326)	-0.031
Jornada colegio completa	0,8% (0,091)	1,3% (0,111)	-0.004**	0,6% (0,077)	2,4% (0,152)	-0.018**
Jornada colegio mañana	58,1% (0,493)	58,5% (0,493)	-0.003	65,7% (0,475)	61,1% (0,488)	0.046
Jornada colegio tarde	41,1% (0,492)	40,3% (0,491)	0.008	33,7% (0,473)	36,5% (0,482)	-0.028
Observaciones totales	23.200		9.558	504		846

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Todas las estadísticas se calculan con la base de datos consolidada que corresponde a estudiantes inscritos en algún programa de educación superior, condicionado a haber presentado la prueba Saber 11 durante el periodo 2008-2014. Se consideran estudiantes STEM aquellos inscritos en programas de ingeniería, ciencias físicas, ciencias de la tierra, atmosférica y oceánicas, ciencias computacionales, matemáticas, y estudiantes de ciencias biológicas son aquellos inscritos en programas de ciencias biológicas y agricultura.

Adicionalmente, para los estudiantes de la base de datos consolidada se observa que hay una proporción mayor de estudiantes hombres que se matriculan en programas STEM en cada uno de los periodos analizados. Sin embargo, en programas de ciencias biológicas y no STEM es mayor la matrícula de estudiantes mujeres, a excepción del periodo 2008 en programas no STEM (tabla 5).

Tabla 5. Estudiantes por tipo de programa, sexo y año

Año	STEM			Ciencias biológicas			No STEM			Total
	Mujer	Hombre	Total obs.	Mujer	Hombre	Total obs.	Mujer	Hombre	Total obs.	
2008	25,0%	75,0%	12	-	-	-	40,0%	60,0%	10	22
2009	27,5%	72,5%	3.007	57,0%	43,0%	128	62,5%	37,5%	5.150	8.285
2010	29,2%	70,8%	3.808	58,6%	41,4%	169	61,6%	38,4%	7.511	11.488
2011	28,5%	71,5%	4.921	62,8%	37,2%	223	61,6%	38,4%	10.636	15.780
2012	29,1%	70,9%	5.453	71,4%	28,6%	220	61,3%	38,7%	11.364	17.037
2013	29,4%	70,6%	6.188	63,2%	36,8%	242	62,1%	37,9%	12.762	19.192
2014	30,4%	69,6%	5.631	60,9%	39,1%	233	61,6%	38,4%	12.582	18.446
2015	29,2%	70,8%	3.738	60,7%	39,3%	135	62,3%	37,7%	8.969	12.842
Observaciones	9.558	23.200	32.758	846	504	1.350	42.623	26.361	68.984	103.092

Fuente: cálculos de los autores.

4. Estrategia empírica

Para el análisis se emplean modelos de probabilidad lineal que permiten estimar la correlación de un cuerpo docente en áreas de ciencias, tecnología y matemáticas compuesto por mujeres sobre la matrícula en programas STEM.

4.1. El efecto de la composición de la planta docente STEM por sexo sobre la matrícula en programas de educación superior STEM

El modelo base para analizar el efecto de tener docentes mujeres en STEM para las estudiantes sobre la matrícula en programas STEM aparece en la siguiente ecuación:

$$STEM_{is} = \beta_0 + \beta_1 Mujer_i + \beta_2 \% Docentes mujer STEM_s + \beta_3 Mujer_i * \% Docentes mujer STEM_s + \delta X_{is} + \alpha_s + \varepsilon_{is} \quad (1)$$

Donde $STEM_{is}$ es una variable dicótoma que toma el valor de 1 si el estudiante i de la institución educativa s elige un programa STEM y cero si accede programas no STEM. $Mujer_i$ es una variable dicótoma que toma el valor de 1 si la estudiante i del colegio s es mujer; $\% Docentes mujer STEM_s$ es la proporción de docentes mujeres de ciencias, matemáticas y

tecnología e informática en el colegio s . X_{is} es un vector de controles de las características observables de los estudiantes y docentes. α_s es el término de efectos fijos por colegio s . ε_{is} es el componente de error estimado por clusters a nivel de colegio. Todas las regresiones se estiman con efectos fijos de tiempo, que permite controlar las diferencias promedio no observadas de la matrícula en programas STEM durante el periodo 2008-2014.

En este modelo, β_1 es la estimación de la brecha entre hombres y mujeres en la matrícula en los programas de interés cuando la planta docente STEM está compuesta solo por hombres; β_2 es el efecto para todos los estudiantes de estar expuestos a una proporción de docentes mujeres en áreas STEM sobre la matrícula en programas STEM y β_3 es el efecto sobre las estudiantes mujeres de dicha exposición respecto a los estudiantes hombres. De acuerdo con esto, β_3 da cuenta de qué tan efectivas son las docentes en áreas STEM a la hora de cerrar brechas de matrícula en programas STEM entre bachilleres hombres y mujeres.

Las variables de control de estudiantes son: primera generación en ingresar a educación superior, número de personas en el hogar, estrato socioeconómico, puntaje estandarizado en el componente de matemáticas de Saber 11 y un indicador si es beneficiario de Sisbén¹⁰. Las variables de control de docentes son años de experiencia, edad del docente y dos variables con información sobre el tipo de contrato del docente¹¹.

4.2. El efecto heterogéneo según el puntaje en la prueba estandarizada en matemáticas de la composición de la planta docente STEM por sexo sobre la matrícula en programas de educación superior STEM

Como mostró la gráfica 1 hay una asociación positiva entre la habilidad en matemáticas, medida a través del componente en Saber 11 y la probabilidad de acceder a programas STEM. En este sentido, es pertinente analizar cómo está mediada dicha correlación por la exposición con una planta STEM femenina. Así, se estima el siguiente modelo:

¹⁰ El Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén) es un instrumento de identificación para la población de bajo nivel socioeconómico, potenciales beneficiarias del gasto social. Esta variable dicótoma indica si la familia del estudiante hace parte de la lista de dichos beneficiarios, en algún nivel de clasificación.

¹¹ La primera variable dice si el docente tiene contrato provisional o permanente. La segunda indica si su vinculación se rige por el estatuto docente nuevo (1278 de 2002) o por el antiguo (2277 de 1979); la diferencia es que los docentes que se rigen por el estatuto nuevo tienen reglas de entrada más claras y deben superar evaluaciones para sus ascensos.

$$\begin{aligned}
STEM_{is} = & \beta_0 + \beta_1 Mujer_i + \beta_2 \% Docentes mujer STEM_s + \beta_3 Mujer_i * \\
& \% Docentes mujer STEM_s + \beta_4 Matemáticas_i + \beta_5 Mujer_i * Matemáticas_i + \\
& \beta_6 \% Docentes mujer STEM_s * Matemáticas_i + \beta_7 Mujer_i * \\
& \% Docentes mujer STEM_s * Matemáticas_i + \delta \mathbf{X}_{is} + \alpha_s + \varepsilon_{is} \quad (2)
\end{aligned}$$

Este modelo es una modificación de la ecuación (1). La diferencia es que se incluye la variable *Matemáticas_i* que representa el puntaje estandarizado en el componente de matemáticas de la prueba Saber 11 del estudiante *i*. Se introduce el puntaje en la prueba de matemáticas y la interacción de esta variable con la composición de la planta docente, con el fin de analizar los efectos heterogéneos del puntaje estandarizado en matemáticas de las estudiantes cuando están expuestas a una planta docente femenina en STEM sobre la matrícula en programas STEM. La interpretación de los coeficientes β_1 , β_2 y β_3 en esta ecuación es la misma que para la ecuación (1). β_4 muestra el efecto incondicional del resultado en la prueba estandarizada en matemáticas sobre la probabilidad de matrícula en un programa STEM; β_6 muestra el efecto combinado del puntaje en matemáticas y la composición por sexo de la planta docente STEM. La variación en la brecha entre estudiantes hombres y mujeres del puntaje en matemáticas en la prueba es capturado por β_5 ; β_7 captura la variación en la brecha por el efecto combinado entre este puntaje y la composición de la planta docente. Todas las demás variables y la especificación de los errores del modelo son como las de la ecuación (1).

4.3. Endogeneidad

El análisis de la endogeneidad en el modelo plantea varios escenarios. Por un lado, se descarta un caso de causalidad inversa al no cumplirse el criterio básico de temporalidad, ya que la asignación de docentes precede la matrícula de las estudiantes graduadas de educación media en programas STEM. Por otro lado, un posible sesgo de selección se daría en la medida en que existan características de colegio, de estudiantes y de entorno que atraigan exclusivamente a las docentes mujeres STEM y no a los docentes hombres STEM. Sin embargo, tal tipo de características que lleven a ciertos tipos de instituciones educativas sería para ambos sexos. Finalmente, tampoco se piensa en una posible variable omitida que afecte tanto a la proporción de docentes como la matrícula en programas STEM; a través de los efectos fijos se controla por características asociadas a los colegios.

Así, desde el punto de vista teórico no hay razones que sugieran que los estimadores que se presentan en los modelos estén sesgados.

5. Resultados

Presentamos ahora los resultados de las estimaciones de los modelos de las ecuaciones 1 a 4. El objetivo general es determinar cómo cambia la brecha en la matrícula en programas STEM entre hombres y mujeres con la composición de género de la planta docente en la educación secundaria. Este efecto puede estar mediado por características de los estudiantes y de los docentes. En el primer caso consideramos los resultados en una prueba estandarizada en matemáticas; en el segundo caso consideramos la edad de las docentes.

Teniendo en cuenta que en la literatura se ha encontrado diferencias en la matrícula en programas en ciencias biológicas con respecto a la matrícula en programas STEM sin incluir dicha área (Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Valentino, 2015) para todas las especificaciones se estiman dos modelos: uno para programas STEM, incluyendo ciencias biológicas, y otro para programas STEM sin incluir programas relacionados con ciencias biológicas (STEM no BIO). Se encuentran resultados similares para programas STEM y programas STEM no BIO, por lo cual se presentan en esta sección los resultados de los primeros y los resultados los segundos se presentan en el anexo 6. También se hacen estimaciones usando el modelo probit pero, de nuevo, los resultados son similares así que se dejan para el anexo 5¹².

5.1. La brecha de género en la matrícula en programas STEM y la composición por sexo de la planta docente en el bachillerato

Los resultados del modelo básico (ecuación 1) se presentan en la tabla 6, las columnas difieren en las variables de control que se incluyen en cada estimación. En la columna 2 se añaden efectos fijos de colegio, en la columna 3 se añaden controles con información de estudiantes y en la columna 4 controles de docentes. Todas las especificaciones tienen efectos fijos a nivel de institución educativa y la especificación preferida es la que incluye todos los controles.

¹² Se emplea un modelo de probabilidad lineal y no un modelo probit, debido a que la naturaleza de los modelos de distribución no lineal no permite controlar por efectos fijos. En este análisis es importante tener en cuenta los efectos fijos de institución educativa, para controlar por características observables y no observables de cada establecimiento que no varían en el tiempo. Si bien se puede incumplir la hipótesis de normalidad del error, los estimadores siguen siendo insesgados óptimos (ELIO) y, por tanto, no se invalida la estimación realizada.

En las cuatro estimaciones de la ecuación (1), incluidas en la tabla 6, ser estudiante mujer está correlacionado negativamente con la probabilidad de matrícula en programas STEM (β_1). En promedio, ser mujer reduce la probabilidad de matrícula en programas STEM en 30 puntos porcentuales con una significancia estadística del 99 %. Este hallazgo es consistente con la brecha por sexo en la matrícula identificada en la gráfica 1. Esta tabla también muestra una correlación negativa entre la proporción de docentes mujeres en STEM y la matrícula en programas STEM (β_2); sin embargo, esta relación no es estadísticamente significativa.

Esta primera estimación permite pensar que si hay una relación entre la composición de género de la planta docente STEM y la entrada de los graduados a carreras STEM que está mediada por el género de los graduados. Por una parte, el coeficiente asociado a la composición por género de la planta STEM no es estadísticamente significativo, pero el coeficiente asociado a la interacción de esta variable con el género de los estudiantes sí es estadísticamente significativo. En esta medida, la estimación muestra evidencia a favor de la hipótesis principal de esta investigación, ya que las mujeres graduadas de colegios con plantas de docentes STEM predominantemente femeninas tienen una probabilidad de matricularse en programas STEM que es superior a la de las mujeres que están en colegios con plantas STEM predominantemente masculinas ($\beta_3 > 0$).

Entre los graduados de colegios que tienen una proporción de docentes mujeres en áreas STEM igual a una desviación estándar inferior a la media (37,6 %) la brecha en la probabilidad de matrícula a programas STEM es de 25,8 puntos porcentuales, mientras entre los estudiantes graduados de colegios con una proporción de docentes mujeres que es superior en una desviación estándar a la media (66,8 %) la brecha es de 23 puntos porcentuales. En otras palabras, cambiar la proporción de docentes mujeres en dos desviaciones estándar está asociado con una reducción en la brecha en entrada a programas STEM de 2,8 puntos porcentuales o de 10,8 % de la brecha. La tabla 6 muestra que la prueba de hipótesis para la suma de β_1 y β_3 es estadísticamente significativo al 1 %.

Tabla 6. Estimaciones de matrícula en programas STEM

Variables	(1) Carrera STEM	(2) Carrera STEM	(3) Carrera STEM	(4) Carrera STEM
β_1 : $Mujer_i$	-0.332*** (0.017)	-0.329*** (0.017)	-0.295*** (0.017)	-0.295*** (0.017)
β_2 : % Docente mujer $STEM_s$	-0.126*** (0.030)	-0.050 (0.039)	-0.062 (0.039)	-0.060 (0.039)
β_3 : $Mujer_i$ * % Docente mujer $STEM_s$	0.102*** (0.031)	0.099*** (0.030)	0.096*** (0.031)	0.097*** (0.031)
Constante	0.530*** (0.017)	0.397*** (0.024)	0.423*** (0.091)	0.165 (0.351)
$\beta_1 + \beta_3$	-0.230	-0.230	-0.199	-0.198
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_3 = 0$)	241.08***	260.87***	191.52***	191.91***
Observaciones	103,092	103,092	103,092	103,092
R-cuadrado	0.088	0.096	0.125	0.125
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos colegio	No	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	No	No	Sí	Sí
Controles docentes	No	No	No	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Los controles de estudiantes son el puntaje en el componente de matemáticas de la prueba Saber 11 estandarizado; una variable dicotómica que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar; la proporción de estudiantes mujeres de su establecimiento educativo; y el estrato socioeconómico. Los controles de docentes son: edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y último nivel de estudios realizados. La variable dependiente es un indicador si el estudiante eligió programas STEM.

5.2. La brecha de género en matrícula en programas STEM, la composición por sexo de la planta docente y los resultados en matemáticas de los estudiantes al finalizar el bachillerato

La tabla 7 muestra los resultados de la estimación de la ecuación 2. Como en la estimación de la ecuación 1 (tabla 6) las mujeres tienen una probabilidad más baja de entrar a estos programas que los hombres. La magnitud y significancia de los coeficientes asociados con el sexo de los estudiantes y la composición por sexo de la planta STEM de las dos estimaciones son similares. Además, en línea con los resultados de la gráfica 1 el puntaje en matemáticas está correlacionado positivamente y significativamente con la probabilidad de matrícula en programas STEM. Adicionalmente, la tabla 7 muestra que la correlación entre el puntaje en la prueba de matemáticas y la probabilidad de matricularse a programas STEM es diferente para hombres y mujeres: mientras que dos hombres cuyos puntajes en matemáticas difieren en 1 desviación estándar tienen probabilidades de matrícula en programas STEM que difieren en 10,8 puntos porcentuales (β_4); dos

mujeres que tienen puntajes que difieren en 1 desviación estándar tienen probabilidades que difieren en 7,4 puntos porcentuales ($\beta_4 + \beta_5$). Es decir que la brecha en la matrícula en programas STEM aumenta con el puntaje en la prueba de matemáticas.

Sin embargo, los coeficientes de las interacciones entre la proporción de docentes y el puntaje en matemáticas de los estudiantes (β_6 y β_7) no son significativos. Esto sugiere que tener profesoras mujeres en áreas STEM no cambia el comportamiento de la brecha en matrícula en programas STEM con respecto a los resultados en matemáticas en la prueba estandarizada. Así, tener docentes mujeres de ciencia, tecnología y matemáticas posiblemente rompa estereotipos acerca de la creencia que atribuye la habilidad en matemáticas exclusivamente a los hombres, pero el efecto no cambia con los resultados de los estudiantes en pruebas.

Como un ejercicio adicional consideramos la posibilidad de que el resultado sobre la ausencia de relación estadísticamente significativa entre la composición por sexo de la planta docente STEM, los resultados en matemáticas de los estudiantes y la probabilidad de matrícula en programas STEM se deba a una no linealidad en la relación. Para probar esta hipótesis hicimos una estimación en la que además del puntaje en matemáticas se incluye el cuadrado del mismo puntaje. Si bien algunos de los coeficientes asociados al puntaje en matemáticas al cuadrado sí son significativos, no son significativos aquellos que corresponden con las interacciones con la composición por sexo de la planta STEM. Los resultados de la estimación se muestran en el apéndice.

Tabla 7. Estimaciones de matrícula en programas STEM por el componente de matemáticas de la prueba Saber 11

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
$\beta_1: Mujer_i$	-0.281*** (0.019)	-0.279*** (0.019)	-0.280*** (0.019)	-0.280*** (0.019)
$\beta_2: \% Docente\ mujer\ STEM_s$	-0.120*** (0.033)	-0.046 (0.042)	-0.046 (0.042)	-0.044 (0.043)
$\beta_3: Mujer_i * \% Docente\ mujer\ STEM_s$	0.083** (0.035)	0.080** (0.035)	0.080** (0.035)	0.081** (0.035)
$\beta_4: Matemáticas_i$	0.108*** (0.012)	0.109*** (0.012)	0.108*** (0.012)	0.108*** (0.012)
$\beta_5: Mujer_i * Matemáticas_i$	-0.034** (0.017)	-0.034** (0.017)	-0.035** (0.017)	-0.034** (0.017)
$\beta_6: \% Docentes\ mujer\ STEM_s * Matemáticas_i$	-0.027 (0.022)	-0.030 (0.022)	-0.029 (0.022)	-0.029 (0.022)
$\beta_7: Mujer_i * Matemáticas_i * \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	0.029	0.032	0.032	0.032

	(0.031)	(0.031)	(0.031)	(0.031)
Constante	0.484***	0.363***	0.411***	0.148
	(0.018)	(0.026)	(0.092)	(0.350)
$\beta_4 + \beta_5$	0.074	0.075	0.073	0.074
F estadístico (Ho: $\beta_4 + \beta_5 = 0$)	34.17***	33.18***	32.92***	32.74***
$\beta_1 + \beta_5$	-0.315	-0.313	-0.315	-0.314
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_5 = 0$)	263.19***	265.26***	267.10***	266.71***
$\beta_1 + \beta_3 + \beta_5 + \beta_7$	-0.203	-0.201	-0.203	-0.201
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_3 + \beta_5 + \beta_7 = 0$)	150.29***	152.82***	153.16***	153.08***
$\beta_3 + \beta_7$	0.112	0.112	0.112	0.113
F estadístico (Ho: $\beta_3 + \beta_7 = 0$)	10.27***	10.42***	10.56***	10.56***
$\beta_2 + \beta_3 + \beta_6 + \beta_7$	-0.278	0.036	0.037	0.040
F estadístico (Ho: $\beta_2 + \beta_3 + \beta_6 + \beta_7 = 0$)	1.25	0.84	0.90	1.00
Observaciones	103,092	103,092	103,092	103,092
R-cuadrado	0.118	0.125	0.125	0.125
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos colegio	No	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	No	No	Sí	Sí
Controles docentes	No	No	No	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Los controles de estudiantes son una variable dicótoma que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar; la proporción de estudiantes mujeres en su establecimiento educativo; y el estrato socioeconómico. Los controles de docentes son edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y último nivel de estudios realizados. La variable dependiente es un indicador si el estudiante eligió programas STEM.

6. Conclusiones

Resultados previos y resultados presentados en esta investigación muestran que existe una brecha en la probabilidad de matrícula en programas STEM entre hombres y mujeres graduados de educación secundaria. Tradicionalmente este tipo de programas son concebidos de dominio masculino, reforzados bajo la creencia estereotípica negativa de las mujeres y las matemáticas. Así, los espacios para las mujeres en STEM pueden ser incómodos y difíciles debido a los ambientes dispares en la proporción de mujeres presentes. Nuestra investigación indaga por la variación en esta brecha con la exposición a una planta docente que varía en su composición por sexo. El potencial de la composición de planta para afectar esta brecha radica en modelos de rol asociados con tener profesoras STEM para las estudiantes mujeres. Para esto usamos datos de estudiantes graduados de secundaria en Bogotá, Colombia, en el periodo 2008-2014.

Dos consideraciones motivan la preocupación por la escogencia de programas de estudio por parte de mujeres. Primero, si la escogencia de programas no STEM está motivada por sesgos de las mismas

mujeres y de otras personas en su entorno se estarían dando decisiones por parte de las mismas mujeres contrarias a su propias preferencias e intereses. Segundo, estas decisiones podrían ser entonces subóptimas, no sólo para las mismas mujeres, sino desde el punto de vista social en la medida en que en la actualidad la demanda por capital humano calificado en áreas STEM es creciente y fundamental para la innovación y el desarrollo. Más aún en el contexto colombiano, donde el desarrollo regional requiere de jóvenes especializados en diversas áreas del conocimiento, que potencien los recursos existen y logren anidarlos con tecnología.

Los resultados son consistentes con la hipótesis de que tener profesoras mujeres en ciencias, tecnología y matemáticas aumenta la probabilidad de matrícula en programas de pregrado STEM para las estudiantes. Se encuentra que la brecha de género en la matrícula en estos programas de estudiantes graduados de colegios se reduce con la proporción de profesoras mujeres en estas áreas a las que enfrentaron los estudiantes. Cuando los estudiantes se enfrentan a una proporción de profesoras menor en una desviación estándar a la media la brecha de género en la matrícula en programas STEM es 10,8 % mayor que cuando se enfrentan a una proporción de docentes STEM mujeres, que es una desviación estándar mayor a la media. La relación no parece depender de los puntajes en matemáticas de los estudiantes. Esto sugiere que es posible que las docentes rompan creencias sobre la habilidad de las mujeres con las matemáticas, pero que entre las estudiantes con resultados más altos en la prueba hay otras consideraciones distintas a los sesgos en las creencias sobre sus habilidades que priman en sus decisiones de estudio postsecundario.

Esta investigación brinda evidencia cuantitativa de que las mujeres sí incentivan a otras mujeres a entrar a áreas donde están subrepresentadas. En esa línea, identificar los mecanismos a través de los cuales estar expuesto a docentes mujeres en áreas STEM puede brindar herramientas de transformación para reducir la subrepresentación de las mujeres en estas áreas. Por un lado, las profesoras mujeres en áreas STEM pueden tener actitudes o representar roles de género para las estudiantes que pueden moldear dichos resultados; estas profesoras también pueden tener prácticas pedagógicas diferentes a las de los hombres que despierten el interés y la curiosidad en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en sus estudiantes mujeres. Profundizar en los canales de acción va a permitir romper con los techos de cristal para las mujeres en STEM.

7. Anexos

Anexo 1. La decisión de escogencia de programa

La elección de programa no busca únicamente maximizar la utilidad esperada que retribuye el mercado luego de estudiar, sino que está sujeta a fuerzas culturales y sociales que moldean el comportamiento de elección. Así, las preferencias ocupacionales se basan más en creencias de autoeficacia¹³ que en los beneficios potenciales que cada trayectoria puede proporcionar (Bandura, Barbaranelli, Caprara, & Pastorelli, 2001). Se ha encontrado que el autoconcepto en matemáticas es un predictor positivo y significativo a la hora de elegir programas STEM; sin embargo, ha venido perdiendo poder de predicción en la decisión de programas STEM en las mujeres (Sax, Kanny, Riggers-Piehl, Whang, & Paulson, 2015).

En ese caso tener un modelo a seguir en áreas que se piensan son de dominio masculino les permite a las mujeres romper con esas creencias de estatus de género¹⁴ a favor de los hombres y aumentar la confianza en su autoconcepto con las matemáticas. Se ha encontrado que el liderazgo femenino influye en las aspiraciones de programa y logro escolar. En un experimento en India donde se le otorga a las mujeres cargos de poder, en particular ser líderes en una comunidad, la brecha aspiracional de sexo se redujo 20 % en padres y 32 % en adolescentes, en el que se argumenta que a través del ejemplo de las líderes en la comunidad era posible evidenciar que una mujer podía tener éxito y se abrían nuevas oportunidades que antes no existían, como por ejemplo permitiendo a las niñas trabajar menos y con ello estudiar más (Beaman, Duflo, Pande, & Topalova, 2011). Los docentes, académicos y profesores universitarios, que tienen poder de autoridad, pueden moldear los roles de género y por tanto impactar en la distribución de poderes (Allana, Asad, & Sherali, 2010).

Anexo 2. Descripción de los datos

Esta investigación emplea tres fuentes de información donde se busca hacer seguimiento a aquellos estudiantes de educación media del país que ingresaron a una institución de educación superior y que presentaron la prueba Saber 11. Teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, se contempla el periodo 2008-2014 como ventana de análisis. La primera base de datos es de la Resolución 166

¹³ Capacidad de creer que se puede conseguir un resultado a través de acciones propias (Bandura, Barbaranelli, Caprara, & Pastorelli, 2001).

¹⁴ Son un componente específico de los estereotipos de género, donde se cree que los hombres son socialmente más valorados y difusamente más competentes que las mujeres en tareas relevantes (Wagner & Berger, 1997; Ridgway & Correll, 2000 citados en Correll, 2004).

del Ministerio de Educación Nacional y contiene información del reporte de los alumnos matriculados en instituciones educativas oficiales de 2005 a 2014 (anexo 3A) e información sobre la planta oficial docente desde 2008 a 2014 (anexo 5A). Si bien se puede hacer seguimiento tanto a estudiantes como a profesores durante esos periodos, no es posible emparejar cada estudiante con los docentes asignados en cada curso por establecimientos educativos. Por lo que la base de datos de docentes es agregada a nivel de colegio, donde se calcula la proporción de docentes mujeres en áreas de enseñanza en matemáticas, ciencias y tecnología por año¹⁵. Así, los estudiantes de un mismo colegio y año tendrán las mismas características promedio de docentes que enseñan en determinado establecimiento educativo y, por tanto, la misma proporción de docentes mujeres en áreas de ciencias, tecnología y matemáticas.

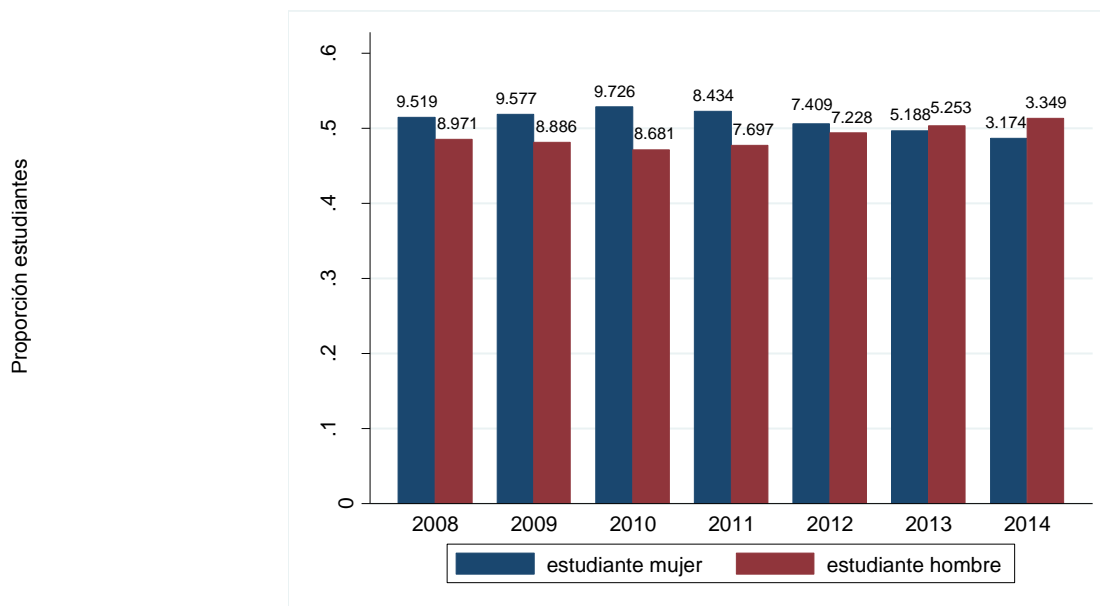
De esta base se emplean las variables de estrato socioeconómico, sexo del estudiante, jornada del establecimiento educativo, carácter del establecimiento educativo, proporción de mujeres por establecimiento educativo/año y proporción de deserción por establecimiento educativo/año. A nivel de docentes se emplean las variables de edad, sexo, experiencia, nivel de formación, estatuto al que pertenece y tipo de vinculación por año. Para el presente documento se toman en cuenta únicamente los establecimientos educativos mixtos y oficiales, y por restricciones de la base de docentes se restringirá el análisis al periodo 2008-2014.

La segunda base de datos es Saber 11 que contiene información sobre los resultados en pruebas de competencia en matemáticas, lenguaje, ciencias naturales y sociales, y áreas opcionales que toman los estudiantes en grado 11 para obtener su título de bachiller. De esta base se extraen también características socioeconómicas de los estudiantes como educación de los padres y número de personas en el hogar. La tercera base de datos es el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES) con información sobre los estudiantes matriculados en educación superior en 2008-2014. Esta base de datos permite hacer seguimiento al estudiante durante sus estudios en educación superior. Se extraen las variables del nombre del programa al que se inscribió el estudiante y periodo de inscripción al programa.

¹⁵ Se suman todas las docentes en áreas de enseñanza en matemáticas, ciencias y tecnología, y se divide sobre el número total de docentes en esas áreas por año.

Anexo 3. Gráficas de estudiantes de educación superior por sexo

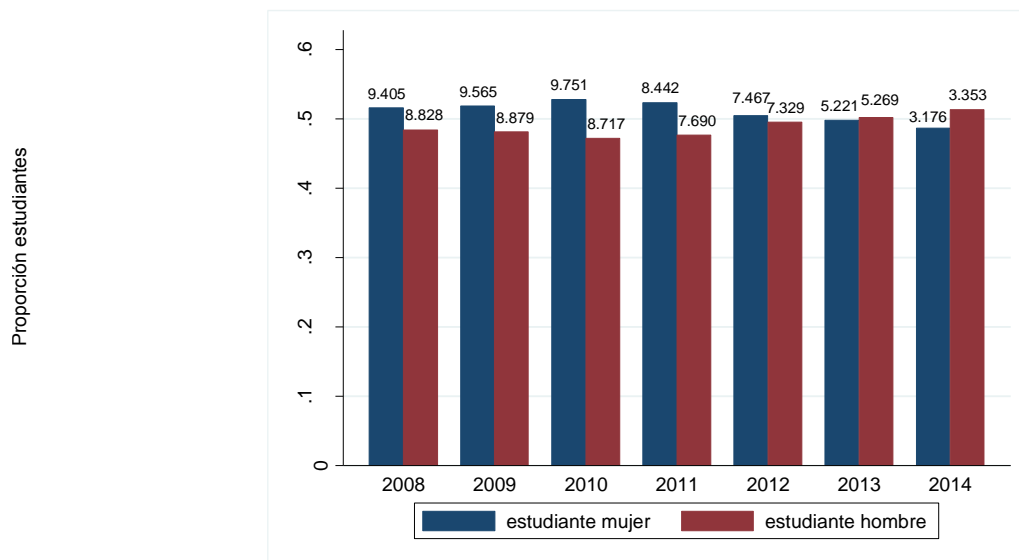
Gráfica 2. Estudiantes de educación superior por sexo y año de educación media



Fuente: cálculos de los autores.

Nota: todas las estadísticas se calculan con la base de datos consolidada que corresponde a estudiantes inscritos en algún programa de educación superior, condicionado a haber presentado la prueba Saber 11 durante el periodo 2008-2014.

Gráfica 3. Estudiantes de educación superior por sexo y año presentación prueba Saber11



Fuente: cálculos de los autores.

Nota: todas las estadísticas se calculan con la base de datos consolidada que corresponde a estudiantes inscritos en algún programa de educación superior, condicionado a haber presentado la prueba Saber 11 durante el periodo 2008-2014.

Anexo 4. Estimaciones con modelo probit

Tabla 8. Estimaciones de matrícula en programa STEM

Variables	(1) Carrera STEM	(2) Carrera STEM	(3) Carrera STEM
$\beta_1: Mujer_i$	-0.330*** (0.017)	-0.297*** (0.017)	-0.297*** (0.017)
$\beta_2: \% Docente\ mujer\ STEM_s$	-0.059 (0.039)	-0.071* (0.039)	-0.068* (0.039)
$\beta_3: Mujer_i * \% Docente\ mujer\ STEM_s$	0.109*** (0.030)	0.106*** (0.030)	0.106*** (0.030)
Constante	0.492*** (0.022)	0.497*** (0.093)	0.273 (0.367)
Observaciones	103,092	103,092	103,092
R-cuadrado	0.093	0.121	0.121
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos colegio	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	No	Sí	Sí
Controles docentes	No	No	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Los controles de estudiantes son: una variable dicótoma que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar, la proporción de estudiantes mujeres en su establecimiento educativo y estrato socioeconómico. Los controles de docentes son edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y último nivel de estudios realizados. Se estima con un modelo probit y la opción de absorber de efectos fijos de establecimiento educativo. La variable dependiente es un indicador si el estudiante eligió programas STEM.

Anexo 5. Estimaciones con modelo STEM sin ciencias biológicas

Tabla 9. Estimaciones de matrícula en programas STEM sin ciencias biológicas

Variables	(1) Carrera STEM sin ciencias biológicas	(2) Carrera STEM sin ciencias biológicas	(3) Carrera STEM sin ciencias biológicas	(4) Carrera STEM sin ciencias biológicas
$\beta_1: Mujer_i$	-0.335*** (0.017)	-0.333*** (0.016)	-0.301*** (0.017)	-0.301*** (0.017)
$\beta_2: \% Docente\ mujer\ STEM_s$	-0.120*** (0.030)	-0.056 (0.039)	-0.068* (0.038)	-0.065* (0.039)
$\beta_3: Mujer_i * \% Docente\ mujer\ STEM_s$	0.098*** (0.030)	0.096*** (0.030)	0.093*** (0.030)	0.094*** (0.030)
Constante	0.518*** (0.017)	0.393*** (0.024)	0.417*** (0.086)	0.141 (0.363)
$\beta_1 + \beta_3$	-0.237	-0.237	-0.208	-0.207
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_3 = 0$)	274.22***	293.88***	221.69***	222.54***

Observaciones	103,092	103,092	103,092	103,092
R-cuadrado	0.093	0.101	0.128	0.128
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos colegio	Sí	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	Sí	Sí	Sí	Sí
Controles docentes	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Los controles de estudiantes son: una variable dicótoma que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar, la proporción de estudiantes mujeres de su establecimiento educativo y estrato socioeconómico. Los controles de docentes son: edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y último nivel de estudios realizados. La variable dependiente es un indicador si el estudiante eligió programas STEM sin incluir programas de ciencias biológicas

Tabla 10. Estimaciones de matrícula en programas STEM sin ciencias biológicas por prueba matemáticas Saber 11

Variables	(1) BIOmath_ 1 Carrera STEM sin ciencias biológicas	(2) BIOmath_ 2 Carrera STEM sin ciencias biológicas	(3) BIOmath_ 3 Carrera STEM sin ciencias biológicas	(4) BIOmath_ 4 Carrera STEM sin ciencias biológicas
$\beta_1: Mujer_i$	-0.283*** (0.018)	-0.281*** (0.018)	-0.282*** (0.018)	-0.282*** (0.018)
$\beta_2: \% Docente\ mujer\ STEM_s$	-0.110*** (0.032)	-0.048 (0.042)	-0.048 (0.041)	-0.046 (0.042)
$\beta_3: Mujer_i * \% Docente\ mujer\ STEM_s$	0.077** (0.034)	0.074** (0.033)	0.075** (0.034)	0.075** (0.034)
$\beta_4: Matemáticas_i$	0.110*** (0.012)	0.110*** (0.012)	0.110*** (0.012)	0.110*** (0.012)
$\beta_5: Mujer_i * Matemáticas_i$	-0.041** (0.016)	-0.043*** (0.016)	-0.043*** (0.016)	-0.043*** (0.016)
$\beta_6: \% Docente\ mujer\ STEM_s * Matemáticas_i$	-0.033 (0.021)	-0.035 (0.022)	-0.035 (0.022)	-0.034 (0.022)
$\beta_7: Mujer_i * Matemáticas_i * \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	0.032 (0.029)	0.036 (0.030)	0.036 (0.030)	0.036 (0.030)
Constante	0.470*** (0.018)	0.357*** (0.025)	0.402*** (0.087)	0.120 (0.361)
$\beta_4 + \beta_5$	0.069	0.067	0.067	0.067
F estadístico (Ho: $\beta_4 + \beta_5 = 0$)	23.87***	31.66***	31.48***	31.38***
$\beta_1 + \beta_5$	-0.324	-0.324	-0.325	-0.325
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_5 = 0$)	302.46***	310.20***	311.96***	311.55***
$\beta_1 + \beta_3 + \beta_5 + \beta_7$	-0.215	-0.214	-0.215	-0.214
F estadístico (Ho: $\beta_1 + \beta_3 + \beta_5 + \beta_7 = 0$)	193.40***	197.58***	197.53***	197.49***
$\beta_3 + \beta_7$	0.109	0.110	0.111	0.111
F estadístico (Ho: $\beta_3 + \beta_7 = 0$)	10.65***	11.38***	11.53***	11.52***
$\beta_2 + \beta_3 + \beta_6 + \beta_7$	-0.034	0.027	0.028	0.031
F estadístico (Ho: $\beta_2 + \beta_3 + \beta_6 + \beta_7 = 0$)	1.40	0.55	0.60	0.73
Observaciones	103,092	103,092	103,092	103,092

R-cuadrado	0.121	0.128	0.129	0.129
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos colegio	No	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	No	No	Sí	Sí
Controles docentes	No	No	No	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Los controles de estudiantes son: una variable dicótoma que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar, la proporción de estudiantes mujeres en su establecimiento educativo y estrato socioeconómico. Los controles de docentes son: edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y último nivel de estudios realizados. La variable dependiente es si el estudiante eligió programas STEM sin incluir programas de ciencias biológicas.

Anexo 6. Resultados del modelo de la sección 4.2 incluyendo el cuadrado del puntaje en matemáticas

Tabla 11. Estimaciones de matrícula en programas STEM por prueba de matemáticas al cuadrado Saber 11

Variables	(1) Carrera STEM	(2) Carrera STEM	(3) Carrera STEM	(4) Carrera STEM
$\beta_1: Mujer_i$	-0.300*** (0.019)	-0.299*** (0.019)	-0.299*** (0.019)	-0.299*** (0.019)
$\beta_2: \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	-0.124*** (0.033)	-0.047 (0.042)	-0.047 (0.042)	-0.045 (0.043)
$\beta_3: Mujer_i * \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	0.099*** (0.036)	0.097*** (0.035)	0.098*** (0.035)	0.098*** (0.035)
$\beta_4: Matemáticas_i$	0.096*** (0.014)	0.098*** (0.014)	0.098*** (0.014)	0.097*** (0.014)
$\beta_5: Mujer_i * Matemáticas_i$	-0.031* (0.018)	-0.032* (0.018)	-0.032* (0.018)	-0.032* (0.018)
$\beta_6: \% Docentes\ mujer\ STEM_s * Matemáticas_i$	-0.033 (0.025)	-0.037 (0.025)	-0.037 (0.025)	-0.036 (0.025)
$\beta_7: Mujer_i * Matemáticas_i * \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	0.035 (0.033)	0.039 (0.033)	0.039 (0.033)	0.038 (0.033)
$\beta_8: Matemáticas_i^2$	0.009 (0.006)	0.009 (0.006)	0.009 (0.006)	0.009 (0.006)
$\beta_9: Mujer_i * Matemáticas_i^2$	0.021** (0.009)	0.022** (0.009)	0.022** (0.009)	0.022** (0.009)
$\beta_{10}: \% Docentes\ mujer\ STEM_s * Matemáticas_i^2$	0.004 (0.010)	0.005 (0.010)	0.005 (0.010)	0.005 (0.010)
$\beta_{11}: Mujer_i * Matemáticas_i^2 * \% Docentes\ mujer\ STEM_s$	-0.021 (0.016)	-0.022 (0.016)	-0.022 (0.016)	-0.022 (0.016)
Constante	0.480*** (0.018)	0.359*** (0.025)	0.408*** (0.092)	0.131 (0.349)
Observaciones	103,092	103,092	103,092	103,092
R-cuadrado	0.121	0.128	0.128	0.128
Efectos fijos tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí

Efectos fijos colegio	No	Sí	Sí	Sí
Controles estudiantes	No	No	Sí	Sí
Controles docentes	No	No	No	Sí

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: errores estándar robustos en paréntesis *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Los controles de estudiantes son: una variable dicótoma que toma el valor de 1 si es la primera persona en su hogar en ingresar a la educación superior; otro indicador: si hace parte del Sisbén; el número de personas en su hogar, la proporción de estudiantes mujeres en su establecimiento educativo y estrato socioeconómico. Los controles de docentes son edad, años de experiencia, si hace parte del estatuto 1278, si tiene vinculación y un indicador del último nivel de estudios realizados. La variable dependiente es un indicador si el estudiante eligió programas STEM.

8. Referencias

- Acuerdo 151 de 2010, por el cual se convoca a concurso abierto de méritos para proveer los empleos vacantes de docentes, orientadores de instituciones educativas oficiales de entidades territoriales certificadas en educación (Comisión Nacional del Servicio Civil, 30 de septiembre de 2010).
- Aguiar, M., Gutiérrez, H., Barragán, A. L., y Villalpando, J. F. (2011). El rendimiento académico de las mujeres en matemáticas: análisis bibliográfico y un estudio de caso en educación superior en México. *Actualidades Investigativas en Educación*, 1-24.
- Allana, A., Asad, N., y Sherali, Y. (2010). Gender in Academic Settings: Role of Teachers. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 1, No. 4, 343-348.
- American Association of University Women (2016). *The simple truth about the Gender Pay Gap*. Washington DC.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., y Pastorelli, C. (2001). Self-Efficacy Beliefs as Shapers of Children's Aspirations and Career Trajectories. *Child Development Volume 72, Number 1*, 187-206.
- Beaman, L., Duflo, E., Pande, R., y Topalova, P. (2011). Female Leadership Rises Aspirations and Educational Attainment for Girls: A Policy Experiment in India. *Science*, Vol. 335, 582-586.
- Bleemer, Z. (2016). Role Model Effects of Female STEM Professionals on early 20th Century University Enrollment. *Research & Occasional Paper Series: CSHE.10.16*.
- Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education 17:4*, 369-386.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S., y Valentino, L. (2015). Growing the roots of STEM majors: Female math and science high school faculty and the participation of students in STEM. *Economics of Education Review 45*, 14-27.
- Canes, B. J., y Rosen, H. S. (1995). Following in her footsteps? Women's choices of college major and faculty gender composition. *Industrial and Labor Relations Review*, 486-504.
- Carrell, S. E., Page, M. E., y West, J. E. (2010). Sex and Science: How professor gender perpetuates the gender gap. *The Quarterly Journal of Economics 125(3)*, 1101-1144.
- Cimpian, A., Mu, Y., y Erickson, L. (2012). Who Is Good at This Game? Linking an Activity to a Social Category Undermines Children's Achievement. *Psychological Science 23(5)*, 533-541.
- Correll, S. J. (2001). Gender and the Career Choice Process: The Role of Biased Self-Assessments. *American Journal of Sociology*, Vol. 106, No. 6, 1691-1730.

- Correll, S. J. (2004). Constraints into Preferences: Gender, Status, and Emerging Career Aspirations. *American Sociological Review*, Vol. 69, 93-113.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018.
- Fennema, E., y Peterson, P. (1985). Autonomous learning behavior: a possible explanation of gender-related differences in mathematics. En L. C. (Eds), *Gender differences in classroom interaction* (págs. 17-35). New York: Academic Press Inc.
- García, S., Maldonado, D., & Jaramillo, L. (2016). Graduación de la educación media, asistencia e inasistencia a la educación media. *Documento de Trabajo de la Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo No. 34 de la Universidad de los Andes*.
- Hoffman, F., y Oreopoulos, P. (2009). A Professor Like Me: The Influence of Instructor Gender on College Achievement. *Journal of Human Resources*, 479-494.
- Hyde, J., Fennema, E., Ryan, M., Frost, L., y Hopp, C. (1990). Gender Comparisons of Mathematics Attitudes and Affect: A Meta-Analysis. *Psychology of Women Quarterly* 14(3), 299-324.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2016). Resumen ejecutivo Colombia en PISA 2015. *Informes*.
- Londoño, E., Gamboa, L., Maldonado, D., y Sánchez Torres, F. (2017). Does Teacher-Student Gender Matching matters in Middle Education? Manuscrito sin publicar.
- Ministerio de Educación Nacional (2015). Boletín Educación Superior en cifras. *Observatorio Laboral para la Educación*.
- Nixon, L. A., y Robinson, M. D. (1999). The Educational Attainment of Young Women: Role Model Effects of Female High School Faculty. *Demography Volume 36, Issue 2*, 185-194.
- Observatorio Laboral para la Educación (2015). Seguimiento a las condiciones de vinculación laboral y resultados de la encuesta de percepción de los recién graduados.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016). Pisa 2015 Results in Focus.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2012). Closing the Gender Gap: Act Now. *OECD Publishing*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016). *OECD Employment Outlook 2016*. París: OECD Publishing.
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (2015). *Informe mundial sobre salarios 2014/2015: salarios y desigualdad de ingresos*. Ginebra: OIT.

- Sadker, M., y Sadker, D. (1994). *Failing at Fairness: How our schools cheat girls*. Nueva York: Touchstone.
- Sax, L. J., Kanny, M. A., Riggers-Piehl, T. A., Whang, H., y Paulson, L. N. (2015). "But I'm Not Good at Math": The Changing Salience of Mathematical Self-Concept in Shaping Women's and Men's STEM Aspirations. *Research in Higher Education*. Vol. 56, 813-842.
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52(6), 613-629.
- Thorton, M., y Bicheno, P. (2009). Teacher Gender and Career Patterns. En M. Bayer *et al.*, *Teachers' Career Trajectories and Work Lives, Professional Learning and Development in Schools and Higher Education 3* (págs. 159-178). Springer Science + Business Media B.V.
- Voyer, S., Voyer, D., y Bryden, M. (1995). Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: a Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables. *Psychological Bulletin*, Vol. 117, No. 2, 250-270.
- Weinberger, C. (1999). Mathematical College Majors. *Industrial Relations Vol. 38*, 407-413.
- Winters, M. A., Haight, R. C., Swaim, T. T., y Pickering, K. A. (2013). The effect of the same-gender teacher assignment on student achievement in the elementary and secondary grades: Evidence from panel data. *Economics and Educational Review 34*, 69-75.
- Zeldin, A. L., y Pajares, F. (2000). Against the Odds: Self-Efficacy Beliefs of Women in Mathematical, Scientific, and Technological Careers. *American Educational Research Journal Vol. 37, No. 1*, 215-246.
- Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem solving patterns: A review of literature. *International Education Journal 8 (2)*, 187-203.



NUEVA

Maestría en Gestión Pública



Título otorgado

Magíster en Gestión Pública

SNIES

106656 Registro calificado: resolución No. 572 del 22 de enero de 2018, por 7 años

Duración

Un año y medio (36 créditos académicos, distribuidos en 3 semestres)

Modalidad

Presencial en Bogotá

Dirigido a

Profesionales con más de dos años de experiencia laboral vinculados al sector público, privado, organizaciones no gubernamentales y sin ánimo de lucro

La Maestría se ofrecerá en sesiones presenciales y virtuales, que permitirá cursarla desde cualquier lugar del país

Maestría en Políticas Públicas



Título otorgado

Magíster en Políticas Públicas

SNIES

90798 Registro calificado: resolución No. 2056 del 17 de febrero de 2015, por 7 años

Duración

2 años (42 créditos académicos, distribuidos en cuatro semestres)

Modalidad

Presencial en Bogotá

Dirigido a

Profesionales sobresalientes que demuestren interés por los asuntos públicos

Maestría en Salud Pública



Título otorgado

Magíster en Salud Pública

SNIES

91281 Registro calificado: resolución No. 20781 del 9 de octubre de 2017, por 7 años

Duración

2 años (44 créditos académicos, distribuidos en cuatro semestres)

Modalidad

Presencial en Bogotá

Dirigido a

Profesionales de diversas disciplinas con interés en aportar a la discusión, el análisis, el diseño, la implementación y la evaluación de las políticas en salud pública

Más información



Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo
Universidad de los Andes
Carrera 1 No. 19 - 27 - Bloque AUJ tercer piso
teléfono: 3394949 ext. 2073 - Bogotá, Colombia



egob.uniandes.edu.co



fb.com/EGOBUniandes



[@EGOBUniandes](https://twitter.com/EGOBUniandes)

Documentos de trabajo EGOB es una publicación periódica de la Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo de la Universidad de los Andes, que tiene como objetivo la difusión de investigaciones en curso relacionadas con asuntos públicos de diversa índole. Los trabajos que se incluyen en la serie se caracterizan por su interdisciplinariedad y la rigurosidad de su análisis, y pretenden fortalecer el diálogo entre la comunidad académica y los sectores encargados del diseño, la aplicación y la formulación de políticas públicas.

egob.uniandes.edu.co

 fb.com/EGOBuniandes

 [@EGOBUniandes](https://twitter.com/EGOBUniandes)